Ref

Förslag till statligt program 1990/93
för forskning inom energiområdet m.m.

ENERGIFORSKNING FÖR FRAMTIDEN.

BILAGOR

SOU 1989:49

BETÄNKANDE FRÅN
ENERGIFORSKNINGSUTREDNINGEN
EFU 90

Statens offentliga utredningar
1989:49
Miljö- och energidepartementet

Energiforskning för framtiden

Förslag till statligt program den 1 juli 1990 - 30 juni 1993 för forskning inom energiområdet m.m.

Bilagor

Bilagor till betänkandet av energiforskningsutredningen
EFU 90
Stockholm 1989

Allmänna Förlaget har utgivit en bibliografi över SOU och Ds som omfattar åren 1981-1987. Den kan köpas från förlagets Kundtjänst, 106 47 STOCKHOLM. Best. nr. 38-12078-X.

Beställare som är berättigade till remissexemplar eller friexemplar kan beställa sådana under adress:
Regeringskansliets förvaltningskontor
SOU-förrådet
103 33 STOCKHOLM
Tel: 08/763 23 20 Telefontid 8^{10} - 12^{00} (externt och internt)
08/763 10 05 12^{00} - 16^{00} (endast internt)

ALLF 118 9 005
Svenskt Tryck AB
Stockholm 1989

ISBN 91-38-10368-0
ISSN 0375-250X

SOU 1989:49

Innehållsförteckning

Bilagor		sid
1.	Översikt över insatser och resultat av energiforskningsprogrammet under perioden 1975-1988.	5
2.	Översikt över högskolans engagemang i energiforskningsprogrammet.	57
3.	Översikt över beslutsgången i energiforskningsprogrammet.	129
4.	Underlag från BFR.	195
5.	Underlag från Efn.	271
6.	Underlag från NFR.	279
7.	Underlag från statens energiverk.	297
8.	Underlag från STU.	489
9.	Underlag från Studsvik AB.	553

BILAGA 1

Översikt över insatser och resultat av energi-
forskningsprogrammet under perioden 1975 - 1988

Bilaga 1

ÖVERSIKT ÖVER INSATSER OCH RESULTAT AV ENERGI-FORSKNINGSPROGRAMMET UNDER PERIODEN 1975 - 1988

Leif Brandels

Stockholm juni 1989

Innehållsförteckning

	sid
Inledning	1
1. Energiteknik för industrin	2
2. Tillförsel av energi m m	10
3. Energianvändningen	26
4. Energirelaterad grundforskning	32
5. Allmänna energisystemstudier	38
6. Energirelaterad transportforskning	41

ÖVERSIKT ÖVER INSATSER OCH RESULTAT INOM ENERGI-FORSKNINGSPROGRAMMET UNDER PERIODEN 1975 - 1988.

Det statliga energiforskningsprogrammet initierades 1975. Det svenska energisystemets beroende av olja och energiförsörjningens sårbarhet hade tydligt demonstrerats vid den första oljekrisen 1974. Man hade konstaterat att den svenska energiförsörjningen och kompetensen vid denna tidpunkt blivit starkt inriktad på kärnkraft, vattenkraft och oljeeldning. Mycket av kompetensen och kunskapen om andra alternativ, t ex fastbränsleeldning hade försvunnit.

1975 inriktades de statliga satsningarna på energi-besparing och ett statligt program för forsknings- och utvecklingsinsatser inom energiområdet. Målet och visionen var att:

- inom industrisektorn minska energiförbrukningen och att tillgodose energibehovet med andra energislag än olja

- inom bebyggelsesektorn minska energianvändningen och kraftigt minska oljeberoendet

- man inom energitillförselsektorn i framtiden borde kunna utveckla inhemska energikällor som lönsamt skulle ersätta importerade bränslen, främst olja, i värme- och elproduktion

- transportsektorn skulle nyttja en mindre andel oljebaserade drivmedel

- kunna förankra energisektorns behov av forskning i de etablerade forskningsområdena inom högskolan.

1. Energiteknik för industrin

Insatserna inom programmet energiteknik för industrin har främst varit riktade mot energianvändningen. Tidigt prioriterades de energitunga branscherna. En stor del av forskningen har därför gällt massa- och pappersindustrin, järn- och stålindustrin, kemi- och livsmedelsindustrin. Härutöver har insatser gorts inom återvinning. Kopplat till programmet Energiteknik i industrin har sedan 1975 funnits ett program för energirelaterad grundforskning.

Med utgångspunkt i de resultat som kommit fram till de första åren på 1980-talet, fann man att det fanns gemensamma nämnare mellan såväl branscher som mellan tekniksektorer. Programmet koncentrerades därför i mitten på 80-talet till de specifika problemen för de allra mest energikrävande branscherna och till ett antal nyckeltekniker som var gemensamma för ett flertal industribranscher.

I mitten på 1980-talet kunde man från ett antal studier också tydligare se att det fanns en stark teknikkoppling i den energitunga industrin mellan tillförsel och energianvändning. Detta har lett till

att industrin nu studerar framställning av energi-produkter som är integrerade i de industriella processerna. Den hårdare knytningen av programmet till industrin har gjort att jordbruks- och trädgårds-näringsinriktat stöd i princip upphört.

Energianvändnngen i industrin betingas av de processer och den teknik som används. Industrins huvudintresse ligger därför i att utveckla nya processer som ett medel i att förbrättra sin konkurrrensförmåga antingen genom att öka produktkvaliteten eller minska produktionskostnaderna. Energieffektiviteten i processerna har därvid en sekundär betydelse. Det är dock ofta vid byte eller modifiering av industrins processer eller utrustningar som de största möjligheterna till energieffektivisering föreligger.

Detta förhållande har starkt påverkat FoU-insatsernas karaktär och programmets uppläggning.

Flera insatser inom programmet har gjorts för att tillsammans med industrin kartlägga de möjligheter som funnits till energieffektivisering. Ett stort antal av dessa tekniska studier har legat till grund för åtgärder som senare vidtagits inom industrin. En samlad bedömning av de många branschstudier som gjorts har resulterat i att industrins forskningsbehov över ett antal mer ämnesorienterade områden kunnat identifieras.

Exempel på sådana områden som kartlagts och där forskningskompetens nu byggts upp är:

* Förbränningsforskning
* Ytfysikalisk och ytkemisk forskning
* Katalys- och katalysatorforskning
* Strömningsforskning
* Katalysforskning
* Tribologi
* Supraledning

En stor del av de forskningsinsatser som initierats inom dessa områden ha varit av sådant slag att det passat på högskolor och universitet. Detta har lett till att en betydande del - ca 50 % - av insatserna inom programmet nu genomförs på högskolor. Projekten genomförs vid ett 100-tal institutoner vid drygt 10 högskolor. Industrin framhåller att resultaten varit värdefulla för utvecklingen. Mycket av denna forskning skulle ej kommit till stånd med högskolans allmänna prioriteringar.

Genomslaget av energiforskningsprogrammets FoUinsatser för energieffektivisering är svårt att direkt härleda då energiaspekten hittills haft en mindre inverkan vid val av ny teknik inom industrin. Av de totala investeringarna man gjort under perioden 1978-1984 har 13 % varit inriktade på direkta energiinvesteringar. En viss del av dessa investeringar har gjorts i teknik som framkommit i FoU-programmet. Effektiviseringen i industrins värmeutnyttjande har i stor utstäckning under perioden 1975-1985 skett genom enklare - ej forsknings- och utvecklingskrävande - åtgärder.

I viss mån kan effektiviseringarna i värmeutnyttjandet avläsas i den specifika energianvändningen. Från 1975 finns en minskande tendens till att använda olja och

andra bränslen. För el är den specifika användningen något ökande. I flera braanscher har dock avändningen av el effektiviserats. När det gäller effektiviseringen av elanvändning inom pappers- och massaindustrin så har eleffektiviseringen beräknats till 6 % från 1980 till 1984. Oljeanvändningen inom industrin har till stor del minskats genom övergång till el och till en mindre del genom utnyttjande av fasta bränslen. I det senare fallet finns resultat från FoU-programmet.

Under perioden 1984/85 - 1986/87 har insatser inom programmet gjorts med ca 500 projekt för en kostnad av ca 200 milj.kr. En stor del av dessa projekt har varit samfinansierade vilket innebär att industriföretagen tillfört över 250 milj.kr. till dessa satsningar. Flera av de samfinasierade projekten genomförs vid branschernas egna forskningsinstitut såsom skogsindustriernas tekniska forskningsinstitut (STFI), Metallurgiska forskningsstationen (MEFOS) m fl. Dessa industribranscher har poängterat vikten av de gjorda insatserna och de resultat som kommit fram. Uvecklingsinsatser för energiinvesteringar kommer ofta annars ej till stånd. Gjorda undersökningar vid MEFOS och STFI bekräftar detta.

Inom massa- och pappersindustrin märks resultat framför allt från mekanisk fiberfriläggning, kemisk fiberfriläggning, kemikalieåtervinning och termisk avvattning. När det gäller järn- och stålindustrin m m har de viktigaste insatserna gjorts inom råjärns- och stålframställning, gjutning, direktvalsning, värmning och energiåtervinning. Till detta område inräknas även verkstadsteknik och gjuteriteknik. För den kemiska industrin har satsningarna omfattat utbyteshöjande metoder. De viktigaste resultaten finns från katalys samt processtyrning. Inom livsmedelsindustrin är teknikområdena koncentrering, torkning och värme-

konvertering mest framträdande. Forskningsresultat föreligger också från teknikområdena avvattning av textila material och trätorkning.

Som exempel beskrivs nedan resultat från tre olika teknikområden. Vidare redovisas ett exempel på utveckling av teknik inom energibesparingsområdet.

Under de senare åren har väsentliga förändringar gjorts av processerna inom de energitunga industrierna. Inom pappers- och massaindustrin har bl a en markant övergång till termomekanisk (TMP) och kemitermomekanisk (CTMP) pappersmassa skett. Framställning av dessa s.k. högutbytesmassor är dock mycket elintensiva processer. Forskning och utveckling inom detta område har under hela åttiotalet varit mycket aktivt inom energiforskningsprogrammet. Ett stort antal forskningsprojekt har initierats både vid forskningsinstitutioner som STFI, KTH och CTH, samt hos massa- och papperstillverkare och apparattillverkare. I genomsnitt har ca 4 Mkr/år satsats. Industrins bedömning är att kunskap framtagen inom dessa projekt i hög grad har bidragit till den snabba teknikutvecklingen som skett inom området. Genom att kravet att förbättra massakvaliten varit startk så har det inte varit möjligt att samtidigt reducera den totala energiförbrukningen. Resultaten från de genomförda projekten indikera dock att man kommer att kunna möta marknadens krav på högre massakvalitet utan en total ökning av elförbrukningen. Hittillsvarande resultat visar också att de nya områdena för forskning är dels nya energisnåla pappersprodukter dels nya metoder för högutbytesmassatillverkning.

Inom järn och stålindustrin åtgår en mycket stor del av energin till att återuppvärma stränggjutna stålämnen som svalnar vid ett flertal tillfällen under

processens gång. Som ett resultat av tidigt initierade framtidsstudier identifierades ett antal områden för långsiktigare FoU-insatser. Ett sådant område med stor energibesparingspotetial är s.k. varmt flöde. Kunskapen och teknikutvecklingen är genom FoU-insatser inom ett antal andra teknikområden nu så god att man startat ett samlat program för att utveckla teknik för varmt flöde. Inom industrin finns fortfarande invändningar mot att införa denna typ av process. Man anser att det finns stora risker bl a för sammanlagring av driftstörningar, osäker ämneskvalitet genom att man får olika produktionshastigheter i de olika processtegen. De tekniska svårigheterna undersöks f n i projekt som genomförs bland annat inom FoU-programmet. Den nuvarande inriktningen är att försöka visa att man tekniskt och ekonomiskt kan lösa de nu identifierade svårigheterna fram till mitten på 1990-talet. Lyckas man med detta bedömer industrin att varmt flöde successivt kommer att införas och användas inom överskådlig tid.

Branscherna kemi- och livsmedel är mindre homogena än massa- och pappersbranschen och järn- och stålbranschen. De är delvis mycket starkt utlandsberoende när det gäller utveckling av komponenter och processkemi. En möjlighet att minska energiåtgången i kemiska processer är att använda katalysatorer. Katalysatorutveckling sker i stor utstäckning utomlands. Utvecklingen är dock i hög grad inriktad på katalysatorernas förmåga att förbättra processutbytet.

För att på ett acceptabelt sätt och på lite längre sikt försöka främja den svenska kemi- och livsmedelsindustrins energieffektivisering, kunskapsuppbyggnads- och oljesubsititutionsbehov, startades 1981 ett projektsamarbete på katalysatorområdet mellan ett

10-tal högskoleinstitutioner och EKA AB i Bohus som den då var den enda tänkbara industriaktören.

Forskare från CTH, LTH, KTH, Ytkemiska Institutet och Silikatforskningsinstitutet skapade tillsammans med STU ett projektpaket bestående av ett dussintal projekt. STU samfinansierade projekten internt mellan enheterna för processteknik och energiteknik med totalt ca 1,8 resp. 2,8 Mkr per år under en treårsperiod 1981-84. Dåvarande Nämnden för Energiproduktionsforskning (NE) finansierade under några år tillsammans med STU:s insatser på ca 600 tkr per år för en oljekracker i laboratorieformat. Samarbetet som bedömdes som mycket lyckat fortsatte i mindre samordnade former under några av de efterföljande åren. Viss katalysatortillverkning såldes till utlandet ("Catalystics"). Parallellt med detta katalysforskningsstöd, initierades också inom energiforskningsprogrammet enskilda katalysprojekt på högskolorna.

Katalysforskningen har efter hand fått ökade resurser inom programmet genom den allt starkare miljöbetoning bl a genom kraven från energiforskningen. Avgas- och rökgasreningsteknik kan framför allt sökas i katalystekniken, som på senare tid blivt intressant för t ex bilindustrin.

1986 gjordes en samlad genomgång av svensk kompetens inom katalysforskningsområdet på universitet och högskolor och av svensk industri, som utvecklar eller använder katalysatorer. Denna genomgång visade att de fanns en stor kompetenspotential i landet inom både fysik och kemi, samt på flera håll en etablerad samverkan mellan dessa ämnesområden. Mot bakgrund av tidigare erfarenheter, och samhällets krav på renare miljö och effektivare energianvändning, föreslogs 1987

ett ramprogram för katalysforskning. Statens energiverk tillfrågades om intresse att medverka och programmet drivs nu i samverkan, och lika finansiering, med Statens energiverk. Stödsumman är ca 7 milj.kr/år i fem år.

Genom den form verksamheten fått sker en samordning av kunskap och kompetenser, och kunskapsöverföring mellan olika forskningsområden. Samarbetet mellan forskare och industri stimuleras. Detta sker bl a genom årliga programkonferenser där erhållna resultat diskuteras.

Programmet leds av en referensgrupp med medverkan från högskolor och industri.

Inom programmet prioriteras efter hand olika delområden. Förhoppningarna är stora att resultaen skall få stor betydelse inom energiområdet i framtiden. Resultat från katalysutvecklingen är att ett flertal katalysatorer för energiändamål nu marknadsförs. För närvarande undersöks möjligheterna att - tillsammans med företrädare för transportteknik-programmet - ur ramprogrammets deltagare bilda en grupp som särskilt tar sig an rening av kväveoxider i dieselavgaser.

Ett mål för den statliga energipolitiken har varit energibesparing. Av särskilt intresse i dessa sammanhang är våra fönster.

STU började king 1980 satsa medel ur energiforsknings-programmet på forskning vid CTH beträffande ytbehandling av fönster för att få fram egenskaper som vid varierande förhållanden skulle medge att ljusflödet genom fönstret kunde styras. Fördelarna med denna typ av fönster skulle vara många.

Den lösning som nu finns utvecklad innebär att ljusstyrkan kan reduceras mellan 15 och 80 procent. Verksamheten vid CTH har varit inriktade på att pröva ett antal olika ytbeläggningar. Styrningen, i det valda konceptet, av ljusinflödet sker genom att ytbeläggningen påläggs en elektrisk spänning under viss tid. Genom detta så mörknar fönstret till önskad nivå.

Försöken med ytbeläggningarna var så framgångsrika att de som genomfört dessa 1986 bildade ett särskilt bolag för att vidareutveckla idén. Utvecklingsarbetet har hela tiden bedrivits i nära samarbete med fysiska institutionen på Chalmers. Försöken har för närvarade drivits så långt att man lyckats belägga en kvadratdecimeter. Man räknar med att utvecklingsarbetet skall ta ytterligare 2 - 3 år. Samarbete har etablerats med ett västtyskt bolag som är en stor tillverkare av vakum utrustning. Kostnaderna för hela projektet beräknas ligga kring 15-20 Mkr. STU har bidragit med 1,2 Mkr. 1988 belönades projektet med första pris i Innovation Cup som anordnas av Skandia och Dagens Industri. Tävligen är öppen för studenter och forskare.

2. Tillförsel av energi m m

Satsningarna inom energitillförselområdet var inledningsvis breda. Målet var att under en 5-8 års period få en kunskapsbas för att bedöma möjligheten för flertalet av de energislag - eller tekniker som tagits upp i samband med att energiforskningsprogrammet beslutades.

Programmet genomfördes i allt väsentligt efter de utsatta planerna. Detta innebar att man vid utformningen av energipolitiken från 1981 efter den

andra oljekrisen kunde koncentrera de fortsatta FoU-insatserna till ett färre antal teknikområden. FoU-resultaten var också så indikativa att det program för oljeersättning som startades 1980, kunde inrymma sådana energislag som ansågs omöjliga 1975. Exempel på sådana områden var skogsbränslen och torvbränslen och deras förbränning. Några intressanta områden hade under de första åren tillkommit. Ett sådant var energiskog.

Flera områden ansågs av olika skäl ej vara angelägna att vidareutveckla med resurser från FoU-programmet. Dessa områden blev föremål för teknikbevakning i ett särskilt program.

Bland de områden som ansågs energipolitisk intressanta att studera under perioden 1975-1982 var inhemska biobränslen och deras förbränning. Trots att t ex skogsbränsle, 1975, möjligen ansågs kunna användas som beredskapsbränsle. Liknande åsikter fanns beträffande torv.

Kunskapen om förbränning av energikol var på väg att försvinna.

Energiskog fanns 1975 inte ens som begrepp. Av övriga eventuella energigrödor var halm känd. Naturgas var känt som ett bränsle som användes utomlands.

Hushållsavfall utnyttjades ej för energiändamål 1975, utan deponerades.

En orsak till attityden beträffande skogsbränslen var att man ansåg att tillgången på industriråvara kunde hotas om ett bränslesortiment infördes. Kunskapen omen uthållig uttagsnivå var därför av intresse. Frågeställningen var emellertid komplex. För att svara på

frågan krävdes kunskaper från ett antal områden ekologi, lämpliga avverkningsmetoder, tillväxt takt med hänsyn till lokala förhållanden och regionala förutsättningar. Programmet utformades mot denna bakgrund så att ett stort och samlat block av forskning las vid statens lantbruksuniversitet (SLU). Orsaken till denna uppläggning var att SLU förutom sin ställning som universitet betraktades som mycket nära knutet till skogsbranschen. Strategin var att resultaten på detta sätt snabbt skulle nå skogsindustrin. Huvudinriktningen var att få fram underlag för etablering av s.k. hel- och delträdsmetoder, och lämpliga metoder för småskogsbruket.

Kring 1980 fanns ett samlat resultet som indikerade uthålliga uttagsnivåer på 50-60 TWh/år, vilket var en förutsättning, för fortsatt intresse. Produktionskostnader för nya avverkningsmetoder var identifierade. Forskningsresurser hade snabbt lyckats etableras vid främst SLU men också vid skogsbranschens egen forskningsstiftelse Skogsarbeten. Några maskintillverkare hade studerat nya maskinkoncept. Skogsindustrin följde i viss mån utvecklingen. Några viktiga slutsatser vid denna tidpunkt var att den fortsatta utvecklingen starkt skulle påverkas av en etablering av en skogsbränslemarknad, metodbyte och fortsatta FoU-resultat som skulle styrka de gjorda uttagsuppskattningarna.

Genom stöd från oljeersättningsprogrammet byggdes en produktionskapacitet för skogsbränslen upp under första delen på 80-talet. Den produktionsteknik som på detta sätt installerades var till stor del enklare utrustningar. Några av dessa system hade prövats inom FoU-programmet. Genom stöd ur det statliga investeringsprogrammet byggdes ett 20-tal skogsbränsleterminaler under perioden 1983-87. Många utnyttjar

delträdsteknik som tidigare utvecklats med stöd av FoU-programmet.

Genom forskningsprogrammet har kunskap byggts upp som möjliggör att man i slutet på 80-talet med en första generations metoder kan lagra träbränsle. Flera tekniker för torkning och förädling har prövats. Utifrån denna kunskapsbas har flera av skogsbolagen gjort egna studier för produktion med modifierade avverkningsmetoder. I dag finns produktionskostnaderna identifierade för några nya tekniker. Utan det statliga energiforskningsprogrammet bedöms en mycket begränsad forskningskompetens (enstaka forskare) skulle ha byggts upp vid högskolorna under perioden 1975-85 inriktade på skogsenergirelevanata problemställningar.

De samlade torvtillgångarna i Sverige var i mitten på 70-talet okända. Visserligen hade torv brutits vid flera tillfällen tidigare i landet. Brytningen hade dock varit begränsad och ofta lokal. Kunskap om produktionsmetoder för torv fanns i något företag som producerade växttorv. Någon utrustningstillverkande industri fanns ej i landet. Artificiell avvattning av torv var endast känd som problemställning.

I början på 80-talet visade inom FoU-programmet genomförda inventeringar att det fanns stora torvtillgångar i landet med en täktyta större än 50 ha. En stor mängd låg i närheten av platser där i framtiden torveldning var tänkbar. Utrustning för s.k. konventionella produktionsmetoder fanns i Finland och i viss mån på Irland. Dessa metoder var emellertid investeringstunga, starkt väderleksberoende och medgav produktion under en mycket kort del av året. I ett kort tidsperspektiv var de dock de ända tillgängliga. Genomförda försök och studier visade att val av rätt

torvmosse hade mycket stor betydelse för en torv-produktionsanläggnings ekonomi. Inga bra och enkla metoder för denna typ av förberedande undersökningar fanns dock ej att tillgå. Ingen av de komponenter som prövats för artificiell avvatten hade visat tillräcklig ekonomi. Proveldningar inom ramen för förbränningsprogrammet hade visat att ökade kunskaper behövdes för bränslekaraktärisering av torv.

Torvbränsle ansågs inför 1980-talet som ett möjligt utvecklingsbart oljeersättningsbränsle. Två utvecklingslinjer var identifierade.

Med stöd ur oljeersättningsprogrammet byggdes under första delen av 80-talet ett antal produktions-anläggningar för torv. Huvuddelen av dessa anläggningar och utrustningar byggdes med konventionella brytningsmetoder från främst Finland. Inledningsvis visade det sig att dessa utrustningar ej hade de prestanda man förväntade sig. FoU-programmet omplanerades därför med insatser för utveckling och prov med utrustningar med högre prestanda och anpassade efter svenska förhållanden. Några sådana utrustningar finns i dag utvecklade och i produktion med stöd från oljeersättnings- och teknikutvecklings-programmen.

Under senare delen av åttiotalet har flera åretrunt metoder prövats. Några har med stöd från oljeersätt-ningsprogrammet prövats i prototyp- och demonstra-tionsskala. Resultaten visar på produktionskapaciteter och kostnader i storleksordning med vad man i början på 80-talet hade uppskattat. Någon vidareutveckling av denna typ av torvproduktionsmetod kommer dock ej att ske förrän marknadsutsikterna förändras. En god forskarkompetens om grundläggande torvavvattning finns uppbyggd i Umeå. Det finns fortfarande ett behov av

ökad forskning för bränslekaraktärisering för att förbättra miljömässiga förutsättningarna för framtida eldning i de förbränningsanläggningar (drygt 1000 MW) som i dag finns utbyggd i främst kommunernas fjärrvärmesystem. De forskningsresurser som nu finns uppbyggda genom energiforskningsprogrammet bedöms vara lämpade att aktivt kunna medverka i denna utveckling.

Bland energigrödorna fanns i Sverige i mitten på 70-talet enbart halm som tänkbart alternativ. Energiforskningsprogrammet inriktades efter preliminära studier på två forskningsprogram ett för snabbväxade lövträd (senare kallat energiskog) och ett för mer åkerbruksnära växter. Det stod snart klart att ett 10-årigt resursstarkt forskningsarbete behövdes för att man skulle få avläsbara resultat med tillräcklig säkerhet för att bedöma denna typ av produktionssystem.

Programmet var när det gällde energiskog brett i den bemärkelsen att det omfattade olika typer av arealer i hela landet, ett flertal växttyper och stora och små produktionssystem.

I början på 80-talet hade på kort tid ett stort antal forskare vid framförallt vid SLU kunnat engageras i programmet. Parallella aktiviteter genomfördes med teknikförsök för de mest produktionskostnadspåverkande systemdelarna, miljöpåverkan och med praktiska odlingförsök.

Under 1984/85 utvärderades resultaten av de forsknings- och försöksinsatser som genomförts under en nära nog 10 år lång period på energiskogsområdet.

Resultaten indikerade att det skulle kunna finnas förutsättningar för att i framtiden - senare delen av 90-talet-introducera energiskog i det svenska energisystemet. FoU-programmet efter 1984 har syftat till att förbättra underlaget för att bedömda om energiskog uthålligt kan produceras till antagna produktionskostnader kan nås i praktisk odling. Programmet koncentrerades 1984 fortsättningsvis till salixodling på åkermark. Bedömningen av energiskogens möjligheter delades vid denna tidpunkt av många beroende på den starka underbyggnaden av forskningsresultaten . Andra ansåg att många av problemställningarna ännu var för lite belysta. Resultaten bedöms emellertid så starka att långsiktiga växtförädlingsinsatser kunde startas för att försöka tillförsäkra en framtida höjd produktionsnivå. Andra aktörer har under 1988 påbörjat utvecklingen och planeringen av en introduktion av energiskog. Om detta lyckas skulle det i slutet av 90-talet finnas ett nytt uthålligt bränsle att tillgå i landet. Det är helt klart att det statliga energiforskningsprogrammet varit avgörande för den breda och systematiska forskning som varit en förutsättning för de resultat som finns inom detta område. Utan detta program bedöms endast begränsad forskning med energianknytning - enstaka forskare - kommit igång i dag och då inom lövträdsområdet allmänt.

Även om FoU-programmet varit uppdelat i delprogram bränsle och förbränning har insatserna inom dessa delprogram varit starkt korrelerade. Detta innebär att en stor del av forskningen och teknikprövningen varit riktade mot förbränning av fasta bränslen. Detta gjordes med utgångspunkt i att förbränning, 1975, framöver bedömdes komma att svara för merparten av värme produktionen i landet. Inhemska bränslen, fasta bränsle var energipolitiskt särskilt intressanta.

FoU-programmet inriktades med utgångspunkt i målet om oljeomsättning starkt på att få fram förbränningskapacitet som var alternativ till olja. Förbränning är även i dag ett viktigt område. Inklusive interna energiråvaror i industrin förbrännde vi 1988 bränslen i landet till ett innehåll av ca 200 TWh. Drygt hälften av dessa var oljebaserade, 15 % utgjorde massaindustrins lutar och resten fasta bränslen som kol, torv, avfall, ved och bark.

Under de senaste decennierna har de hårdnande kraven på miljöområdet tvingat fram förbränningsteknik med minskande emissioner. Det är också dessa krav och önskemålet om oljeersättning som utgjort motiv och drivkraft för de omfattande statliga insatserna på förbränningsteknikområdet. Effektivitetsmässigt har eldningsteknikerna succesivt utvecklats till mycket goda värden. Omsättningen av bränslet är nära 100 % och den termiska verkningsgraden över 90 %. Förlusterna i de mest avancerade anläggningarna uppkommer i samband med utsläpp av heta gaser.

Fluidbäddstekniken för förbränning fick ett markant inslag i de första energiforskningsprogrammen genom de starka satsningarna på biobränslen. Utvecklingen har gått mycket fort med en hög uppskalningstakt. De nya anläggnngar som nu demonstreras kan ha en termisk effekt på upp emot 300 MW, medan de kommesiellt färdiga är av storleksklassen 100 MW. Fluidbäddsförbränning har utvecklats av några svenska företag. En sådan teknik är en förbränning i trycksatt fluidiserad bädd. I det trycksatta konceptet fokuseras utvecklingsproblemet nu också på kombinationer med delförgasning för elgenerering. De utvecklande företagen har följt aktiviteterna i FoU-programmet. En försöksanläggning för atmosfärisk fluidiserad bädd för bränning håller på att byggas upp vid Chalmers för

fortsatt prov bl a för verifiering av en mängd försöksdata och tekniska komponentprov.

Utveckling av rost- och pulvereldning har stötts i begränsad omfattning framför allt för att inhemska bränslen skall kunna användas. De driftsstörningar som kunde registreras i de anläggningar som byggts på 80-talet har i dag i stort sett kunnat avhjälpas. Tillgängligheten hos anläggningarna är hög och underhållsbehovet förhålladevis begränsat.

Ingen av teknikerna är emellertid färdigutvecklade för att möta väsentligt ökade krav på miljöprestanda. När det gäller svavelrening har utvecklingen kommit längst. Dels har man i dag prövat tekniker för rening av bränslet före förbränning, dels i förbränningsrummet genom olika absorbenttillsatser, del rökgasrening. Forskningen har här främst genomförts som fullskaleförsök, med teoretiska studier av de enskilda ingående reaktionerna också inom FoU-programmet. Kopplingen till de olika eldningsteknikerna och till restprodukthanteringen och resursåtervinningen är stark.

När det gäller de oxider av kväve som uppträder vid förbränning, och sambanden mellan dessa och förbränningens effektivitet har stora ansträngningar gjorts inom FoU-programmet för att dessa skall bli klarlagda. Hur stora möjligheterna är att styra själva förbränningen återstår att utröna. Ett flertal metoder har redovisats men endast få har nått kommersiell mognad. Tekniker som utnyttjar katalytisk reduktion med ammoniak och icke-katalytisk reaktion med olika ammoniumföreningar har kommit längst genom utveckling framför allt i Japan. I Sverige pågår forskningsverksamhet på flera högskolor. På senare tid är det dikväveoxiden, lustgas, som har observerats, inte

minst därför att den uppträder i de fluidiserade bäddarna som annars har mycket goda miljöegenskaper. Forskningen på området har kommit i gång mycket snabbt bl a beroende på att man här tidigare haft forskare igång.

Katalytisk förbränning är attraktiva utvecklingsmöjligheter som kräver stora insatser av förståelsenatur för att kunna omsättas i praktiken. Med ambitioner att öka kunskapsnivån väsentligt, stöds denna typ av forskning. Framför allt siktar denna teknik på mindre och medelstora anläggningar.

Forskning om selektiva, icke-katalytiska processer med olika additiv skall främst betraktas som komplement till förbränningstekniska åtgärder, inriktade på förbränning i mindre anläggningar.

Flera olika koncept för samtidig avskiljning av svavel och kväveoxider har arbetats fram. Det handlar som regel om kemiskt mycket komplicerade processer som har långt kvar till en eventuell produktutveckling. Ett specialfall som tilldragit sig mycket intresse är rökgaskondensering.

Teknik för mätning och registrering av reaktionerna i förbränningsrummet, i huvudsak laserbaserad, håller på att utvecklas. Denna forskning har gjort mycket stora framsteg och de svenska forskargrupperna håller mycket hög internationell standard. Lasertekniken kan i tillämpliga delar också utnyttjas för beräkning av strömningsförhållandena i olika förbränningsanläggningar och för mass- och värmetransporterna.

Det internationella samarbetet på förbränningsområdet är omfattande. Såväl inom IEA som EG-program deltar svenska forskargrupper. Det som framför allt är av

intresse utomlands är framstegen på teknikområdet fluidiserade bäddar samt på området diagnosticering av förbränning. Nordiskt energiforskningssamarbete på förbränningsområdet syftar till uppbyggnad av grundläggande kunskaper och har koncentrerats till högskoleprojekt.

Förgasning som teknik för omvandling av fasta material till gasformiga och vätskeformiga bränslen har använts under olika perioder i Sverige. I samband med oljeprishöjningarna på 70-talet väcktes ett förnyat intresse, kanske främst i USA, då kolpriserna plötsligt framstod som gynnsamma. Inom det svenska FoU-programmet inriktades aktiviteterna på att klarlägga möjligheterna att utnyttja tekniken för främst inhemska bränslen. Inledningsvis siktade man på bränngas med lågt värmevärde, lågvärdesgas, senare studerades tekniker för mellanvärdes- och högvärdesgas. Applikationer som elgenerering och industriella processer är de stora utvecklingsmålen under 1990-talet. Särskilt i den förstnämnda applikationen bedöms såväl prestanda och miljöegenskaper som konkurrenskraft hos förgasningstekniken vara fördelaktiga.

Tidiga FoU-insatser inom energiforskningsprogrammet omfattade bl a Motala Pyrogas för att klarlägga möjligheterna för torv i denna förgasare som var utvecklad för industriavfall.

Pilotanläggningar för skifferförgasning har också studerats för några koncept.

Prov med förgasning av kol i samband med järnframställning har genomförtsvid MEFOS i samarbete med Japan i den s k CIG-processen. SKF har utvecklat plasmaförgasning. Båda var ursprungligen avsedda för

stålframställning men har modifierats för användning för förgasning separat. Dessa tekniker befinner sig f n på PoD-stadiet. Vissa försök att förgasa torv i SKF-processen har undersökts.

Torv- och träförgasningsinsatser har resulterat i marknadsfärdiga s k mesaugnsförgasare som används för förgasning av bark m m till bränngas för massaindustrins processer.

Den MINO-pilotanläggning för förgasning som utvecklats och byggts upp vid Studsvik Energiteknik AB avsåg ursprungligen syntesgasutveckling. Anläggningen har en viktig funktion i det att den kan användas för prov med trycksatt förgasningsteknik för elgenerering baserad på inhemska biobränslen.

Ett exempel på utvecklingen inom förgasningsområdet lämnas i det följande. Under slutet på 70-talet initierades inom ramen för det statliga forskningsprogrammet projekt vid KTH, LTH och CTH inriktade på förgasning av inhemska bränslen torv, ved och skiffer. Insatserna inriktades dels på generellare fenomen vid förgasning av dessa bränslen dels på att få underlag för bedömmning av några tillämpade tekniker. Ett mål inom forskningsprogrammet var att klarlägga förutsättningarna för att framställa metanol av torv och ved. Första steget i denna process är att förgasa bränslet.

Genom den verksamhet som bedrivits vid de nämnda högskolorna fanns i slutet av 70-talet underlag för bedömmning av en utvecklingslinje att via trycksatt förgasning få syntesgas för metanolproduktion. Förgasnings- och processtudierna fanns verifierade i laboratorie- och processdemonstrationsskala vid högskolorna. Den trycksatta förgasningsprocessen

provades i försöksskala som ett led i att få undelag för att beräkna metanolproduktionskostnader och verifiera drift av tekniken. Detta gjordes vid Studsvik som ansågs vara en lämplig plats för denna typ av verksamhet.

Verksamheten vid KTH med förgasningsforskning efter flera tillämpningslinjer och arbeten den trycksatta försöksanläggningen i Studsvik innebar en uppbyggnad av kunskap på förgasningsområdet som möjliggjorde utveckling av en speciell process för framställning av bränngas via pyrolys. Man hade nämligen i samband med "metanolforskningen" upptäckt att det vid pyrolys av ved bildas bränngas och ca 10 % träkol. Genom att återföra detta till förbränning kunde processen hållas igång effektivt och med hög verkningsgrad. Fördelen med detta förfarande är att den tids- och utrymmeskrävande träkol/vattenångreaktionen elimineras. Träkolet behöver inte förgasas det eldas upp.

I samband med beslut om att gå vidare med att verifiera den trycksatta förgasningsprocessen i försöksskala koncentrerades verksamheten vid KTH till att forskning kring probelmställningar som sammanhängde med byggande och prov av försöksanläggningen vid Studsvik. Verksamheten vid LTH riktades mot forskning kring pyrolys och skiffer. Insatserna vid CTH riktades framförallt mot förbränningsforskning i fluidiserade bäddar.

Utvecklingslinjen med trycksatt förgasning hade provats färdigt under 1983 - 1984. Verksamheten vid KTH hade några år tidigare ändrats mot generellare förgasningsforskning dels mot bakgrund att kostnadsdata för metanolproduktion med den trycksatta förgasningsprocessen inte motiverade en fortsättning mot demonstration dels mot bakgrund av att den första

samlade resultaten från den verksamhet som drivits inom förgasningsområdet redovisades under 1984 - 85. Resultatredovisningen omfattade bl a utvärderingar och erfarenheter från trycksatt förgasnng av ved, genomförda studier och försök med torv i s k Winklerförgasare, studier av atmosfärisk förgasning av ved för syntesgas samt studier för elproduktion via förgasningsprocesser.

Götaverken Energy System (GES) blev intresserade av den första marknadsapplikationen för förgasningsprocesser bestående av oljeersättning i pappersmassaindustrins s.k. mesaungnar. Denna teknik baserad på atmosfärisk förgasare byggde på den vid KTH utvecklade metodiken. Marknadsinriktningen mot förgasare för mesaugnar passade företaget då detta tidigare arbetade mot papper- och massaindustrin och utvecklat pannor för avlutar.

Under 1984 påbörjades utveckling med en försöksanläggning på 2 MW för atmosfärisk förgasning. Stöd lämnades av statens energiverk inom ramen för energiforskningsprogrammet. Stödet kunde bl a med den erfarenhet fanns inom landet från försöksanläggningen i Studsvik lämnats i form av villkorslån.

Försöksanläggningen vid GES har använts i första hand som testrigg för komponentutvecklng och driftoptimering. Ett tjugotal förgasningsexperiment genomfördes under 1986. Försöken gav sådana resultat att GES kunde erbjuda en en demonstrationsanläggning i full skala vid Värö Bruk. Stöd till denna lämnades ur teknikutvecklingsprogrammet. Anläggningen uppfördes under 1987 - 1988 och är en komplett installation för att omvandla fuktig bark och flis till bränngas. Förgasaren är konstruerad eligt samma principer som

försöksanläggningen vid GES. Fläkt har med licens från Studsvik Energi AB drivit en likartad utveckling.

I samband med beslut om försök med atmosfärisk förgasning ökades insatserna vid KTH mot denna typ av förgasningsproblem och för tenker med gasproduktion och elgenerering med dieselmotorer. Denna applikation bedömdes bli få intresse under slutet av 90-talet. Försök i pilotskala pågår vid Studsvik med en atmosfärsisk förgasare för dieseldrift.

De totala insatserna vid KTH för förgasningsforskning från 1976 är ca 30 Mkr. En stark koppling finns till de resultat som denna verksamhet givit och de försök och prov som genomförts dels av GES och dels av Studsvik Energy/Fläkt vid de anläggningarna som byggts i försöksskala.

Genom dessa och tidigare FoU-insatser har en avsevärd teknisk kompetens för förgasning byggts upp i landet. Den svenska kompetens är bland de främsta i världen i vad gäller biobränsleförgasning. Kompetensen finns således såväl i företag som på högskolor. Högskole-kompetensen gäller såväl processkemi- och teknik som, främst på senare tid, reaktionsteknik. Det är knappast troligt att någon förgasningsforskning på biobränslen kommit till stånd förutom de statliga FoU-insatserna. Omfattande kompetensuppbyggnad har också skett vid flera högskoleinstitutioner avseende grundläggande studier med möjliga tillämpningar inom såväl industri-, bebyggelse- och transportområdena.

Ett av de teknikområden som 1975 angetts som energipolitiskt intressanta var vindenergi. Målet för FoU-programmet var inledningsvis att till början på 80-talet klarlägga om det fanns möjligheter att införa vindenergi i det svenska energisystemet. Insatserna

inom FoU-programmet i en första etapp ledde till att man 1978 drog slutsatsen att vindtillgångarna inte var oväsentliga. Vindkraftaggregaten skulle vara stora för att ge ett erforderligt bidrag till det nationella systemet och tillräcklig trovärdighet i de gjorda beräkningarna kunde nås endast genom verifiering i försök med aggregat i fullskala. Det fortsatta FoU-programmet inriktades framför allt på att få ett gott och täckande underlag i de nämnda hänseendena.

Programmet omfattade fortsatta insatser för att klarlägga vindtillgångarna. Meteorologiska data insamlades under flera år genom mätningar i ett antal höga master. Dessa data användes sedan som underlag för datoriserade beräkningar av vindtillgångarna på olika höjder.

De största insatserna gjordes för att förbättra säkerheten i de beräkningar man tidigare gjort beträffande hållfasthetsstudier, elproduktions-kostnader och tillgänglighet genom att bygga och testa två försöksanläggningar i full skala. Erfarenheter från de två vndkraftaggregaten på 2-3 MW vid Maglarp och Näsudden har här utöver utgjort underlag för ett flertal konceptstudier av vidareutvecklade aggregat-typer. Mot bakgrund av vindkraftens variationer med vinden genomfördes omfattande studier på vindenergins integrering i kraftnätet. Resultaten från dessa studier har sedemera använts i den särskilda utredning som gjorts om lokalisering av vindkraftverk i vårt kraftsystem.

Resultat från projekt inom programmet finns från studier av buller, radiostörningar, fågelliv m m. Mindre insatser finns gjorda på små vindkraftaggregat.

1984 redovisades de samlade resultaten från det genomförda vindenergiprogrammet. Programmet hade i allt väsentligt nått målet att med tillräcklig säkerhet svara på förutsättningarna för att utnyttja vindkraft i Sverige.

Efter hand har intresse för vindkraft visats av kraftföretagen genom bildande av Svensk Vindenergi-utveckling AB. Bolaget har på senare tid breddat sin verksamhet. I stort har all verksamhet inom FoU-området på vindenergi fram till 1985 skett inom det statliga programmet. Inom FoU-programmet har ett flertal konceptstudier stötts. För närvarande arbetar Vattenfall på att genomföra försök med en vidare-utvecklad aggregattyp på Gotland.

I Blekinge undersöker bl a ett antal svenska företag möjligheterna att i mitten på 90-talet installera ett flertal stora vindkraftaggregat på 3-5 MW. Underlag för detta program är bland annat tekniska resultat från det statliga energiforskningsprogrammet. Det förefaller finnas en chans att introducera vindkraft i vårt energisystem till år 2010. Utan det statliga FoU-programmet skulle denna möjlighet knappast finnas.

3. ENERGIANVÄNDNINGEN I BEBYGGELSEN

Inom programmet för energianvändning i bebyggelsen har forskningsinsatserna koncentrerats till bebyggelsenära tillämpningar. Detta innebär att de system som programmet omfattat är energisystem för enskilda byggnader, anläggningar för grupper av småhus, flerbostadshus och kontor- och affärsbyggnader. Resultat från ett stort antal systemstudier har visat att de system som är mest aktuella är de som baseras på solvärme i kombination med värmelager och värmepumpar i kombination med naturvärme/spillvärme/

värmelager. FoU-programmet har haft en stark koppling till insatser inom experimentbyggnadsprogrammet.

Under slutet på 70-talet introducerades värmepumpar efter flera utvecklingslinjer och på kort tid. Utvecklingen av små värmepumpar gjordes huvudsaklingen utomlands. I Sverige fanns några företag som utvecklade större värmepumpar lämpade för fjärrvärme-centraler. När det gäller värmepumpsteknik har FoU-insatser inom det statliga forskningsprogrammet framför allt riktats mot teknikens systemaspekter. Som ett resultat av detta fanns relativt tidigt ett underlag som kunde underlätta den senare delen av introduktionen. En systematisk genomgång av experimet och erfarenheter från värmepumpstekniken har jämte de gjorda system-insatserna gett en god kunskap om tekniken i Sverige. Vidare har helt nya system utvecklats t ex ytjordvärmesystem och värmepumpar med vindkonvektorer.

På senare tid har FoU-insatserna riktats mot mer avancerade värmepumpssytem i syfte att minska behovet av drivenergi och förbättrade prestanda. Exempel på resultat är att där ny teknik nu prövas i en berg-värmeanläggning med värmepump med nytt ozon-ofarligt köldmedium och konverterng av direktelvärmda villor med värmepumpar och fläktkonvektorer. Väl verifierade studier inom programmet visar att frånluftsvärmepumpar med värmeuttag ned till 0° C kan svara för 70 % av årsbehovet för tappvarmvattenberedning och uppvärmning i befintliga flerbostadshus. I småhus kan täckningsgraden bli 50-70 %.

På senare tid har särskild uppmärksamhet ägnats åt köldmedieområdet. Genom den kunskapsuppbyggnad som skett tidigare vid bl a CTH och KTH intar nu dessa högskolor även intrnationellt sett en ledande

ställning. Värmepumpar med ofarliga arbetsmedier är under utveckling.

Ett stort antal solvärmesystem har studerats. För flera tekniska lösningar har prestanda och kostnader verifierats med försök. Kännetecknande för solvärmesystemen är att nästan hela kostnaden är knuten till investeringarna. FoU-insatserna har framför allt riktas mot systemutveckling. Det finns nu god erfarenhet om systemprinciper och systemkonstruktioner som är enklare, driftsäkrare, energi- och kostnadseffektivare än tidigare. De senaste årens utveckling har inneburit att vi internationellt sett intar en ledande ställning när det gäller solvärmeteknik med årsenergilagring. Resultaten från FoU-programmet och erfarenheterna från praktiska experiment innebär att prestanda och kostnader för solvärme nu är kända.

Svensktillverkade solfångare har under flerårig praktisk drift visat hög effektivitet. Solfångarpriserna har genom FoU-insatser reducerats väsentligt. Solvärmesystem för tappvattenberedning och uppvärmning är tekniskt möjliga i både småhus och flerbostadshus. Med den möjlighet som funnits till bidrag inom bostadssektorn har system för tappvattenberedning i flerbostadshus byggts kommersiellt. För småhus är systemen f n inte konkurrenskraftiga mot konventionella värmesystem som använder olja.

Solvärmesystem kräver i vårt klimat att värme kan lagras. I stor utsträckning har därför FoU-insatserna för solvärmesystem och värmelagring drivits parallellt. Inom ramen för forskningsprogrammet har teknik för energlagring både för kort- och långtidsbehov tagits fram och prövats. Dritserfarenheterna från själva lagringen är goda. Resultat från

försöksanläggningar visar att högtemperaturlagring bäst sker i vattenmagasin medan värme vid lägre temperaturer kan lagras direkt i mark utan isolering.

Korttidslagring i vattentankar används nu mer i ökande omfattning och är kommersiell. Teknik för lagring av värme i borrhål är under utvärdering i fler projekt. Teniken är intressant bl a på grund av den goda potentialen i stora delar av landet.

Undersökningar av plaströrs långtidsegenskaper vid temperaturer som är aktuella i värmesystem har genomförts efter en mångårig utveckling. Denna forskning, som till stor del utförts vid Studsvik AB, ger nu en god grund för utveckling av system mot lägre anläggningskostnader för distributionssystem för värme. Tidiga insatser på forskning på värmedistribution i plaströr för låga temperaturer har följts upp i tre experimentbyggnadsprojekt. De preliminära slutsatserna är att denna teknik kan bli konkurrenskraftig i bebyggelse med lägre värmetätheter och där traditionell teknik ej kan användas. Dessa system erbjuds nu kommersiellt.

Goda resultat av den bedrivna forskningen inom programmet finns om komponenter och enskilda system för uppvärmning, energidistribution och energihushållning. Möjligheten till uthålliga insatser och att kunna koppla samman forskningen vid högskolor med försöks- och experimentverksamhet har varit av stor betydelse för de resultat som nu föreligger från FoU-programmet. Resultat från ett antal koordinerade projekt är av stort värde för systemvärderingar och bedömningar av en tekniks värde. Sådant underlag är också nädvändigt vid studier av mer integrerarde system. Integrerade och decentraliserade system förväntas i framtiden få en ökad betydelse.

Systemstudier pågår med ett flertal intressenter med intregrerade system för energitillförsel från industri och energianvändning i närliggande bebyggelse där såväl industri som bebyggelse ingår. Flera datormodeller för sådana beräkningar har tagits fram och utnyttjas nu för optimeringsberäkningar.

Ett exempel på resultat visas i det följande.

Under de senaste 10-15 åren har det skett en snabb teknisk utveckling av olika markvärmesystem, d v s system vilka utnyttjar marken som värmekälla och värmelager.

Inom markvärmeområdet pågår många fältförsök där man studerar olika alternativ, idéer och möjligheter. För att man rätt skall kunna bedöma dessa och i slutänden få tekniskt och ekonomiskt goda lösningar måste kunskaper från många olika områden utnyttjas och sammanföras. Grunden för ett markvärmesystems funktion och prestanda är kunskap om de fysikaliska processerna i marken. Temperaturförloppen är olika i den berörda markregionen, där värme lagras eller uttages, och i omgivande markområden. Dessa temperaturförlopp är kopplade till det strömmande värmebärarmediet i slangar, borrhål, bergrum, grundvattenregioner osv.

Vid markvärmegruppen på LTH har kunskapsuppbyggnad om teori, systemparametrar, värmeövergångsproblem m m beträffande markvärmesystem pågått under mer än 10 år. Verksamheten har finansierats av BFR och statens energiverk. Sammanlagt har insatserna till LTH varit på 15-20 Mkr. Verksamheten har lett till en omfattande och snabb utveckling av kunnande och modeller för de fysikaliska processerna i marken. De teoretiska modellerna har överförts kontinuerligt till en mer lättillgänglig form genom utveckling av ingenjörs-

mässiga, persondatorbaserade dimensioneringsmetoder avsedda att användas av konsulter, projektörer m fl.

Markvärmeguppens forskningsresultet har rapporterats i över hundra skrifter, men framförallt har man också sammanställt sina kunskaper i en markvärmehandbok, vilken används av alla som är verksamma inom området. Handboken kommer att uppdateras och utges även på engelska.

Gruppen har medverkat i hundratalet tillämpade projekt alltifrån kortare konsultationer till långvarigt samarbete. Många fältförsök har följts, utvärderats och testats mot de teoretiska modellerna.

I Lyckebo har oväntat stora värmeförluster uppmätts från bergrumsvärmelagret. Genom markvärmegruppens grundläggande kunskaper i värmeströmningslära har de kunnat utföra en teoretisk analys av möjliga förklaringar till läckaget. Med denna analys som grund har sedan markvärmegruppen, Vattenfall och Skanska utformat ett förslag till åtgärdsprogram som omfattar olika tekniskt möjliga lösningar och verifierande mätningar.

I Vallentuna har man ett system med horisontella slangar nedplöjda i bottensedimentet på en sjö för värmeutttag och värmelagring. Den grundläggande teorin för dessa system har tagits fram av markvärmegruppen och skall utvecklas till en persondatorbaserad dimensioneringsmodell för allmänt bruk.

För det stora borrhålslagret i Luleå skall, efter utvärdering av mätningar, markvärmegruppen delta i en "efteroptimering" av lagret. På basis av gjorda erfarenheter och nya beräkningar med gruppens teoretiska modeller skall olika förbättringar

studeras. Man har goda förhoppningar om att kunna utforma ett lager med samma prestanda till 20 % lägre kostnad.

Markvärmegruppens verksamhet är ett exempel på hur högskolans forskning - genom statens stöd till kunskapsuppbyggnad - kunnat systematiseras och tillrättaläggas för att nyttjas inom ett specifikt område. Genom koppling till projekt som stöds inom andra program kan den erhållna kompetensen direkt utnyttjas för praktiskt genomförbara lösningar. Det snabba resultatgenomslaget beror på att ett uthålligt arbete kunnat bedrivas i en kombination av grundforskning, tillämpad forskning och erfarenheter från problemställningar som uppkommit i samband med experiment och försök i lämplig skala. De statliga energiforskningsprogrammen och stödprogrammen är ett av få exempel där denna typ av kopplad sammanhållna åtgärder är möjliga att åstadkomma. Sektorns behov av kunskap har erhållits genom högskolans medverkan och utmyttjande av dess kvalitetskrav. Inom ramen för markvärmegruppens forskning har ett antal avhandlingar färdigställts.

4. Energirelaterad grundforskning

Naturvetenskapliga forskningsrådet har sedan länge lämnat statligt stöd till grundforskning. Inom flera av de områden som ingick i det statliga energiforskningsprogrammet som initierades 1975 fanns tekniker med naturvetenskaplig anknytning. Forskningsrådet hade också ett etablerat och välprövat förfarande för urval av projekt/anslag till forskare. För den energirelaterade grundforskningen har en kompletterande urvalsrutin tillskapats, då "energi" är av mer tvärvetenskaplig karaktär än de vetenskapliga dicipliner som NFR normalt stöder.

Den energirelaterade forskningen byggdes upp successivt. Denna uppbyggnad återspeglas i den ökning av de satsningar som gjorts på delprogrammet under de olika treårsperioderna.

Anslag (Mkr)	1975/78	78/80	81/84	84/87	87/90
	9	15	20	37	71

Under den innevarade perioden utgör de ökande satsningarna ett uttryck för prioriteringen av grundforskning inom det statliga energiforskningsprogrammet.

För närvarande stöds forskning inom följande tre områden:

- Energi i biologiska system
- Energi i fysikaliska system
- Miljöeffekter av energiomvandling

Målet för NFR har varit att stimulera grundforskningsmiljöer att ta upp energirelaterade problem och att bygga upp vetenskaplig kunskap och kompetens inom energirelevanta forskningsområden (ej teknikområden).

Ett sätt att avläsa resultatet av NFR:s ansträngningar är att se efter hur många grundforskningsmiljöer man lyckats initiera energirelaterade projekt vid.

Kvalitetsaspekten på forskningen beaktas, genom att projekten granskas sker på samma sätt som för NFR:s "ordinarie" projekt.

Satsningarna på biologiska system inriktades tidigt på frågeställningar kring fotosyntes och respiration. Bakgrunden till att dessa områden är intressanta är att kunskapen om dessa processer kan öka förståelsen för hur man skulle kunna öka biomassaproduktionen. Intresset från svenska forskare var inledningsvis lågt. Det har ökat dock efterhand. Från 1985 har ett fertal grupper kunna etablerats.

Forskning kring fotosyntesen och dess påverkan på biomassaproduktionen bedrivs nu inom 4 grupper i landet. Storleken på grupperna är c:a 10 personer. Forskning bedrivs i Umeå, Stockholm, Lund och Uppsala. Grupperna är internationellt mycket starka. Detta belyses av att vi 1988 fick arrangrea en konferens mellan tyska och svenska forskare om forskningsläget i respektive länder beträffande fotosyntes.

Forskning kring fotorespiration och hur växter påverkas av bland annat stress pågår för närvarande inom 6 grupper. Verksamheten ha fått god internationell kontakt och utgör en viktig länk för att följa utvecklingen utomlands. Arbete pågår i Lund, Uppsala, Stockholm och Umeå. Studierna är inriktade på enzymstrukturer och enzymatiska reaktioner kolkedjorna. Denna forskning följs nu av industrin då resultaten har koppling till växtförädling.

Gödning påverkar biomassaproduktionen. Gödning kostar dock pengar och har också påverkan på miljön. Flera av de växtarter som studerats inom andra delar av energiforskningsprogrammet för energiändamål har visat sig ha förmåga till biologisk kvävefixering. Tre grupper studerar frågeställningar om hur förlopp och förutsättningar är kring de kvävefixerande organismer som lever i symbios med växten. Forskningen sker i Uppsala och Umeå.

Den energirelaterade forskningen inom de fysikaliska systemområdena fick en snabbare etablering. Delvis berodde detta på att flera av de vetenskapliga områden som redan fanns etablerade hade direktare anknytning till energi. Exempel på sådana är elektrokemi, förbränningskemi och materialteknik. Genom energiprogrammet har dock skapats förbättrade möjligheter till fortsatt forskning och koncentration på energiaspekter.

Inom elektrokemiska området studeras förlopp som har anknytning bl a till batterier, bränsleceller och lagring av el. Forskningen avser fasta tillståndets kemi och är bland annat inriktad på elektoder och elektrolyter. Även fotokemiska studier ingår. Arbetet syftar till att höja energiutbyte och förbättra lagring av el.

11 grupper finns etablerade blad annat i Uppsala, Lund, Göteborg och Umeå. Gruppernas arbeten har utvärderats av internationella bedömarteam och har fått mycket högt betyg på uppnådda resultat. Dessa grupper utgör i allt väsentligt det primära informationsnätet för att hämta hem resultat inom området från andra länder. Flera av gruppernas arbete följs av industrin. Satsningarna har från 1984 till nu ungefär fördubblats inom detta område.

Utvärderingar av NFR över behovet av förbränningskemisk forskning har lett till att insatserna inom detta området succesivt har ökat. De problem som studeras rör framförallt termofysikaliska förlopp och delprocesser som finns i lågor. Ett viktigt inslag på senare år är studier av katalytiska reaktioner vid de temperaturer och förhållanden som finns i förbränningsrum.

Insatserna kompletterar STU:s satsningar på grundläggande förbränning. Förnärvarande stöds 3 grupper i Göteborg.

Ett annat större område som stöds av NFR inom ramen för den energirelaterade grundforskningen är materialforskning. Insatser här är förnärvarande knappt 4 Mkr/år. Forskningen sker inom ett stort antal områden som brör såväl energianvändning som energiproduktion. På senare tid ingår även forskning på högtemperatursupraledare. Denna forskning är kopplad till insatser från STU och statens energiverk.

Området miljöeffekter av energiomvandling har på senare år fått ökad betydelse. I takt med att miljöfrågorna uppmärksammats har NFR försökt öka intresset hos forskarna. Hittills har inte ansträngningarna lyckats som man hoppats.

Forskningsgrupper finns i Lund, Stockholm och Uppsala. De grupper som arbetar med att studera miljöeffekter har enligt de utvärderingar som gjorts inom ramen NFR:s utvärderingsystem fått mycket högt erkännande. Det internationella anseendet är exeptionellt bra. De ämnesområden där forskning pågår är atmosfärskemi, atmosfärisk radioekologi och klimat. Den forskning som stöds inom dessa grupper är ofta kopplad till andra forskningsområden. Tillkomsten av ett energirelaterat program har då gjort det möjligt att tjäna stora synergetiska effekter och att få fram resultat för energiområdet.

Styrelsen för teknisk utveckling har ansvar för de teknikorienterade delarna av energirelaterad grundforskning. Insatserna syftar till att skapa en bas för kunskapsuppbyggnad för industrins framtida behov.

Urval av projekt är baserade dels på inomvetenskapliga kriterer och del på tekniska tillämpningsmöjligheter.

STU:s anslag under de olika treårsperioderna har varit:

	75/78	78/81	81/84	84/87	87/90
Mkr	4	7	12	25	27

STU har särskilt satsat en ökande andel på kunskaps-uppbyggnad inom materialområdet.

Detta kan belysas av följande exempel:

Grundläggande förbränningsforskning startade med insatser inom Energirelaterad grundforskning i Lund och Göteborg. Denna forskning har sedan vuxit till ett stort prgram och utgör en bas för satsningar inom förbränningsteknik både inom STU:s program Energiteknik för industrin och statens energiverks program Förbränningsteknik.

Katalysforsning har länge stötts inom Energirelaterad grundforskning. Detta var basen för det samlade forskningsprogram som nu finns för katalysforskning i Sverige.

Tribologi-forskning initierades och startade inom energirelaterad grundforskning. Elledande polymerer är ett annat program med baskunskap från Energirelaterad grundforskning och som nu genomförs som ett ramprogram.

Energirelaterad grundforskning har således för STU varit en mycket värdefull grogrund för insatser som fått vittgående konsekvenser inom många teknikområden. Det finns ingen fast områdeslindelning inom programmet för flexibiliteten är viktigt. Tyngdpunkten ligger på

forskning inom ytfysik, ytkemi och energitekniskt viktiga ytprocesser och ytegenskaper. Exempel där sådana processer förekommer är katalytisk förbränning och katalytisk avgasrening, vätelagring i metallhydrider, reaktioner i bränsleceller och batterier, sensorer, tribologisa processer, m m. Inom detta område stöds framför allt grupper i Göteborg och Linköping.

Ett annat viktigt område, nära knutet till ovanstående är grundläggande studier av selektiv strålningsabsorptin och strålningstransmission. Här är tillämpningarna bl a selektiva absorbatorytor t ex solfångarytor och transmitterande värmespeglar t ex energieffektiv fönster. Inom detta område är CTH framträdande. Forskning stöds också i Uppsala.

5. Allmänna energisystemstudier

Inom AES-programmet har det under 1980-talet skett en successiv uppbyggnad av främst samhällsvetenskaplig kompetens med sikte på en aktörsoberoende, "konsumentorienterad" granskning av energipolitiken. Kompetensuppbyggnaden har skett inom ett antal lämpliga forskningsmiljöer huvudsakligen genom bildandet av forskningsgrupper under ledning av en forskningsledare. Därutöver har stöd lämnats till enskilda forskare.

En uppbyggnad av vetenskaplig kompetens rörande energipolitiskt viktiga samhällsfrågor har åstadkommits. Denna kompetens har utnyttjats vid den vetenskapliga analysen av energipolitiska problem i antingen tillämpade forskningsprojekt eller medverkan i energipolitiskt utredningsarbete.

De vetenskapliga resultaten av kompetensuppbyggnaden och forskningen har publicerats i ett flertal internationella och inhemska facktidskrifter.

Forskningsgrupperna är följande:

EFI-gruppen under ledning av professor Lars Bergman vid Handelshögskolan i Stockholm har en inriktning på samhällsekonomisk analys av energipolitiken. Gruppen har särskilt behandlat kärnkraftsavvecklingen (inverkan på energipriser, industrins konkurrensförmåga och strukturutveckling), vidare kostnaderna för skärpta miljökrav på energisystemet (utsläppsbegränsningar genom tex naturgasintroduktion) samt förhållandena på elmarkanden (prisbildning, konkurrensförhålladen, kontraktsformer, t ex den s.k. kraftbörsen).

Vid CTH under ledning av professor Claes-Otto Wene bedivs forskning med inriktning på kvalitativ analys och optimering av ekonomi och miljöegenskaper hos energisystem uppbyggda av olika tekniska komponenter och delsystem. Studier har genomförts av såväl nationella som kommunala och industriella energisystem som underlag för planering och investeringsbeslut (t ex avvägning mellan investeringar i produktion och hushållningsåtgärder). Analyserna sker med hjälp av den inom IEA-samarbetet utvecklade modellen MARKAL och för varje tillämpning särskild utarbetade teknikbeskrivningar och yttre antaganden (pris/efterfrågescenarios etc). På senare år har utsläppsbegränsningar avseende SO_2, NO_x, CO_2 studerats. Gruppen medverkar sedan flera år i IEA:s systemanalyssamarbete ("ETSAP"), som fått en stark miljöinriktning.

LTH-gruppen under ledning av professor Thomas B Johansson har en inriktning på framtids- och strategistudier av energisystem, särskilt analys av de tekniska, ekonomiska och institutionella förutsättningarna för ökad energieffektivisering, minskad elanvändning, minskning av utsläpp genom användning av naturgas etc.

Gruppen har genomfört och publicerat ett antal framtidsstudier i samarbete med FOA-gruppen eller uran ?", "Energi till vad och hur mycket ?", "Perspektiv på energi". Under de senaste åren har gruppen i internationell samverkan skrivit boken "Energy for a Sustainable World".

FOA-gruppen under ledning av överingenjör Peter Steen har också en inriktning på framtids- och strategistudier av energisystem, särskilt inverkan av aktörssituationen och andra institutionella förhållanden på teknikförnyelsen. Gruppen har genomfört och publicerat ett antal framtidsstudier i samarbete med LTH-gruppen. Senast har gruppen i samarbete med Efn publicerat rapporten "Att ändra riktning", som tilldragit sig stort intresse inom myndigheter, energiföretag och kommuner.

Uppsala-gruppen under ledning av docent Evert Vedung, Statsvetenskapliga institutionen, ha varit koncentrerad på implementeringen av lagen om kommunal energiplanering. En rapport om detta projekt föreligger i manus. Diskussioner pågår om vidareutveckling av gruppens verksamhet.

Oxford Institute of Energy Studies under ledning av professor Robert Mabro är ett litet internationellt forskningscenter, vars svenska del har initierats genom energiforskningsprogrammet.Institutet har en

inriktning på avancerade teoretiska och empiriska studier av de internationella olje- och gasmarknaderna, särskilt investeringsförhållanden, priser och skatter. Institutet har också genomfört ett antal sponsrade tillämpnings- studier som publicerats i bokform.

6. Energirelaterad transportforskning

Riksdagen fattade 1983 beslut om en introduktionsplan för alternativa drivmedel.

Inriktningen när det gällde programmet aternativa drivmedel var inledningsvis att klarlägga förutsättningarna för produktion av metanol ur inhemska bränslen.

När det gäller produktion av etanol har betydande kunskaper erhållits rörande produktion av etanol ur spannmål. Ett pilotförsök med svensk teknik har genomförts i Skaraborg. Produktionskostnaderna är dock för höga för att få till stånd en lönsam produktion.

Insatserna inom detta område har numera kommit att inriktas mot produktion av etanol genom hydrolys av cellulosa.

När det gäller hantering av motoralkoholer i praktisk användning innfattade fartygstransporter, tankning m m finns väl dokumenterade resultat från försöksverksamhet med ett större antal fordon som körts på låginblandning av metanol i bensinen (M 15-projektet) och användning av metanol i ren from (M 100-projektet). Vidare har frågor rörande introduktion i full skala av låginblandning av motoralkoholer varit föremål för särskilda studier liksom frågan om gengasprogrammets fortsättning.

Förutsättningarna för att avända motoralkoholer i ottomotorer har även klarlagts genom M 100-projektet. Ett särskilt projekt pågår med dieselmotorer som omfattar prov med ran etanoldrift.

Försök med naturgasdrivna fordon har hittills skett i begränsad utsträckning. Prov har gjorts med elektirsk drift och i samband med det ha en provnings- och utvärderingsverksamhet för eldrivna fordon och batterier för fordonsdrift byggts upp. Satsningar har gjorts även på hybridfordon. Resultaten från ca 10 års insatser kommer att rapporteras under hösten 1989.

Kunskaper rörande utveckling av nya motorer och drivsystem har erhållits i nära saverkan med bilindustrin. Statens insatser har på detta område har närmast haft karaktären av teknikbevakning.

Motorer och drivsystem är i stor utstäckning en internationell fråga. Marknadsförutsätningana är avgörande för bilindustrins agerande. Miljöaspekterna från transportsektorn har successivt fått ökad betydelse. Marknadsutvecklingen och miljökraven torde framöver vara de avgörade faktorerna för en teknik-utveckling. Detta har inneburit att systemfrågor och transportsystematernativ till bilen fått en allt större plats i FoU-programmet. Genom ett nära samarbete inom bl a IEA har den internationella utvecklingen väl kunnat följas.

För den energirelaterade transportsystemforskningen svarar TFB. Föremål för forskning är i första hand transport- och trafiksystemet. Frågeställningen avser normalt effekterna av förändringar i transport-systemet på omgivande system. TFB:s program allmänt

omfattar också studier av konskevenser för transportsystemet av förändringar utanför detta.

Resultat av forskning kring och utveckling av planeringsmetoder för kollektivtrafik, taxi, varudistribution m m visar att förbättrad transportplanering inom både person- och godsområdet ger minskad energiförbrukning och bättre totalt resursutnyttjande. Användningen av datorbaserad planeringsteknik medför stora fördelar för transportsektorn. Det finns därför fortfarande en stor besparingspotential i att samordna olika transportresurser. Det är här ofta fråga om att finna nya lämpliga organisatoriska lösningar, men det gäller också i stor utsträckning att ta fram olika tekniska hjälpmedel och mjukvara för att åstadkomma samordning.

Förutsättningarna för kombinerade transporter lastbil/järnväg har studerats i flera projekt. TFB har också tillsammans med Transportforskningskommissionen (TFK) genomfört studier av den tekniska utrustning som förutsätts för ett genomförande.

Godstrafiken i tätbebyggelse, tung trafik och varudistribution kommer att kräva ytterligare FUD-insatser där det är viktigt att en integration med miljöaspekterna görs. Åtgärderna inom varudistributionen gäller i första hand metoder för att utveckla förbättrad ruttplanering och effektivare utnyttjande av fordon och lastbärare.

Studier av transportformer av halvkollektiv karaktär som samåkning och paratransit har varit väsentligt inom energiforskningsprogrammet. Genomförda projekt har haft karaktär av demonstrationsprojekt och får anses vara empiriskt prövande. Projekten har tekniskt sett varit framgångsrika, men har inte fått något

spontant genomslag. Resultaten kommer att kunna utnyttjas i ett krisläge då olika former av samåkning kan behöva införas mer eller mindre tvångsvis.

Vägtrafikens energiförbrukning har studerats från olika trafiktekniska aspekter. Omfattande studier har ägnats år att studera olika hastighetsbegränsningars effekter på landsvägstrafikens energikonsumtion. Även inverkan på energiförbrukningen av alternativa styrstrategier för trafiksignaler i tätorter har behandlats. En intressant erfarenhet av dessa studier är att trots att man sammantaget kunnat påvisa substantiella energibesparingar har kommuner ej varit benägna att bekosta ändringar i signalsystemen eftersom nyttan av åtgärderna legat "utanför kommunerna".

Energieffektivitetsstudier där samtliga huvudsakliga trafikslag studerats och jämförts har gjorts. Studierna får anses vara relativt uttömmande. Fortsatta insatser inom detta område bedöms lämpligen ta sikte på att studera hur kombinationer av trafiktekniska åtgärder påverkar energikonsumtionen. Hur åtgärdspaket skall genomföras för att åstadkomma bästa totala resultat bedöms också behöva studeras, liksom frågor som rör vägunderhåll och energiförbrukning.

Möjligheterna till energibesparingar ombord i dieseldrivna fartyg har studerats ingående.

En rad intressanta problemlösningar har utarbetats. Dessa projekt utgör exempel på att ju mer tillämpningsinriktade projekten är desto större kostnader drar de. Miljöaspekterna diskuteras alltmer inom sjöfarten och TFB har initierat ett projekt inom området.

Möjliheterna till energibesparingar inom flygtrafiken har studerats i några mindre projekt, vilka genmförts samordnade med utländska studier. Rent ekonomiska drivkrafter finns att begränsa energiförbrukningen inom flygsektorn vilket inneburit att flygföretagen samarbetat i projektgenomförandet. I efterföljande kurser och informationsverksamhet förs resultaten vidare till praktiska tillämpningar.

Studierna ha innefattat analyser av bränsleförbrukning med hänsyn till marschfart, stignings- och landningsprocedurer, vald flyghöjd samt reduktion av väntetider i luft vid landning under högtrafiktider. Även för flyget diskuteras miljöaspekterna alltmer och får allt större tyngd genom strängare krav på att minska buller för kvällsoperationer samt för att minska avgasutsläpp i flygplatsernas närbebyggelse.

För närvarande prioriteras följande områden:

a) Forskning rörande tätorternas trafikproblem, främst avseende energiförbrukning och miljöeffekter

b) Energispareffekter inom transportsysteme bl a genom minskning av det totala transportarbetet genom överflyttning till kollektivtrafik och genom övergång till mer energisnål teknik.

Särskilda uppdrag finns för att belysa vilka strukturella förändringar som aktualiseras för att uppnå ett mer energieffektivt transportsystem med så små miljöeffekter som möjligt. Resultat från hittillsvarande FoU-insatser är då värdefulla.

BILAGA 2

Översikt över högskolans engagemang i energi-forskningsprogrammet

Bilaga 2

ÖVERSIKT ÖVER HÖGSKOLANS ENGAGEMANG I ENERGI-FORSKNINGSPROGRAMMET

Astrid Borg

Stockholm juni 1989

ÖVERSIKT ÖVER HÖGSKOLANS ENGAGEMANG I ENERGIFORSKNINGSPROGRAMMET

1. FORSKNINGSPOLITISKA UTGÅNGSPUNKTER

Diskussionen om sektorsforskning hade vid 70-talets mitt blivit ett dominerande inslag i den forskningspolitiska debatten. En rad sektorers olika forskningsbehov hade kartlagts och program hade skapats. Ett styrsystem hade börjat ta form.

En tvekande acceptans för ett system där högskoleforskning beställs och administreras från myndigheter utanför högskolesfären började växa fram.

Inom policyanalysen började det på 70-talet förespråkas en brytning med de små stegens politik. En välfärdsstat med expanderande offentlig sektor borde genom stora åtgärdsprogram baserade på vetenskapsliknande analytiska metoder skapa förutsättningar för rationellt grundade begrepp om utvecklingen i samhället. När så oljeprischocken manade fram enighet bland beslutsfattarna om behovet av energiforskning blev det naturligt att organisera denna i ett sammanhållet program som kom att utgöra den största svenska civila sektorsforskningssatsningen dittills. (1) Energiforskningen har därför bidragit till att sätta många forskningspolitiska problem på sin spets och har samtidigt fått stå modell för utvecklingen av

sektorsforskning. Alltfort utgör formerna för sektorsforskning ett ständigt debatterat inslag i forskningspolitiken.

Följande översikt har företagits i avsikt att beskriva bärande tankegångar inom forskningspolitiken som samtidigt är av betydelse för EFU 90's sätt att angripa delar av utredningsuppdraget.

1.0 Forskningens styrning.

Vid 50-talets Harpsundskonferenser med statsminister Tage Erlander, utvalda forskare och representanter för näringslivet, diskuterades en mångfald forskningsbehov vid sidan av dem på atomenergiområdet. Omvärldens tekniska framsteg hade givit många svenskar en känsla av teknisk och vetenskaplig eftersläpning i landet, trots det gynnsamma utgångsläget vid krigsslutet. Behovet av att rusta upp universitet och högskolor poängterades starkt. I den universitetsutredning som tillsattes vid mitten av 50-talet (SOU 1958:32) understryks att

> "ett starkt stöd åt forskning är en huvudförutsättning för bevarandet och vidareutvecklingen av välfärdssamhället... Även om de investeringar som görs för att föra forskningen framåt inte alltid avkastar från samhällsekonomisk synpunkt omedelbara resultat blir dessa investeringar ofrånkomligen en allt viktigare faktor i den långsiktiga planering som krävs för en balanserad samhällsutveckling."

Tilltron till forskningens möjligheter hade vid den tiden hunnit växa sig stark och har levat vidare alltsedan dess.- Det samband mellan forskning och samhällsplanering som på ett självklart sätt framförs, kan betraktas som naturligt för en företrädare för ett samhälle vars utveckling enligt dåvarande uppfattning kunde planeras fram. Det uttalas här för första gången (2).

Möjligheterna att styra en forskning för samhällsutvecklingens bästa begränsas givetvis om överblicken är begränsad och behovsområdena är odefinierade. Styrningen av den civila forskningen hade fram till 60-talet varit uppsplittrad på flera olika forskningsråd. Föreställningar om att mer enhetlig ledning också skulle ge mer effektiv styrning mot angelägna samhällsmål hade funnits en tid och fick genomslag genom att två viktiga organ skapades. Dels forskningsberedningen (1962) vars främsta insats skulle komma att gälla sektorsforskningen genom att forskningsbehoven i olika sektorer identifierades och sektorsforskningsorgan utsågs. Dels STU (1968), som i sig samlade upp ett flertal rådsverksamheter. STU's funktion - att samordna olika former av statligt stöd och service till teknisk utveckling - kan påstås vara utformad för att tillgodose behovet av överblick, avvägning och planering hos en styrande instans. Perioden kännetecknas av strävan till ökad samordning och betecknas den sektoriella forskningspolitikens organiseringsfas (2).

Med denna logik bör tillkomsten av forskningsrådsnämnden betraktas som periodens kulmen. Forskningsrådsutredningen utgör på flera sätt en milstolpe i svensk forskningspolitik (FRU 1977:22)

1.1 Planering som styrinstrument

Ett av forskningsrådsutredningens uppdrag var att föreslå former för långsiktig forskningsplanering. Slutsatserna av detta formuleras i propositionen (1978/79:119)

> " I ett fou-system byggt på sektorsprincipen är definitionsmässigt en totalt sammanhållen och centraliserad fou-politik omöjlig. Den komplettering av den sektoriella fou-politiken som regelbundna, sammanhållande fou-propositioner enligt FRU's förslag innebär kan då inte heller drivas så långt att sektorsprincipen överges. Sektorsvis gjorda bedömningar måste alltjämt utgöra hörnstenar i fou-politiken."

Det var främst bristen på analyskompetens och statistiskt underlag som ansågs begränsa möjligheterna till övergripande forskningsplanering.

Planeringstanken leds till konkretisering i propositionen (1981/82:106):

> "För sektorsorganens del fordras att de genomför en långsiktig planering i vilken de anger de forskningsområden och discipliner deras verksamhet berör samt behovet av forskare av olika slag ..."

Sektorsorganen ålades på detta sätt att bedöma sina resp. sektorers behov av forskning för merparten av 80-talet, som ett led i den förhärskande uppfattningen

om planeringens möjligheter att styra samhällsutvecklingen. Bland de olika aspekter på sin verksamhet som sektorsorganen skulle beakta i långtidsbedömningarna återfanns "långsiktig kunskapsuppbyggnad."

Planeringsuppdraget gick ut till sektorsorganen 1982. Bedömningen av långsiktig kunskapsuppbyggnad hanterades tämligen summariskt (3). Främst berodde detta på att begreppet var svårgenomskådat, bättre ägnat att utnyttja i en ekonomisk-administrativ referensram än i en forskningsinriktad.

UHÄ hade uppdraget att baka in långtidsplanerna i högskolans centrala planering. Enligt många bedömare var dock resultatet av långtidsplaneringen även på andra områden bristfälligt. Högskolornas remissvar förenklade inte häller UHÄ's uppgift: Man åtog sig gärna forskningsuppdrag men på sina egna villkor. Ingen enda högskola hade av sektorernas planer funnit anledning att förändra sina egna. Påföljande proposition (1983/84:107) beskriver lärdomarna av det omfattande planeringsarbetet och avslutar med

> "Det torde dock knappast vara erforderligt eller önskvärt att upprepa den process som nu har genomförts. Av inte minst praktiska skäl är det nödvändigt att i fortsättningen mer selektivt identifiera problem och områden som kräver åtgärder och beslut från riksdagens och regeringens sida."

Försöket att inom ett forskningspolitiskt ansvarigt organ långsiktigt planera forskningen misslyckades således. Man kan påstå att det därmed sattes punkt för en planeringsperiod i forskningspolitiken. En mjukare

styrform, en fortsättning på den dialog mellan sektorsorganen, departement och UHÄ som inletts, tog över.

Nästföljande proposition framhåller i stället att

> "En samordning av forskningen i den meningen att all forskning bedöms isolerat och i ett sammanhang har prövats... En sådan samordning kan lätt leda till att forskningen förlorar sitt sammanhang med andra strävanden i samhället."

1.2 Grundforskning - samhällsrelevant forskning.

I propositionen om forskning (prop.1983/84:107) diskuteras frågan om statens roll i samspelet mellan sektorsforskning (i sammanhanget liktydig med tillämpad) och grundläggande (fakultetsfinansierad) forskning.

> "Det är uppenbart att samhällets roll i hög grad varierar inom olika delar av FoU-systemet."

Vidare att

> "utvecklingen från 60-talet har inneburit att fasta och rörliga resurser från forskningsråd och sektorsorgan ökat, medan de direkta anslagen till högskolan realt har stagnerat."

Statsrådet pekar på det förhållandet att sektorerna inte alla gånger har en naturlig anknytning till högskolesystemet och att forskningsverksamheten byggts upp som en projektorganisation med kortsiktiga anslag och utan ansvar för uppbyggnad av en långsiktig kunskapsbas inom högskolans ram. Hit räknas också energiforskningen, vars behov av en kunskapsbas inom grundläggande naturvetenskaplig forskning, kännetecknad av ett fritt kunskapssökande, särskilt utmålas.

> "En ytterst angelägen forskningspolitisk uppgift i dag är därför att stärka såväl den långsiktiga riktade kunskapsuppbyggnaden inom sektorerna som den grundläggande forskning som finansieras via fakultetsanslag och anslag till forskningsråd."

Frågan om näringslivets direkta kontakt med högskoleforskningen penetreras med den internationella utvecklingen som referensram. Statsrådets uppfattning är att det bland företagen finns en stark medvetenhet om grundforskningens betydelse för industrins långsiktiga förnyelse. Han finner vidare, med ledning av utvecklingen utomlands,

> "att industrisamverkan också kan gälla den grundläggande forskningen och inte begränsa sig till uppdrag som har karaktär av tillämpad forskning eller utveckling."

Samtidigt framförs en önskan att se över samverkansformerna.

> "..det är självfallet nödvändigt att formerna och villkoren för samverkan väljs så att negativa effekter ...undviks."

Påföljande proposition (1986/87:80) erinrar om statens och företagens ansvar för olika led i kedjan och uttrycker tillfredsställelse med att det i samhället råder enighet därom.

Vidare att

> "balansen mellan olika delar av forskningssystemet ständigt (får vara) föremål för analys och eventuella åtgärder. Det gäller balansen mellan grundforskning och sektorsforskning i sin helhet men också avvägningen mellan olika sektorer."

Statsrådet påpekar att någon balans uttryckt kvantitativt eller i fou-andelar knappast kan anges, men att sektorerna måste ta ett större ansvar för baskostnaderna än f.n. Statsrådet föreslår att sektorsmyndigheterna överväger att

> "avsätta en fri forskningsresurs i samband med projektanslag som huvudsakligen går till den initierande institutionen."

Särskilt tas energiforskningen upp:
Statsrådet anser att den påbörjade stärkningen av de långsiktiga inslagen bör drivas vidare.

Om ansvar som åligger näringslivet föreligger som nämnts enighet. Föregående propositions uppfattning att företagsledarna är medvetna om grundforskningens betydelse återkommer. En viss oro för kortsiktigheten i företagsfinansierat utvecklingsarbete vid högskolor framförs. Det samspel mellan statsmakterna och företagen som försiggår
bör avse

> "hur befintliga resurser skall utnyttjas för att såväl den grundläggande forskningen och forskarutbildningen som företagens målinriktade FoU-verksamhet bäst kan främjas".

Något finansieringsansvar framhålls emellertid inte för denna del.

1.3 Forskningsinstitut.

Av en samhällsorganisation som vilar på principen att varje sektor sköter sitt är det inte orimligt att förvänta sig att varje sektor också bygger egna forskningsutförande organ. För svenskt vidkommande gäller detta endast i få fall. De tekniska högskolorna, lantbruksuniversitetet m fl hade tillskapats tidigt. Under mellankrigstiden tillkom några sektorsinstitut, Statens Provningsanstalt, metallografiska institutet, växtskyddsanstalten, väginstitutet m fl. Dessa bör inte betraktas som resultat av någon genomtänkt strategi för en sektorsstyrd forskningsorganisation utan snarare som utslag av ett allmänt sökande efter statens roll i olika forskningsverksamheter (2). Tonen i den hållning som senare skulle bli förhärskande i detta hänseende, åtminstone i civila sammanhang,

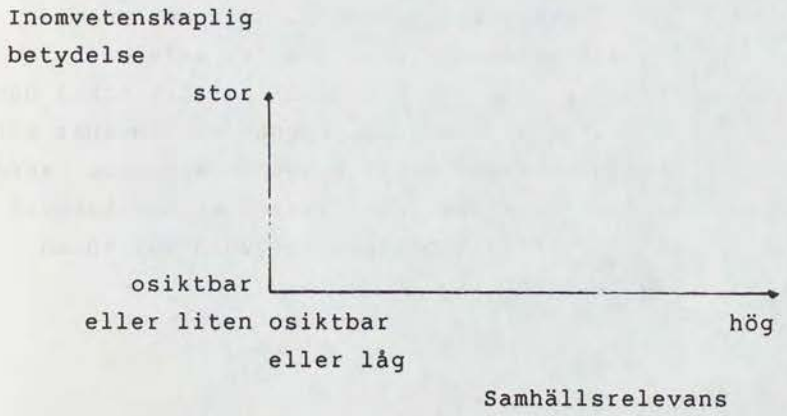
anslogs kanske första gången i ett remissvar på utredningen (SOU 1942:6) om teknisk och vetenskaplig forskning. Detta vädjar om att hellre bygga ut högskolorna och öka dessas samverkan med industrin än att inrätta kostsamma forskningsinstitut. Förhållningssättet kan sägas ha drivits till sin spets av FOSAM-utredningen, som fem år efter energiforskningsprogrammets start föreslog att sektorsorganen skulle vara skyldiga att anlita högskolorna för sin forskning och att denna skyldighet skulle regleras i författning. (SOU 1980:46).

Detta svenska förhållningssätt medför samtidigt att en rad problemkomplex uppstår. Alla kan härledas till problemet med att sammanjämka en inomvetenskaplig forskningskultur med en samhällsorienterad.

1.4 Forskningens relevans och kvalitet.

Förutom behovet av att intressera forskarvärlden för samhällsrelevanta forskningsprobelm uppkommer det i den svenska modellen behov av att finna sådana former för sektorsforskning att kulturmotsättningar minskas och framväxten av symbiotiskt verkande högskolemiljöer befordras. Samtidigt som forskningsrådsutredningen tog ett viktigt steg mot demokratisering av forskningens styrning tog den ett likaså viktigt steg i riktning mot ett närmande av samhällsrelevant forskning till inomvetenskapligt relevant. Enligt utredningen existerar det t ex inga av naturen givna motsättningar mellan de båda forskningstyperna. All forskning kan och bör beskrivas i det fält som spänns upp av axlarna i diagram 1 nedan.

11



Bekymret för sektorsforskning härvidlag är dels att sektorns forskningsuppgifter ofta saknar inslag som kan ha betydelse för forskningsområdets vetenskapliga utveckling, dels att brådska m m undergräver den vetenskapliga metodiken. Ännu nära 10 år efter forskningsrådsutredningen, i prop. (1986/87:80) skrivs

> "Sektoriell forskning har tid efter annan utsatts för kritik för bristande vetenskaplighet. Kritiken har inte alltid varit obefogad. Kritiserade projekt har ofta utförts vid universiteten och de tekniska högskolorna..."

Den administrativa åtgärd som främst kan vidtas för att påverka kvaliteten anses vara att öka forskningsanslagens längd. En serie förslag till långsiktiga åtaganden har framförts under 80-talet, vilka också till en del konkretiserats. Propositionen (1981/82:106) betonar

"Den precisering av sektorsorganens ansvar för sektorsforskningen som jag således förordar, dvs att det skall omfatta också den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden, innebär ett uttalat krav på sektorsorganen att inom ramen för sina samlade fou-resurser avväga behovet av långsiktig kunskapsuppbyggnad mot annan fou-verksamhet.."

1.5 Integrering.

UHÄ-rapporten (UHÄ 1983:17) framför att kvalitet en i sektorsforskningen kan höjas genom att låta den

"integreras i den forskningsverksamhet som i övrigt bedrivs i högskolan, tjänster bör inrättas och doktoranders medverkan underlättas..."

Efterföljande proposition tar upp förslaget bl a resultatet att det t ex på energiforskningsprogrammet inrättas ett 30-tal forskartjänster på mellannivå.

Av 1987 års forskningsproposition (1986/87:80) framgår en tillfredsställelse med de tecken till vilja att åta sig långsiktiga projekt i högskolan som sektorsorganen uppvisat genom att

"....förlänga sina projekt i tiden, arbeta(r) mera med ramprogram och inrätta(r) forskar- och doktorandtjänster..."

Statsrådet tar upp energiforskningen särskilt och uttalar att satsningarna på långsiktighet bör drivas vidare och att det finns goda skäl som talar för att

> "...energiforskningen på längre sikt i ökad utsträckning bör integreras med annan forskning vid universitet och högskolor. Genom att integrerat i högskolan bygga upp en grundläggande kompetens på energiområdet kan stimulerande forskarmiljöer skapas..."

Riksdagen instämmer i bedömningen men framhåller att också högskolan har ett ansvar. (Ubu 1986/87:26)

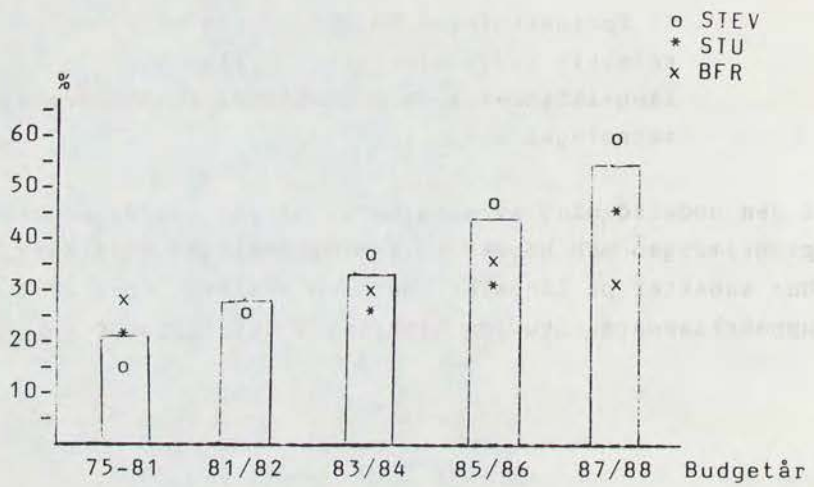
> "I fortsättningen bör högskolan vara mer selektiv ...framför allt i fråga om långsiktighet i de utomstående finansiärernas satsningar..."

I den undersökning av samarbetet mellan energisektorns programorgan och högskolan som utredningen företagit, har aspekter på långsiktighet och kvalitet speciellt uppmärksammats. Studien beskrivs i det följande.

2. HÖGSKOLANS ENERGIFORSKNINGSANSLAG

Sedan energiforskningsprogrammet startade 1975 har den andel av anslaget som går till högskolan ständigt ökat. (Diagram 1).

Diagram 1. Utvecklingen av högskolans andel av energiforskningsprogrammet. Fördelning hos vissa myndigheter.



Förskjutningen mot högskoleforskning återspeglar dels energipolitiken: Den ökande betoningen av miljömässiga mål ger upphov till alltfler problemkomplex av sådant slag att de kräver forskningsinsatser för att lösas. Ett exempel är förbränningstekniken, där en förutsättning för att metoder och anordningar för att befria rökgaserna från försurande oxider skall kunna utvecklas är att förståelsen för dessa ämnens bildningsvillkor byggs upp från grunden.

Dels är förskjutningen en konsekvens av den repetitiva dynamik som är vanlig i teknisk utveckling: Många tekniska problem ger sig tillkänna först i samband med prov och tester i praktisk verklighet. Frågeställningar som då uppkommer kan sällan besvaras med mindre än att problemet flyttas tillbaka till högskolelabbet.

Ett exempel är forskningen på skogsenergiområdet. Denna inleddes med stora ramprogram, till hälften utförda av industrin. Inom dessa skulle en mångfald goda ideér prövas för att ge underlag för urval av de bästa forskningsuppgifterna. Allteftersom området kartlagts har frågeställningarna specialiserats, skärpts och fördjupats för att från 1985/86 ha övergått i ca ett halvt dussin väldefinierade forskningsprojekt. Dessas sammanlagda anslag är i paritet med ramprogrammets, men de drivs nu till 80 % på högskolan.

På samma sätt har många av sjuttiotalets satsningar på apparatutveckling inom olika teknikområden synliggjort ett antal tekniska problem som man, för att komma vidare i utvecklingskedjan, måste lösa med hjälp av högskoleforskning.

Kraven på att energiforskningen skall komma med väl fungerande och ur många synvinklar goda tekniska lösningar har ökat. Samtidigt som den förestående kärnkraftsavvecklingen pressar på utvecklingen av alternativ energiteknik har konventionella energiråvaror (olja, gas) blivit både tillgängligare och billigare. En tids respit för att söka djupare

förståelse för olika energiteknologiska spörsmål har uppkommit och ökar sannolikheten för att de goda lösningarna skall hinna fram i tid.

Bakom diagrammets staplar döljer sig också en annan verklighet: Inledningsårens spridda insatser på ett stort antal projektidéer, i högskolan såväl som bland företagen, har samlats och koncentrerats till ett mindre antal utvalda FoU-områden som anses ha både ekonomisk och miljöteknisk potential. För BFR's del har detta medfört att en rad högskoleprojekt överfördes till energiverket 1985, vilket förklarar nedgången i diagrammet.

2.0 Anslag till högskolan.

Ett behov av högskoleforskning på energisektorns områden kommer sannolikt att bestå. Enligt den i Sverige gängse uppfattningen bör denna forskning bekostas med statliga medel, antingen via fakultetsanslag eller också ur ett sektorsforskningsprogram. F n dominerar den programfinansierade forskningen stort, inte minst för att forskningsutförarna har lärt sig att energiforskning finansieras av sektorn så anslagen söks hos programorganen. En rationell princip för fördelning av tillgängliga medel har på det sättet utbildats. Det finns goda skäl att tro att sektorns forskningsbehov även i framtiden bäst tillgodoses med detta arrangemang, eftersom högskolan saknar de nödvändiga mekanismerna för prioritering av samhällsrelevanta forskningsområden. Det är därför desto viktigare att högskolan utnyttjas på ett optimalt sätt och att anslag och verksamhet utformas så att hänsyn till den speciella högskolekulturen tas.

Direktiven för EFU 90's arbete pekar på högskolans centrala roll och framhåller behovet av att utredaren närmare prövar formerna för beviljning till högskolan.

2.1 Projektstocken 1987/88

I samarbete med statsrådsberedningens kartläggning "Svensk sektorsforskning" har data om högskoleprojekt som varit aktiva budgetåret 1987/88 samlats in. Här och i det följande har projekt avseende transportforskning inte medtagits. Med aktiva avses projekt vars dispositionstid för anslaget inkluderar budgetåret 1987/88 .

Tabell 1 återger de sammanlagda anslagen till totala projektstocken vid universitet och högskolor under det aktuella budgetåret. "Projekt" definieras här ekonomiadministrativt som på myndigheterna, dvs en tjänst är också ett projekt. Projekten har följts tillbaka i tiden till 1980, vilket medför att sådana som var aktiva 1987/88 men startade på 70-talet felaktigt får 1980 som startår i tabellen.

Jämförbarheten mellan myndigheterna är stor. Skillnader kan hänföras till skillnader vid registrering av vissa projekt där man kan välja mellan att fortsätta på ett tidigare eller nyregistrera. En utomstående kan inte utan mycket ingående kännedom kan avgöra om ett "nytt" projekt är nytt eller fortsättningen på ett gammalt, om det är sammansatt av flera delprojekt el dyl. Den enda rimliga indelningsgrunden för projektstocken är därmed myndigheternas egen.

Anslag vid NFR och BFR avviker på flera sätt från de andra programorganens. NFR ger anslagen i kongruens med treårsprogrammen, dvs ansökningar som kommer in t ex till det tredje året beviljas bara för ett år. Detta har varit NFR's metod att klara sin verksamhet genom stora och oförutsägbara förändringar i anslaget. BFR har inte heller tilldelat anslag för mer än tre år per beslutstillfälle. NFR fortsätter som regel projektet till dess att forskaren vill avsluta det eller om en utvärdering visar på brister. Samtidigt gäller här ett riktmärke om 10 % till förnyelse i programmet, varför ett projekt som är uppe för förlängning kan konkurreras ut.

Den viktigaste skillnaden är kanske emellertid den att NFR's stöd, som en konsekvens av mandatet att stödja god forskning inom breda områden främst är ett stöd till forskaren, medan övriga PO sätter projektet i centrum.

Anslag vid STU och BFR har ibland delfinansiering från andra STU eller BFR program. I bilaga 1 anges i förekommande fall den procentuella andel som energiforskningsanslaget svarar för.

2.2 Projektkostnader

Utgående från uppgifterna i bil 1 har genomsnitten av de årliga anslagen per projekt beräknats, se tabell 2.

Tabell 2. Kostnad (TKr) per projektår. Projekttider.

	CTH	KTH	LiTH	LNTH	LuTH	SLU	SU	UmU	UpU
STU									
mån/proj	43	34	43	44	29	49	31	49	43
projkostn/år	222	211	228	239	163	570	267	185	180
STEV									
mån/proj	37	30	32	43		43		26	48
projkostn/år	549	711	138	387		1758		395	290
NFR									
mån/proj	54	42	30	50	24	30	37	45	46
projkostn/år	222	167	208	236	154	222	213	222	184
BFR									
mån/proj	25	16		32	34		22		
projkostn/år	312	110		583	158		109		
Efn									
mån/proj	30		48	48			48*		24
projkostn/år	608		187	775			416*		411

* Handelshögskolan i Stockholm

Tabellen ger grova genomsnitt och tas med här endast för att visa vad högskoleprojekt kan kosta och hur långa de brukar vara. Av det statistiska underlaget, som utgörs av projekt aktiva 87/88, framgår för att skillnader mellan finansiärer och mellan högskolor som kan diskuteras i generaliserande termer. Låga kostnader i tabellen kan förklaras t ex med samfinansiering med industrin, vilket samtliga myndigheter i högre eller lägre grad tillämpar. Vidare skulle, enligt en hypotes, tillämpade

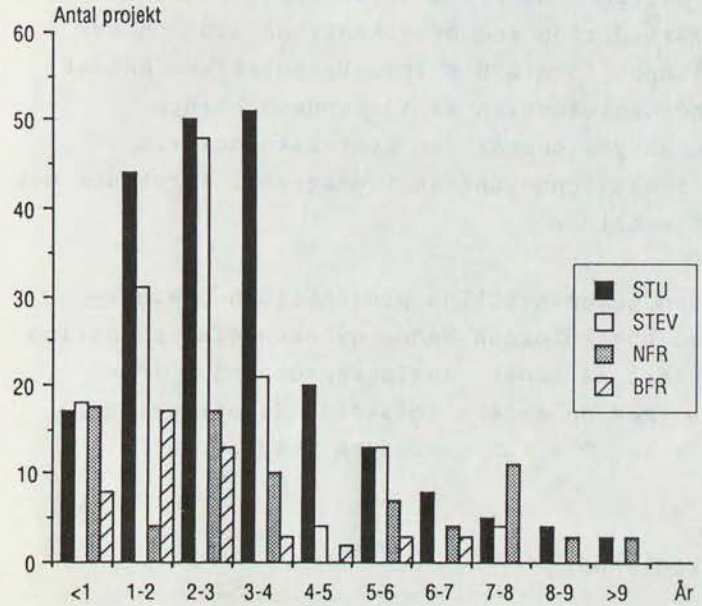
Tabell 3. Årskostnad per projekt och programorgan.

tids-klass mån	total	antal projekt				TKr per proj.år				genom snitt
		BFR	NFR	STEV	STU	BFR	NFR	STEV	STU	
≤ 12	69	17	17	18	17	132	216	544	220	269
≤ 24	95	16	4	31	44	252	180	420	240	296
≤ 36	135	20	17	48	50	216	216	396	253	292
≤ 48	84	1	10	21	52	180	192	276	240	240
≤ 60	27	1	2	4	20	972	180	1092	223	370
≤ 72	32	1	7	11	13	53	204	624	216	344
≤ 84	16	1	2	4	9	216	240	432	228	276
≤ 96	20	-	10	4	6		226	636	180	294
≤108	10	-	-	4	6	-	-	2700	264	1288
>108	7	-	-	4	3	-	-	2570	204	1548

2.3 Anslagens långsiktighet

Tabell 3, som bildar underlag för diagram 5, återger myndigheternas och rådets långsiktighet i projektanslagen utgående från situationen budgetåret 87/88.

Diagram 5. Projekttider



Histogrammet är en ögonblicksbild av energiforskningen detta budgetår. Dels pågick mycket korta projekt på bara några månader. Dels några projekt som startats på 70-talet. Merparten är 2 - 4 åriga.

Det sammanlagda genomsnittet vid 3 år kan antas reflektera de treåriga planeringsperioderna. Samtliga myndigheter fortsätter dock att ge anslag till projekt bort emot dubbla tiden.

BFR och NFR försvinner ur fördelningen efter 6 - 8 år, vilket hänger samman med rådens speciella anslagskultur. Den längsta teoretiska projekttiden ur NFR-synvinkel inom den studerade tidsperioden är 96 mån.

STU är den av myndigheterna som hittills mest påtagligt anslagit medel till långa projekt, över den normalt gällande 3-åriga planeringsperioden. Detta är till viss del en konsekvens av den speciella ramprogramstradition som utvecklats på STU och som också tillämpas inom STU's industripolitiska mandat. Eftersom högskoleandelen är i ökande och inga trendbrott antyds består den överraskningsfria prognosen i att tyngdpunkten i diagram 5 förskjuts mot längre projekttider.

Huruvida den genomsnittliga projekttiden överensstämmer med högskolornas behov av ekonomisk planering förblir oklart så länge anslagsansökningar inte budgeteras. Med en extern forskningsfinansiering på totalt över ca 30 % kan en reform förutses.

2.4 Projektetapper

Vad beträffar programorganens uppbindningar framåt i tiden gäller den tidigare nämnda skillnaden mellan råden och övriga. Gemensamt för myndigheterna är att projekten delas upp i etapper. En av förutsättningarna för att man skall gå vidare till ny etapp är att den föregående givit resultat och erfarenheter som styr detaljplaneringen i nästa. Detta förhållande är kanske speciellt uttalat i tillämpad forskning. Bäst förutsättningar för att bedöma hur omfattande en etapp

bör vara har forskaren själv. Handläggaren på myndigheten kommer därför efter en eller flera planeringsdiskussioner överens med forskaren om etappomfånget. Det beslut som sedan fattas på myndigheten är ett besut att genomföra projektet och att betala ut beviljade medel enligt etapplanen. Etappen omfattar en längre eller kortare period av projektet men har som som regel den fortsättning som projektplanen indikerar.

I myndighetskulturerna finns dessutom betydande uppbindningar i form av långtgående planer, eller tom löften, om en fortsättning, som har diskuterats med de berörda men inte alltid registrerats.I STEV's redovisningssystem noteras prognosen för projektet, i övrigt saknas detta planeringsinstrument. De mest självklara exemplen utgörs av programmets mellantjänster, där de som inrättats har en underförstådd förlängning på ytterligare en två- eller treårsperiod.

En av anledningarna till att etapperna vanligen är maximalt treåriga är programorganens begränsade bemyndiganderamar. Självfallet skulle generellt ökade etappomfång förbättra universitetsadministrationernas planering avsevärt, något som också skulle påverka programorganens arbete med långsiktig kunskapsuppbyggnad positivt. Hittills har huvudintresset dock rört forskarens egen planering. Det råder inget tvivel om att det vad gäller projektstockens utveckling finns betydligt mer av åtaganden från programorganens sida än vad som framgår av statistiken.

Högsektprojektet vid Efn är en studie av energisektorsforskning och annan sektorsforskning m m vid universitet och högskolor i landet. I studien jämförs bl a olika forskarkategoriers tilltro till finansieringskällans uthållighet. Resultatet visar att sektorsforskarens är över medelgod på en 10-gradig skattningsskala och högre än den tilltro forskarna har till fakultets eller rådsfinansiering. (4).

2.5 Energiforskningsutförande institutioner

För att studera uppbyggnaden av kunskap och kompetens på energiområdet i högskolan har studien valt att fokusera på institutionen, som är den enhet som bäst definierar arbetsmiljön i teknisk och naturvetenskaplig forskning. Institutionen bör också betraktas som den främsta producenten och förvaltaren av de kunskaper som hör till forskningsområdet. Forskningen bedrivs i regel i grupper som ibland är liktydiga med institutionen. De seniora forskarna handleder forskarstuderande, aktuell apparatur och instrument samkörs. Generella metodkunskaper och datorrutiner ackumuleras där, seminarieserier och gästforskarvisiter anordnas m m. Behovet av tjänster relateras lika ofta till en institution som till en enskild forskare. Följdriktigt har energiforskningsprogrammets mellantjänster diskuterats utifrån institutionens olika behov.

Ett förhållande som starkt bidrar till valet av objekt i denna undersökning är att det vid vissa institutioner rutinmässigt är professorn som står som

anslagsmottagare trots att det i själva verket är någon annan, t ex en forskarstuderande, som skall göra jobbet. Vid andra institutioner kan man ha en annan rutin. För att kunna göra analyserna är materialet i bilaga 1 därför strukturerat på institutioner.

Vissa institutioner är s k storinstitutioner. Till dessa hör CTH fysik, som består av 14 avdelningar med lika många suveräna professurer och så pass olikartade forskningsin-riktningar att det vore önskvärt att hålla isär dem.

Forskningsanslagen är enligt tabellen i bilaga 1 ojämnt fördelade bland landets högskolor och kan ibland, som vid CTH, utgöra en tvåsiffrig procentandel av högskolans forsknings- och forskarutbildningsbudget. Att sätta en mer precis siffra på andelen energiforskningspengar av en institutions budget kräver en mycket ingående utredning. Av tabell 2, s 18, framgår att CTH är programmets ojämförligt största anslagstagare med 164 aktiva projekt 1987/88, omfattande en total volym om i genomsnitt nära 70 Mkr per år.

Redan en ytlig genomläsning av bilaga 1 ger intrycket att ett relativt litet antal institutioner är speciellt aktiva när det gäller energiforskning. Tabell 4 visar vilka institutioner som har de flesta anslagen, tabell 5 vilka som har de största anslagen i Mkr räknat, allt utgående från projektstocken 87/88. Tabellerna avser ge en ungefärlig bild av vilka institutioner som speciellt ägnat sig åt kunskapsuppbyggnad på energiområdet och hur "stor" den är.

Tabell 4.5. Institutioner som storkunder

2.6 Grundforskning - tillämpad forskning - tvärvetenskap

Av tabellerna 4 o 5 framgår vilka inomvetenskapliga ämnesinriktningar som legat närmast energiforskningsprogrammets forskningsområden och, omvänt, vilken typ av forskning dessa institutioner främst bedriver. I stort sett rör det sig om ämnen man gärna vill kalla "tillämpade". Uppenbara undantag är fysik och fysikalisk kemi på CTH. Också vid FTC i Lund kan inriktningen till övervägande delen betraktas som grundforskningsbetonad. I övrigt är en uppdelning av energiforskningen i grundforskning och tillämpad vansklig att göra med tanke på de oklara definitionerna. T ex bedrivs vid matematik-institutionen i Lund forskning utmed hela utvecklingskedjan inom teknikområdet värmelagring, vid kemisk teknologi på KTH katalysforskningsprojekt med avsevärda inslag av grundforskning, m m. Som ofta påpekats kan man därför ifrågasätta nyttan och värdet av en sådan indelning. Inte minst riskerar man föra in ett konserverande element i verksamheter som de facto kräver progressiva gränsöverskridanden.

Fysikinstitutionerna på Chalmers och i Lund har flest anslag och också de största årliga anlagssummorna bortsett från SLU. Bilden över anslagen vid CTH-institutionen är mycket splittrad, främst som konsekvens av att den är en storinstitution. Det centrum för förbränningsteknisk forskning som har uppstått bidrar troligen också. Speciellt tycks naturvetenskapliga ämnen här ha fått ett kreativitets-befrämjande forum.

Till institutionen för värmeteknik och maskinlära, CTH, har ett annat centrum knutits. Vid detta bedrivs f n två projekt i samarbete med industrin i vilka BFR och STEV bekostar hälften av industrins andel. Fördelarna med att arbeta med detta sätt är främst vara att institutionen får möjlighet att arbeta intimt med industrin utan att "köpas" och att forskarna får tillgång till apparatur som bara finns i industrin, t ex fullstora anläggningar. I centrum ingår också institutionen för installationsteknik. Ett ramanslag från BFR, STEV och STU har beviljats.

Vid fysikinstitutionen i Lund har likaså ett centrum bildats, förbränningstekniskt centrum (FTC), med den skillnaden att detta har egen administration. Centrumbildningar förekommer också vid KTH i Stockholm, t ex det s k Elkraftcentrum.

Centrumbildningarna har internationella förebilder. Enligt erfarenheterna underlättar de tvärvetenskapligt forskningssamarbete. Den bild som tonar fram i denna undersökning förefaller bekräfta påståendet, genom att de institutioner som ingår har många anslag ur programmet. Med undantag för Lunds är den administrativa enheten i samtliga fall institutionen, vilket är anledningen till att övriga centra inte kan skönjas i tabell 1.

2.7 Förnyelse.

Programorganens strävan till förnyelse har hittills bestått i en ambition att engagera fler högskoleforskare, vilket baserar sig på uppfattningen att kunskaper bäst förvaltas av högskoleforskare såväl vad

avser fördjupning som spridning. Den ökande andel högskoleforskning som statistiken redovisar, har därför medvetet eftersträvats. I underlaget till denna undersökningen har utredningen också sökt analysera beståndsdelarna i förnyelsen. De kan dock bara mätas med det grova mått som utgörs av alla nya projekt vars projektledare inte redan har verksamhet 87/88 i programmet definieras som "förnyelse".

Förnyelsen uppgår då till 128 projekt (med 115 projektledare) eller ca 25 procent. En mer inträngande analys borde kunna korrigera siffran för de projekt som i själva verket utgör förlängningar. Underlag för en sådan korrektion saknas f n.

Återvänder man nu till institutionerna finner man att merparten av förnyelsen, given denna grova definition, äger rum vid institutioner som redan finns i programmet. 27 är "nya" i den bemärkelse databasen anger, n b att vissa förlängningar inte kunnat räknas bort. Bland dessa finns många med grundforskningsinriktning.

Expansionen av högskoleandelen i energiforskningen består därför i huvudsak av att fler projekt kommer till vid redan engagerade institutioner. Frågan om detta är ett tecken på ett "mättnadsläge", i vilket alla forskare med för energiforskning tillämplig kompetens och intresse nu engagerats kan därför ställas. Påståenden om att teknisk och naturvetenskaplig forskningskompetens är begränsad i Sverige är inte ovanliga och styrks av att samma, relativt ringa, antal sakkunniga forskare tycks förekomma i alla forskningssammanhang med politisk anknytning. Erfarenhetsmässigt är uppbyggnad av kompetens en långsam process på minst 10-årig sikt.

Den förnyelse av programmet som på ett mer naturligt sätt ges innebörden av nya forskningsområden representerade bl a av katalysforskning, kan därför komma att medföra ytterligare långsiktiga åtaganden.

2.8 Anslagsformer

En varierad anslagskultur för högskolans forskning har under programmets lopp vuxit fram. De i programmets inledning dominerande enskilda projektanslagen kompletteras nu successivt med, eller ersätts av, ramanslag och tjänster i vilka myndigheternas formella styrning mer ligger på programnivå och forskarens frihet att söka sig fram inom finansieringsramen är stor.

Ramanslag är en anslagsform som ger projektledaren relativt fria händer att styra projektet under gång. Beteckningen har något olika innebörd vid de olika programorganen. Vid STU är ett ramprogram ett 5-årigt program för ett definierat forskningsområde med utrymme för ett flertal projekt. Ett av ramprogrammen i denna mening gäller katalysforskning, som finansieras av STEV och STU tillsammans. Det är avsett för uppbyggnad av katalytisk kompetens i landet och omfattar ca 25 olika projekt. Projekten kommer att utvärderas under 1989, varefter de som rekommenderas fortsatta anslag planeras fortgå till 1992. Ramprogrammet leds av en styr- och referensgrupp från högskolor och företag.

STEV's ramprogram vid SLU hade, som tidigare nämnts annorlunda karaktär. Det varade mellan 1975 och 1986 och upphörde i samband med överföringen av 12 Mkr till högskolan år 1987.

Ett exempel på ramprojekt är det vid förbränningstekniskt centrum, LTH. Det är femårigt och finansieras av STEV och STU i samarbete. Det inkluderar två tjänster och viss utrustning. BFR finansierar 3-åriga ramanslag på flera områden. Se tabell 6.

Tabell 6. Ramanslag i energiforskningsprogrammet bå 87/88.

Anslag	Mottagare	Finansiär
Katalysforskningsprogrammet	(många olika)	STEV, STU
laserbaserad förbränningsforskning	FTC, Lund	STEV, STU
Fluidbäddsförbränning	CTH	STEV
Tribologi	(många olika)	STU
Energirelaterad strömningsteknik	(många olika)	STU
Värmeteknik kompetensuppbyggnad	CTH	BFR
Värmedistribution	LNTH	BFR
Värmepumpar	KTH	BFR

Markvärde	LNTH	BFR
Installations-teknik	CTH	BFR
Miljö- och ener-system	LNTH	Efn
EFI	Handelshög-skolan	Efn
Energiteknik	CTH	Efn

Tjänster

Fakulteternas och sektionernas indelning i högskoleämnen följer ett internationellt mönster som endast långsamt förändras. I Sverige är institutionerna som regel uppbyggda kring en professur - storinstitutioner har fler - vars tjänstebeskrivning omprövas i samband med nytillsättning, i praktiken vid generationsväxlig. Beslutet om utnämning till professor förbereds av sakkunniggrupper som rangordnar kompetenta sökande för att sedan formellt fattas av regeringen. Proceduren tar flera år i anspråk. Extra professurer inrättas av rektorsämbetet på fakultetsnämndens förslag, således utnämningar som beslutas av högskolan själv, vilket går något snabbare och bidrar till ökad förändringstakt på högskolan.

Adjungerad professur är ett tidsbegränsat deltids-förordnande med ytterligare förenklat tillsättningsförfarande. Tjänsten är avsedd att

förbättra kontakterna med industriella avnämnare av institutionens forskning och finansieras delvis av dessa. Adjungerade professorer tillför högskolan på ett bra och billigt sätt önskad (teknisk) kompetens. Även de sk nordiska professurerna som inrättas inom nordiska ministerrådets forskningssamarbete är tidsbegränsade.

Ett fåtal professurer förekommer i energiforskningsprogrammet. Dessa är dels mellantjänster som högskolan själv förstärkt till extra professurer. Dels en extra professur i kemisk fysik vid CTH och en i katalyskemi i Lund. Den adjungerade professuren vid förbränningstekniskt centrum i Lund finansieras via programmet, liksom de adjungerade professurerna vid kemisk apparatteknik och värme- och kraftteknik i Lund. På AES-progrmmet finansieras tre professurer, i Lund, vid CTH och vid Handelshögskolan i Stockholm.

Näst efter professur i rang kommer lektorstjänsten. Båda räknas in i kategorin högre tänster i högskolan.

Mellantjänster kommer därnäst i hierarkin. En äldre typ, forskningsassistent, med tillsvidareförordnande, avslutas nu i samband med att en tjänstereform i högskolan genomförs. I stället har forskarassistenttjänsten skapats, en tidsbegränsad tjänst under vilken det är tänkt att forskaren skall skaffa sig docentkompetens.

De 41 tidsbegränsade mellantjänsterna på energiforskningsprogrammet, av 3+3 - resp 2+2 - årig typ, har inrättats i två omgångar, ursprungligen i samklang med rådande forskningspolitiska ambitioner. De ökar långsiktigheten i programorganens högskolesatsningar och bidrar till att komma tillrätta med nackdelar i

tjänstestrukturen som uppkommit av skev åldersfördelning i högskolan. I internationell jämförelse har Sverige relativt få akademiska tjänster på denna nivå. Problemet togs upp i 1986 års "Om forskning" som föreslog inrättande av ca 250 nya mellantjänster.

Rådsforskarnämnden vid NFR har i en utredning, "Dimensionering av tjänstestrukturen i svensk naturvetenskaplig forskning", uppmärksammat ytterligare aspekter på de svenska högskolornas strukturproblem. Utgående från en empiriskt grundad modell för beräkning av behovet av högre tjänster visas att det till sekelskiftet behöver tillskapas 574 professors- och lektorstjänster inom fakultetsområdet.

Så gott som samtliga forskningsprojekt inom energiforskningsprogrammet engagerar en eller flera doktorander som på detta sätt fullgör forskningsuppgifter för licenciat- eller doktorsexamen. Under 80-talet har det enligt uppgift från högskolorna inom teknisk fakultet blivit regel att först sikta på licenciatexamen. Tre år är här den beräknade studietiden, disputation kan ske ca 2 år senare. En total genomräkning av antalet forskarstuderade engagerade i energiforskningsprogrammet låter sig inte enkelt göras, eftersom dessa ofta avlönas på flera olika anslag. Uppgiften från KTH att 16% av licenciat- och doktorsexamina avläggs i energiinriktade ämnen tjänar dock som belysande och bör kunna betraktas som ett genomsnitt i landet.

NFR finansierar totalt 24 doktorandtjänster inrättade på energiforskningsprogrammet (Dessutom finansieras på ett annat anslag 5 forskartjänster inom energirelevanta ämnen).

Sammantaget gäller att det bland de ca 500 energiforskningsprojekten hos programmyndigheterna (NFR icke undantaget) aktiva under budgetåret 1987/88 finns 12 -14 professurer, ca 40 mellantjänster och ca 15 stora ramanslag. Flertalet projekt engagerar en eller flera forskarstuderande.

2.9 Beviljningssystem

Anslagsbeviljningen följer något olika rutiner vid de olika myndigheterna. Det förekommer såväl aktivt sökande efter forskare och projekt som mer passivt mottagande av ansökningar hos samtliga programorgan. Handläggningen inkluderar ett mer eller mindre formaliserat inhämtande av synpunkter på projekten från experter. Besluten fattas därefter i de olika programorganens beslutande församlingar. En informell kontaktgrupp med ledamöter från bl a AMFO, BFR, BVN, Efn, RRV, SNV, STEV och STU tar upp forskningsadministrativa frågor av gemensamt intresse, men någon egentlig strävan till samordning på detta plan myndigheterna emellan tycks inte föreligga.

Däremot finns ett samarbetsforum för energisektorns programorgan och ett antal gemensamma rådgivande forskargrupper på avgränsade områden. En heltäckande inventering har inte varit möjlig att göra, men t ex finns en rådgivande grupp för grundläggande förbränningsforskning som är gemensam för STEV och STU. Rådets arbetsuppgifter gäller främst forskningsprojekt nära ämnesrelevant grundforskning varför detta råd i själva verket spelar en viktig roll för gränsdragningen mellan grundläggande energirelevant och

inomvetenskaplig forskning. Rådgivande grupper har också inrättats för energiverket och BFR gemensamt inom forskningsområdena energilagring, värmepumpar, mfl.

Projektavslutningar sker normalt efter ekonomisk slutredovisning och slutrapport på ett ganska odramatiskt sätt. Den finansierande myndigheten har inte något arbetsgivaransvar för forskarna. Vissa projekt utvärderas, på NFR sker detta regelmässigt. Utvärderingen bildar där underlag för beslut om avslutning eller fortsättning.

Det finns emellertid former för avslutning av projekt inom programmet som i själva verket bara innebär att finansieringen överlåts på någon annan huvudman. Ett exempel är skogsenergiforskningen vid SLU. Här kan man tala om att 12 MKr av programmedlen integrerats med högskoleanslaget. Vidare kan enskilda forskare "överföras" till högskolefinansiering. Den ursprungliga finansiärens möjligheter att styra forskningen upphör då, men överföring föregås i allmänhet av noggranna utredningar som visar att inriktningen när forskaren övergår till forskning på eget programansvar sannolikt består. Fortsatta projektanslag bekräftar detta, t ex i fallet SLU, där ca 5 nya projekt beviljades vid institutionen.

Överföringar är sällsynta. NFR har på energiforskningsprogrammet genomfört två liksom STU. Poängen med förfarandet är främst den anställningstrygghet som forskaren får.

3. OUTPUT FRÅN HÖGSKOLAN

Det svenska sättet att administrera energiforskning har inte många internationella motsvarigheter. De flesta andra länder har valt att skapa speciella energiforskningsinstitut för främst tillämpad forskning och utvecklingsarbete på snävt avgränsade teknikområden. Det finns både fördelar och nackdelar med detta system. T ex måste i England speciella "link programs" inrättas för att förståelseforskningen skall hinna ikapp. Den svenska systemet baserar sig på insikten att tvärvetenskapligt samarbete lättare initieras i högskolor där många discipliner möts. Vidare antas kunskap och metodik nödvändig för tvärvetenskapliga projekt lättare inhämtas i miljöer med många akademiska forskningsinriktningar. Uppfattningen att tvärvetenskap bäst bedrivs som en verksamhet där flera akademiska kompetenser under ett begränsat antal år samarbetar men med bibehållande av sina disciplinära hemvister dominerar i Sverige. En tendens att vetenskapligt sacka efter kan nämligen ofta förmärkas hos tvärvetenskapliga grupper efter en tid när kontakterna med moderdisciplinernas frontlinje-forskning avtagit.

Forskningen inom energiforskningsprogrammets olika delområden är tänkt att till stor del utföras av högskolan, som har en egen ämnesindelning. Sektorns forskningsbehov måste därför tydliggöras för högskolan av sektorns programorgan, eftersom högskolan själv saknar instrument för prioritering av samhällsrelevant forskning. Förhållandet kan betraktas som en brist i systemet som blev särskilt tydlig vid programstarten. Först efter ca 10 år började seniora forskare allmänt förekomma i programmet. Å andra sidan är det viktigt

att slå vakt om en politiskt oberoende forskningsresurs. Energiforskning kan därför i likhet med all sektorsforskning betraktas som ett hot mot inomvetenskapliga metoder och forskningsinriktningar. Problemområdet börjar definieras av icke-akademiska problemägare, icke-akademisk brådska kan komma att urholka vedertagna arbetsformer m m. Allt efter programmet har fortskridit har systemet anpassat sig så att nya kompetenser kunnat byggas upp i den "gamla" institutionsdräkten. Denna förnyelse uppfattas av de flesta berörda som gynnsam och det är viktigt att den fortgår utan att vare sig lyhördheten för sektorns behov eller den vetenskapliga metodiken går förlorad. Enligt tidigare har ett fåtal professurer och ett stort antal mellantjänster inrättats och doktorer utbildats, vilket bidragit att göra energirelaterade forskningsinriktningar i akademisk mening etablerade.

Ett visst behov av att bygga upp kompetens där sådan helt saknas finns fortfarande kvar i programmet, motiverat bl a av internationellt samarbete.

3.1 Utvärderingar

Resultaten från högskoleprojekten rapporteras regelbundet till respektive finansiär. Som regel krävs minst årliga lägesrapporter och en slutrapport. Förslag till spridning, t ex via utställningar, konferenser och seminarier, eller genom rapporter som riktar sig till utvalda avnämargrupper diskuteras, liksom fortsättning av forskningsprojektet. Någon förteckning över rapporter ges inte här.

För att mäta värdet av forskningen och av forskningsresultaten i förhållande till det vetenskapliga kunskapsläget, vars nivå bestäms internationellt, och till industrins utvecklingsläge eller samhällets behov genomförs utvärderingar. Dessa kan ha olika ändamål. Programutvärdering kan vara beteckningen för en verksamhet som avser ge synpunkter på hur väl hela eller delar av energiforsknings programmet passar in i energipolitiken och de teknikområden som i denna utpekas som speciellt önskvärda. Det har ansetts angeläget att ett fristående organ, Efn, har huvudansvaret för denna typ av utvärderingar.

Med projektutvärderingar avses utvärdering av projekt på definierade projektområden, t ex förbränningsteknik, vindkraftteknik m m. Här har samtliga programorgan ett uttalat ansvar. Även här går det att tala om flera typer av utvärderingar, de renodlat vetenskapliga och de med inslag av teknisk utveckling.

NFR är stilbildare för utvärdering av vetenskaplig kvalitet med peer review-systemet som startade på tidigt 70-tal. Beslutet om vilket projektområde som står i tur för en peer review-genomgång fattas i rådet efter förberedelser i programutskotten, som sedan verkställer beslutet. Arbetsgången innebär normalt att förslag till peers inhämtas från berörda forskare, information om forskare och projekt skickas för granskning och att det hela avslutas med besök hos forskarna. Rapporten sammanställs som regel med någon svensk deltagare som sekreterare.

BFR anlitar sin vetenskapliga nämnd, BVN, för utvärderingar. Nämnden är såtillvida fristående från BFR som att självständiga beslut rörande teori- och metodfrågor, kunskapsspridning, vetenskapligt informationsutbyte mm fattas där. Utvärderingarna av BFR-projekt ansluter vad gäller projektens vetenskapliga kvalitet till NFR-metoden.

Beslut om projektutvärderingar på energiverket fattas av dess utvecklingsnämnd efter förslag från forskningsbyråerna. Förberedelsearbete, val av utvärderare och utvärderingsprogram ombesörjs också av byråerna. Handläggaren utses till funktionär i utvärderingsgruppen.

STU har som nestorn bland myndigheter med teknikutvecklingsmandat den största erfarenheten av projektutvärderingar på tillämpade områden. Förslag och beslut bearbetas på projektenheten eller i ledningsgruppen. Precis som fallet är med NFR gäller att projekt inom energiforskningsprogrammet kan komma med vid utvärderingar inom andra, näraliggande områden.

Tabell 6 återger utvärderingar av projektområden med stor andel högskoleprojekt. I praktisk verklighet återfinns högskoleprojekten inom energiforskningsprogrammet någonstans på en skala mellan grundforskning och teknisk utveckling. Utvärderingsmetoderna bör väljas med hänsyn till projektknippets form och stadium i utvecklingskedjan för att så väl som möjligt kunna besvara frågan om hur "bra" projektet är. Som tidigare nämnts kan finasiären ha anledning att ställa ett flertal frågor i en utvärdering. En självklar fråga när det gäller högskolan som utförare rör vetenskapligheten i arbetet, d v s kvaliteten. Det är därför förvånande att det bland ca 500 högskoleprojekt finns så få kvalitetsutvärderingar.

Tabell 6: Kvalitetsutvärderingar i energiforskningsprogrammet.

Utvärdering av BFR's Energisparforskning	BFR	1988
Research projects on underground heat storage	BFR	1988
The néed for energy systems studies	Efn	1986
Monitoring long Term Energy Technology	Efn	1986
International evaluation of electrochemistry	NFR *)	1983
FFA basic windenergy research program 1987-88	STEV	1988
Utvärdering av skogs-energiprojektet	STEV	1988
Combustion technology	STU	1985
Energy related fluid dynamics	STU	1988

*) NFR låter projekt inom delprogrammet energi-relaterad grundforskning komma med vid utvärderingar av andra av rådets projektområden om de passar in. I vissa fall har utvärderingar gjorts i samarbete med andra programmyndigheter.

Som tidigare nämnts har det i debatten om energiforskningen och sektorsforskning överhuvud ofta framförts att kvaliteten i det forskningsarbete som genomförs är låg. Anledningen kan stå att finna i karaktären hos de uppdrag som programorganen har lagt ut, de kan ha haft för stora inslag av kartläggande eller utredande karaktär för att erhålla omdömet god forskning, samtidigt som projektanslagen kan ha upplevts som alltför generösa. Kvalitet i forskningen bör dock betraktas som en yrkesskicklighet, där frågeställning, arbetshypotes och insikt om kunskapsläget ingår. Det är således inte tillräckligt att grunda generaliserande omdömen om kvaliteten hos energiforskningen på uppgifter om forskningsuppdragen. Det är i stället viktigt att inse att kvalitetsmärket gäller individuella forskare och inte en hel verksamhet. Här kan endast kvalitetsutvärderingar ge tillfredsställande besked.

3.2 Relevans och kvalitet.

De centrala begreppen för mätning och utvärdering av all slags forskning är relevans och kvalitet. För inomvetenskaplig betydelse och kvalitet är en mångfacetterad utvärderingsrutin utvecklad: Försöksmetod, kommunikation, resultathantering mm värderas med avseende på fullständighet och ändamålsenlighet. Indirekt mäts kunskapsspridning, exempelvis produktion av doktorer mm. Relevans har i normalt språkbruk innebörden "av betydelse för". I den inomvetenskapliga forskningen, "på eget programansvar", gäller relevansen den frågeställning

forskningen är tänkt att ge svar på. Med andra ord: frågan skall vara ställd på ett sätt så att befintlig kunskap på området bildar utgångspunkten för forskningsprojektet och så att svaret ger något väsentligt tillskott till den befintliga kunskapen. Andra forskare bör, om de arbetar vetenskapligt, uppmärksamma resultat om det har någon inomveteskaplig betydese. Här är antalet citeringar ett gott mått.

De forskningsområden som här avses är, jämfört med energisektorns teknikområden, smala och av tradition väldefinierade, med odiskutabel hemortsrätt i högskolans institutionsstruktur: teknisk fysik - kemisk teknologi - fysikalisk kemi - m fl.

Utblicken över samhällets behov av just denna forskning uteblir oftast i frågeställningen, man utgår från att en höjning av kunskapsnivån har ett (outtalat) värde i ett modernt samhälle. Det är svårt att pricka in forskningen i FRU-diagrammet (s.11).

Enligt FRU's tankegång bör, omvänt, inte heller projekt på samhällsrelevanta områden bedömas som frikopplade från en inomvetenskaplig betydelse. Utvärderingsmetoderna för dessa projekt är mindre välutvecklade; det är ett komplicerat mönster av växelverkan i utvecklingskedjan som måste bearbetas för att man skall få fram en bild som allmänt uppfattas som rättvisande.

För energisektorns forskning blir t ex "relevans" med det normala språkbrukets innebörd i praktiken ett för trubbigt instrument. Snart sagt varje mänsklig aktivitet i samhället förutsätter ju en energiomvandling av något slag. En begränsning av grundbegreppet till att gälla politiskt aktuella

energiprocesser har blivit fallet bland administratörerna av energiforskningsprogrammet, men är olycklig som princip.

Utvärderingarna av högskoleprojekt har inte i någon nämnvärd utsträckning belyst relevansbegreppet. Särskilt vanligt är det att de i grundforskningsnära projekt begränsar sig till inom vetenskapliga aspekter.

STU's utvärderingar har på senare tid utnyttjat begreppen "aspekter" för relevans i olika avseenden, t ex industriell, samhällelig; och "indikatorer" för fenomen som kan fungera som måttstock. Gemensamt med andra försök till sådan begreppslig sortering är att man oftast tvingas använda indirekta mått vilka givetvis alltid kan ifrågasättas. Indikatorerna sammantagna anses dock kunna ge upplysningar om de relevansaspekter som efterfrågas. Exempel är forskningens geomslag i akademisk utbildning, industrins intresse av denna forskning m fl. Indikatorer är antal disputationer och antalet anställda med den specifika forskningserfarenheter.

Många överväganden som kunde verka upplysande vad gäller relevansaspekterna på projekten döljs kanske i inledande, ofta grundliga diskussioner mellan administratör och projektledare. Problemformuleringen för och presentationen av syftet med det enskilda projektet föranleder de flesta påpekandena om brister i utvärderingarna i tabell 6. Många av motiven för den detaljerade inriktningen av det svenska energiforskningsprogrammet kan alltså vara underförstådda men ändå starkt styrande. Det mest talande exemplet är kanske det som återfinns i utvärderingen av förbränningsforskning 1985 (STU), i vilket

utvärderarna påpekar att ett projekt om absorption av svaveldioxid från förbränning i kalk inte är förbränningsforskning.

Ett särskilt problem utgör omogna forskningsområden. Till dessa hör t ex delar av förbränningstekniken. Forskning kring utsläpp, t ex av dioxiner, har i hög grad karaktären av trial-and-error och det är förståeligt att programorganen avvaktar med utvärderingar på detta och fler av de "omogna" områden. Själva utvärderingsprocessen är emellertid viktig som instrument för kunskapsspridning och ökad förståelse och har erfarenhetsmässigt lika stort värde som utvärderingar av redan förfinade forskningsområden.

Integrering av sektorsforskning i högskoleforskning föreslås emellanåt som en av flera metoder att öka sektorsforskningens kvalitet. Integrering med definitionen inrättande av tjänster fick fart 1984 och är numera ingen ovanlighet i programmet. Den typ av integrering som överföringar utgör har i några få fall prövats. Effekternas signifikans är därför osäker. Integrering i bemärkelsen integrering av energiforskningsanslag i fakultetens har också föreslagits. Den fråga som då bör ställas gäller om för energisektorn relevant forskning skulle komma fram om forskningen får ske "på eget programansvar" och utan den speciella styrning som programorganen utövar. Efu har genomfört en studie för att klarlägga detta. I studien har utomstående bedömare diskuterat utvecklingsförloppet på tre för sektorn viktiga energiteknikområden. Tre resultat erhålls: Företagen i sektorn saknar i dag den nödvändiga kompetensen för att själva samordna och driva på FoU-processserna i högskolan. De nödvändiga mekanismerna för att driva

fram tvärvetenskap i högskolan av högskolan själv saknas. Slutligen bedömer man risken för att energirelevansen tunnas ut och försvinner vara stor.

För tekniker med tillämpning först på mycket lång sikt kan relevans och kvalitet sägas konvergera. Frågeställningens relevans skulle alltså tolkas som ett kvalitetskriterium.

3.3 Kunskapsspridning, informationsöverföring.

Det är erkänt svårt att nå enighet i frågan om vilka kriterier som bäst mäter graden av kunskapsspridning från forskningsprojekt. STU har gjort försök till detta, bl a i publikationerna Industrirelevanta effekter av STU's långsiktiga insatser för kunskapsutveckling (1985) och Industrirelevanta effekter av insatser på kemiområdet (1988).

En viktig aspekt som tas upp är den kunskapsspridning som sker inom högskolan och som bl a leder till doktorsdisputationer. Efn's Högsektprojekt har studerat detta och jämfört energiforskningens med annan sektorsforskning och med inomvetenskaplig. I studien karaktäriseras "energiforskare" som den kategori som har minst 75% av sin budget finansierad från energiforskningsprogrammet. Resultatet visar att antalet doktorander som handletts av energiforskare fram till disputation i genomsnitt är tre per forskningsenhet. Antalet avviker inte signifikant från antalet disputationer i forskarkategorierna "sektorsforskare" (annat än energi), "fakultetsforskare", "privatforskare" och "rådsforskare". (Dessa kategorier har också definierats enligt det 75 % -iga måttet). Däremot är

produktionen av doktorer signifikant högre i kategorin "blandforskare", dvs sådana som finansieras från flera olika källor.

Samtidigt finner studien att antalet handledda doktorander i kategorierna fakultets- och blandforskare är signifikant högre än i övriga kategorier. Detta kan delvis förklara det högre antalet disputationer bland blandforskarna. Man får också härigenom en antydan om att energiforskningen inte märkbart avviker i den akademiska kulturen.

Industrins efterfrågan av forskare med energiforskningsbakgrund kan också betraktas som mått på kunskapsspridning. Trots att mätsvårigheterna här kan bedömas som ringa saknas sådana undersökningar för energiforskningsprogrammet.

Energiforskningens meritvärde har kopplingar både till kvalitetsproblemet och till frågan om kunskapsspridning. Meritvärderingen i högskolan följer relativt standardiserade mönster, särskilt när det gäller professurer. I en undersökning av sakkunnigutlåtandena vid professorstillsättningar vid Chalmers konstaterar Sven Hemlin och Henry Montgomery att det för det tekniska ämnesområdet är mindre vanligt att mjuka indikatorer används. Bruket av de kvantitativa, t ex antal publikationer, som mer indirekt är relaterade till forskningens kvalitet, dominerar. Detta medför att någon särskild värdering av just energiforskning inte förekommer utan att energiforskarens karriärmöjligheter i stort sett kräver inomvetenskapligt utformade forskningsuppgifter.

4. SLUTSATSER

I det svenska energiforskningsprogrammet har högskolan utnyttjas på många sätt. I stort sett är de berörda överens om att utvecklingen har varit en gynnsam symbios mellan sektor och högskola. Samverkan kan dock förbättras. Inledningsårens högskoleforskning var en marginell verksamhet på institutionerna. Nu har energiforskning blivit huvudverksamhet vid vissa institutioner. Genom den externa finansieringen riskerar personaladministrativa problem uppkomma, liksom problem med lokaler m m. Samtidigt med att programmet på högskolesidan nu både koncentreras och fördjupas är det således dags att ta ställning också till problem av ovanstående slag.

Sett ur programmets synvinkel har inslaget av högskoleforskning hittills ökat. Ett stort antal institutioner har varit och är fortfarande verksamma i programmet. Inom det undersökta tidsintervallet har ökningen inte huvudsakligen berott på att en mängd nya forskningsinriktningar kommit till utan på att speciellt aktiva institutioner ökar antalet projekt. En del av ökningen tycks dock bestå av att fler grundforskningsinriktade institutioner börjar medverka. Någon tillfredsställande uppdelning i grundforskning - tillämpad forskning vid högskolan låter sig inte göras i studien, men tendensen till förskjutning åt det grundläggnade hållet är tydlig.

Tvärvetenskapligt samarbete är framgångsrikt. Institutioner som samarbetar i centra och grupper tenderar dra till sig fler anslag än andra. Programorganens ambition att balansera mellan sina egna arbetsvillkor och högskolans behov är tydlig i variationen av anslag mellan projekt och tjänster,

enskilda institutiner och centra. Fokus ligger på handläggningens inledningsfas i kedjan av arbetsmomenten initiering-beviljning-uppföljning-utvärdering-avslutning-informationsspridning. Antalet projektutvärderingar står inte i någon rimlig proportion vare sig till antalet projekt inom programmet eller de kamerala redovisningarna. Insikterna om projektets värde ur olika utgångspunkter kan självfallet finnas ändå. T ex kan de ha inhämtats i initieringsarbetet eller i informella uppföljningsmoment men inte dokumenterats.

En viss tvekan hos programorganen inför utvärderingsarbetet kan också antas bestå i osäkerhet om den bästa proceduren. Utvärderingsrutinerna för samhällsrelevant forskning är relativt outvecklade.

Några indikationer på att forskningsresultat med relevans för energisektorn skulle komma fram utan styrningen från sektorn har inte obseverats.

4.2 Förslag.

Föra att i högre grad tillmötesgå högskolans behov kan ett antal förändringar i programorganens hantering föreslås:

- De institutioner som är storkunder bör, om inte speciella utvärderingar visar annat, övervägas för långsiktiga institutionsstöd som förstärker basanslagen och försäkrar en återväxt av forskare.

- Likaså bör man särskilt överväga insatser som underlättar forskarnas möjlighet att göra karriär. Detta betyder å ena sidan (förslag till) inrättande

av högre tjänster (professurer). För att vidmakthålla vetenskaplig kvalitet, som är internationellt beroende, bör tjänsterna ha motsvarigheter i andra länder. Å andra sidan att forskningsprojekten utformas så att forskarens meriter kommer att ligga i linje med den inomvetenskapliga karriärstegen.

- Endast doktorabla projekt bör förekomma på högskolan.

- De gemensamma forskarråden på olika områden byggs ut och kompletteras till ett nätverk för hela högskole-engagemanget.

- Utvärderingar av högskoleprojekten bör ske med större systematik och regelbundenhet än hittills.

Referenser

1. B.Wittrock, Lindström, S.
De stora programmens tid
Akademilitteratur 1984

2. Stevrin, P.
Den samhällsstyrda forskningen
Liber 1978

3. Premfors, R.
Svensk forskningspolitik
Studentlitteratur 1987

4. Energiforskningsnämnden
Hur mår högskolan av sektorsforskning. 1987.

Bilaga 1 till

ÖVERSIKT ÖVER HÖGSKOLANS ENGAGEMANG I ENERGIFORSKNINGSPROGRAMMET

Tabell 1

Projekt aktiva 1987/88 i högskolan

Högskola	Institution	Namn	Projekt	Delprogram mm.	Belopp	Startår	Längd	Finansiär
CTH	anläggnt.	Wennberg Olle	Sulfat- och sulfitlutar	60%	450	85	39	STU
CTH	anläggnt.	Wennberg Olle	Ligninutfälld svartlut		439	87	13	STU
CTH	biokemi o -fys	Brändén Rolf	Biokemiska enzymstudier	Fys system	1 557	80	90	NFR
CTH	byggnadsteknik	Wiberg N E	Femlagring	Lagring, sol	280	85	41	STEV
CTH	elektronisk systemt.	Sandberg Ulf	Säkerhet i driftscentralsystem		588	83	60	STU
CTH	elmaskint	Hallenius KE	Magnetisk mättning i elmaskiner		600	86	51	STU
CTH	elmaskint	Hallenius KE	Fältvektrorreglering av elmaskiner	50%	460	86	36	STU
CTH	elmaskinteknik	Hallenius KE	Parameterestimering on-line	Värmekraft..	85	88	6	STEV
CTH	elmaskinteknik	Hylander Johnny	Småskalig elmaskinteknik	Vind	12 458	85	50	STEV
CTH	elmaskinteknik	Torborg Kjeld	Frekvensomriktare		630	84	41	STU
CTH	energit. centrum	Schroeder Kjell	Solvärme i fjärrvärme Nykvarn		116	87	15	BFR
CTH	energit. centrum	Schroeder Kjell	Energiteknisk mätcentral drift bå 87/88		420	87	15	BFR
CTH	energit.centrum	Schroeder kjell	Konvertering till vattenburen värme		88	87	24	BFR
CTH	energit.centrum	Schroeder Kjell	Mätning utvärdering sjövärme Motala		823	85	48	BFR
CTH	energiteknik	Gummerus Peter	Abbonnentcentralers dynamiska egenskaper	Fjärrvärmet	993	86	30	STEV
CTH	energiteknik	Leckner Bo	IEA: FBC-teknik	Förbränningst.	403	80	113	STEV
CTH	energiteknik	Leckner Bo	Förbränningsteknik. Tjänst	Förbränningst.	630	85	36	STEV
CTH	energiteknik	Leckner Bo	FBC-teknik. Tjänst	Förbränningst.	1 410	85	72	STEV
CTH	energiteknik	Leckner Bo	FBC miljö	Förbränningst.	14 250	85	66	STEV
CTH	energiteknik	Leckner Bo	Simuleringsmodell prod. -distr.	Fjärrvärme	512	86	18	STEV
CTH	energiteknik	Leckner Bo	Dieselkombi	värmekraft...	596	88	18	STEV
CTH	energiteknik	McHugh Brian	Värmerörelse i stora vattenmolekyler		150	87	18	STU
CTH	energiteknik	Wallman Henrik	NOx-kemi PFBC	Förbränningst	900	87	16	STEV
CTH	energiteknik	Wene CO	Systemstudier energi-ekonomi-miljö	AES	3 330	80	108	Efn
CTH	energiteknik	Wene CO	Professur 50%	AES	1 815	84	60	Efn
CTH	fys kem	Andersson Lars	Förbränningskemi		1 482	86	60	STU
CTH	fys kem	Holmlid Leif	Förbränning organiska molekyler		188	86	24	STU
CTH	fys kem	Holmström Ber	Fotoelektrokemi polykristallina solceller		750	87	42	STU
CTH	fys kem	Olsson Jim	Förbränning bränsle-vattenblandningar	67%	700	86	42	STU
CTH	fys kemi	Andersson Lars	Förbränningskemisk experimentapparatur		700	86	42	STU
CTH	fys kemi	Andersson Lars	NOx-NH3-reduktion	Förbränningst	247	84	44	STEV
CTH	fys kemi	Holmlid Leif	Molekylstrålemasspektrometri		350	87	24	STU
CTH	fys kemi	Holmlid Leif	Termojonomvandling	Ny elprod.t.	1 188	85	51	STEV
CTH	fys kemi	Holmlid Leif	Förbränning med molekylstråle o laser	Miljö	544	85	36	NFR
CTH	fys kemi	Holmlid Leif	Termojoniska energiomvandlare	Fys system	1 415	80	90	NFR
CTH	fys kemi	Holmlid Leif	Elementära steg i förbränning	Fys system	359	87	24	NFR
CTH	fys kemi	Holmström Bertil		Lagring, sol	1 000	83	66	STEV
CTH	fys kemi	Holmström Bertil	Ga(As,P)-elektroder i solapplikation	Fys system	500	87	36	NFR

CTH	fys kemi	Olsson Jim	DOAS-mätmetodik		509	87	18	STU
CTH	fys kemi	Olsson Jim	Bildning o red av NOx	Förbränningst	1 318	86	36	STEV
CTH	fys kemi	Olsson Jim	Kolväten i laminära flammor	Förbränningst.	1 965	88	36	STEV
CTH	fys kemi	Olsson Jim	Flammodellering	Fys system	430	87	12	NFR
CTH	fysik	Claesson Tord	Supraledande metallglas	grundforskn	138	86	23	STU
CTH	fysik	Claesson Tord	Elektronstrålelitografiutrustning	24%	3 000	86	36	STU
CTH	fysik	Claesson Tord	Högtemperatursupraledare		776	87	38	STU
CTH	fysik	Claesson Tord	EXAFS-unders. av supraledare	Fys system	204	84	48	NFR
CTH	fysik	Granqvist CG	Optiska egenskaper hos ytbeläggningar	grundforskn	2 900	80	120	STU
CTH	fysik	Granqvist CG	Elektriska egenskaper hos ytbeläggningar	grundforskn	1 150	83	78	STU
CTH	fysik	Granqvist CG	Optiska egenskaper hos ytbeläggningar	Fys system	1 702	82	72	NFR
CTH	Fysik	Gustavsson B-A	Strömningsberäkningar fjärrvärmenät	Fjärrvärme	860	86	37	STEV
CTH	fysik	Gustavsson Silas	Värmetransporter		126	85	27	STU
CTH	fysik	Hansson Maj	Magnetiska vätskor	grundforskn	230	88	12	STU
CTH	fysik	Lundén Arnold	Sjöbottenvärmepump Kullavik		34	87	14	BFR
CTH	fysik	Lundén Arnold	Fasta elektrolyter	Fys system	1 535	82	72	NFR
CTH	Fysik	Lundgren Lennart	Termojonteori	Ny elprod.t	160	85	42	STEV
CTH	fysik	Lundgren Lennart	Termojonomvandlarens funktion	Ny elprod.t	160	85	42	STEV
CTH	Fysik	Lund'èn Arnold	Högtemperaturbränsleceller	Ny elprod.t.	37	88	2	STEV
CTH	fysik	Nordén Hans	Frettingdeformation	grundforskn	796	87	36	STU
CTH	fysik	Rosén Arne	Molekyler i förbränning o katalys	grundforskn	1 601	80	120	STU
CTH	fysik	Rosén Arne	Molekyler i förbränning och katalys	Miljö	910	82	72	NFR
CTH	fysik	Ryberg Roger	Heterogenkatalytiska reaktioner		923	85	48	STU
CTH	fysik	Ryberg Roger	Heterogen katalys med IR	Fys system	780	80	90	NFR
CTH	fysik	Torell Lena	Jonledande polymerer	grundforskn	613	86	66	STU
CTH	fysik	Torell Lena	Brillouinspridning jonledande polymerer		50	87	7	STU
CTH	geologi	Eriksson K Gösta	Borrning Gravberg	Geotermi	175	88	6	STEV
CTH	geologi	Gustavsson Gunnar	Nordiskt samarbete säsongslagring		310	82	71	BFR
CTH	geologi	Lindblom Ulf	HDR	Geotermi	407	87	24	STEV
CTH	geologi	Lindblom Ulf	Naturgaslagring i bergrum	Geotermi	150	87	7	STEV
CTH	geologi	Lindblom Ulf	HDR, Fjällbacka,extrainsatser	Geotermi	425	88	4	STEV
CTH	geologi	Lindblom Ulf	HDR	Geotermi	10 302	83	66	STEV
CTH	geologi	Lindblom Ulf	Extra uppspräckning, HDR, Fjällbacka	Geotermi	425	88	4	STEV
CTH	geologi	Wilén Peter	In situmätning i berg		150	87	16	BFR
CTH	geologi	Wilén Peter	Energibrunn med direktförångning		190	86	28	BFR
CTH	geoteknik	Wene CO	Gaskraftsystem	Värmekraft ..	330	88	14	STEV
CTH	husbyggnad	Jarfelt Ulf	Mätteknik kulvertar	Fjärrvärmet.	882	87	30	STEV
CTH	husbyggnad	Jarfelt Ulf	Polyuretanisolering i kulvertar	Fjärrvärmet.	567	85	24	STEV
CTH	högspänningst	Vlastos Antonio	Gasisolering ställverk		1 150	84	49	STU

CTH	högspänningst	Vlastos Antonio	Kompositisolatorer			775	88	49	STU
CTH	industrit.	Bergström Leif	IEA Caddet - utrustning			145	87	13	BFR
CTH	industriteknik	Bergström Leif	Lokal service CTH teknikpark			90	87	12	BFR
CTH	installationst	Abel Enno	Utvärdering solvärme Växjö			328	87	26	BFR
CTH	installationst.	Abel Enno	Systemteknik i experimentbyggande			524	85	35	BFR
CTH	installationst.	Abel Enno	Temp.-beroende värmekällor för-pump			964	86	31	BFR
CTH	installationst.	Abel Enno	Basanslag till avd f installationsteknik			985	85	35	BFR
CTH	installationst.	Abel Enno	Tjänst aktiv solvärmeteknik			604	85	36	BFR
CTH	installationst.	Abel Enno	Ramprogram installationsteknik			2 540	87	36	BFR
CTH	installationst.	Dalenbäck JO	Ingelstad solvärmecentral			45	87	17	BFR
CTH	installationst.	Dalenbäck JO	Energy Consultant fortsättning			30	86	39	BFR
CTH	installationsteknik	Abel Enno	Ramprogram systemteknik	Fjärrvärmet.		1 900	87	35	STEV
CTH	jordvärmegrp	Bäckström Bernt	Samordning jordvärmegruppen BFR			150	87	36	BFR
CTH	jordvärmegrp	Bäckström Bernt	Byggsamordning expertgrupp värmepumpar			50	86	12	BFR
CTH	kem app	Gren Urban	Optimalt kemikalieåtervinningssystem		60%	2 444	83	60	STU
CTH	kem app	Gren Urban	Högtemperaturtvättning cellullosafibrer			694	83	66	STU
CTH	kem app	Gren Urban	Energisnål destillation			993	87	17	STU
CTH	kem app	Gren Urban	Värmetransformatorer			300	88	24	STU
CTH	kem app	Gren Urban	Torvavvattning. Tjänst	Torvbränsle		630	85	37	STEV
CTH	kem app	Gren Urban	Simulering av sulfatmassaprocessen			569	87	20	STU
CTH	kem app	Hilmart Sune	Transportfenomen ångtorkning	Torvbränsle		1 000	86	32	STEV
CTH	kem app	Münter Maria	Karaktärisering Bränsletorv	Torvbränsle		2 106	82	12	STEV
CTH	kem app	Theliander	Omrörning fast fas-vätska			562	84	47	STU
CTH	kem app	Theliander Hans	Energisnål tankventilation			152	86	32	STU
CTH	kem fys	Kasemo Bengt	Grundläggande förbränningsfenomen			5 266	84	63	STU
CTH	kem fys	Kasemo Bengt	kemisk fysik			620	85	29	STU
CTH	kem fys	Kasemo Bengt	Informationsutbyte förbränning			25	87	20	STU
CTH	kem fys	Keck KE	Förbränning och heterogen katalys			1 313	85	72	STU
CTH	kem reaktlära	Andersson Bengt	katalytisk hydrering			670	86	42	STU
CTH	kem reaktlära	Andersson Bengt	Slurryreaktor			800	86	39	STU
CTH	kem reaktlära	Schöön NH	Energisnålhetskatalysatorer			1 434	82	63	STU
CTH	kem reaktlära	Schöön NH	Avsvavlingskatalysator för petroleum			556	82	42	STU
CTH	kem reaktlära	Schöön NH	Hydreringsreaktioners dynamik			828	87	42	STU
CTH	kemisk fysik	Kasemo Bengt	Väte i metallhydrider			328	88	12	STU
CTH	kärnkemi	Skarnemark C-G	Aktinidkomplex	Fys system		166	87	12	NFR
CTH	mask. element	Johannesson Hans	Friktion hos metall-elastomer	Tribologi		1 110	88	27	STU
CTH	met. konstr.mat.	Olefjord Ingemar	Högtemperaturkompositer. Tjänst	Ny elprod.t.		630	86	36	STEV
CTH	oorg kemi	Ahlberg Elisabet	Blyelektroden		30%	144	86	39	STU
CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	NOx-bildning	Förbränningst.		320	88	12	STEV

CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	Kvicksilverkemi	Förbränningst.	400	87	8	STEV
CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	FBC kemiska förlopp	Förbränningst.	3 650	87	36	STEV
CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	Absorbenter PFBC	Förbränningst.	665	87	16	STEV
CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	Stoftavskiljning, stenflis 50%	Förbränningst.	80	87	15	STEV
CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	Fasanalys halmaskor	Förbränningst	160	87	4	STEV
CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	Fasanalys sorbentmaterial	Förbränningst.	825	85	33	STEV
CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	Mätning FBC. Tjänst	Förbränningst.	1 410	85	72	STEV
CTH	oorg kemi	Lindqvist Oliver	Miljöaspekter förbränning. Tjänst	Förbränningst.	1 410	85	72	STEV
CTH	org kemi	Ullenius Christi	Kromorganisk katalysator	Grundforskn	828	87	42	STU
CTH	org kemi	Wennerström Olof	ledande polymerer	Grundforskn	525	87	24	STU
CTH	org kemi	Wennerström Olof	Organiska katalysatorer	Grundforskn	828	87	42	STU
CTH	org kemi	Wennerström Olof	Polymerer med nya el.-magn.-egenskaper	Grundforskn1/2	50	87	7	STU
CTH	polym. mater	Kubat Jozef	Återvinning pappershaltig plast	18%	960	87	36	STU
CTH	polymerteknologi	Flodin Per	Polyimidsyntes	60%	550	84	66	STU
CTH	reaktorfysik	Sjöstrand NG	Neutronbromsning	Fys system	697	84	48	NFR
CTH	teknisk kemi	Gevert Börje	Kat. H2-behandling biomassaoljor	Alt. drivmedel	1 900	83	52	STEV
CTH	teknisk kemi	Larsson Kenneth	Polysulfidtillverkning	35%	200	85	34	STU
CTH	teknisk kemi	Löwendahl Lars	Avgaskatalysatorer	11%	300	84	64	STU
CTH	teknisk kemi	Otterstedt JE	Krackningskatalysatorer		1 160	81	82	STU
CTH	teknisk kemi	Otterstedt JE	Adj prof Govind Menon	68%	240	88	36	STU
CTH	teknisk kemi	Samuelsson Olle	Cellullosablekning		502	88	22	STU
CTH	teknisk kemi	Samuelsson Olof	Pre-NOx	60%	559	82	72	STU
CTH	teknisk kemi	Simonsson Rune	Kemimekanisk massa från lövved		1 880	80	94	STU
CTH	teknisk kemi	Simonsson Rune	Prestationskemikalier ur ligning		1 083	86	20	STU
CTH	teknisk kemi	Simonsson Rune	CTMP-testmetoder	79%	541	87	18	STU
CTH	teor fys o mek.	Lundqvist Bengt	Ytreaktioner	Fys system	3 948	80	90	NFR
CTH	teor fys o mek.	Lundqvist Bengt	Högtemperatursupraledare	Fys system	100	87	12	NFR
CTH	teor fysik	Brander Olle	Turbulens. Tjänst	Förbränningst	1 410	85	77	STEV
CTH	teor fysik	Burden Anthony	Turbulent förbränning	Förbränningst.	791	87	36	STEV
CTH	teor fysik	Burden Tony	Turbulenta flöden		523	84	41	STU
CTH	tillämp termdyn	Olsson Erik	Rörligt golv till vindtunnel	18%	350	82	81	STU
CTH	tillämp termdyn	Sunden Bengt	Värmeväxlarsystem		1 360	80	114	STU
CTH	tillämp termdyn	Sundén Bengt	Turbulent gränsskiktsströmning		1 716	86	103	STU
CTH	tillämp termod	Olsson Erik	PFBC kunskaper	Förbränningst.	6 525	81	98	STEV
CTH	tillämp termod	Olsson Erik	IEA PFBC basic research	Förbränningst.	380	87	28	STEV
CTH	tillämp termod	Olsson Erik	Värmeöverföring PFBC	Förbränningst	593	87	19	STEV
CTH	tillämp termod	Olsson Erik	PFBC-forskning. Tjänst	Förbränningst.	1 410	85	72	STEV
CTH	tillämp termod	Olsson Erik	Strömning, värmeöverf. gasturb. Tjänst	Värmekraft ..	1 410	85	72	STEV
CTH	tillämp termodyn	Olsson Erik	Turbomaskiner		630	87	24	STU

CTH	tillämp termodyn	Olsson Erik	LDA	50%	200	87	12	STU
CTH	tillämp termodyn	Olsson Erik	PFBC-tjänst	Förbränningst.	1 410	85	72	STEV
CTH	tillämpad termodyn	Olsson Erik	Instationär avlösning		100	87	18	STU
CTH	tillämpad termodyn	Sundén Bengt	Optimering av systemvärmeväxlare		1 362	80	90	STU
CTH	tillämpad termodyn	Sundén Bengt	Optimering av kompakta värmeväxlare	50%	135	86	42	STU
CTH	vattenbyggnad	Svensson Torbjörn	Ramprogram för sjövärmestudier		560	87	36	BFR
CTH	vattenbyggnad	Svensson Torbjörn	Beräkningsmodell sjövärmekollektorer		80	87	8	BFR
CTH	vattenbyggnad	Svensson Torbjörn	Miljökonsekvenser ny energiteknik		257	87	24	BFR
CTH	vattenbyggnadst.	Svensson Torbjörn	Forskartjänst värmelagring		812	86	36	BFR
CTH	värmet o maskl	Berntsson Thore	IEA - New Direktions for Heat Pumps		95	86	6	BFR
CTH	värmet o maskl	Berntsson Thore	Långsiktig kunskapsuppbyggnad v-pumpar		1 445	87	36	BFR
CTH	värmet o maskl	Berntsson Thore	IEA-samarbete CFC i värmepumpar		318	87	12	BFR
CTH	värmet o maskl	Berntsson Thore	Icke-azeotropa blandningar för v-pumpar		334	86	10	BFR
CTH	värmet o maskl	Berntsson Thore	Ramprogram värmepumpteknik	Värmepumpar	3 000	87	37	STEV
CTH	värmet. mask.l.	Berntsson Thore	Kunskap värmepumpsteknik		1 445	87	25	STU
CTH	värmet. masklär	Berntsson Thore	Värmepumpsförångare		270	87	12	STU
CTH	värmet. masklär	Berntsson Thore	Värmepumpssystem, industriaspekter		593	87	30	STU
CTH	värmet. masklär	Berntsson Thore	Kunskap värmetransformatorer	50%	297	84	49	STU
CTH	värmet. masklära	Berntsson Thore	Komp/absorptionsvärmepumpar		333	86	24	STU
CTH	värmet. masklära	Berntsson Thore	IEA värmepumpar		278	88	24	STU
CTH	värmet. o. masklära	Berntsson Thore	Adj prof värmepumpar		175	85	33	BFR
CTH	värmet. o. masklära	Berntsson Thore	Forskartjänst, längs. kunskapsuppbyggnad		529	86	24	BFR
CTH	industriteknik	Holmqvist Hans	IEA National Groups- telefaxsystem		20	87	25	BFR
CTH	industriteknik	Vannerskog CA	Frekvensomriktare kompressorer v-pum		50	86	8	BFR
CTH	kem fys	Kasemo Bengt	Katalytisk förgasning av kol	Förgasningst	1 241	88	24	STEV
Falun		Broman Lars	Solstrutar	60%	114	86	19	STU
Falun		Broman Lars	Solvärmeanläggningar: Simulering mm		107	86	12	BFR
Falun		Broman Lars	Preprocessor modulära simuleringsprog		802	87	24	BFR
Falun		Broman Lars	Solmätningsstation i Borlänge		202	86	24	BFR
Falun		Broman Lars	ISES Solar World Congress Hamburg -87		18	87	4	BFR
Falun		Broman Lars	Applied Optics Conf. Prag -87		18	87	2	BFR
Falun		Broman Lars	Solar Energy Conf. Bagdad -88		24	87	4	BFR
Falun		Broman Lars	Solenergiseminarier i Borlänge		24	87	5	BFR
Falun		Broman Lars	Ramprogram solvärmeteknik	Sol	2 173	87	35	STEV
Handels	EFI	Bergman Lars	Systemstudier energi-ekonomi-miljö	AES	3 043	80	108	Efn
Handels	EFI	Bergman Lars	Professur 50%	AES	1 940	83	96	Efn
Karlstad		Sjöberg LA	Organosolvtekniken	50%	500	86	38	STU
KTH	biokemi	Neujahr Halina	Bioelektrokatalys		750	87	42	STU
KTH	biokemi	Neujahr Halina	Energiöverföring via hydrogenas	Biosystem	979	82	72	NFR

KTH	byggnadsekonomi	Båve Eric	Små värmepumpar			225	85	32	BFR
KTH	cellullosatekn	Hartler Nils	Energireduktion vid flisraffinering		45%	2 170	87	24	STU
KTH	cellullosateknik	Hartler Nils	Förbehandling av ved		50%	944	82	92	STU
KTH	cellullosateknik	Hartler Nils	Kemimekanisk björkmassa			1 191	84	51	STU
KTH	cellullosateknik	Hartler Nils	Dubbelskruvknådare		40%	139	85	42	STU
KTH	elkraftcentrum	Bubenko Janis	Prod.-planering, vatten- o. värmekraft	Ny elprod.t.		470	87	24	STEV
KTH	elmaskiner	Gustavsson Fredrik	Asynkronmotor		50%	464	88	21	STU
KTH	elmaskiner	Gustavsson Fredrik	Självreglerande växelriktare		60%	300	86	28	STU
KTH	elmaskinlära	Eriksson Sture	Hybriddrift		16%	414	86	28	STU
KTH	elmaskinteknik	Lindström Torsten	Nätsimulator utrusting		38%	8	86	8	STU
KTH	fasta tillst. fys	Rao Venkat	Högtemperatursupraledare		10%	110	87	43	STU
KTH	fysikalisk kemi	Bjurström Henrik	Metallhydrider			100	85	30	STU
KTH	gasdynamik	Fuchs Laszlo	Omslag i strömning			200	87	18	STU
KTH	gasdynamik	Fuchs Lazlo	Numerisk studie strömning i kanal			330	86	37	STU
KTH	installationst.	Larsson Henry	Ventilationsförlopp			631	87	40	STU
KTH	kem app	Rasmusson Anders	Mat. modell nedbrytning i flisstackar	Trädbränsle		870	86	37	STEV
KTH	kem app	RasmussonÅke	Distribution av fasta partiklar			150	88	13	STU
KTH	kem app	Setterwall Fredrik	Absorptionsvärmepumpar			2 635	82	81	STU
KTH	kem tekn	Björnbom Pehr	Positiv blybatterielektrod			70	87	13	STU
KTH	kem tekn	Björnbom Pehr	Alkalisk bränslecell	Ny elprod.t.		1 510	87	32	STEV
KTH	kem tekn	Hörnell Christina	Olja ur torv	Alt drivmedel		900	88	12	STEV
KTH	kem tekn	Hörnell Christina	Olja ur torv	Alt drivmedel		13 295	80	95	STEV
KTH	kem tekn	Lindström O tjänst	Biobränsleförgasning. Tjänst	Förgasningst.		630	86	36	STEV
KTH	kem tekn	Lindström Olle	Kunskap storringskatalysatorer		80%	644	85	52	STU
KTH	kem tekn	Lindström Olle	Alkalisk bränslecell för fordon		20%	596	87	39	STU
KTH	kem tekn	Lindström Olle	Sur bränslecell för fordon		20%	626	87	39	STU
KTH	kem tekn	Lindström Olle	AFC för klor/alkali och klorat			170	87	16	STU
KTH	kem tekn	Sjöström Krister	Delförgasning PFBC	Förbränningst.		425	87	13	STEV
KTH	kem tekn	Sjöström Krister	Flyktiga komponenter,torv-biomassaolja	Alt drivmedel		995	87	12	STEV
KTH	kem tekn	Sjöström Krister	Torv-biomassaförgasning	Förgasningst.		5 790	87	24	STEV
KTH	kem tekn	Sjöström Krister	Dolomitkatalys,mekanismer	Förbränningst.		1 655	87	36	STEV
KTH	kem tekn	Viktorsson LP	Bränslecellskraftverk, naturgas, system.	Ny elprod.t.		160	87	9	STEV
KTH	kulturteknik	Wallentinus HG	Geotermalt saltvatten till Klinteviken			215	85	29	BFR
KTH	kärnkemi	Westermark Torbjö	Musslor som miljöarkiv	Miljö		190	87	12	NFR
KTH	maskinelement	Andersson Sören	Haveri vid glidande kontakt			791	87	36	STU
KTH	maskinelement	Andersson Sören	Funktionella ytors topografi			1 209	88	27	STU
KTH	mek värmeteori	Granryd Eric	Värmeövergång vid kokning			211	87	19	STU
KTH	mek värmeteori	Granryd Eric	Kunskap värmepumpsteknik		24%	1 100	88	37	STU
KTH	mekanik	Alfredsson Henrik	Systemrotation i strömning			100	88	24	STU

KTH	mekanik	Alfredsson Henrik	Omblandning i stratifierad strömning		140	87	18	STU
KTH	mekanik	Johansson Arne	Turbulent strömning		707	86	38	STU
KTH	mekanik	Johansson Arne	Stratifierad strömning		150	88	13	STU
KTH	mekanik	Johansson Arne	Modellering turbulent strömning		200	88	13	STU
KTH	metallgjutning	Fredriksson Hasse	Direktgjutning breda band		1 965	81	96	STU
KTH	metallografi	Rowcliffe David	Supraledande oxider		700	87	38	STU
KTH	numerisk analys	Rizzi Arthur	Centrum f vetenskapliga beräkningar		200	87	8	STU
KTH	org kemi	Moberg Christina	Makromolekylära katalysatorer		124	87	30	STU
KTH	organisk kemi	Ahlgren Göran	Organiska material för elektronik	10%	275	81	96	STU
KTH	organisk kemi	Bergman Jan	Glimning och treeing	50%	200	87	25	STU
KTH	organisk.kemi	Norin Torbjörn	Professur i träkemi	50%	300	87	36	STU
KTH	polymert	Gedde Ulf	Polymernedbrytning i elektriska fält	45%	550	84	54	STU
KTH	polymerteknologi	Rånby Bengt	Polymerisolering	50%	375	88	36	STU
KTH	produktionst	Ameen Ulrik	Kokssönderfall i masugnens förbr -zon		962	84	45	STU
KTH	produktionst.	Améen Ulrik	Kolpulverförgasning masugn		797	85	42	STU
KTH	produktionst.	Edström JO	Titanframställning med plasmateknik		2 397	87	36	STU
KTH	produktionst.	Edström JO	Förbränt kolpulver vid varm O-injektion		870	87	39	STU
KTH	produktionsteknik	Seger Urban	Kokssönderfall i masugn		962	84	45	STU
KTH	tekn elektrokemi	Berendsson Jaak	Uppföljning korrosion v-pump Motala		26	87	11	BFR
KTH	tekn elektrokemi	Simonsson Daniel	System med konvektion	35%	600	84	69	STU
KTH	tekn elektrokemi	Simonsson Daniel	Katodprocessen vid klorattillverkning	40%	313	86	25	STU
KTH	term energit	Söderberg Olof	Strömning vid roterande turbinskivor		470	87	25	STU
KTH	term. energit.	Söderberg Olof	Strömning i axialturbiner		200	87	12	STU
KTH	tillämp proc.metall	Axelsson CL	Kolbaserade stålprocesser		150	87	13	STU
KTH	tillämp processmet.	Mellin Torgny	Havsmineralresurser	40%	491	86	42	STU
KTH	tillämp. processmet.	Torsell Krister	Energiutredning järn och stål		100	84	52	STU
KTH	tillämp. processmet.	Torsell Krister	Starka syrebindare i legeringsgjutning	49%	700	85	28	STU
KTH	tillämp. processmet.	Torsell Krister	Starka inneslutningsbildare		600	85	28	STU
KTH	tillämp. processmet.	Torsell Krister	P-CIG för restprodukter		1 040	85	43	STU
KTH	tillämp. processmet.	Torsell Krister	Ferrolegering med smältreduktion		2 185	86	27	STU
KTH	tillämp. processmet.	Torsell Krister	G-gjutningsteknik		2 745	84	50	STU
KTH	uppv. o ventt.	Petersson Folke	Kulvertförluster vid blockcentraler		42	86	3	BFR
KTH	uppv. o ventt.	Petersson Folke	Konvertering av elvärmda hus		143	87	12	BFR
KTH	uppv. o ventt.	Petersson Folke	Billig solfångare		60	87	9	BFR
KTH	uppv. o ventt.	Petersson Folke	Litteraturinsamling för SEAS		39	87	12	BFR
KTH	uppv. o ventt.	Petersson Folke	Solfångare med förångning		213	87	15	BFR
KTH	uppv. o ventt.	Pettersson Folke	Solenergitidskrift The Heliograph		176	86	24	BFR
KTH	uppv. o ventt.	Pettersson Folke	Konvertering elvärmda hus		167	87	10	BFR
KTH	vattenbyggn. teknik	Göhle Fredrik	Funktion hos klasseringspump		232	85	36	STU

KTH	vattenbyggn. teknik	Sandqvist Alvar	Biogasprocesser			225	85	29	STU
KTH	vattenbyggnad	Johansson Sam	Akviferbaserad kyla-värme för SAS			360	86	24	BFR
KTH	vattenvårdst.	Larsen Jan	2-stegsbiogasprocess med vätskecirkulering			75	87	6	STU
KTH	värme o ugnsteknik	Collin Rolf	Förbränning droppar partiklar			1 067	87	20	STU
KTH	värme o ugnsteknik	Collin Rolf	Värmebehandling i fluidiserad bädd		27%	723	80	114	STU
KTH	värme o ugnsteknik	Collin Rolf	Gasstrålar			160	86	10	STU
KTH	värme.o ugnst.	Collin Rolf	Strömning i cyklonugn			821	85	38	STU
KTH	värmeo ugnst	Collin Rolf	Modellering av pulverflammor	Förbränningst.		540	85	24	STEV
KTH	värmeo ugnst	Collin Rolf	Tredimensionell pannmodell	Förbränningst.		650	88	18	STEV
KTH	värmet	Svedberg Gunnar	Gasturbin med ånginjektion	Ny elprod.t		450	88	22	STEV
KTH	värmeteknik	Bengtsson Margaret	ICCP: Utbränning kol	Förbränningst.		680	84	45	STEV
KTH	värmeteknik	Svedberg Gunnar	Reaktionskinetik kalkinblåsning	Förbränningst.		466	85	36	STEV
KTH	värmeteknik	Svedberg Gunnar	Rökgaskondensering	Förbränningst.		2 135	86	33	STEV
KTH	värmeteknik	Svedberg Gunnar	Avskiljning SOx,NOx. Tjänst	Förbränningst.		630	87	36	STEV
KTH	värmeteknik	Svedberg Gunnar	Avancerade gasturbiner	Ny elprod.t.		450	88	22	STEV
LinkTH	energisystem	Karlsson Björn	Industriell energianalys			962	88	33	STU
LinkTH	energisystemteknik	Karlsson Björn	Industriella energisystem		25%	250	85	31	STU
LinkTH	energisystemteknik	Karlsson Björn	Värmelagring i industriella smältor			892	86	19	STU
LinkTH	fys o mätteknik	Petersson LG	Katalytiska reaktioner på metallytor	Fys system		828	85	36	NFR
LinkTH	fysik o mätt.	Inganäs Olle	elektroaktiva polymerblandningar		50%	75	87	25	STU
LinkTH	fysik o mätt.	Petersson LG	Katalytiska reaktioner på metallytor			1 597	86	60	STU
LinkTH	fysik o mätt.	Petersson LG	Hög-och lågtryckskatalys			828	87	42	STU
LinkTH	fysik o mätt.	Salaneck William	Dopning hos ledande polymerer			193	87	38	STU
LinkTH	fysik o mättekn	Chao Koung-An	Fys egenskaper hos ledande polymerer	Fys system		210	87	24	NFR
LinkTH	fysik o mätteknik	Bjorklund Robert	Konduktivitetsmätningar NOx-reduktion			245	86	32	STU
LinkTH	fysik o mätteknik	Claesson Ola	Pulsradiolys			100	86	18	STU
LinkTH	fysik o mätteknik	Monemar Bo	Vakuumplasmasprutning			1 353	83	52	STU
LinkTH	hydraulik o pneu.	Ryberg KE	Hydrauliska system			1 628	85	73	STU
LinkTH	konstr o prodt.	Söderström Mats	Industriell energiteknik			1 380	85	61	STU
LinkTH	tema	Ingelstam Lars	Analys kommunernas värmeförsörjning	Komm. e-plan.		367	87	32	STEV
LinkTH	tillämp fysik	Lundström Ingemar	ledande polymerer		50%	1 730	80	96	STU
LiTH	Tema T	Ingelstam Lars	Värmeförsörjning i kommunsektorn	AES		798	83	60	Efn
LNTH	analytisk kemi	Johansson G tjänst	Elektrokemi. Tjänst	Ny elprod.t.		630	85	36	STEV
LNTH	analytisk kemi	Eriksson Inger	Svavelbindningar i kol			1 157	83	73	STU
LNTH	analytisk kemi	Johansson Gillis	Ytmodifierade elektroder	Fys system		1 009	82	72	NFR
LNTH	biokemi	Albertsson P Å	Fotosyntesens mekanismer	Trädbränsle		630	85	38	STEV
LNTH	biokemi	Albertsson Per Åke	Kloroplastmembranets struktur o funktion	Biosystem		2 502	80	90	NFR
LNTH	biokemi	Hahn-Hägerdahl Bä	Biokonvertering av cellullosa	Alt. drivmedel		11 722	80	126	STEV
LNTH	biokemi	Hahn-Hägerdahl Bä	Pentosjäsning	Alt. drivmedel		547	87	24	STEV

LNTH	biokemi	Mandenius CF	Processreglering med bioteknik	Alt drivmedel	266	86	30	STEV
LNTH	biokemi	Åkerlund H-E	Fotosyntesens O2-utveckling	Biosystem	250	87	12	NFR
LNTH	driftteknik	Dahlin Sören	Rekuperativa brännare		214	86	20	STU
LNTH	fys botanik	Möller Ian Max	Växtrespiration	Biosystem	853	87	36	NFR
LNTH	fys kemi 1	Jönsson Bengt	Ytkemiska studier av torv	Torvbränsle	693	86	24	STEV
LNTH	fys kemi 2	Forsén Sture	Kemisk kinetik i förbränning	Förbränningsteknik	3 000	86	49	STEV
LNTH	fysik	Aldén Marcus	Laserutrustning förbr. -diagnostik	65%	1 100	86	43	STU
LNTH	fysik	Aldén Marcus	Eg-samarbete förbränning		1 218	87	44	STU
LNTH	fysik	Aldén Marcus	Tolkning laserspektra	Förbränningst	746	85	36	STEV
LNTH	fysik	Aldén Marcus	Förbränningskinetik,datormodellering	Förbränningst	1 739	85	72	STEV
LNTH	fysik	Aldén Markus	Ramprojekt laserdiagnostik		1 200	88	38	STU
LNTH	fysik	Aldén Markus	Laserbaserad diagnostik		816	85	48	STU
LNTH	fysik	Andersson Sture	Segjärnskulvert	Fjärrvärmet.	570	88	17	STEV
LNTH	fysik	Forsén Sture	Förbränningskinetik	Förbr.-teknik	820	85	35	STEV
LNTH	fysik	Holmstedt Göran	LDA-utrustning	55%	1 270	86	49	STU
LNTH	fysik	Holmstedt Göran	LDA mätteknikutveckling		400	88	13	STU
LNTH	fysik	Holmstedt Göran	Hastighetsmätning	Förbränningst.	1 428	85	36	STEV
LNTH	fysik	Högberg Thure	Gnisttändning	28%	853	83	84	STU
LNTH	fysik	Högberg Thure	Referensgrupp flammodellering		300	87	27	STU
LNTH	fysik	Högberg Thure	EG-samarbete förbränningskinetik	Förbränningst	18	87	12	STEV
LNTH	fysik	Högberg Thure	Koordination FTC-forskning	Förbränningst	475	87	38	STEV
LNTH	fysik	Mårtensson Nils	Elektronstrukturstudier	Fys system	1 195	85	36	NFR
LNTH	fysik	Nilsson Jonny	Turbulent förbränning. Tjänst	Förbränningsteknik	630	87	48	STEV
LNTH	fysik	Svanberg Sune	Laserspektroskopisk diagnostik		4 963	81	102	STU
LNTH	fysik	Torisson Tord	Emissioner vid turbulent förbränning	85%	1 229	86	30	STU
LNTH	fysik	Torisson Tord	Förbränningsteknisk apparatteknik		994	86	30	STU
LNTH	fysik	Torisson Tord	Numeriska turbulensmodeller	Förbränningst.	1 066	85	36	STEV
LNTH	kem app	Gharib Aly	Energibesparing i separationsprocesser		707	82	62	STU
LNTH	kem app	Jernqvist Åke	Partikelklassering kristallisation		1 076	86	42	STU
LNTH	kem app	Jernqvist Åke	Absorptionsvärmepumpar		1 244	84	66	STU
LNTH	kem app	Jernqvist Åke	Adj prof termokemiska sorptionsprocesser		372	86	36	BFR
LNTH	kem app	Jernqvist Åke	Absorptionsproc: självcirkulation	Värmepumpar	460	88	30	STEV
LNTH	kem app	Jönsson Ann Sofi	Membranseparation		1 427	85	78	STU
LNTH	kem app	Jönsson Ann Sofi	Ytaktiva substanser vid membranfilter		300	86	33	STU
LNTH	kem app	Jönsson Ann Sofi	Rening av blekeriavlopp		342	88	16	STU
LNTH	kem app	Lundin ST	Heterogena katalysatorer		89	86	22	STU
LNTH	kem app	Roland Wimmersted	Torkning vid gipsskivetillverkning	60%	758	88	30	STU
LNTH	kem app	Roland Wimmersted	Optimalt sockerbruk		695	83	65	STU
LNTH	kem app	Roland Wimmersted	IEA industrivärmepumpar		111	86	24	STU

LNTH	kem app	Roland Wimmersted	Torkning vid gipstillverkning		60%	758	88	30	STU
LNTH	kem app	Ronald Wennersten	Högtrycksextraktion		50%	800	87	31	STU
LNTH	kem app	Ronald Wennersten	Expertsystem separationsteknik			217	86	18	STU
LNTH	kem app	Stenström Stig	Värmeöverföring i yankeecylindrar			214	87	9	STU
LNTH	kem app	Wimmerstedt Rolan	Ångtorkning biobränslen	Trädbränslen		692	86	33	STEV
LNTH	kem tekn	Andersson Arne	Sturkturdefekter			2 992	81	84	STU
LNTH	kem tekn	Andersson Arne	Studier av oxidkatalysator	Förbränningst.		827	87	36	STEV
LNTH	kem tekn	Andersson Lars	Katalysatordeaktivering			1 025	86	37	STU
LNTH	kem tekn	Andersson Lars	NO-reduktion i rökgaser med ammoniak	Förbränningst.		247	87	35	STEV
LNTH	kem tekn	Bjerle Ingemar	Anaeroba filmreaktorer			931	83	72	STU
LNTH	kem tekn	Bjerle Ingemar	Våt-torr rökgasrening	Förbränningst.		1 701	81	78	STEV
LNTH	kem tekn	Bjerle Ingemar	Våt-torr rökgasrening. Tjänst	Förbränningst.		1 410	85	72	STEV
LNTH	kem tekn	Bjerle Ingemar	Avsvavling genom kalkinblåsning	Förbränningst.		1 010	86	48	STEV
LNTH	kem tekn	Bjerle Ingemar	Dioxiners nedbrytningskinetik	Förbränningst.		960	87	20	STEV
LNTH	kem tekn	Bjerle Ingemar	Biomasseförgasning	Förgasningst.		4 087	80	114	STEV
LNTH	kem tekn	Karlsson Hans	NOx-modellering vid pulvereldning	Förbränningst.		1 065	87	24	STEV
LNTH	kem tekn	Karlsson Hans	Mikrobiell avsvavling av stenkol	Kolbränsle		1 830	86	37	STEV
LNTH	kem tekn	Lundin ST	Heterogen katalys med IR			1 785	81	87	STU
LNTH	kem tekn	Odenbrand Ingemar	Katalytisk NOx-red, fossila bränslen	Förbränningst		4 721	84	68	STEV
LNTH	kem tekn	Silvegren Krister	Kont. finkemikalieprocesser		50%	293	85	54	STU
LNTH	kem tekn	Wesslén Bengt	Koldispersioner		25%	258	86	30	STU
LNTH	kolhydratkemi	Svensson Sigfrid	Friktionsnedsättning hos polysackarider			150	87	12	STU
LNTH	kärnfysik	Erlandsson Bengt	Radioaktiva emissioner vid förbränning	Miljö		178	85	36	NFR
LNTH	kärnfysik	Erlandsson Bengt	Radioaktivt Cs i mark vid olika N	Miljö		75	87	12	NFR
LNTH	livsmedelst.	Hallström Bengt	Membranfiltrering			700	85	45	STU
LNTH	livsmedelst.	Lopez Leiva Miguel	Mikroemulsioner			200	88	12	STU
LNTH	livsmedelsteknik	Hallström Bengt	Speciella studier av bakskorpan		60%	1 409	80	102	STU
LNTH	mat fysik	Claesson Johan	Värmelagring i mark	Lagring		3 060	87	35	STEV
LNTH	mek. värmeteori	Tyllered Gunnar	Okonventionella material			270	85	31	STU
LNTH	miljö o energi	Johansson Thomas B	Systemstudier el o naturgas, kärnkraftavv	AES		4 230	80	108	Efn
LNTH	miljö o energi	Johansson Thomas B	Professur systemstudier	AES		2 670	84	54	Efn
LNTH	oorg kemi 1	Larsson Ragnar	Kunskap katalys			3 420	83	102	STU
LNTH	oorg kemi 1	Larsson Ragnar	Bränslecellskatalysatorer			1 290	80	102	STU
LNTH	oorg kemi 1	Larsson Ragnar	Regenererbara redoxbränsleceller	Ny elprod.t.		2 408	84	75	STEV
LNTH	oorg kemi 1	Larsson Ragnar	Syrgaselektroden i sur elektrolyt	Ny elprod.t.		830	87	37	STEV
LNTH	oorg kemi 1	Larsson Ragnar	Bränsleceller, metanoloxidation	Ny elprod.t.		628	86	24	STEV
LNTH	oorg kemi 1	Larsson Ragnar	Elektrokatalytisk reduktion av 02	Fys system		1 420	80	90	NFR
LNTH	oorg kemi 1	Rebenstorf Bernd	Kromorganiska katalysatorer	Förbränningst		828	87	37	STEV
LNTH	org kemi 1	Ebersson Lennart	Organisk elektronöverföring			513	86	48	STU

LNTH	org kemi 2	Andersson CA	Katalytiska metallkomplex		107	87	30	STU
LNTH	org kemi 3	Ebersson Lennart	Organiska elektronöverföringsreaktioner	Fys system	470	86	36	NFR
LNTH	radiofysik	Holm Elis	Långlivade radionuklider	Miljö	1 973	81	84	NFR
LNTH	Reglerteknik	Åström KJ	Reglering av energisystem	Ny elprod.t.	520	86	36	STEV
LNTH	tekn vattenres.	Lindh Gunnar	Magasinering av färskvatten		560	86	36	STU
LNTH	tekn vattenres.	Nilsson Kjell	Industriavfall som resurs		900	87	36	STU
LNTH	teknisk geologi	Bjelm Leif	Geotermi i sedimentärt berg	Geotermi	630	85	36	STEV
LNTH	teknisk geologi	Bjelm Leif	Gasborrning Köpingsberg, dokumentation	Geotermi	110	87	4	STEV
LNTH	teknisk geologi	Ulriksen Peter	Radarprofiler i torvmossr	Torvbränsle	580	85	25	STEV
LNTH	vattenförst.	Nilsson Peter	Konsekvenser av avfallskvarnar	Alt drivmedel	70	87	24	STEV
LNTH	vattenresurst	Gustavsson Leif	Växelverkan användarsidan	Fjärrvärmet.	675	86	31	STEV
LNTH	värme o kraftt	Fredrikssen Svend	Ramprogram värmekonvertering	Fjärrvärmet.	2 610	87	36	STEV
LNTH	värme o kraftt	Törnqvist L adj prof	Fjärrvärmeteknik. Tjänst	Fjärrvärmet.	255	86	34	STEV
LNTH	värme o kraftt.	Fredriksen Svend	Ramprogram värmedistribution		4 240	85	52	BFR
LNTH	värme o kraftt.	Jurek Purko	Mätutrustning för effekthushållning		103	87	9	BFR
LNTH	zoologi	Karlsson Johnny	Fågelstudie	Vind	440	80	102	STEV
LuTH	bergmekanik	Digby Peter	Diffusion i amorfa o kristallina material	Fys system	247	85	36	NFR
LuTH	bergmekanik	Stephansson Ove	Bergspänningsmätningar	Fys system	368	87	12	NFR
LuTH	energiteknik	Haag Allan	Hetvattenackumulator		350	87	25	STU
LuTH	maskinelement	Höglund Erik	Smörjmedels skjuvhållfasthet	Tribologi	131	87	9	STU
LuTH	maskinelement	Höglund Erik	Smörjning av maskinelement	Tribologi	531	88	15	STU
LuTH	maskinelement	Höglund Erik	Smörjfetters reologi		712	86	61	STU
LuTH	Samhällsbyggnt	Westerlund Håkan	Avvägning tillförsel-sparande i bebyggels		16	87	8	BFR
LuTH	strömn. lära	Gustavsson Håkan	Partikelsuspensioner		305	85	42	STU
LuTH	vattent	Nordell Bo	Solenergi, lagring i civ.-ing.-utbildning		200	87	34	BFR
LuTH	vattenteknik	Nordell Bo	Samordning solvärmegrupp BFR		100	87	24	BFR
LuTH	vattenteknik	Nordell Bo	Borrhålsvärmelager simulering av drift		1 406	82	78	BFR
LuTH	vattenteknik	Nordell Bo	Forskartjänst bergvärmelager		694	85	36	BFR
LuTH	vattenteknik	Nordell bo	Fältförsök ytsolfångare		299	86	26	BFR
LuTH	vattenteknik	Sellgren Anders	Slurrytransport i rör		690	85	49	STU
LuTH	vattenteknik	Sellgren Anders	Slurrytransport, energiekonomi		270	87	18	STU
LuTH	vattenteknik	Sellgren Anders	Restprodukter vid mineralberedning		146	88	12	STU
SLU	byggnadsteknik	Nilsson Christer	Halmaska, art- o. härkomstskillnader	Förbränningst.	251	84	62	STEV
SLU	ekologi	Christersson Lars	Tillväxtmaximering, lövträd	Energiodling	1 819	87	39	STEV
SLU	ekologi	Ledin Stig	Kunskapsutveckling energiodlingsteknik	Energiodling	83 300	81	111	STEV
SLU	ekologi	Ledin Stig	Energiskogsodling, uppföljning	Energiodling	317	86	32	STEV
SLU	ekologi	Linder Sune	Återföring av näring vid helträd. Tjänst	Trädbränsle	990	87	48	STEV
SLU	ekonomi	Johnsson Bertil	Bränslen från svenskt jordbruk	Energiodling	15 500	80	100	STEV
SLU	JTI	Danfors Birger	Teknisk-ekonomisk analys utrustning	Energiodling	347	86	37	STEV

SLU	JTI	Danfors Birger	Energiskogsgödsling	Energiodling	242	88	6	STEV
SLU	JTI	Henriksson Rolf	Bygg- och klimatteknik i jordbruk		2 346	85	48	STU
SLU	JTI	Jonsson Bengt	Utvärdering prototyp högtät halmbal	Energiodling	310	87	24	STEV
SLU	JTI	Ransmark SE	Bygg- och klimatteknik i trädgårdar		2 262	85	49	STU
SLU	JTI	Sundell Björn	Maskinseminarium	Trädbränsle	60	87	9	STEV
SLU	kemi o mol. biol	Lindqvist Ylva	Struktur hos växtproteiner	Biosystem	985	84	48	NFR
SLU	marklära	Olsson Mats	Odling Flakmossen	Torvbränsle	771	85	36	STEV
SLU	mikrobiologi	Mathisen Berit	Metanbakterier, bioförgasning	Alt drivmedel	400	85	35	STEV
SLU	mikrobiologi	Svensson Bo	Biogasprocessens mikrobiologi	Alt drivmedel	720	87	34	STEV
SLU	radioekologi	Johnsson Karl	Radiotoxiska effekter av jod	Miljö	125	87	12	NFR
SLU	SIMS	Lönner Göran	Prod.-system för trädbränsle. Tjänst	Trädbränsle	210	87	12	STEV
SLU	SIMS	Lönner Göran	Ekonomi i energiskogsodling	Energiodling	115	88	18	STEV
SLU	skogl marklära	Rosén Kaj	Ask- och gröndelsåterföring till skogen	Trädbränsle	2 220	88	48	STEV
SLU	skogsskötsel	Elving Björn	Konsekvenser på prod., helträd. Tjänst	Trädbränsle	210	87	12	STEV
SLU	skogstaxering	Marklund LG	Biomassafunktioner för enskilda träd	Trädbränsle	2 172	81	90	STEV
SLU	skogsteknik	Andersson Stig	Skogsenergi:System och komponenter	Trädbränsle	68 100	80	102	STEV
SLU	skogsteknik	Andersson Stig	IEA: Bioenergi	Trädbränsle	924	86	33	STEV
SLU	skogsteknik	Andersson Stig	Utvärdering skotarkvarn	Trädbränsle	210	87	13	STEV
SLU	skogsteknik	Eriksson Gösta	Förädling salix. Tjänst	Energiodling	1 410	85	72	STEV
SLU	skogsteknik	Gullberg Urban	Växtförädling salix	Energiodling	5 798	86	36	STEV
SLU	skogsteknik	Rajda Jirjis	Modellering av flislagring	Trädbränsle	245	88	16	STEV
SLU	skogsteknik	Svartström Jan	Småskalig torvteknik	Torvbränsle	687	86	18	STEV
SLU	skogsteknik	Säll HÖ	IEA Skördeteknik	Energiodling	877	80	88	STEV
SLU	virkeslära	Ström Gunnar	Mikroorganismer i biobränslen	Trädbränsle	240	85	40	STEV
SLU	virkeslära	Törnqvist Thomas	Storskalig flislagring	Trädbränsle	5 470	82	74	STEV
SLU	virkeslära	Törnqvist Thomas	Barklagring	Trädbränsle	115	86	16	STEV
SLU	virkeslära	Törnqvist Thomas	Bränslets betydelse för pannan	Trädbränsle	1 094	85	40	STEV
SLU	virkeslära	Ström Gunnar	Mikroorganismer i torv	Torvbränsle	240	85	40	STEV
SU	biokemi	Andersson Bertil	Energiomvandling i fotosystem	Biosystem	425	87	12	NFR
SU	biokemi	Baltscheffsky Herri	Enzymer o gener i biologisk energiförs.	Biosystem	200	87	12	NFR
SU	biokemi	Baltscheffsky Marg	ATP-bildningens mekanism	Biosystem	744	80	90	NFR
SU	biokemi	Nordlund Stefan	Fotosyntetiserande bakterier	Biosystem	1 148	84	48	NFR
SU	botanik	Tillberg J-E	Reglering av biomassaproduktion	Biosystem	270	87	12	NFR
SU	FFE	Kjellman Sten	Språkgranskning avhandling	AES	9	88	12	Efn
SU	fysik	Lindgren Bo	Övergångsmetallkluster abs av gaser		1 882	86	67	STU
SU	fysik	Scullman Rosemary	Molekyler i heterogen katalys	Fys system	582	83	60	NFR
SU	meteorologi	Bolin Bert	Havets roll i kolcykeln	Miljö	70	87	12	NFR
SU	meteorologi	Heintzenberg Jost	Molnfysikaliska undersökningar	Miljö	320	87	12	NFR
SU	meteorologi	Heintzenberg Jost	Sot och antropogena substanser i iskärnor	Miljö	325	85	36	NFR

SU	meteorologi	Rodhe Henning	Atmosfärskemi	Miljö		250	87	12	NFR
SU	meteorologi	Rodhe Henning	Svavelföreningar i atmosfären	Miljö		942	87	36	NFR
SU	nat. ekonomi	Eriksson Göran	Industriell utveckling o energianvändning	AES		115	88	12	Efn
SU	nationalekonomi	Andersson Roland	Teknikbedömning på energiområdet			350	88	18	BFR
SU	oorg kemi	Kihlborg Lars	Nitridbildning vid höga N-tryck	Fys system		533	84	48	NFR
SU	oorg kemi	Nygren Mats	Högtemperatursupraledare			697	87	41	STU
SU	oorg kemi	Nygren Mats	Fasta elektrolyter	Fys system		2 726	80	90	NFR
SU	strukturkemi	Noréus Dag	Metallhydrider			660	87	20	STU
UmU	analytisk kemi	Sharp Michael	Polymerskikt på elektroder	Fys system		882	80	90	NFR
UmU	biokemi	Ericsson Ingemar	Fotorespiratoriska reaktioner	Biosystem		1 154	81	60	NFR
UmU	ekolog. botanik	Renberg Ingemar	Oljesot i skogsmark	Miljö		300	87	36	NFR
UmU	ekolog. botanik	Renberg Ingemar	Sedimentundersökningar	Miljö		885	85	36	NFR
UmU	fys botanik	Gardeström Per	Bladmitokondriers respiration i ljus	Biosystem		1 279	85	36	NFR
UmU	fys botanik	Huss Danell Kerstin	Kvävefixering hos Frankia i alrot	Biosystem		1 128	84	48	NFR
UmU	fys botanik	Sellstedt Anita	Hydrogenasenzym hos al och casuarina	Biosystem		410	86	24	NFR
UmU	fys botanik	Öquist Gunnar	Stress och adaption i fotosyntes	Biosystem		1 343	84	48	NFR
UmU	fysik	Bäckström Gunnar	Värmeisolering o elektriska ledare	Fys system		505	84	48	NFR
UmU	fysik	Lundberg Bo	Polymerers elledningsförmåga			583	86	49	STU
UmU	fysik	Sundqvist Bertil	Lågdimensionella ledare	Fys system		425	87	24	NFR
UmU	fysik	Östin Ronny	Isbildning på värmeväxlarytor			924	85	49	STU
UmU	fysiol botanik	Öqvist Gunnar	Vattenbindning i torv. Tjänst	Torvbränsle		630	86	36	STEV
UmU	org kemi	Rappe Christoffer	Provtagningsteknik dioxiner	Förbränningst.		530	86	21	STEV
UmU	tillämp fysik	Sandberg Olof	Ramprogram fjärrvärmekunskaper	Fjärrvärme		1 942	87	35	STEV
UmU	org kemi	Albano Christer	Torvlagring	Torvbränsle		350	88	13	STEV
UpU	fys kem	Almgren Mats	Fluorescens och fotoelektrokemi		30%	336	87	25	STU
UpU	fys kem	Lindqvist SE	Molekylskikt på elektroder			767	86	42	STU
Upu	fys kemi	Almgren Mats	Ljusinducerade proc. i självorg. system	Fys system		1 437	81	84	NFR
UpU	fys kemi	Brown Wyn	Växelverkan i bestrykningsmedier		50%	230	87	39	STU
UpU	fys kemi	Lindqvist Sten Eric	Fotoelektrokemi	Fys system		1 021	82	72	NFR
UpU	fysik	Karlsson Erik	Väteprofiler i metallfolier	Fys system		567	85	36	NFR
UpU	fysik	Mårtensson Nils	Modifiering av katalysatorytor			828	87	42	STU
UpU	fysiol botanik	Bergman Birgitta	Kvävefix. cyanobakterier	Biosystem		739	85	36	NFR
UpU	högspänningst.	Cooray Vernon	Fjärranalys av blixtar	Fys system		210	87	12	NFR
UpU	kemi	Bäckvall JE	Metallkatalys i organiska substrat			828	87	42	STU
UpU	kemi	Carlsson Jan Otto	Metallisering av elektronikmaterial	Fys system		640	87	36	NFR
UpU	kemi	Carlsson Jan Otto	Framställning av tunna skikt	Fys system		100	87	12	NFR
UpU	kemi	Lundström Torsten	Termoelektrisk energiomvandling			600	87	42	STU
UpU	kemi	Olovsson Ivar	Endimensionella ledare		80%	865	85	60	STU
UpU	kemi	Tellgren Roland	Metallhydrider med neutrondiffraktion	Fys system		307	85	36	NFR

UpU	kemi	Thomas J O	Beta-alumina system	Fys system	1 257	82	72	NFR
UpU	kvartärgeologi	Qvarfort Ulf	Hydrogeologi myrar Härjedalen	Torvbränsle	464	86	30	STEV
UpU	meteorologi	Högström Ulf	Forskningsprogram vind	Vind	2 700	82	88	STEV
Upu	meteorologi	Smedman A-S	Turbulens nära marken	Miljö	138	87	12	NFR
UpU	nat. ekonomi	Bankd Ferd	Internationella kolmarknader	AES	16	88	12	Efn
UpU	neutronforskn.	Rudstam Gösta	Snabb fission av U 238	Fys system	882	84	48	NFR
Upu	neutronforskn.	Sköld Kurt	Jontransport i fasta elektrolyter	Fys system	1 538	80	96	NFR
UpU	oorg kemi	Ahlgren Ingemar	Utvärdering värmelager i Vallentunasjön	Lagring	310	86	26	STEV
UpU	statsvetensk	Lewin Leif	Implementeringsspelet: energihushållning	AES	565	85	36	Efn
UpU	teknologi	Hogmark Sture	Haveri vid glidande kontakt	Tribologi	405	87	36	STU
UpU	teknologi	Hogmark Sture	Tribologi hos nya ytbeläggningar	Tribologi	0,5 1 446	88	27	STU
UpU	teknologi	Karlsson Erik Turn	Icke-lokal plasmateori	Fys system	343	84	48	NFR
UpU	teknologi	Ribbing CG	Diffusa gränsskikt		313	88	20	STU
UpU	teknologi	Ribbing CG	Transparenta värmespeglar		550	82	102	STU

BILAGA 3

Översikt över beslutsgången i energiforsknings-
programmet

Bilaga 3

ÖVERSIKT ÖVER BESLUTSGÅNGEN I ENERGIFORSKNINGS-PROGRAMMET

Joachim Schäfer

Stockholm juni 1989

ÖVERSIKT ÖVER BESLUTSGÅNGEN I ENERGIFORSKNINGSPROGRAMMET

INNEHÅLL

1	Utredningen	1
1.1	Syfte, problemställning och analysmodell	1
1.2	Beskrivnings- och analysmodellen	1
1.3	Beskrivning och värdering av innehållet	3
1.4	Frågor utanför undersökningen	8
1.5	Aktörer	8
1.6	Källor, arbetsgång och disposition	8
2	Beställningen under fjärde programperioden	10
2.1	Regeringens direktiv till EFU 87	10
2.2	EFU vidarebefordrar till myndigheterna	11
2.3	Kraven på fortlöpande rapportering	14
2.4	Vad uttrycker dessa krav?	18
3	Vad har tagits fram?	20
3.1	Energiverket	20
3.2	STU	22
3.3	BFR	25
3.4	Efn	28
3.5	EFU 87's arbete och betänkande	29
4	Beställningen under femte programperioden	31
4.1	Regeringens direktiv till EFU 90	31
4.2	EFU vidarebefordrar till myndigheterna	32
4.3	Vad uttrycker dessa krav?	33
5	Vad har tagits fram?	34
5.1	Energiverket	34
5.2	STU	35
5.3	BFR	36
5.4	Efn	37
5.5	Fortlöpande rapportering	37
5.6	Frågor och svar - en översiktsbild	38
6	Hur gick det till och vad är det värt?	40
7	Vad lär oss detta?	46
7.1	Periodiska redovisningar	46
7.2	Underlag till EFU m.m.	47
7.3	Energiforskningsutredningarna	50
7.4	Problemanalys	52

1 Utredningen

1.1 Syfte, problemställning och analysmodell

Syftet med undersökningen är att dess slutrapport, som ett bland flera underlag, ska bilda utgångspunkten för överväganden om hur centrala politiska beslut med koppling till energiforskningsprogrammet bör beredas.

Utredningen ska bidra till detta syfte genom att beskriva och analysera de administrativa processerna, och resultatet av dessa, i samband med beredningen av innevarande treårsprogram och - så långt det är praktiskt möjligt - nu arbetande EFU.

Arbetet omfattar fyra moment, stickordsmässigt beskrivna som (1) att ta reda på vilket material som har utarbetats, (2) beskriva hur det ser ut och har tagits fram samt (3) diskutera vilket värde det har. I anslutning till detta ska jag (4) sammanställa de lärdomar som exemplet ger och föra ett allmänt hållet resonemang om hur underlaget kan utvecklas.

Det ingår emellertid inte i uppdraget att lämna genomarbetade och konkreta förslag till ändrat arbetssätt; EFU svarar själv för alla normativa slutsatser t.ex. i fråga om kvalitativa krav på underlagen, ändrade rutiner för ärendeberedning, styrning och styrformer m.m. Uppgiften inskränker sig till att vidga perspektivet på hur underlagen kan tas fram, sammanställas och bearbetas.

1.2 Beskrivnings- och analysmodellen

I detta avsnitt redovisas vilka kriterier som kommer att användas för att värdera processen respektive produkten, invävda i en lite fylligare beskrivning av momenten.

1.2.1 Inventera befintligt underlag

För att inte söka i blindo, inleds arbetet med en rekonstruktion av den "kravspecifikation" statsmakterna har lagt fast genom principbeslut, förordningar, myndighetsinstruktioner, regleringsbrev o.l. Jag utgår från att detta material ger ett auktoritativt uttryck för regeringskansliets behov av planerings-, besluts- och styrinformation på framför allt kortare sikt. Jag utgår vidare från att informella kontakter allmänt sett spelar en liten roll.

EFU:s begäran om underlagsmaterial antas på motsvarande sätt ge uttryck för behovet av underlag för beslut om nästkommande programperiod. Det kan antas handla både om omvärldsanalyser o.l. samt utvärderingar av prestationer, effekter och effektivitet.

Utifrån det sökschema som blir slutprodukten från detta moment, rekvireras det material som behövs för att belysa hur myndigheterna har besvarat önskemålen.

1.2.2 Beskriva hur underlagen har tagits fram

I detta arbetsmoment är ledfrågan hur myndigheterna har arbetat för att utföra beställningen. Här berörs bl.a. olika expert- och samrådsförfaranden samt fördelningen mellan utvärderingar som utförs internt respektive genom konsultinsatser.

Bedömningsgrunden i fråga om **processen** rör framför allt hur man har lyckats med intern och extern koordinering. I det förra fallet är uppgiften att bedöma om underlagen är representativa för myndigheten och om arbetet har kunnat planeras så att all relevant kunskap har hunnit tas fram. Med representativitet menar jag vilken nivå som har fastställt dokumentet och om det finns olika uppfattningar om vad dokumentationen bör innehålla. I anslutning därtill kan det, i fråga om egeninitierat material, vara intressant att se vilka nivåer inom programorganen som initierar

och genomför dessa.

Den senare aspekten handlar om utrednings- och beslutsfaserna är koordinerade; kommer planer och annat underlag fram i tid, är myndigheternas och utredningarnas tidtabeller i fas med varandra, kan EFU:s krav förenas med programorganens administrativa rytm?

1.3 Beskrivning och värdering av innehållet

Detta moment består av två led: att sammanställa och karaktärisera det beslutsunderlag som kommit in till EFU och departementet respektive att ta reda på hur olika avnämare värderar informationen.

Värderingen av **produkterna** föregås av en systematisering av dokumenten utifrån vilka som har producerat dem (cf 1.2), vilka målgrupper de vänder sig till, vilka teman som diskuteras och vilka typer av analys som utförs. Med kännedom om detta kan man sluta sig till i vilket **syfte** (tentativ användning) de har tagits fram. Det bör noteras att det inte rör sig om en fullgången metaevaluering utan en betydligt enklare ansats.

1.3.1 Beskrivningsvariablerna

De två första variablerna kräver knappast någon vidare presentation. Däremot vill jag helt kort kommentera bedömningen av teman, analystyper och syfte.

Indelningen i **teman** används för att fånga upp och sortera innehållet i dokumenten. De kategorier jag använder mig av är: inlägg om programteorins utformning och hållbarhet, val och utformning av styrmedel, programmets position, beskrivning av verksamheten, inventering av (icke tillgodosedda) behov, utformning och redovisning av planer för verksamheten, överväganden om implementeringsteknik eller utvärderande resonemang.

- Programteorin ger ett uttryck för hur åtgärderna är

tänka att leda till måluppfyllelse och rymmer tre element: mål, de medel som ska användas och hur det ska gå till att sätta in dem på ett effektivt sätt. Programteorin tillåts bilda ett eget tema trots att dess element förekommer som egna teman. Huvudsyftet är att skilja ut resonemang som avser helheten och konsistensen mellan delarna.

- Inlägg om styrmedlen handlar om valet av styrmedelstyp, överväganden om vilket enskilt eller i vilken kombination av styrmedel som ska sättas in och hur de ska utformas.

- Information vars tema är positionen handlar om kunskapsläget, vilka aktörer som beträder arenan och vilken forskning de bedriver, vilka avnämare eller intressenter det finns därutöver, redogörelser för områdets energipolitiska betydelse o.l.

- Verksamheten är vad myndigheten gör för att nå målen, dvs. vilka projekt som bedrivs, vilken information som förmedlas, konferenser som hålls osv.

- När innehållet avser behov handlar de om vad som bör göras på olika områden för att förflytta oss från den aktuella positionen till målet. Indirekt handlar det givetvis även om pengar och andra resurser.

- Planeringstemat är aktuellt när myndigheten talar om vad den har för avsikt att göra under perioden.

- När budskapet handlar om implementering riktas det in på vilka aktiviteter som ska genomföras för att styrmedlen ska kunna sättas in och göra verkan.

- Utvärderande inslag diskuterar eller redovisar vilket "utfall" eller "resultat" som åstadkoms genom tidigare satsningar.

De **analyserande** materialet kan reduceras till fem typer och handlar givetvis om utvärderingar och annan "analytisk information". Deras inriktning beskrivs i uppställningen nedan. Den anger också de beteckningar som kommer att användas av projektet. Siffrorna refererar till en modell som återfinns på sidan efter uppställningen.

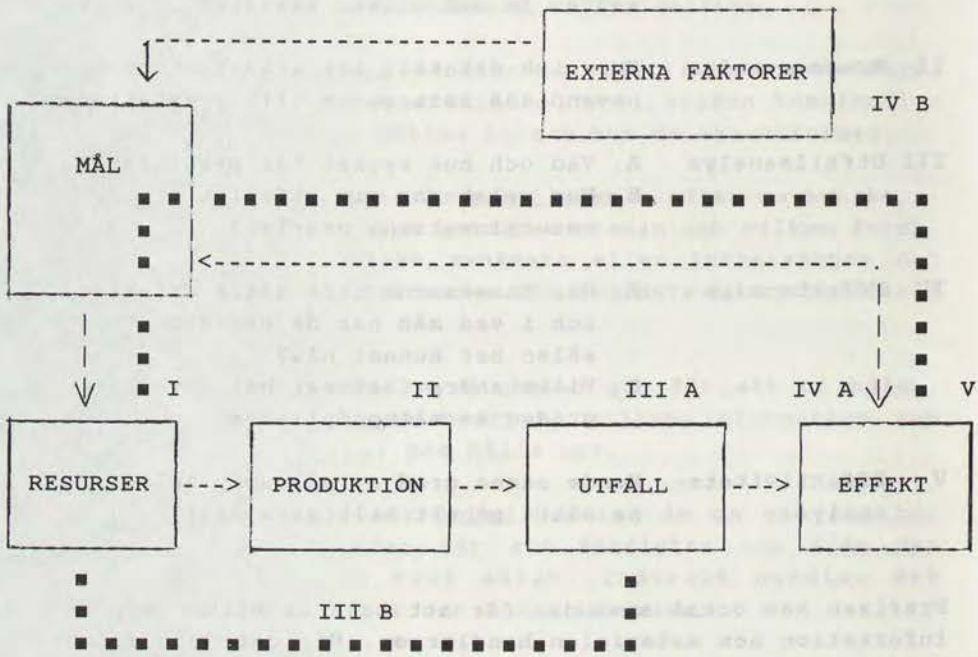
NR	ANALYSTYP	SLAG AV FRÅGA SOM BESVARAS
I	Insatsanalys	Hur stora resurser (av olika slag) sattes in och vilken kvalitet hade de?
II	Processanalys	Hur gick det till när organisationen omvandlade resurserna till prestationer?
III	Utfallsanalys	A. Vad och hur mycket har presterats? B. Hur relaterar sig utfallet till resursinsatsens storlek?
IV	Effektanalys	A. Har insatserna haft några effekter och i vad mån har de medfört att målen har kunnat nås? B. Vilka andra faktorer har påverkat graden av måluppfyllelse?
V	Effektivitets-analys	Kunde samma grad av måluppfyllelse ha nåtts på ett billigare sätt?

Prefixen kan också användas för att tala om vilken typ av information som materialen handlar om. När det inte finns anledning att tala om någon specifik typ, kommer jag att använda termen resultatinformation som ett allmänt och övergripande uttryck.

Vad analystyperna står för och hur de förhåller sig till varandra blir tydligare om de placeras in i en schematisk produktionsmodell (se nästa sida). Siffrorna i modellen refererar till motsvarande i uppställningen ovan. För fullständighetens skull har jag även markerat produktivitetsbedömningar (IIIB).

Det är inte utan anledning som modellen har vissa gemensamma drag med hur den politiska processen brukar beskrivas: mål formuleras och resurser avdelas (beredning och beslutsfattande, beställningen omvandlas till målorienterade aktiviteter (implementering). Efter en tid frågar man sig vilka effekter som har nåtts och hur god resursanvändningen har varit (utvärdering) för att avgöra verksam-

hetens inriktning och omfattning (återkoppling).



Syftet kan beskrivas med hjälp av en indelning i ett antal "grundtyper". Vid utvärdering (eller "resultatanalys" alt. "uppföljning" för den som så vill) brukar det handla om ett eller flera av följande syften: inlärning, mobilisering, styrning och ledning, prövning & kontroll samt allmänt kunskapssökande. Ett gemensamt drag är att de uttrycker en strävan efter att på kortare eller längre sikt förändra (läs: förbättra) arbetet.

Inlärning innebär att man strävar efter att hjälpa en verksamhet att utvecklas. Detta kan man göra genom att både förvaltningsledning och personal lär sig mer om hur arbetsprocessen fungerar, vilka resultat som nås osv.

Utvärderingar kan också användas för att mobilisera

frigöra förändringskrafterna genom att stimulera ledning och personal till ökat deltagande i processen, eller genom att aktivera den som beställt verksamheten.

Den tredje kategorin utgår från det behov av information som beställaren behöver för att kunna styra programmet eller vad förvaltningsledningen kräver för de operativa besluten.

Den fjärde motivkretsen, att pröva & kontrollera, sammanfaller antagligen med den mest spridda bilden av syftet. Utvärderingar görs enligt denna av en överordnad instans som vill ha information för att avgöra om uppdraget har utförts på rätt sätt och om resultatet är värt de pengar som förbrukats. Prövning står för en friare bedömning än kontroll som markerar en bedömning utifrån mer distinkta kriterier.

Utvärderingar kan också syfta till en allmän kunskapsökning. Vanligen genomförs sådana projekt som forskningsinsatser.

Erfarenhetsmässigt vet vi att beställare av utvärderingar inte alltid vill eller kan ge en öppen redovisning av sina motiv. Det finns således anledning att göra åtskillnad på motiv och motiveringar. De syften som det talas om ovan hör normalt sett hemma i den förra kategorin. Att komma åt eventuella dolda motiv för utvärderingar, hur intressant det än vore, fordrar en djuplodande ansats bl.a. baserad på urval av några fall och inträngande intervjuer.

1.3.2 Värderingen

För att kunna **värdera** beslutsunderlagen behövs en tydligt utformad värderingsgrund. I detta fall utgår momentet dels från de krav som framkommer genom moment 1, dels med ledning av syftet och tar fasta på om det finns rimliga skäl tro att kraven har tillgodosetts. N.b. den tidigare gjorda markeringen att avsikten inte är att göra en stringent tillämpning av kriterierna.

Till detta kommer avnämarnas bedömning. Projektets uppgift

är att ge de aktörer som ingår i undersökningen (se nedan) tillfälle att dels bedöma materialets relevans för egna styrnings- eller ledningsbeslut, dels vad man tror om nyttan för andra aktörer.

1.4 Frågor utanför undersökningen

För att undanröja eventuella osäkerheter om vad som ska utredas, kompletteras den positiva formuleringen med några markeringar av vad som inte ingår. De frågor som utesluts är t.ex:

- analys av EFU:s respektive departementets kapacitet att ta emot informationen och nyttiggöra denna i beredningsprocessen
- hur väl informationen motsvarar programorganens interna behov för att fatta ledningsbeslut och om det finns fungerande mekanismer för organisatorisk inlärning
- att inventera och bedöma alternativ till den nu aktuella formen för att sammanställa och värdera aktiviteterna i programmet, dvs. hur arbete och ansvar för att utvärdera programmet bör fördelas.

1.5 Aktörer

Aktörsgruppen omfattar, utöver departementet EFU 87 och EFU 90, BFR, Efn, energiverket och STU. Riksdagen utelämnas av praktiska skäl. I fråga om Efn uppmärksammas endast nämndens roll som utvärderare - ej programorgan, dvs. exklusive LET och AES.

1.6 Källor, arbetsgång och disposition

Jag har redan redovisat (1.2.1) vilka källor som moment 1 avses bygga på. Till detta kommer material som visar hur programorganen har försökt tillgodose kraven. Det handlar

alltså framför allt om att bearbeta programplaner och periodiska redovisningar. Fristående utvärderingsrapporter kan av tidsskäl inte ingå i undersökningen. Sådan information fångas emellertid upp indirekt i den mån den refereras i huvudkällorna.

Avgränsningen innebär att analysen endast omfattar det material som direkt svarar mot "kravspecifikationen". Jag exkluderar m.a.o. även information som primärt har använts för intern ledning.

Härutöver sker datainsamlingen genom en serie intervjuer med intervjuer av personal vid programorgan och departement (till viss del även med fristående bedömare). De syftar till att kontrollera fakta och tolkningar, få en tydligare bild av krav, processer och produkter, vad man har gjort för att tillmötesgå önskemålen, pröva slutsatser och allmänt diskutera vilka förändringar som problembilden motiverar.

Slutrapportens förteckning och beskrivning av underlagen kan ha ett självständigt värde, men framför allt är det bedömningen av processen och produkterna - icke minst deras användbarhet - som utgör resultatet.

Även om uppdraget inte omfattar uppgiften att föreslå några konkreta förändringar bör rapporten också kunna användas som ett underlag för att t.ex. diskutera hur "kravspecifikationen" kan behöva ändras, om programmet ska målstyras i högre grad än tidigare, hur eventuella brister i beredningsprocessen ska avhjälpas osv. Vidare bör svaren på de frågor som utredningen ställer underlätta för EFU och andra aktörer att avgöra om det finns realistiska möjligheter för statsmakterna och ad hoc-utredningar att begära och få in behövliga underlag.

2 Beställningen under fjärde programperioden

Kanslihuset har beställt information dels från EFU, dels direkt från myndigheterna. Ser vi i stället uppdraget ur myndighetsperspektivet, är det endast genom rapporterna som man informerar beställaren. Det första momentet i utredningen är därför att lyfta fram och tydliggöra den beställning som kommer till uttryck i utredningsdirektiv, EFU:s begäran om underlag från myndigheterna, instruktioner, förordningar, regleringsbrev o.l.

2.1 Regeringens direktiv till EFU 87

Av direktiven till EFU 87 (Dir 1985:6) framgår vilken information som regeringskansliet ansåg sig behöva för att utarbeta en proposition. De antogs av regeringen under senare delen av februari 1985, dvs. inte mer än drygt ett halvår efter det att den fjärde programperioden hade inletts.

Utredningen skulle, heter det, koncentreras på två områden: (1) programmets "inriktning, omfattning och inplacering i det totala statliga forskningsprogrammet" och (2) "organisationsfrågor", dvs. underförstått: i det inre perspektivet.

Det visar sig att båda delfrågorna, om än på olika sätt, är av organisatorisk karaktär. Samordning med andra forsknings- och utvecklingsinsatser är, skriver statsrådet, av vikt för att få det bästa möjliga utbytet av stödet. Uppgiften var alltså att belysa den sedan förra perioden aktualiserade frågan om integrering med annan teknisk FoU. Frågan hade inte kunnat avgöras i samband med planeringen inför innevarande period, och kom därför följdriktigt tillbaka i direktiven till EFU 87.

Trots detta behövdes en "samlad överblick och styrning", bl.a. för att göra prioriteringar mellan olika insatsområden. Regeringen ville också att utredningen skulle "se

över" styrformerna och söka efter möjligheter att minska inslaget av detaljstyrning. I en nyckelformulering heter det att

> "Uppgiften bör mot denna bakgrund var att föreslå hur energiforskningen i fortsättningen skall vara uppbyggd och strukturerad för att å ena sidan ge möjlighet till en samlad energipolitisk styrning från statsmakternas sida och å andra sidan möjliggöra avvägning av storlek och inriktning på dessa insatser gentemot annan teknisk och naturvetenskaplig forskning."

För att riktigt förtydliga lägger direktiven till att förslagen ska göra det möjligt att ta tillvara och förmedla gjorda forskningsrön, hålla kvar och utveckla forskningskompetensen samt att inte förlora "tempo" i FoU-arbetet. Utredningen borde också inventera möjligheterna att utveckla samfinansiering av projekt mellan stat, näringsliv och andra.

Till dessa organisationsfrågor (på programövergripande nivå) lades beställningen att utreda Efn:s "roll och organisatoriska ställning", vilket bl.a. skulle innebära en prövning av möjligheten att inordna Efn i någon annan myndighet. Även frågan om det behövdes något organ som skulle ansvara fristående utvärderingar av EFP, och hur det i så fall borde organiseras, skulle tas upp till behandling.

En betydelsefull spärr var att anslagen inte fick öka. Tvärtom skulle huvudalternativet ligga på samma nivå som för b.å. 1986/87 och regeringen ville också se förslag som motsvarade en årlig 10%-ig minskning.

2.2 EFU vidarebefordrar till myndigheterna

För att kunna genomföra sitt uppdrag var EFU beroende av att få underlagsmaterial från myndigheterna. I denna utredningsomgång begärdes underlag in inte mindre än tre gånger.

Det första brevet med "direktiv" beskriver önskemål som fokuseras på målen, programteorin och strukturen men framför allt olika aspekter av implementeringen. Frågorna berör även vilket behov av förändringar som finns. Endast en av dem, "Hur har hittills uppnådda resultat av forskningen påverkat omvärlden?", handlar om utvärderingstemat.

Det var inte utredningens avsikt att svaren skulle publiceras. Däremot skulle de diskuteras internt och i expertgrupperna, vilket antyder att betoningen låg på att fördjupa nulägesanalysen. Frågorna är mycket öppet formulerade och förmedlar därigenom en bild av en utredning som arbetar ganska frigjort från förhandsantaganden och med ambitionen att fungera som en oberoende analytisk kraft.

Ett par veckor efter det att svarsfristen för det första underlaget hade gått ut återkom EFU med ännu en begäran om underlag. Efter en tämligen ingående diskussion om målen och hur de ska omvandlas till strategiska utgångspunkter, bad man i direktivens generella del om kommentarer till programmets inriktning, möjligheterna att näringslivet självt genomför satsningarna, pröva möjligheterna att föra över medel till basanslagen för universitet, högskolor och statliga forskningsinstitut, hur det i så fall ska styras samt, till sist, medelsbehovet. (Brev 1985-09-18)

Urvalet av frågor markerar utredningens ambition att inventera behovet genom att diskutera om programmet fyllde någon viktig funktion, möjligheterna att ytterligare tona ner dess kampanjkaraktär genom att integrera det i högskolornas m.fl. basverksamhet. Däremot var det knappast meningen att myndigheterna skulle göra någon självständig prövning av programteorin.

Till detta fogades specifika uppgifter till de flesta genomförare. STEV fick i uppgift att lämna förslag till "koncentration av pågående stödverksamhet --- till sammanhållna utvecklingsprogram inom avgränsade områden." (Ibid., 5) Även om det inte sägs rakt ut, får önskemålet väl tolkas som ett uttryck för uppfattningen att stödbuketten var väl "yvig".

STU fick motsvarande specialuppgift att utreda utsikterna för integration med sin basverksamhet, men också att öka

forskarsamfundets inflytande över stödet till grundläggande energiforskning. Härutöver önskade EFU ett förslag till utvecklingsprogram för alternativa drivmedel och drivsystem för fordon. STU fick även i uppdrag att utreda och föreslå former för ett generellt FoU-stöd inom hela energiområdet, och särskilt belysa frågor om avgränsning och samordning framför allt visavi STEV.

Även BFR tilldelades ett specialuppdrag: EFU ville gärna se ett förslag till hur programmet energianvändning för bebyggelse skulle kunna integreras i rådets basanslag.

Däremot erhöll Efn inga särskilda anvisningar i detta skede; utredningen hade emellertid skrivit till nämnden mellan givorna för att få hjälp med att bedöma vilka FoU-insatser som gjordes utanför EFP. Utredningen var intresserad såväl av vad man kunde vänta sig att näringslivet, inklusive statsägda företag och kommuner, skulle göra under de närmaste tio åren liksom vad som utfördes i andra delar av statsförvaltningen.

Några dagar in på det nya året återkom utredningen med en tredje omgång "kärleksbrev", lite olika formulerade för var och en av mottagarna. Detta förklaras av att de är skrivna utifrån myndigheternas svar på EFU:s andra begäran om underlag.

Inriktningen var däremot i stort densamma i samtliga brev. Direktiven kan ses som anvisningar av vilka områden som skulle prioriteras och för vilka det behövdes mer detaljerade planer. Alla tillhölls också att samverka och samråda med andra myndigheter för att åstadkomma tydliga gränser mellan delarna i programmet.

STEV:s önskan om att få använda en större del av anslaget till att stödja grundläggande forskning (se avsnitt 3.1.1) föll inte EFU på läppen. Utredningen håller med om att det kan utgöra en riktig linje, men inte om att energiverket ska svara för uppgiften. I stället hänvisar man till STU och NFR. Sammanfattningsvis borde STEV, heter det, koncentrera sig på "sådan tillämpad forskning och teknisk utveckling som bedöms som angelägen från energipolitiska utgångspunkter".

Förslaget om att införa ett teknikutvecklingsprogram (i stället för PoD-stöd) föranledde utredningen att begära ett förtydligande i fråga om samspelet mellan det föreslagna programmet och det "gamla" EFP. Utredningen ville att verket skulle ange verksamhetsinriktningen för de olika delarna av tillförselprogrammet utifrån två nivåer, 365 respektive 280 MSEK.

Breven tilll STU, STEV och Efn hade i stort samma utformning, med undantag för att BFR fick en särskild uppgift med anledning av integreringen; utredningen ville veta mer om hur den energipolitiskt motiverade styrningen skulle gå till.

Utredningens arbetsätt medförde två konsekvenser: för det första höll man under lång tid myndigheterna sysselsatta med att ta fram underlag. För det andra, vilket visas särskilt tydligt av den andra och tredje omgången, är att kan arbetet ses som en organiserad dialog mellan utredning och myndigheter. Utredningen valde detta arbetssätt för att på bästa möjliga sätt ta vara på den resultatinformation som fanns i stället för att utföra egna studier. Materialhanteringen ägde i viss mån rum i utredningens expertpaneler. Det bildades tre grupper: företrädare för forskning sammanfördes i en grupp, energiindustrins representanter respektive energianvändare bildade var sina.

2.3 Kraven på fortlöpande rapportering

Då det har visat sig att både kraven och rapporterna har ungefär samma innehåll under båda perioderna, förs de samman till gemensamma avsnitt. Här presenteras beställningen, medan myndigheternas information analyseras i avsnitt 5.2.

Vid sidan av direktiven till EFU gav regeringen också en "stående order" till myndigheterna att bevaka sina uppdragsområden och överlämna periodiska rapporter. Kraven kommer till uttryck i Energiforskningsförordningen, myndigheternas instruktioner och regleringsbreven.

Energiforskningsförordningen anger villkoren för stödet, och därmed en lång rad uppgifter för programmyndigheterna, men säger inget om någon rapporteringsskyldighet. (SFS 1979:319) De ändringar som gjordes efter den första utgåvan återspeglar framför allt förändringar i programstrukturen och, i någon mån, ändrad arbetsfördelning mellan programorganen. Så sent som 1985 skrivs det in i förordningen att stödbesluten även ska bygga på en bedömning av projektens industripolitiska värde.

En mindre revidering görs 1987. Den är intressant eftersom det först då skrivs in ett krav på utvärdering. Det heter att myndigheterna "skall löpande utvärdera" stödgivningen. Däremot nämns inget om hur informationen ska spridas eller användas. (SFS 1987:819)

Energiverkets ställning som "Energimyndigheten" gör att det i dess **instruktion** finns ett antal passager som innebär att verka ska lämna underlag. I fråga om EFP fastslås att STEV skall "upprätta insatsplaner, samordna verksamhet med andra stödgivande organ, ta initiativ till projekt och fördela statligt stöd, löpande följa samt värdera resultat och svara för resultatöverföring". (SFS 1983:646) Av detta går det emellertid inte att dra några slutsatser om vad som ska föras tillbaka fortlöpande till miljö-och energidepartementet.

Motsvarande anvisningar lämnas till STU; även dessa är inriktade på ärendeberedning, villkor och besutsfattande, allmänt uttryck om att "planera och fördela" stöd inom ramen för forskningsprogrammet.

Antagligen som en följd av integrationen i BFR:s basverksamhet, nämns inte energiforskningsprogrammet i instruktionen, och det ställs heller inte några uttryckliga krav på framtagning av beslutsunderlag.

Efn är den myndighet där man, med tanke på dess allmänna uppgift, har anledning att vänta sig rätt tydliga anvisningar om på vilket sätt man ska hjälpa till med att ta fram beslutsunderlag. Det sägs att nämnden, utöver att bevaka "forskningsfrågor av långsiktigt och övergripande intresse", fortlöpande ska göra utvärderingar av statens stöd till energiforskning, 1987 med tillägget att det ska

ske i "nära samverkan med programmyndigheterna". (SFS 1982:587; SFS 1987:820) För de program där Efn själv har (hade) genomförandeansvar gäller motsvarande regler som för andra myndigheter. Vi finner således en - säkert med nödvändighet, men icke förty - vag beställning.

Samtliga instruktioner hänvisar till **verksförordningen** (till 1977 allmänna verksstadgan) men inte heller denna är vidare tydlig eller detaljerad. Det som närmast vetter åt hur beslutsunderlag ska tas fram är första paragrafens deklaration att myndigheterna har "initiativskyldighet", att man ska följa utvecklingen och vid behov föreslå förändringar.

Om än instruktionerna är förtegna om vilka underlag som ska tas fram och presenteras får man, med tanke på myndigheternas allmänna uppgift, utgå från att de i långa stycken utgör departementets ögon och öron. En konsekvens av detta är att det material som, de facto, begärs eller överlämnas på eget initiativ grundas på lämplighetsbedömningar från fall till fall.

Den viktigaste - i bemärkelsen mest innehållsrika och tydliga källan - är **regleringsbreven**. Där finner vi några utsagor som kan tolkas i för denna utredning intressanta banor. Kraven på antalet redovisningar lindras vartefter. Från att i början ha krävt sammanlagt tre rapporter, skulle myndigheterna fr.o.m. 1987/88, utöver redovisningen av hela föregående budgetår, lämna en niomånadersrapport för det då aktuella budgetåret i samband med att man lämnande anslagsframställning för nästa. Ett år senare har rapporterna reducerats till en årsöversikt som lämnas i september, dvs. ett par månader efter budgetårets slut.

Samtidigt ökar kraven på innehållet. Det heter att myndigheterna ska "redovisa dels lämnade projektstöd, dels gjorda åtaganden för kommande budgetår". Fr.o.m. BÅ 1985/86 skulle även, i förekommande fall, återbetalningar redovisas. Regleringsbrevet 1987/88 kräver att de rent finansiella uppgifterna ska kompletteras med "planerade mer omfattande projekt". Ett år senare har formuleringen ändrats till "långsiktigt motiverad forskning", men utan att tydliggöra om det handlar om planerade eller genomförda projekt. Formuleringen året innan ger företräde för

den förra tolkningen, även om det givetvis måste stå den ambitiösa myndigheten fritt att ta upp båda aspekter. Vidare preciseras tidigare års krav på redovisning av internationellt samarbete till att avse IEA.

Den starkare betoningen av grundläggande och långsiktig forskning verkar inte påverka önskemålen om underlag. Det är fortfarande förhållandevis enkel resultatinformation som fordras in.

I takt med att de internationella åtagandena utökas, borde svårigheterna att följa upp och utvärdera bli både större och viktigare att lösa, men inte heller detta sätter några spår i beställningen.

2.4 Vad uttrycker dessa krav?

Både de krav som kanaliseras via EFU och de som kommer till uttryck framför allt i regleringsbreven, koncentreras alltså på programmyndigheterna. Vad kan man utläsa ur dessa om informationsbehoven?

Önskemålen om innehållet i de periodiska rapporteringarna handlar om att redovisa hur anslagen förbrukas och vilka projekt och verksamheter som pågår. Någon egentlig form av analys krävs således inte. De regelbundna rapporterna informerar om medelsförbrukning, bindningar och internationellt samarbete. I så motto kan de olika delarna av underlagen sägas komplettera varandra. De teman som tangeras i beställningen handlar i stället om operativa frågor: position, behov, verksamhet och planering. Man får inte dra slutsatsen att det beror på ointresse för programteori, utvärdering osv. Snarare lär det vara uttryck för vad kansliet förmår ta emot och bearbeta.

Utifrån en teoretisk utgångspunkt kunde man mycket väl hävda att den fortlöpande uppföljningen är nog så viktig som EFU-materialet. Med tanke på att fokus i det underlag som olika EFU har haft att ta fram skiftar, kunde det finnas anledning att utforma rapporterna så att den ger vägledning ifall kanslihuset behövde fatta korrigerande beslut, och kanske också för att hjälpa till att fokusera direktiven till nästa utredning. Förväntningarna går alltså i riktning mot att det skulle rymma mer av resultatinformation än det senare underlaget. Mot bakgrunden av detta är det kanske lite överraskande att anspråken är så förhållandevis låga.

Frekvensen i de underlag som skulle lämnas in fortlöpande minskar, vilket antingen är ett uttryck för att det inte uppfattas som tillräckligt användbart eller för att regeringen vill öka inslaget av målstyrning.

Notabelt är att man inte heller i direktiven till EFU yttryckligen kräver någon form av resultatinformation. Uppgiften var i hög grad koncentrerad på att utforma ett förslag till nästa period, inte att ifrågasätta och problematisera.

Karaktären på de krav som ställs på programmyndigheterna riktar följaktligen i hög grad in sig på att finna en lämplig utformning för en ny period; inte heller EFU efterfrågar, annat än indirekt, resultatinformation. Medan perspektivet i den första frågerundan är öppet och sökande, ger redan den andra beställningen ett tydligt uttryck för att de områden och funktioner som skulle studeras har fixerats. Frågorna är mer detaljerade och knutna till särskilda delprogram och underavdelningar. När EFU för tredje gången ber om underlag är önskemålen mycket specifika.

Även om det blir lätt spekulativt att försöka läsa ut ett syfte av texter som inte använder denna term, visar direktiven att det inte handlade om att göra en total och hänsynslös prövning av programmets existens. Det blygsamma inslaget av utvärderingsinformation gör att det i mindre grad handlade om prövning och kontroll. Det bakomliggande syftet kan i stället antas vara att skaffa underlag för att styra verksamheten.

3 Vad har tagits fram?

I detta avsnitt redovisas dels hur myndigheterna har arbetat fram svar frågorna, både de som ställts direkt och de som har kanaliserats via EFU, dels vad svaren innehåller.

3.1 Energiverket

Redan missivet till det första underlaget från STEV markerar vilken verket anser vara den stora frågan: i vad mån det är önskvärt och möjligt att förskjuta tonvikten i programmet från tillämpad till grundläggande och långsiktig forskning. Med denna förändring, menar verket, borde följa en försiktig anpassning av den organisatoriska strukturen.

Resten av brevet spinner vidare på temat hur man bör arrangera forskningen genom att diskutera hur kontakterna ska utformas med forskare och andra myndigheter, hur ansökningar ska handläggas osv. och nämner avslutningsvis att effekterna av programmet givetvis är svåra att mäta, vilket underförstått talar för att det inte bör bedrivas mot alltför distinkta eller kortsiktiga mål.

Verket för också en argumentation för att anpassa programteorin till förutsättningarna att styra forskning och nå önskade resultat. Perspektivet är i någon mån utvärderande och syftet att utforma programmet efter det man lärt sig.

När man tar del av frågorna i utredarens andra brev, ser man tydligt att STEV på eget initiativ började behandla några av dem redan i den första inlagan.

EFU:s begäran om bedömningar av energiforskningens position och behov besvaras inledningsvis med en repetition av argumenten för ett ökat stöd till grundläggande och långsiktig forskning, dvs. en justering av programteorins medelskomponent. Forskning är svårstyrd: den går inte att målstyra menar verket och fortsätter att enda garantin för

"forskning av hög kvalitet och bestående resultat" är att satsa på långsiktig kompetensuppbyggnad genom att utveckla kreativa miljöer inom viktigare områden. Valet av områden ska inte ske genom att beställa och utvärdera resultat i vanlig bemärkelse, utan genom "långsiktig, förtroendefull samverkan". (1f)

Verkets emfasering av GLF yttrar sig även i kommentarerna till statsmakternas strävan att utforma koncentrerade utvecklingsprogram. Energiverket instämmer i dessa men menar att de i så fall bör avse PoD-faserna; det gäller att minska inslaget av apparatteknik. (11f)

Synsättet går tillbaka på uppfattningen att programmet har medfört påtagliga effekter på energisystemet, t.ex. genom att det har utvecklats marknader. När man har kunnat lämna över till marknaden bör staten dra sig tillbaka, resonerar STEV. (10)

Inlägget är självkritiskt och prövande i så motto att verkets synsätt skulle kunna tas till intäkt för att, om inte avskaffa forskningsprogrammet, så i varje fall omformulera programteorin. Ståndpunkten innebar nu inte mer än en *förskjutning av tyngdpunkten* i stödprogrammet. Tvärtom betonas vikten av att kunna ge stöd i samtliga faser av utvecklingsprocessen. Därför talade man sig också varma för ett "teknikutvecklingsprogram" som skulle ha till uppgift att sörja för PoD-stöd inom de teknikområden som olika genomförare har ansvar för. (12) Den tanke, säg gärna "vision", som skymtar fram var en formel för att göra långsiktiga satsningar mot bakgrunden av en översiktlig kunskap. Den skiss till omformulering av programteorin som detta de facto innebär, tolkar jag snarare som en strävan att ta ett fastare grepp om utvecklingen, inte om att lägga ner vapnen.

Lejonparten av missivet handlar nu inte om programteorin, utan om utvecklingsläget på olika teknikområden, bedömningar av marknadsutvecklingen samt ty följande behov av verksamhet och anslag. Beskrivningen håller sig strikt till dessa temata; information om implementering och utfall får sökas på annat håll.

Bilagorna fördjupar missivets beskrivning av forskningsom-

rådets position, behov och planer. Däremot finns det bara ett fåtal nedslag av diskussion om programteori, styrmedel och utvärderingsrön. Av störst intresse är kanske att verksamhetsförslagen markerar en tydlig vilja att ge miljöpolitiskt motiverade aspekter en större tyngd.

Missivet till underlag III, som också utgör en behövlig sammanfattning av den omfattande bilagedelen, börjar med en replica på utredarens avvisande hållning till verkets önskan om att få stödja grundläggande forskning. EFU:s hållning står "... starkt i strid med den inriktning --- som verket eftersträvar." De redan kända argumenten upprepas, om än med andra formuleringar. Grundläggande forskning bidrar mer än andra insatser till bestående effekter, bl.a. genom att hålla kompetensen på en hög nivå. Vidare var läget på energimarknaderna så gynnsamt att det tillät mer långsiktiga satsningar.

STEV drog också sitt svärd för att försvara den rådande, branschorienterade, arbetsfördelningen. Den behövdes för att kunna uppnå den nödvändiga överblicken, i sin tur en förutsättning för att kunna stödja rätt typ av grundläggande forskning och uppnå kopplingar till senare led i processen. Spetsen var självfallet vänd mot STU och dess förslag till energitekniskt program. Tonläget höjs kännbart när chefen för forskningsavdelningen skriver att "den centrala energipolitiska myndigheten" ska fortsätta att stödja FoU. Därigenom kan man se till att den bedrivs "utifrån energipolitiska utgångspunkter" (org:s understr.), underförstått: STU antogs komma att fokusera på industripolitiska mål. (SOU 1986:31, Bll, 391-393)

Energiverket bekräftar BFR:s upplysning om att man har funnit en bra lösning i fråga om kommunal energiplanering. "Sakligt motiverade prioriteringar" ska, heter det, få överflygla "mer administrativt betingade avgränsningar". (Ibid, 395)

3.2 STU

Drygt halva brevet från STU är en beskrivning av vilka man är och hur man arbetar. Det heter att styrelsen medvetet

strävar efter att ge ett kompletterande stöd till FoU-arbete av vikt för näringslivets långsiktiga utveckling. En viktig förutsättning är ett utvecklat kontaktnät osv.

Inte minst viktigt är budskapet att de erfarenheter och kontakter STU har, gör det möjligt att föreslå omprioriteringar av resurser inom EFP. Vidare framhölls att verket har praktiska erfarenheter av att samfällt ta hänsyn till energi- och industripolitiska perspektiv i sin hantering av ansökningar. Framställningen lånar på några ställen karaktären av verkskrönika och syftet kan inte ha varit annat än att genom en liten "undervisande" insats inge förtroende för sitt arbetssätt.

Liksom STEV konstaterar STU att det tar lång tid för FoU-resultaten att omsättas i mätbara effekter. Detta talar för en "uthållig" stödgivning för att forskningen ska kunna bidra till att underlätta kärnkraftsavvecklingen. Erfarenheterna från programmet har gjort det möjligt att i takt med tiden koncentrera insatserna på ett mindre antal områden, och att avdela större resurser och göra mer långsiktiga åtaganden.

Programteorin kommenteras också utifrån aspekten hur många genomförare det borde ha. Även om man håller med om att det nog var ett sakligt riktigt beslut att anförtro flera myndigheter genomförandeansvar, hade det i dag varit en fördel att ha ett mer sammanhållet program. Det har också saknats "en realitisk form för praktisk samverkan" (org:s understr.) mellan myndigheterna. (9)

Ett annat misstag var att inte samtidigt ge högskolan större basanslag; utan att det sägs klart ut förmedlas uppfattningen att man inte kunde ta emot stödpengar och bedriva forskning utan att försumma andra områden.

Lite självkritiskt (?) sägs att programmets "studiefas" blev lite för lång. Arbetsfördelningen mellan STEV och STU var inte heller idealisk. Projekt som ursprungligen motiverats utifrån tillförselaspekter övergår i tilltagande utsträckning till att senare få en industripolitisk karaktär. Risken för "dubblering" har ökat. (10)

På flera ställen kommer det också fram att STU inte tycker

att samverkan med andra programmyndigheter fungerar så värst bra. (Vill man rätta till detta genom att få ett större ansvar?)

STU noterar i svaret på den "andra ordningens" frågor att det finns risk för att det förslag till generellt program som man ombads utarbeta kan komma att överlappa med de "utvecklingsområden av särskilt intresse" som STEV höll på att utforma. (Missiv, 2)

Förutsättningarna skiljer sig också därigenom att målen för och FoU på tillförselsidan kan styras politiskt. Arbetssättet på användningssidan måste med nödvändighet vara mer differentierat och utgå från de varierande incitamenten inom olika branscher och t.o.m. enskilda företag. Genom att arbeta med delegerat beslutsansvar är det möjligt att komplettera "kundanpassning" med korta beslutstider, något som STU menar är särskilt viktigt på energiområdet. Olikheterna i förutsättningar och arbetssätt har resulterat i att sökanden har fått olika budskap från olika håll och att projekt har försenats, underförstått: i onödan.

Det sätt på vilket övergången till mer energisnål teknik sker i industrin talar för att bedriva ett "uthålligt" FoU-arbete. Miljöeffekterna och att konkurrenterna till vår industri gör medvetna satsningar på att sänka användningen, talar också för att bibehålla ett program. (Ilf)

Skälet till varför STU skrev denna "förtroendeskrift" förefaller vara att man ville få ett "mera samlat STU-ansvar för FoU-aktiviteter som redan från grundforskningsstadiet avses leda till tekniska metoder, apparater, utrustning, anläggningar och produkter i normalfallet fram till tillämpningsskedet/utprovningsskedet i form av s.k. prototyper och demonstrationsanläggningar." (13) Skälen för detta är att det behövs insatser under hela innovationsprocessen.

I anslutning till önskemålet från EFU förslogs programindelningen ändras till ett som var ännu bredare - "Energiteknisk forskning och utveckling" - än det tidigare "Gemensamma energitekniker".

Vid utformningen av verksamhetsplanen för det nya programmet visade sig behovet av en tydligare ansvarsfördelning mellan programmyndigheterna; det gäller att undvika dubbelarbete och att väsentliga områden försummas. Icke förty borde delprogrammen massa och papper samt järn och stål finnas kvar, men med en längre gående samordning med basverksamheten genom att man hade bildat gemensamma planerings- och referensgrupper.

Innehållet har utformats så att vissa områden "där en väl fungerande utvecklingslinje drivs med stöd av annat programorgan" har lämnats utanför. I stället föreslår STU i ett fall att myndigheten helt ska ta över ansvaret. Det gäller förbränningsteknik där även STEV har intressen. De gav båda stöd till både grundläggande forskning och teknikutveckling. Energiverket skulle få ansvar för stöd till PoD-anläggningar. (13)

STU:s förslag till en ändrad struktur, utgick således från en differentiering utifrån stadierna i en tänkt utvecklingskedja. Någon knivskarp gräns gick inte att dra upp mot framför allt STEV; oavsett den formella uppdelningen måste det finnas fungerande samverkansrutiner. (22)

Svaret tar uteslutande fasta på specialuppgiften; den övergripande frågan om programmet behövs osv. tas inte upp till behandling.

Med svaret följde en imponerande bilagedel. Den ger en rätt detaljerad bild av **behoven** och också en glimt av i vilken utsträckning som program- och planeringsgrupperna deltog i arbetet. Några utvärderingsrön redovisas inte, men väl hur peer-reviews har genomförts inom några ansvarsområden.

3.3 BFR

Rådets svar är disponerat strikt utifrån utredarens frågor. Någon kritik mot eller problematisering av programteorin förekommer inte; BFR verkar ha tillit till denna. Man menar också att EFP fortfarande behövs: "Förutsättningen för att bedriva en verkningsfull energipolitik

är bl.a. att det finns ett målinriktat energiforskningsprogram." (4) Det fungerar nu inte helt tadelfritt varför man på flera ställen diskuterar programstrukturen, samverkan, planering osv.

BFR säger att man gärna såge att målen blev mer konkreta, vilket tolkas som att man frågade efter operativa mål. I takt med tiden har målen blivit allt vagare vilket gör det svårt att utföra den interna detaljplaneringen utifrån dem, skriver BFR. För att utarbeta meningsfulla långsiktsplaner behövs olika samrådsförfaranden med deltagande från såväl högskola som näringsliv. Det är, summerar BFR, "viktigt att myndighetsutövande organ inte styr forskningen inom sitt verksamhetsområde."

När det gäller styrningen av programmet - med vilket man här förstår myndighetens val av programinriktning - avgörs denna av de råd, planerings- och utvärderingsgrupper samt kontakter i övrigt som har arbetats upp. En betydande och betydelsefull del av BFR:s kompetens finns därför i den krets som man rådgör med.

BFR har samma uppfattning som andra programmyndigheter i fråga om möjligheterna att mäta effekter. Det tar lång tid och metodfrågorna är påtagliga. Brevet visar att myndigheten har insett vikten av en väl fungerande informationsfunktion. Trots förhållandevis omfattande insatser ser man tecken på att kunskaper inte når ut alternativt tillämpas.

Samarbetet inom familjen fungerar enligt BFR på projektnivån men inte i fråga om strategisk planering. Det borde bildas grupper som samråder och samarbetar, framför allt om informationsfunktionen. (10f) I brevet understryks också vikten av att stödgivarna själva är aktiva; de ansökningar som kommer in spontant är inte alltid relevanta, tillräckliga osv. En annan rekommenderad förändring var att starkare betona EFP:s industripolitiska möjligheter. (12f) Perspektivet i svaret liknar andra inlagor genom att det koncentreras på behov, planering och genomförande.

BFR:s underlag II utgör, om inte annat så i intellektuell bemärkelse, en polemik mot energiverkets plädering för grundläggande och långsiktig forskning. BFR gör motsvarande markering vad gäller *tyngdpunkten*. GLF är viktig och

lönsam, men STEV:s synsätt är "statiskt". Forskningen måste följa med i samhällsutvecklingens takt för att kunna hjälpa till att besvara de frågor den för med sig. Forskningen bör, menar BFR, ske målinriktat och utifrån aktuella behov och marknadsförhållanden. Och, fortsätter man, anslag till målinriktad FoU kan inte ges i högskolans basanslag. (2, 5, 12f)

I fråga om integreringen var rådet entydigt positivt - samordningen med basverksamheten skulle skulle göra det möjligt att öka effektiviteten. (10)

I övrigt domineras underlaget av positions- och behovsbedömningar samt förslag till verksamhet. Programteorin berörs kortfattat och indirekt. Statens roll har, heter det, varit att stödja insatser "av systemkaraktär" medan industrin svarat för att utveckla komponenter. Marknadsintroduktionen måste, för att lyckas, stödjas av kraftfulla aktörer, t.ex. Vattenfall.

"Sista brevet till EFU" har samma framåtblickande karaktär. I enlighet med utredarens förslag skisserar BFR hur integreringen av energiforskningen med basverksamheten ska genomföras. Rådet har en avvikande mening om hur dess arbetsområde ska avgränsas. EFU-direktiven talar om "husnära" tillämpningar, men BFR vill i stället dra gränsen vid "bebyggelsenära" system, uppenbarligen för att få in gruppcentraler under sitt beskärm. (SOU 1986:32, B10, 361) Rådet höll inte med om att STEV skulle svara för forskning om kommunal energiplanering. Då perspektivet borde vara sektorsövergripande hörde den bäst hemma hos BFR:s stöd till byggnadsforskning. (Ibid, 363)

Det kanske mest intressanta i yttrandet är att man talar om att myndigheterna har samrått. Detta har resulterat i att man förklarat sig vara nöjd med formerna för detta och man i stort är överens om de förslag till arbetsfördelning som kommer till uttryck i underlaget. (365)

I bilagorna ges mer detaljerade beskrivningar av vilka aktiviteter som äger rum inom forskningsområdena och vad som återstår att göra.

3.4 Efn

Efn har också valt att låta frågorna bilda dispositionsgrund för svaren på det första brevet. Efn påtalar att det inte bara tar lång tid innan forskningen får märkbara konsekvenser, det dröjer också rätt länge innan ändringar av målinriktningen påverkar programmyndigheternas arbete. (16f)

Arbetsfördelningen är inte idealisk, men några tecken på direkt dubbelarbete har Efn inte sett. (17) Insatserna har bidragit till att generera både beslutsunderlag och en höjd kunskapsnivå, men man uttrycker sig mycket försiktigt i fråga om effekter av programmet. (20)

Utifrån studier som bl.a. har undersökt informationsfunktionen, säger Efn att det finns utrymme för förbättringar. Exempellistan blir lång och detaljerad: det viktigaste tycks vara att stödgivarna ställer ökade krav på publicering, men också att samtidigt öka kvalitetskraven. Det handlar inte om att öka informationsmängden eller disseminera den mer selektivt, utan snarare att göra den innehållsligt bättre. Efn menar att myndigheterna "har ägnat sig åt en alldeles överdriven och okritisk publiceringsverksamhet och bör övergå till att ställa större krav på vetenskaplig prövning för publicering". Insatserna bör riktas in mot att förmedla resultat från forskare till avnämare, se till att rapporterna blir mer stringenta och att producera kunskapsöversikter. Det är, fortsätter Efn, en särskilt lämplig och angelägen uppgift för staten att förmedla denna information, särskilt som forskningen finansieras med offentliga medel. (21) Det är ingen överdrift att konkludera med att Efn ger myndigheterna underbetyg åt denna viktiga del av uppdraget.

Efn påtalar också ett visst behov av att utveckla samverkan med högskolor, kommuner och företag m.fl., liksom mellan programmyndigheterna. (22f)

Svaret på specialuppdraget att kartlägga övrig statlig energirelaterad FoU och vilka forskningsinsatser näringslivet gjorde, karaktäriseras lämpligast som positionsangivelser. Sammanställningen visar att företagens FoU-

insatser 1984 var 70% större än statens. Det framgår också att stat och näringsliv har olika profiler i sättet att fördela pengarna; medan näringslivet allokerar drygt hälften till bl.a. kärnkraft, transporter, eldistribution och vattenkraft, spenderar staten drygt 60% på nya energikällor, hushållning inom bebyggelse och fusionsenergi. Inom områdena värmepumpar, hushållning inom industrin och kol gör båda aktörsgrupper förhållandevis stora insatser. (SOU 1986:32 B2; ibid B3)

Beträffande de statliga insatserna, är en av de viktigare slutsatserna att de som inte deltar i EFP, bör kunna engageras i ökad utsträckning i utprövning av ny teknik och upphandling.

Efn:s svar på utredningens önskemål om underlag visar att man svarar endast i egenskap av programorgan. Även om EFU inte explicit begärde något utöver det man fick svar på, kunde man ha väntat sig att Efn:s speciella uppdrag astt "bevaka forskningsfrågor av långsiktigt och övergripande intresse" (SFS 1987:820) kunde ha föranlett särskilda inlagor. Det är kanske något förvånande med tanke på att frågorna faktiskt handlar om programmets inriktning och utformning. Att man inte överöste EFU med rapporter av olika slag är troligen resultatet av en överdrivet stor hänsyn till dess arbetssituation och att man tackade nej till ett erbjudande från Efn att hjälpa till med andra utredningsinsatser.

3.5 EFU 87's arbete och betänkande

Dialogen mellan utredning och myndigheter utvecklas från att handla om generella och övergripande frågor till mycket specifika överväganden om konkret arbetsinnehåll. Beställning av ett första underlag utifrån en "köplista" med frågor, gjorde det möjligt att få en översiktsbild, samtidigt som brevsvararna genom sina val kunde markera vilka frågor som kändes viktigast; att på 20 sidor, som var den begränsning utredaren fastställde, ge uttömmande svar på alla frågorna var utsiktslöst och troligen inte heller avsikten.

Den andra omgångens frågor talar tydligt om vilken den eftersträvade rörelseriktningen var: inordning i myndigheternas basverksamhet eller överföring som förstärkning av basresurserna universiteten och andra forskningsutförare. Man kände det tydligen som sin uppgift att förenkla hanteringen av programmet.

Förslagen kan mycket väl vila på kunskap om tidigare resultat även om utredningen inte uttryckligen efterfrågade resultatinformation. Arbetssättet var sådant att utredningen kunde utgå från att denna skulle komma fram indirekt, t.ex. via förslag till ändrade prioriteringar. I utredningens dialog-modell ingick också fortlöpande överläggningar med myndigheterna. I och med att resultatinformation inte presenteras sammanhållet och lättillgängligt blir det emellertid svårt att avgöra om utredningen har lyckats ta vara på rekvirerat och framställt material.

Utredningen arbetade så gott som undantagslöst med det material som programmyndigheterna bidrog med. Tiden medgav inte att man lade ut egna beställningar, och det var heller inte nödvändigt då man bedömde att området var väl utvärderat. Det analytiska inslaget i arbetet blev därför att, tillsammans med bl.a. myndigheter och forskare, diskussionsvägen låta materialet inverka på utformningen av förslaget.

Jämför vi med direktiven, ser vi att betänkandet svarar på de frågor som ställs. Arbetet är en lojal tillämpning av direktiven även i så motto att det inte blir någon grundläggande prövning av programmet; tyngdpunkten låg på att utforma ännu en periods FoU-verksamhet. Inte heller prövningen av organisationsfrågorna, dvs. framför allt Efn:s uppgifter och ställning, utmynnar i förslag till mer genomgripande förändringar.

4 Beställningen under femte programperioden

4.1 Regeringens direktiv till EFU 90

Schemat för denna utredning kom att bli ännu mer pressat än för EFU 87 beroende på att det tog lång tid att finna en utredare. Direktiven antogs av regeringen i maj, men arbetet kunde inte börja förrän i september.

Jämfört med tidigare föreslås programmet koncentreras mer mot "grundforskning och långsiktigt tillämpad forskning". Det innebär att "utveckling, demonstration och kommersialisering av ny energiteknik /i första hand/ bör vara ett ansvar för andra aktörer, exempelvis kraftföretagen och berörd industri." (Dir 1988:29, 4) Vad regeringen säger kan också uttryckas som att man fastslår en ändring av programteorin; i stället för att verka under flera skeden i innovationsprocessen ska samhällets insatser koncentreras på det grundläggande - "back to basics".

I uppgiften ingår också att bedöma behovet av FoU-stöd utifrån de aktiviteter som äger rum hos kraftbolagen och industrin i övrigt, samt de insatser som föreslås i energipropositionen. Den som väntar sig att utredningen ska pröva programteorin blir besviken. Uppgiften, som är motiverad i sig, är snarare att göra en avstämning för att undvika luckor och dubbelarbete.

En konsekvens av detta är att utredningen ska diskutera hur man lämpligen går tillväga för att bygga upp och underhålla energiteknisk kompetens hos forskningsutförarna. Det ska, lägger regeringen till, bl.a. handla om hur man förmedlar resurser så att man kan styra medelsanvändningen utan att göra avkall på högskolans krav på långsiktiga åtaganden. Inspiration ska hämtas även från internationella erfarenheter av samverkan mellan statsmakter, näringslivet och högskolan ska tas tillvara av utredningen. (5)

Då det inte framgår hur denna förändring av medelkomponenten är relaterad till målen, får man intrycket att det är samma mål ska uppnås, men med hjälp av andra medel.

De bedömningar och prioriteringar som görs inom programmet ska i högre grad än tidigare vägledas av samhällets miljökrav och mål. De exempel som ges visar att utredningen ska uppfatta begreppet i mycket vid bemärkelse. Även om direktiven inte drar denna slutsats, måste även denna tyndpunktsförskjutning påverka behovet av planeringsunderlag.

Vid sidan av frågor om programmets inriktning och förhållande till andra aktiviteter uttrycker regeringen ett behov av att tänka igenom organisationen, framför allt då beslutsberedningen.

Det behövs, menar regeringen med en formulering som är snarlik den från 1987, mer "ändamålsenliga" former för att besluta om bl.a. inriktning och omfattning. Den tentativa lösning som utredaren borde pröva är om "löpande och övergripande utvärderingar ... på ett mer systematiskt sätt än f.n. kan ge underlag för statsmakternas och myndigheternas beslut om inriktning och prioriteringar." (Ibid, 5) Som en drivkraft bakom viljan att förenkla beslutsberedningen kan man ana det faktum att organisationsfrågorna inte vara lösta.

4.2 EFU vidarebefordrar till myndigheterna

I sin begäran om underlag poängterar utredningen att särskilda analyser ska göras på tre områden: det handlar, inte oväntat, om hur skärpta miljökrav påverkar programmet, om effekter på inomhusklimatet av energihushållning och minskningen av CO_2-utsläppen. Vidare medför satsningen på grundläggande och långsiktig forskning ett behov av att ringa in de områden där satsningarna måste ske under en längre tid och att ta reda på om det ställs särskilda krav på finansieringsformerna.

Kraven på vad underlagen skulle innehålla blev sammantaget både höga och diversifierade: utredningen ville få en bild av "nuvarande inriktning, resursernas omfattning och lång-

siktiga bindningar inom resp. ansvarsområden" och därtill höra myndigheternas förslag till förändringar. Insatserna skulle anges med uppdelning på grund- och tillämpad forskning. I anslutning till diskussionen om de långsiktiga bindningarna ville man också ta del av bedömningar av "andra aktörers tänkbara framtida medverkan" och hur den kan utökas. EFU ville ävenledes veta när myndigheterna väntade sig att olika utvecklingsresultat skulle ha nåtts, och hur "kopplingen" mellan EFP och andra FUD-insatser ser ut. Termen "koppling" refererar troligtvis till arbetsfördelningen inom den offentliga sfären eftersom det i nästa mening sägs att man "särskilt" bör belysa oklarheter i fråga om arbetsfördelningen mellan "statliga organ, energiföretag och den tillverkande industrin".

Karaktären av generalmönstring förstärks när underlagen dessutom ska ange målen för perioden, för de närmaste sex åren och fram till år 2010. I anslutning till detta gavs programmyndigheterna i uppdrag att "belysa det sätt på vilket erhållna forskningsresultat kan tas om hand och implementeras".

Förslagen till insatsplaner skulle utarbetas med ledning av tre alternativa kostnadsramar, innebärande oförändrad real nivå, en minskning med 20% respektive ett påslag motsvarande 8%.

4.3 Vad uttrycker dessa krav?

Det enklaste sättet att karaktärisera kraven är att hänvisa till motsvarande avsnitt för EFU 87. Det rör sig om samma teman och samma bakomliggande syfte. Denna likhet gäller även den roll resultatinformation tänks spela. Uppgiften kretsar kring frågor som handlar om programmets verkansteori, men uppgiften är inte att pröva denna eller de medel som ska användas, utan att utforma och planera för genomförandet av den statsmakterna prioriterade inriktningen. Vidare kan man notera att problemet med beredningsformen, som lyftes upp på dagordningen redan till EFU 87, överlevde utredningen och därför finns med ännu en omgång.

5 Vad har tagits fram?

5.1 Energiverket

I missivet till sitt svar på EFU:s begäran om underlag diskuterar STEV bl.a. hur styrmedlen ska implementeras. Kontinuitet och långsiktighet är lösenord för att bygga upp forskning av god kvalitet. Implementeringsstrategin är att genom insatser utmed hela innovationskedjan identifiera FoU-behov, försöka tillgodose dessa samt att samla de aktörer som verkar inom området. På så vis blir forskningen energirelevant och kunskaperna kommer snabbt till användning. Strategin präglas också av att verket betraktar EFP och energiteknikfonden som kompletterande åtgärdsprogram.

Kombinationen av reservationsanslag och långsiktiga åtaganden i form av ramprogram har varit viktiga. De medelsramar som utredningen skisserar räcker emellertid inte för att möta behoven och bibehålla redan pågående forskning. Positionen är sådan att en omställning av energisystemet fortsatt kräver så stora FoU-insatser att kommunernas engagemang måste öka. (2-5)

Missivets sammanfattning av förslagen inom delområdena är i huvudsak verksamhets- och positionsbeskrivande. Det finns några nedslag av diskussion om statens ansvar; STEV söker efter tillfällen att föra över statens ansvar till andra aktörer. (6-14)

Den omfattande bilagedelen bär i stort sett samma karaktärsdrag som sammanfattningen. Huvudpunkten är att lämna konkretiserade förslag till forskningsprogram. "Argumenten" för dessa är symmetriskt disponerade och handlar om: information om kunskapsläget (bl.a. i fråga om energiomvandlingens miljökonsekvenser), vilka intressenter som finns och vilken forskning de bedriver på eget initiativ respektive i samverkan med STEV, redogörelser för områdets energipolitiska betydelse, långsiktiga bindningar och

medelsbehov.

Inte minst frågor om hur stor andel av anslagen till delprogrammen som har bundits i forskartjänster, och på hur lång tid, ökar i betydelse i samma takt som tyngdpunkten förskjuts mot grundläggande och långsiktig forskning. Därför kan det vara relevant information att redovisa "personalstaten" (vilket görs för några delprogram inom STEV:s ansvarsområde).

Miljöfrågorna hanteras genom att verket i en av bilagorna (nr. 18) för ett övergripande resonemang om hur kraven ska tillgodoses inom sitt ansvarsområde. Karaktären av plandokument slår starkt igenom, medan resultatinformationen än en gång uteblir.

5.2 STU

Redan i inledningen tillkännages ändringar av programstrukturen för att, som STU säger, skapa större överblick och sammanhang. Det kanske mest intressanta med detta underlag är att STU med några enkla indikatorer försöker ge en bild av vad arbetet har resulterat i. Även om det inte är riktigt att tala om någon analys, ger STU tio grova mått på vad som presterats. (3) I all sin enkelhet utgör detta debuten för något mer omfattande resultatuppgifter.

I anslutning till denna rapportering görs också en snabb probleminventering. Den visar bl.a. att det finns svårigheter att besätta mellantjänster vid högskolorna. För att klara kunskapsuppbyggnaden behövs ett 40-tal högre tjänster. Ett av de genomförandeproblem som, än en gång, redovisas är att STU inte kan göra åtaganden över hela innovationskedjan; pengar saknas för de senare ekonomiskt krävande leden.

Vikten av samverkan med forskare, företag m.fl. liksom av en effektiv informationsfunktion framhålls som central icke minst för att påskynda implementeringen av tekniken. En av bilagorna berör genomförandet och visar att man har utvecklat fasta former för hur grupperna ska utses och

arbeta. (Energiteknik för industrin, 4-6, 13f; B9)

Det råder ingen tvekan om att STU uppfattat miljörestriktionerna som strategiskt viktiga faktorer för värdering av tekniker och därmed prioriteringar inom och mellan program. I huvudtexten och några av bilagorna görs därför teknikbedömningar mot bakgrund av de skärpa miljökraven.

5.3 BFR

Inlagan håller den stil som utvecklats under tidigare år. Det innebär att den i likhet med andra genomförare inte har någon påtagligt analytisk prägel utan uppehåller sig vid programinnehåll och genomförande. PM:n ger i kortform intressanta och relevanta bedömningar av teknikläget inom BFR:s bevakningsområden. Dokumentet präglas visserligen av stringens och konkretion, men i stort sett saknas utfallsinformation.

Dokumentet både verifierar behovet av fortsatt FoU och identifierar strategiska faktorer för framgång. Rådet talar tydligt om vad man anser behöver göras under den kommande perioden. Strategin bör enligt BFR vara att "utveckla det som marknaden inte utvecklar och att ha ett längre tidsperspektiv." Får att nå målen måste satsningarna vara långsiktiga och uthålliga, framför allt genom att underhålla de forskningsmiljöer som byggts upp. (BFR:s underlag till EFU 90, 19f)

BFR berör också en av de viktigare genomförandefrågorna: hur resultaten förs vidare. Att informera är viktigt, men branschen har en låg mottaglighet för ny kunskap säger BFR och berättar om vad man själva gör. Behovet av information sägs vidare öka snabbt när resultatmängden ökar, men utan att resultaten redovisas och strategin diskuteras. (23f)

5.4 Efn

På samma sätt som svaret till EFU 87 endast innehåller information om LET- och AES-programmen, omfattar svaret till EFU 90 endast det senare. Framställningen handlar i högre grad om programmets syfte, föreslaget arbetsinnehåll och anslagsbehov. Även detta dokument är en argumentation för programmets betydelse och i huvudsak ett planeringsunderlag, dvs. fritt från resultatinformation.

5.5 Fortlöpande rapportering

Som redan sagts har redovisningskravet gällt budgetläge, omfattningen på den långsiktigt motiverade forskningen och internationellt samarbete genom IEA.

Visserligen svarar de redovisningar som har lämnats mot de krav som kommer till uttryck i regleringsbreven, men de ger heller inte något därutöver.

Redovisningarna av budgetläget är så knapphändiga de rimligen kan bli. De tillhandahåller en summarisk bild av hur anslagen intecknas och förbrukas. Idealet verkar vara maximal komprimering. I några korta punkter på kanske ett halvdussin sidor ges i telegramstil kortfattade basdata.

Sammanställningarna över långsiktigt motiverad forskning är även dessa mycket sparsmakade produkter, och påminner närmast om personalrullor.

Rapporteringen om internationellt samarbete är samma andas barn. Även om jag ogärna använder termen analys för att karaktärisera innehållet, rör det sig närmast om kategorierna insats-, positions- och utfallsredovisning.

Endast de som står det internationella samarbetet nära och har följt det under några år har förutsättningar för att kunna ta till sig informationen. Övriga har det svårt att läsa ut något av värde ur de katalogartade sammanställningarna och dito kommentarer i telegramstil.

5.6 Frågor och svar - en översiktsbild

"Som man ropar i skogen får man svar." Det gamla ordstävet passar sällsynt bra för att beskriva innehållet i myndigheternas svar. Myndigheterna behandlar troget de teman som departementet och EFU ber dem att belysa - men inte ett dugg därutöver! Om det räcker för att uppnå syftet, kan allt tyckas vara frid och fröjd. Värderingen, som jag strax kommer till, visar att det ändå finns brister i fråga om vilket material som tas fram och sättet att bearbeta detta.

Underlagen har lite olika karaktär. Den första omgångens "frågor och svar" till EFU 87 kan mycket väl beskrivas som ett brevseminarium med syfte att göra en nulägesanalys, inklusive probleminventering.

Myndigheterna har arbetat på lite olika sätt med frågorna. Medan Efn och BFR beflitar sig att svara på alla frågor, har STEV och STU valt att koncentrera sig på behov och arbetsfördelning.

Svarsbrevens längd verkar, vid en intuitiv bedömning, stå i omvänd proportion till andelen av EFP. Det innebär att Efn har det mest omfattande svaret och STEV den kortaste drapan.

Det är emellertid inte ett statiskt perspektiv som anläggs. Svaren lägger snarare tyngdpunkten på behovet av förändringar, en allmänt sett förnuftig prioritering och alldeles särskilt mot bakgrunden av vad som begärts. Vidare lär det, även om EFU inte uttryckligen frågar efter utvärderingsresultat, vara så att myndigheternas svar implicit bygger på sådana. Både STU och STEV används också för att ta fram förslag till nya programkonstruktioner.

STEV och STU diskuterar indirekt möjligheterna att utvärdera effekter och effektivitet. Det är säkert i sak riktigt, men det bör inte medföra att man glömmer bort att göra självkritiska "mellanledsutvärderingar".

Sammantaget lär dialogen ha medfört att EFU fick en mer

djuplodande problembild och rad mer eller mindre konkreta förslag att ta ställning till; den var ur detta perspektiv sett fruktbar.

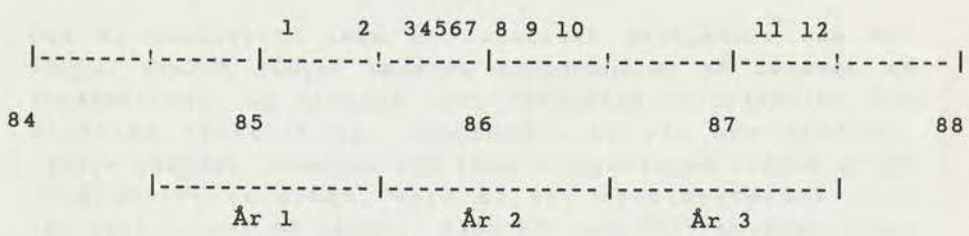
Mönstret upprepas under nästa utredningsomgång. Myndigheterna arbetar följsamt utifrån givna direktiv och med ungefär samma uppläggning och innehåll som tidigare år. När man lägger dokumenten intill varandra ser man tydligt att det har utvecklats en stil som blivit något av en standard.

6 Hur gick det till av vad är det värt?

Innan jag återger företrädares för myndigheterna information om hur planeringsarbetet gick till, ska jag med hjälp av en tidsaxel belysa dels utredningens jämförelsevis pressade arbetsläge, dels att processen trots detta drog ut över motsvarande nästan en hel programperiod.

Det är inte mindre än ett dussin händelser som ska sättas av på axeln:

1	21 feb 1985	utredningsdirektiv
2	11 juni	begäran om underlag I
3	08 augusti	begäran om särskilt underlag från Efn
4	30 augusti	svarsfrist
5	18 september	begäran om underlag II
6	31 oktober	svarsfrist särskilt underlag från Efn
7	15 november	svarsfrist underlag II
8	09 januari 86	begäran om underlag III
9	21 februari	svarsfrist
10	april 86	betänkande
11	maj 87	proposition
12	juni 87	riksdagsbeslut



Hanteringen inom myndigheterna visar så stora likheter att de presenteras under samma rubrik. Samtliga har behandlat sina inlagor i styrelsen respektive sina referensorgan. Det gäller ju bl.a. att uppbåda så mycket "support" som möjligt.

Hur verken engagerar sina referensgrupper är en aspekt av stort intresse. Även om jag inte har hunnit djuploda

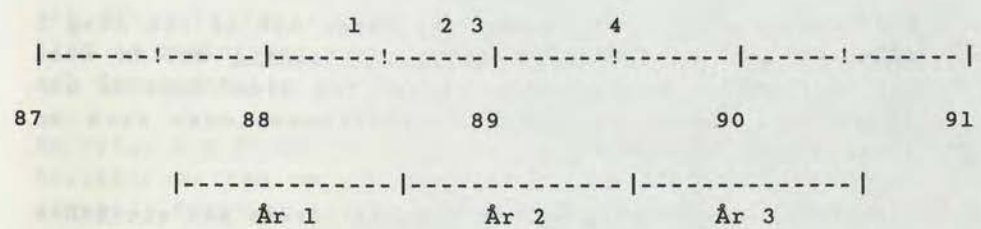
denna, verkar det finnas vissa skillnader i fråga om deras ställning och inflytande. Intervjuerna ger intrycket att energiverkets närmaste motsvarighet, Uftvecklingsnämnden, har en mer betydelsefull ställning jämfört med planerings- och beredningsgrupperna hos STU och BFR då den fattar beslut å verkets vägnar. Å andra sidan har den inte samma förankring i forskningskretsar vilket innebär att presumtiva stödmottagare kan antas ha ett lägre inflytande över beredningsarbetet.

Bedömningen av hur man har lyckats med det interna arbetet varierar. Man har t.ex. strävat efter att få förslagen behandlade i styrelserna, men tiden har inte alltid gjort detta möjligt.

Koordineringen med EFU har fungerat - svaren har kommit fram i tid, men synpunkten att tiden inte har räckt till för att ta fram de "bästa tänkbara" underlagen förekommer genomgående. Eftersom EFU inte ligger i fas med ett- eller treårsrytmen blir det alltid en extra ansträngning att få fram planer i tid. Det går inte heller att ha en framförhållning då man inte kan vara helt säkra på vad direktiven innehåller.

Motsvarande uppställning för EFU 90 visar, även om arbetet inte är avslutat, att arbetet ännu en gång ska bedrivas under stark tidspress.

1	11 maj 1988	utredningsdirektiv
2	19 september	begäran om underlag
3	05 december	svarsfrist
4	03 juli	avlämningstid för betänkandet



Direktiven antogs senare på året än EFU 87. Utredningen

kom också igång i september vilket gjort att myndigheterna fick en förhållandevis kort svarsfrist.

Bedömningsgrunden omfattar, som angavs i avsnitt 1.3.2, de krav som framförs i regeringskansliets beställning av underlag, det syfte som kan avläsas i denna och avnämarnas bedömning.

Min slutsats om de periodiska rapporterna är alltså att kanslihuset får den information som man har begärt, men endast utifrån en *bokstavstolkning* av beställningen. Uppgiften har fullgjorts, men med samma engagemang som konfirmanden lär sig bibelverser.

När det gäller utredningarna, har resonemanget redan gjort tydligt att de svar som kommer från både myndigheterna och EFU utgör ambitiösa försök att tillgodose kraven.

Det syfte som kan avläsas ur beställningen vetter åt styrningshållet; informationen behövs framför allt för att planera nästa periods arbete. Tillämpas detta på de underlag som utarbetats, inklusive EFU, blir den sammantagna bedömningen att regeringen har fått ett så väl utformat planeringsunderlag som omständigheterna medger.

Det finns självfallet en del vanker och brister som vidlåder både underlag och processen att ta fram dem. Eftersom de grundas i ett resonemang om vad som inte utarbetas, sparas synpunkterna till det avslutande kapitlet.

Så till avnämnarnas egna värderingar. För att fånga upp hur myndigheterna värderade det material som utredningen arbetade med, har jag vänt mig till remissvaren.

STEV håller med om att tiden var mogen att ta ett steg i riktning mot en tydligare ansvarsfördelning mellan stat och näringsliv; medan staten sörjer för grundläggande och långsiktig forskning ska marknadsanpassningen vara en angelägenhet för företagen.

Energiverket var också synbarligen tillfreds med att EFU:s förslag för tillförselprogrammet återspeglar de egna uppfattningarna. Men i ett avseende var man starkt kritiska till förslaget. Icke oväntat gällde det rågången mot STU

där man menade att arbetsuppgifterna inte kunde fördelas utifrån olika stadier i innovationsprocessen. Det var, tvärtemot vad STU hävdade, en stor fördel att ha ett sammanhållet ansvar för "forskning, utveckling och demonstration samt marknadsfrågor". Därför var man emot ett program för energiteknisk FoU. Det skulle bara splittra kompetens och resurser och göra det svårare att samverka.

En ändra argumentlinje var att tidpunkten för att ändra ansvarsfördelningen inte var lämplig. Möjligen skulle övergångssvårigheterna klaras av bättre om man väntade till dess att de "energipolitiska skälen för energiteknisk forsking och utveckling inte är lika starka som för närvarande." (Cit, 3, 4 (orig:s understr.)) Det sägs inget om när tiden skulle kunna vara mogen, men uppenbarligen syftar verket på något som ligger i en rätt så avlägsen framtid.

Om statsmakterna bestämde sig för att följa STEV:s linje, borde anslagen öka genom att de pengar man tänkte avdela för det energitekniska programmet i stället fördes till energiverket.

STU säger sig allmänt sett dela EFU 87:s bedömningar och förslag. Men det visar sig strax att man inte är tillfreds med gränsläggningen mot STEV. Att energiverket har ett omfattande ansvar för FoU rimmar illa med utredningens maxim att STU ska ansvara för all FoU som "ej i sin helhet kan hänföras till en viss tillämpning."

Argumentet för att energiverket inte bör ha så omfattande FoU-stödjande uppgifter är att de bäst handhas av organisationer som specialiserat sig på sådana uppdrag. Inom förbränningsområdet borde gränsen mot STEV dras upp genom att STU står för teknisk forskning och stöd till utveckling av prototyper medan STEV ansvarar för utvecklingsstöd och demonstration av tekniken.

En fråga som direkt kopplar till den om beslutsunderlagets karaktär är den om hur EFP ska utvärderas. STU var inte särskilt förtjust inför utsikterna att även framgent behöva tillgodose EFU:s krav på "särskilda planerings- och utvärderingsinsatser". Sker detta samtidigt som Efn dras närmare kanslihuset, ser STU inte bara att det blir mer

arbete utan också "oklarhet om genom vilka kanaler regeringens ansvar för samordning och styrning ... utövas". Man värjde sig mot att Efn som en följd av ett förstärkt utvärderingsansvar skulle få en överordnad ställning visavi programmyndigheterna. (cit, 8)

BFR:s skrivelse tar sitt avstamp i att programmet Energianvändning i bebyggelse fr.o.m. nästa planperiod faller utanför EFP. Kanske är detta anledningen till att framställningen begränsas till att argumentera för den verksamhet man äskat medel för. I övrigt betonas behovet av samverkan mellan programmyndigheterna utifrån ett gemensamt perspektiv. Även BFR ger uttryck för ett synsätt som passar med utredningens.

I sitt remissyttrande bryter **Efn** en lans för att få behålla ett sammanhållet LET-program. Det behövs, säger man, inte minst för att kunna fullgöra rollen som oberoende och kritisk granskare och med anledning av ansvaret för övergripande och långsiktiga frågor. En uppdelning på flera organ leder också till försämringar för hela programmet; bevakningen och möjligheterna till överblick försvagas om uppgiften tas från en specialistfunktion och integreras i program med många andra uppgifter.

Med undantag för LET-programmet är man i allt väsentligt på samma linje som EFU och är därför också välvilligt inställt till dess förslag "om vissa ökade uppgifter för Efn vad avser utredningar och behovsinventeringar, övergripande uppföljning av långsiktiga trender, statistik och information m.m.".

Man finner också att miljökraven inte uppmärksammas och tillgodoses i tillräcklig grad med den föreslagna organisationen.

Integreringen av EFP gör det svårare att få en "samlad behandling av tillförsel- och användningsfrågor", liksom av energihushållning. För att motverka detta bör både programmyndigheter och andra beröda organ samverka mer vad gäller planering, utvärdering och resultatspridning m.m.

Efn är inte heller helt nöjt med hur utredningen har tänkt tillgodose behovet av analyser med inriktning på den sam-

lade effekten av olika energipolitiska åtgärder, hur olika styrmedel verkar, hur instrumenten kan justeras för att bli effektivare osv. I linje med detta synsätt ligger att Efn ser ett ökat behov av analyser med inriktning på hela energisystemet liksom av framtidsstudier.

Efn identifierar alltså en rad brister i programmet. De flesta ligger inom dess arbetsfält, varför argumentationen, får man tro, betingas av att man inte känner sig ha tillräckligt med stöd eller pengar för att ägna sig åt dem.

Huvudintrycket av remissynpunkterna är att man verkar mer intresserad av att fortsätta sakdebatten än att höja blicken och diskutera t.ex. beredningsformer. Med undantag för delar av Efn:s inlaga är slutsatsen att myndigheterna inte värderar varken beslutsprocessen eller underlagen till denna, utan fortsätter argumentera för sina ståndpunkter.

Intervjuerna förmedlar en på flera sätt dyster bild av läget. Slutsatserna i fråga om de periodiska rapporterna, är att de betraktas som meningslösa. De stämmer med den allmänna bilden att enkla sifferredovisningar, t.ex. av den kassamässiga ställningen, inte kan antas vara av något större värde om de inte kopplas till vad man har fått ut för disponerade medel eller vad man sparar dem till.

Vad gäller synen på EFU tror man inte att utredarna alltid har tid att bearbeta det material som finns framtaget och ännu mindre att göra egna utredningar.

Utredningarna beskrivs också som fora för kamp mellan utförarna; de meningsskiljaktigheter som finns kommer till tydliga uttryck - vilket också uppfattas som ett värde - men ökar samtidigt svårighetsgraden på arbetet.

Det är ingen av intervjupersonerna som tycker att prövningen av programmet har blivit friare som en följd av att särskilda utredare har ansvarat för EFU-funktionen. Även om arrangemanget tillgodoser höga krav på oberoende, menar några att beredningen å andra sidan gör en viss förlust om förkunskaperna är lägre jämfört med t.ex. DFE-modellen.

7 Vad lär oss detta?

I detta kapitel ska jag presentera undersökningens **slutsatser**, markera vilka mer betydelsefulla **problem** detta tyder på och diskutera tänkbara **åtgärder**. Det första steget består i att karaktärisera processerna för att ta fram periodiska redovisningar och underlag till EFU, karaktärisera produkterna samt värdera både processer och produkter utifrån avnämarnas synpunkter och kravspecifikationerna.

När jag i det andra momentet identifierar förhållanden och mekanismer som bedöms utgöra problem för programmet är värderingsgrunden en inte redovisad teoretiskt grundad, men praktiskt bekräftad, beskrivning av "basfunktioner i ett effektivt system".

7.1 Periodiska redovisningar

Det kanske bästa sättet att beskriva hur redovisningarna utarbetas är genom konstaterandet att de lämnas regelbundet, men att ingen har känt någon glädje över uppgiften eller förstått vilket syfte de tänks ha.

Det behövs emellertid goda redovisningar: t.ex. blir vissa delar av det internationella samarbetet väldigt dyrt när man kommer till konkreta FoU-projekt. Detta, och att varken riksdag eller regering fattar några beslut om samarbetets inriktning, är anledningen till att det behövs särskilda redovisningar.

Motiven för särskilda rapporterinar är således uppenbara, men det vore utan tvekan lämpligare att berätta vilka resultat som har nåtts till följd av samarbetet, eller som kan förväntas, i stället för att bara räkna upp projekten.

Redovisningarna saknar analys och präglas av att vara katalogartade översikter som endast den som känner verksamheten väl kan dra några meningsfulla slutsatser av. Den

kanske viktigaste informationen - den som grundas i utvärderingar - fordras inte in och förmedlas därför inte heller fortlöpande.

Inte så konstigt då att varken avsändare eller mottagare anser att de fyller någon meningsfull roll. Rapporterna uppfattas som skäligen meningslösa och arbetet med dem har kommit att bli en ritual snarare än ett sätt och tillfälle att förmedla viktiga upplysningar om resurser, insatser och prestationer.

När samtidigt varken regleringsbreven, myndighetsinstruktionerna eller energiforskningsförordningen lägger några hinder i vägen för myndigheterna att utveckla produkten, visar det bara att man saknar incitament. Om anledningen kan jag bara spekulera; den vanligaste brukar vara att man har reagerat på ett förment bakomliggande kontrollsyfte.

7.2 Underlag till EFU m.m.

EFU:s arbetsformer medför naturligtvis att det blir en extra ansträngning för myndigheterna att på rätt kort tid utarbeta "offerter" för nästa period. Uppfattningarna om belastningen går något isär, men verkar inte längre vara allt för besvärande - efter 15 år bör det också ha blivit en vana. Även om uppgifterna varierar något är intrycket att beredningsarbetet har kunnat koordineras med andra uppgifter utan att nämnvärt störa arbetsrytmen; genom framförhållning har man lyckats förena EFU-planeringen och andra sysslor.

Myndigheterna har genomgående samverkat med både forskare och, i varierande utsträckning, näringliv vid utarbetandet av sina programförslag. Genom att grupperna är kontinuerligt verksamma har de kunnat delta i både idégenerering och slutlig avstämning av förslagen. Däremot är produkterna interna i bemärkelsen att man inte har behövt anlita konsulthjälp.

Planerna har, i den mån tidsschemat har medgett detta, föredragits för och antagits av myndigheternas styrelser eller motsvarande organ. Genomgången har inte visat på

några interna stridigheter i fråga förslagens innehåll. Det var kanske inte heller att vänta av den ytliga genomgång som gjorts.

Genom intervjuerna har det kommit fram att tidspressen i flera fall medfört att materialet inte har blivit tillräckligt genomarbetat.

Några av intervjupersonerna anser att programmets jämförelsevis mer omfattande och ingående beredningsarbete, tillsammans med högre krav på redovisning och utvärdering, har haft en pedagogisk effekt på basverksamheten. Vid sidan av att fullgöra viktiga uppgifter åt EFU sägs sättet att bereda programbeslut ha bidragit till att förbättra ledningsinformationen. Att fordra in underlag kan således bidra till att utveckla myndigheternas interna arbete. I den mån det har varit fallet, är det emellertid inte ett resultat av en eftersträvad inlärningseffekt utan snarare en positiv och troligen inte förutsedd biverkan.

Produkterna är resultatet av ett lojalt och ambitiöst arbete i vingården; EFU har fått ordentliga svar på de flesta frågor som ställts. Det hindrar inte att intervjuerna pekar på att tidsgränserna inte alltid har tillåtit så mycket av eftertanke och analys som man önskat.

Underlagen är, som redan borde ha framgått, i allt väsentligt framåtblickande och argumenterande. Om man tillåter sig att stilisera, kan man säga att argumentationen följer ett visst mönster: "såhär ser omvärlden ut, vilket leder fram till följande behov av forskning; vi verkar redan inom området och får vi bara så och så mycket pengar ska vi arbeta vidare med följande tekniker eller problemområden".

För den som inte är ordentligt insatt i de FoU-områden som behandlas, är det väldigt svårt att relatera uppgifter om aktuell teknik och forskningsinriktning till målen för delprogrammet. Ännu svårare är det att utveckla en uppfattning om var nästa investeringskrona skulle göra störst nytta.

Stilen är "den administrativa essäns" - en allmän och beskrivande, ibland rent enumerativ, text. Den är oftast

stringent, medveten och på sina ställen, framför allt i teknikbeskrivningarna, t.o.m. medryckande. Dokumenten ger inte sällan intryck av att vara fallna direkt efter sina föregångare; de bygger på tidigare planer och utvecklas långsamt framför allt genom att texten blir mer koncis.

Det positiva får nu inte skymma sikten för att inslaget av utvärdering och analys är försvinnande litet; det är inte många trycksidor som avdelas för att diskutera programmets verkansteori, genomförande eller resultat.

Så till den viktiga värderingsfrågan. Jämförs produkterna med de krav som EFU ställer, är det min mening att myndigheterna i allt väsentligt har tillgodosett dem. Man har fått vad som begärts - men inget därutöver; myndigheterna har hållit sig till beställningens bokstav snarare än dess anda. Undersökningen ger inte direkt underlag för mer än en tänkbar förklaring till att man följt en minimilinje: att tiden varit knapp. Det hindrar givetvis inte att det kan finnas andra anledningar, t.ex. egenskaper hos den administrativa kulturen.

Varken de källor som studerats eller de personer som har intervjuats ger några distinkta svar på hur man uppskattar eller använder det material som andra myndigheter bidrar med.

Föga överraskande har det visat sig mycket svårt att utan särskild analys därav få en tydlig bild av hur och till vilka dokumenten har spridits, i vad mån de har uppmärksammats och legat till grund för formella beslut eller andra åtgärder.

Det intryck jag har fått av intervjuerna - och här finns inget annat att bygga på - är att planer och utvärderingar uppmärksammas och används i ganska liten utsträckning utanför myndigheterna. Inte heller Efn:s utvärderingar, varken de som redovisas till EFU eller övriga, lyckas annat än i undantagsfall nå en bredare publik utom myndighetssfären eller departementen.

Implicit i dessa svar ligger att utvärderingarna inte är något man bygger sin världsbild på eller som vägleder agerandet. När det gäller spridningen och användningen av

informationen måste man vara medveten om att den ofta söker sig fram via indirekta kanaler och långsiktigt kan utöva ett stort inflytande.

Den av Efn:s produkter som uppmärksammas mest är sammanställningarna av myndigheternas resursförbrukning. Det verkar samtidigt vara den som vållar mest missförstånd och irritation hos dem som "granskas". Även om åsiktsskillnaderna i fråga om definitioner och bokföringsprinciper verkar minska, dröjer det hos några kvar en känsla av onödig kontroll. Störst uppskattning verkar sammanställningarna ha mött inne i kanslihuset.

Förklaringskandidaterna är legio. En tar fasta på hur resultaten sprids; om de inte finner vägen in i de kanske viktigaste dokumenten - programplanerna - måste de konkurrera om uppmärksamheten på annat vis. Det gör att sättet att förmedla informationen spelar en väsentligare roll. Erfarenhetsmässigt brukar graden av användning också kunna bero på hur väl man anpassar utgivningen till beslutstillfällena. Metodvalet och säkerheten i slutsatserna, generaliserbarheten av dessa (kan andra lära sig något av våra misstag och framgångar?) är andra betydelsefulla faktorer. När det gäller EFP tillkommer också att myndigheterna inte uppfattar fackdepartementet vara så intresserat av resultatinformation.

7.3 Energiforskningsutredningarna

Eftersom det endast ingår ett betänkande bland källorna, lånar jag in erfarenheter från en analys av hur programmet har implementerats. Den har gjorts på uppdrag av Efn och omfattar 1980-talet, vilket vidgar erfarenhetsramen en hel del. Ändå är det ingen i vetenskaplig mening stringent värdering som görs. Det förutsätter en särskild delundersökning av EFU-funktionen.

Villkoren för arbetet återspeglas tydligt i produkten. Direktiven, det höga arbetstempot, att arbetsformerna skiftar, de ofta återkommande beslutstillfällena och att utredarna tvingas arbeta under stark tidspress, bidrar till att EFU inte kan bli något forum för självkritik och

omprövning.

Den kanske viktigaste anledningen är nog ändå att man blir beroende av de underlag som myndigheterna utarbetar. Perspektivet vidgas något, men betänkandena återpeglar troget de teman som myndigheterna behandlar. De vidgar underlagens analys endast i så motto att de även omfattar processen och, inte minst, arbetsfördelning och programindelning. Det syfte man kan läsa in i betänkandena går utanför de kategorier som diskuteras i metodavsnittet, men så handlar det ju inte heller om utvärdering; huvuduppgiften är att lägga en finansiell och administrativ grund för nästa programperiod.

I ingetdera av fallen har man emellertid rätt att förvänta sig att de som är beroende av anslag från programmet ska rannsaka detta och sin egen ställning. Om myndigheterna därtill har förhållandevis korta svarsfrister innebär det dels att underlagen kanske inte utgör några administrativa topprestationer, dels att det finns en övre gräns för vad EFU kan begära.

När man tar del av EFU 90:s begäran av underlag förstår man varför direktiven uttrycker ett önskemål om att finna förenklade beslutsformer; hur ska den myndighet vara konstruerad och ha planerat sitt arbete för att på några månader kunna tillmötesgå så omfattande beställningar? Och vilka anspråk ställer det inte på dem som ska ta emot de omfattande svaren?

Den information som kommer fram genom de periodiska redovisningarna är inte heller till någon som helst hjälp, varken för regeringen när direktiven ska skrivas eller för utredningarna när nästa period ska beredas.

Vidare har EFU små möjligheter att beställa oberoende analyser, dvs. av personer eller myndigheter utanför energisfären. Med undantag för smärre punktinsatser är ledtiderna helt enkelt för långa. Även om det fanns personer som hade tid att göra mer omfattande insatser, är det inte säkert att utredningen har tid nog för att ta riktigt hand om resultaten.

Utredningarna visar några olikheter i fråga om arbetssätt;

medan EFU 87 bedrev en brevväxling med myndigheterna, lade EFU 90 omedelbart ut en omfattande beställning, i båda fallen kompletterat med underhandskontakter av olika slag. EFU 87:s referensgrupper innebar givetvis att informationsutbytet företogs i mer organiserade former. Det finns emellertid inget om tyder på att någondera sättet att beställa skulle vara bättre än det andra.

Det är svårare att bedöma om EFU infriar direktivens förväntningar än om myndigheterna ger fullödiga svar på utredningens frågor. Den främsta anledningen är att utredningsdirektiven är både vidare och vagare än EFU:s anspråk på myndigheterna.

Då betänkandena också är en funktion av underlagen och en konsekvens av arbetsförutsättningarna, måste värderingen ta hänsyn även till dessa faktorer. En närmast intuitiv sammanvägning av variabelvärdena utmynnar i omdömet att betänkandena, med hänsyn till både förutsättningar och redovisade brister, är habila produkter som infriar direktivens förväntningar. Bedömningen jävas inte heller av hur de har använts; propositionerna går till stora delar tillbaka på betänkandena.

Ser man de periodiska rapporterna och EFU-arbetet tillsammans, blir det uppenbart att huvudsyftet har begränsats till att lägga grunden för styrinriktade beslut. Det som gör värderingen svår är otydligheten i fråga om hur och i vad mån utvärderingar påverkar förslagen.

7.4 Problemanalys

Beskrivningen och värderingen av processer och produkter visar att programmet belastas med fyra analytiskt åtskiljbara men i praktiken nära förbundna problem:

- de periodiska redovisningarna och underlagen till EFU saknar i stort sett resultatinformation
- återföringen av den resultatinformation som tas fram fungerar inte

- EFU inte har tid att i nämnvärd grad djuploda analysen av programmets tillstånd

- Efn har inte tillräcklig tyngd som ansvarig för övergripande utvärderingar och kvalitetsutveckling

Det bör noteras att uppställningen inte bygger på en bedömning av problemens betydelseordning eller deras inbördes logik.

I detta avsnitt ska jag försöka ge en tydligare bild av problemens innebörd och konsekvenser samt anföra några argument för att åtgärda dem.

Först till frågan om **underlagens karaktär**. Meningsutbytet domineras av inlägg om position, verksamhet, behov och planer. Denna kvartett verkar bilda en egen sfär i vilken frågor om programteori, styrmedel, implementering och utvärdering har svårt att tränga sig in. Om man tillåter en viss förenkling kan man säga att materialet mer påminner om verksamhetsplaner än "verksamhetsberättelser". Det domineras vidare av dagsaktuella frågor; de långsiktiga perspektiven får inga explicita uttryck. De utmaningar som beskrivs är också nära knutna till den dagliga gärningen. Det samlade intrycket är att underlagen därigenom blir mer argumenterande än analyserande.

Arbetet verkar också i någon mån ha ritualiserats vilket gör att dokumenten har en likartad karaktär genom åren; de bygger på tidigare planer och utvecklas endast långsamt.

Bristerna gäller i särskilt hög grad utvärdering av programteorin. Förskjutningar i denna, som bl.a. kommer till uttryck i direktiven till EFU 90 - "Att utveckling, demonstration och kommersialisering av ny energiteknik /i första hand bör/ vara ett ansvar för andra aktörer ..." - borde av programmyndigheterna ha uppfattats som en prövningsvärd hypotes. Men varken de som skrivit direktiven eller myndigheterna funderar på allvar över förutsättningarna för att omvandla "böra" till "vara" t.ex. genom att knyta an till teorier om vilka faktorer som påverkar målgruppernas handlande.

Analysen måste framför allt handla om huruvida det behövs

kompletterande åtgärder för att de aktörer som direktiven talar om ska fås att agera. Vad säger programmets påverkansteori om hur man ska få energibolag, utrustningstillverkare och slutanvändare att agera på ett sätt som överensstämmer med de långsiktiga målen?

Det som kanske sticker mest i ögonen är frånvaron av allvarliga försök att pröva programmets verkansteori. Aktörerna tangerar frågor av detta slag när man diskuterar andra aktörers intresse för att delfinansiera projekt, men det görs inga ansatser att på allvar pröva om EFP är det bästa sättet att befrämja den energitekniska utvecklingen. Det är desto mer angeläget som flera intervjupersoner inte tror att den kurs som stakats ut är den bästa givet de mål som ska nås och då framför allt kärnkraftsavvecklingen.

Ännu efter 15 år har det inte gjorts någon ordentlig programövergripande prövning av möjligheterna att med hjälp av forskning och ekonomiska incitament nå målen. I yttersta hand är frågan om programmet fortfarande har något existensberättigande.

Myndigheterna har ett primärt utvärderingsansvar. Deras planer talar sällan om var och varför utvärderingar har gjorts eller behöver göras, men genom andra källor finns det belagt ett mycket stort antal projekt. Däremot går det inte utan särskilda utredningsinsatser (jämför Efn:s sammanställning av utvärderande material) att få något grepp om vilka områden de täcker, vilka analystyper de representerar, metodval, spridning, uppmärksammande och användning. Att utvärderingsinformationen i hög grad saknas i detta material hindrar således inte att den har tagits fram, att den kan ha förmedlats på annat sätt och att den kan ha haft en avgörande betydelse för slutsatser och förslag.

Att programmet har implementerats får man sluta sig till genom frånvaron av uppgifter om att det skulle ha råkat ut för svårigheter, vilket inte kan beskrivas som annat än svaga indikationer.

Dagens uppföljningssystem svarar således inte riktigt mot kravet att ge beställaren information om resultatet. Det förändringsbehov som följer därav är, med en allmän

formulering, att ändra debattmönstret genom att föra in mer av den sistnämnda kvartetten frågor.

För att passa till en styrningsmodell som bygger på målstyrning och som frisvurit sig från utredningar vart tredje år måste de periodiska redovisningarna utvecklas bl.a. genom att omfatta implementeringsinformation. Programplanerna behöver genomgå en motsvarande förändring genom att sammanställa och ge tydligare uttryck för de resultat som har åstadkommits.

Även om utvärderingarna skulle täcka in de strategiskt viktigaste områdena, belysa de mest relevanta genomförandefrågorna och vara metodologiskt godtagbara, återstår problemet med hur informationen **återförs** - framför allt uppåt i systemet - och blir en del av beslutsunderlaget.

De dokument som har analyserats är framtagna för "invärtes bruk"; deras enda användningsområde är att utväxlas mellan departement, utredning och myndigheter. Normalt sett tar inte ens riksdagen del av denna voluminösa korrespondens och allmänheten ser om möjligt ännu mindre av den.

Problemet är givetvis till viss del ett resultat av den svenska förvaltningstraditionen med en klar bodelning mellan regeringskansli och myndigheter. Med en ministeriemodell minskar avståndet mellan policybildning och genomförande. Bekymren med återföringen uppstår delvis till följd av detta avstånd, och att informationen ska förmedlas från organisationer som följer en "administrativ logik" till sådana som arbetar efter en "politisk logik".

Resultatet stämmer väl överens med slutsatserna från en parallellt genomförd undersökning av implementeringen som har beställts av Efn. Den visar bl.a. att meningsutbytet mellan regeringskansli och myndigheter i väldigt liten utsträckning handlar om genomförandet eller andra mer utvärderingsorienterade analystyper. Det finns ingen anledning att invända mot detta så länge det det finns andra kanaler för utåtriktad information.

Men den har också visat att departementet, i den mån det får del av resultatinformation, får det genom EFU och underhand genom kontakter med nätverket, dvs. de myndig-

heter, företag och forskningsutförare m.fl. som är närmast berörda av programmet. Om beredningssättet ska ändras och målstyrningen förstärkas, innebär det att avståndet mellan myndigheter och regeringskansli ökas. Frågan är då om nätverket längre är ett tillförlitligt sätt att informera sig om framsteg, bakslag och outnyttjade möjligheter m.m.

Bristerna i fråga om återföringen medför bl.a. att det är oklart hur viktiga intressentgrupper försörjs med resultatinformation. Iakttagelserna leder till slutsatsen att underlagen inte bara måste förbättras innehållsligt, utan även utarbetas och förmedlas under former som gör det möjligt för dem att få ett snabbare genomslag i beslut om omfattning och inriktning. Syftet med att sammanställa och förmedla resultatinformation är inte bara att försörja olika nivåer med relevanta beslutsunderlag - det bör också ingå som ett medvetet led i organisationens lärande.

I endast ett av fallen, STU, finns det naturliga hinder för vad som kan förmedlas. De projekt som kan tänkas utmynna i ansökningar om patent, hemligstämplas och måste därför anonymiseras. Bortsett från detta lilla hinder finns det inte annat än praktiska svårigheter i vägen för att återföra mer resultatinformation. Att det sedan är en stor utmaning i sig att utforma och implementera en mer *ambitiös resultatanalys*, är ingen invändning i sak.

Den tredje problemkretsen ställer **EFU-funktionen** i centrum. Utredningsprocessen präglas av att den, om inte de facto så i alla fall mentalt, har blivit i det närmaste permanent; uppehållet mellan beslut och tidpunkten för att börja formulera direktiven till nästa utredning är kort. Utredningarnas arbetsförutsättningar, och därmed arbetssätt, har visserligen ändrats men inte på ett sådant sätt att det möjliggjort djuplodande analys och en fortlöpande effektivitetsprövning.

Hur försörjer sig EFU med information om resultat? Frågan är relevant då tiden knappast tillåter att utredningarna tar fram egna grundfakta, dvs. utvärderingsrapporter, annat än inom begränsade områden. Om man, som EFU 87, nästintill uteslutande bygger på programmyndigheternas eget material, försvåras i varje fall möjligheterna att göra oberoende utvärderingar. Det lär också vara svårt att

få en översikt utan ordentlig bearbetning av detta material - ifall det är någorlunda heltäckande.

Med den nu aktuella planeringsmodellen kan underlagen, utöver föregående programperiod, bygga endast på erfarenheter från det första året av innevarande cykel. Därmed löper man en ökad risk för att de i stället för äldre utvärderingsresultat framför allt ska omfatta resursinsats och aktiviteter.

Betoningen från de första programperioderna på att ta fram underlag för planering och beslut har därigenom kommit att bestå. Det antyder att programmet har haft svårt att utvecklas i fråga om att återföra information; kunskap om resultat och planering har inte integrerats på något synligt sätt.

Arrangemanget med särskilda EFU tillkom för att skapa möjligheter till oberoende bedömningar, i yttersta hand att föreslå programmets avskaffande. Den bild som tonar fram antyder att EFU har svårt att fylla en sådan roll.

Sist, men definitivt icke minst, har vi den segslitna frågan om **Efn:s ställning**. Det går inte att undvika intrycket att Efn spelar en med tanke på sitt uppdrag (som det kommer till uttryck i dess instruktion) tillbakadragen roll. Handlar det om att försörja EFU med underlag, visar det sig att Efn visserligen försöker knyta an till de övergripande frågorna men utan att ha någon särskild roll. Däremellan för myndigheten en tämligen anonym tillvaro; departementet efterfrågar inte aktivt dess tjänster och andra myndigheter verkar både känna sig störda över att bli "utsatta" för Efn:s utvärderingar eller översikter och, åtminstone i vissa fall, stimulerade av de synpunkter som framförs.

Det är utan tvekan ett problem för både programmet och myndigheten själv att Efn inte har lyckats spela den roll som myndigheten tilldelas i programteorin, enligt instruktionen och riksdagsbesluten. Om det sedan beror på oklara direktiv, en oklar ställning, oskicklighet i spridningen, ointressanta produkter eller resultat, outvecklad metodik, oginhet, osämja inom "familjen" eller något annat är det svårt att ha någon bestämd uppfattning om. Troligen måste

man söka förklaringen i fler än en faktor.

Betraktar vi problemen i ett systemperspektiv, ser vi att de berör momenten *utvärdering* och *återkoppling*. Det betyder självfallet inte att momenten policybildning och implementering fungerar utan hinder. Tvärtom innebär noteringen att programteorin inte har prövats och att återkopplingen inte fungerar betänkligheter för vad som styr besluten. På motsvarande sätt kan man undra över hur implementeringen skulle ha varit om myndigheterna hade återrapporterat fortlöpande och utvärderat processen.

Sammantaget innebär dessa brister att programmets bidrag till uppnåendet av de långsiktiga energipolitiska målen är oklart och, vilket är mer bekymmersamt, att vägen fram till klarhet måste gå både via utvecklandet av mer ändamålsenliga system och lösandet av organisatoriska problem.

Efter att ha presenterat argumenten för att redovisade omständigheter verkligen är reella problem, finns det också skäl att kort beröra vad som eventuellt kan tala emot.

Jag har i den tidigare omnämnda analysen av hur programmet har implementerats funni att statsmakterna styr framför allt genom att utforma organisationen och anslå resursramar. När det gäller FoU-stödets inriktning har den i praktiken utformats av programmyndigheterna själva; utredningsarbetet, propositionsskrivandet och riksdagsbehandlingen har i allt väsentligt konfirmerat deras förslag. Mellan beslutstillfällena har regeringskansliet övervakat implementeringen på ett indirekt sätt genom att förlita sig på att nätverket skulle slå larm ifall myndigheterna inte utförde sina uppgifter. Då verksamheten ger intryck av att ha genomförts utan större avvikelser från beställningen har departementet följaktligen intagit en låg profil och sällan vidtagit styrningsaktiviteter.

Utifrån detta resultat kan man kanske tro att det vore en stark kontraindikation om politiker och tjänstemän menade att utbytet av det informella umgänget med "nätverket" räcker för att avgöra om verksamheten är effektiv. Min spontana uppfattning är att det knappast finns tillräckligt många tillräckligt fristående aktörer för att man ska

kunna fullgöra en ställföreträdande bevakningsfunktion; risken för att det är egenintresset som talar å det allmännas bästa är påtaglig.

En annan omständighet som kan tänkas jäva min bedömning är att politikerna, framför allt då i riksdagen, inte är så intresserade av att ta reda på resultatet. Det finns många exempel på att det politiska arbetets villkor är sådana att det ofta lönar sig bättre att arbeta framåtblickande än att ta reda på vad samhället faktiskt fick ut av resursinsatsen.

Ett sådant ointresse kan dessutom i många fall vara sakligt (eller taktiskt) väl underbyggt: har man välgrundad anledning tro att mer inträngande utvärderingar skulle påvisa ett dåligt resultat eller att programmet har spelat ut sin roll finns det anledning ett manövrera undan ett kursfall på den politiska marknaden. Skulle så vara fallet, förstärker det ytterligare behovet av en kvalificerad oberoende utvärderingsfunktion.

Även den starkaste, t.o.m. bland politikers skara, sägs emellanåt sucka över att kraften inte räcker till för att rå på administrationens motstånd mot förändringar. Invändningen mot en sådan hållning, ifall någon företräder den, är självfallet att argumentet inte kan godtas av konstitutionella skäl. Tvärtom finns det anledning att med kraft vidta de förändringar som utvärderingar har visat är nödvändiga.

De kontraindikationer som jag har kunna finna, visar sig således vid närmare påseende snarast vara indikationer på att problemen verkligen finns och bör åtgärdas.

BILAGA 4

Underlag från statens råd för byggnadsforskning (BFR)

Byggforskningsrådets

underlag till energiforskningsutredningen (EFU 90)

1988-12-05
1989-06-20 (rev)

Underlag till energiforskningsutredningen (EFU 90)

0 SAMMANFATTNING

I ENERGIFRÅGOR I DEN BYGGDA MILJÖN
- Uppdraget
- Strategiska energifrågor i den byggda miljön
- Framtida FoU-behov och FoU-struktur
- Sektorsforskning

II FoU-BEHOV OCH FoU-STRUKTUR INOM DEN BYGGDA MILJÖN
- Energiforskning inom BFRs ansvarsområde
- Miljöfrågor
- Strategi för förnyelse

III NYA ENERGISYSTEM - ENERGIANVÄNDNING FÖR BEBYGGELSE
- Omfattning och mål
- Budget innevarande period
- Resursbehov för FoU mm om nya energisystem

IV DELPROGRAMREDOVISNINGAR
- Delprogrammet Solvärmeteknik
- Delprogrammet Energilagring
- Delprogrammet Avancerade värmepumpsystem
- Delprogrammet System- och genomförandefrågor
- Delprogrammet Eleffektiva byggnader
- Delprogrammet Gasteknisk FoU

Bilaga: IEA/CADDET

0. SAMMANFATTNING

Miljö- och energiaspekter på byggd miljö är utgångspunkten för byggforskningsrådets förslag till resursfördelning inför 1990-93. När det gäller själva forskningsbudgeten lämnar BFR i enlighet med instruktionen tre alternativ på mellan 102 och 138 Mkr. Dessutom finns ett särskilt alternativ som innefattar ökade insatser på miljöområdet. Denna budget ligger på 168 Mkr. Inom FoU-budgetens ram ska medel avsättas för administration och information.

Utöver detta har BFR förslag på förstärkta satsningar, nämligen pilotprojektstöd, experimentbyggnadsstöd, teknikupphandlingsstöd och IEA/CADDET.

FoU i byggd miljö

Byggforskningsrådets ansvarsområde är den byggda miljön. Sektorn spelar en viktig roll i samhällsutvecklingen, och dess kvalité och utformning utgör en måttstock på människors levnadsnivå och materiella standard.

FoU inom byggd miljö omfattar vitt skilda problemområden som sällan går att isolera från varandra. Organisatoriskt har rådet delat sin verksamhet på fyra program inom vilka energifrågor utgör större eller mindre delområden. Program 1-3 finansieras emellertid helt av byggforskningsanslaget inom bostadsdepartementets huvudtitel.

Program 4, Nya energisystem, som utgör en del av energiforskningsprogrammet under miljö- och energidepartementet omfattar inriktningarna systemteknik, solvärme, energilagring, eleffektiva byggnader och gasteknik. Tio års verksamhet har inneburit att en framgångsrik FoU-strategi utvecklats. Verksamheten omfattar alla led från forskning till tillämpning och har succesivt kommit att inriktas mot de energimässiga systemsamband som råder inom var och en av byggprocessens alla faser.

Den viktigaste framtidsfrågan idag är miljön. Detta har också betonats av energiforskningsutredningen. I ett globalt perspektiv kräver framtida lösningar av miljöproblemen stora reduktioner av energiförbrukningen.

Den byggda miljön spelar en strategisk roll i sammanhanget genom möjligheter till energihushållning via sparande, systemeffektivisering och användning av nyutvecklad teknik. Den verksamhet som nu pågår har stora möjligheter att inom en snar framtid bidra till de reduktioner som uppställts som mål.

Experimentverksamheten spelar en central roll. I försöksanläggningar i full skala testas teoretiska ansatser samtidigt som de, med sitt demonstrationsvärde, underlättar marknadsintroduktionen. Verksamheten har inneburit att betydande kompetens vuxit fram i branschens alla led och att ett nationellt och internationellt nätverk för kontakter byggts upp.

Teknikområdena

Arbetet inom **solvärmetekniken** koncentreras främst på att utveckla bättre och billigare solvärmesystem. Målet för utvecklingsarbetet är inom tillämpningsområdet generellt att göra solvärmetekniken konkurrenskraftig gentemot konkurrerande uppvärmningstekniker.

6

Den solvärmeteknik som BFR stöder kan delas in i tillämpningarna:
- fjärrvärmesystem/gruppcentraler utan säsongslager
- fjärrvärmesystem/gruppcentraler med säsongslager
- husegna system: flerfamiljshus, enfamiljshus och lokaler
- badanläggningar

Inom samtliga områden finns en lovande utveckling. Redan idag byggs anläggningar för solvärmt tappvarmvatten till flerbostadshus i husegna system på kommersiell bas.

Insatser för kostnadsreducering av system på gruppcentralnivå, FoU om bättre och mer kostnadseffektiva solfångare samt studier av möjligheter att på längre sikt utveckla husegna system kommer att prägla den fortsatta verksamheten.

Solvärmeteknik - speciellt i kombination med lagringsteknik - är extremt miljövänlig. I ett alternativ där miljöfrågor prioriteras, ges särskilda möjligheter att pröva flera alternativa utvecklingslinjer, och därmed en snabbare marknadsintroduktion.

När det gäller **energilager** inriktas forskningssamarbetet både i Sverige och internationellt på andra generationens FoU - ett samtidigt utnyttjande av värme och kyla från akvifer- och berglagersystem. Intensifierade studier av vattenkemins inverkan och vattenbehandlingsmetoder kommer att ske.

Utvecklingen bör ha som huvudmål att inriktas på följande insatser:
- Systemfrågor; förenklingar, simuleringar och optimeringar
- Kostnadssänkning om 20-40% (säsongslager)
- Införandefrågor

Lagerfrågorna bör ses i ett nationalekonomiskt perspektiv och vara kopplade till frågor om infrastruktur och miljö, d v s ingå som en självklar del i en kommuns energisystem.

För delprogrammet avancerade **värmepumpar** kan i en kort sammanfattning noteras att:
- FoU-verksamheten får en ändrad inriktning under början av 1990-talet
- triangeln forskning-industri-marknad blir avgörande
- koncentration på några få men viktiga områden
- forskning som inte kunnat påvisa nyttiggjorda resultat avvecklas
- värmepumpteknikens viktigaste roll är att bidra till minskad belastning på den yttre miljön
- nordiskt och internationellt samarbete krävs för utvecklingen av CFC-ersättningar

Det nya **gastekniska** FoU-programmet utgör en del av ett samlat gastekniskt program som statens energiverk ansvarar för. BFR's ansvar omfattar FoU och experimentbyggande beträffande gasteknik och gastekniska system inklusive apparater inom byggnader och i byggnadsnära tillämpningar.

BFR's övergripande mål för FoU om naturgasintroduktion i Sverige är inriktad mot kvalitetssäkring, teknikutveckling, systemutveckling, effektiv energianvändning, hög säkerhet och tillförlitlighet samt goda miljöegenskaper.

Delprogrammet **eleffektiva byggnader**, som också är nytt, omfattar effektivisering av elanvändning, ersättning av direktel samt energihushållning och ny energiteknik för elvärmda byggnader. Målet är att:

- genom forskning, utveckling och forskningsinriktat experimentbyggande främja energihushållning, utveckling av ny teknik och tekniska system för ersättning och effektivisering av elanvändningen
- bidra till den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden inom området
- genom demonstration och målgruppsanpassad information öka kunskapen om tekniska lösningar och genomförandefrågor

System- och genomförandefrågor är viktiga då nya energisystem introduceras. Detta gäller såväl för energisparteknik, installationsteknik, experimentbyggande som för den nya energitekniken.

Målsättningen är att minska användningen av olja och el, öka elgenereringen, andelen förnybar energi och utnyttjandet av naturvärme och sekundärvärme, samt att bidra till att reducera emissioner och immissioner som är skadliga för miljö och hälsa.

Projekt som berör system- och infrastrukturfrågor är under planering i samarbete med flera kommuner och förvaltare. I delprogrammet ingår även utredning av potential och införandehinder för nya tekniska system.

Resursbehov för nya energisystem

Rådet föreslår att 12% av forskningsanslaget avsätts för **administration**, och 10% för **information** och dokumentation.

Samarbetet inom **CADDET** syftar till att bredda och förbättra insamling och utbyte av information och demonstration bl a inom området nya energisystem. Eftersom information bör prioriteras föreslår rådet att 4,5 Mkr anslås till CADDET.

Kunskapsspridningen skulle påskyndas om rådet fick möjlighet att stödja **pilotprojekt** vid högskolor och motsvarande. Därför föreslår rådet att 15 Mkr avsätts för pilotprojektstöd.

Experimentbyggnadsverksamheten har hittills varit lyckosam. Planeringen av projekt tar normalt flera år, varför rådet redan intecknat delar av ett förväntat framtida anslag. Rådet föreslår att 90 Mkr anslås till **experimentbyggnadsstöd**. Dessutom bör kostnaderna för mätning, uppföljning och utvärdering täckas av ett särskilt anslag - 30 Mkr - eller av lånemedel.

Inom området nya energisystem finns möjligheter att genom teknikupphandling stimulera en snabbare introduktion av värmesystem i gruppcentralstorlek. Rådet föreslår att 15 Mkr ställs till förfogande för **teknikupphandlingsstöd.**

Förslaget på **FoU-budget** är uppdelat på tre olika alternativ. Flexibiliteten ökar om rådet får möjlighet att fritt ändra fördelningen mellan olika teknikområden.

Som ett **miljöalternativ** föreslår rådet en ökning med 30 Mkr. Detta för att satsa extra på särskilt solvärme- och energilagringsalternativen.

För innevarande treårsperiod har budgeten inom programmet minskat kraftigt. Effekterna av denna nedskärning har varit allvarliga.

8

För den fortsatta verksamheten föreslås:

Delprogram(per 3-år)	Nuvar. Mkr	Alt.1 Mkr	Alt. 2 Mkr	Alt. 3 Mkr	Miljöalt. Mkr
Solvärme	21,0	21,0	18,0	22,5	30,0
Energilagring	15,0	18,0	12,0	21,0	24,0
Värmepumpar	18,0	15,0	13,5	15,0	24,0
Gasteknisk Fou	15,0	15,0	13,5	18,0	21,0
Eleffektiva byggnader	30,0	34,0	30,0	40,5	45,0
System & genomförande	15,0	18,0	15,0	21,0	24,0
SUMMA	114,0	121,0	102,0	138,0	168,0

-Nuvar = Nuvarande anslagsvolym
-Alt. 1 = +6% -5%
-Alt. 2 = -20%
-Alt. 3 = +8%
-Miljöalt = Ökning med 10 Mkr/år utöver alt. 3

I. ENERGIFRÅGOR I DEN BYGGDA MILJÖN

Uppdraget

Energiforskningsutredningen (EFU 90) har i uppgift (Dir 1988:29) att dels utreda och kartlägga de forsknings- och utvecklingsinsatser som sker inom energiområdet, dels lämna förslag till energiforskningsprogrammets framtida omfattning, inriktning och samverkan med annan energiforskning. EFU 90 har hemställt om att programorganen skall lämna underlag för utredningens fortsatta arbete. Underlagen skall belysa nuvarande inriktning, resursernas omfattning och långsiktiga bindningar inom resp. ansvarsområden. Programorganen ska ge förslag till nödvändiga förändringar.

Utgångspunkten för programorganens redovisningar skall vara nuvarande struktur. Programorganen skall dels redovisa synpunkter på vissa specificerade frågeställningar, dels lämna synpunkter av mer generell typ på t ex insatser inom sådana områden som utöver huvudförslaget positivt kan bidra till en reduktion av utsläppen av koldioxid.

Underlagen skall omfatta tre olika alternativ för anslagets storlek.

Strategiska energifrågor i den byggda miljön

Byggd miljö är enligt byggforskningsrådets mening ett lämpligt samlingsbegrepp för den sammansatta verklighet som byggforskningen arbetar med. Den byggda miljön bildar den fysiska omgivningen till de flesta av samhällets aktiviteter. Den inbegriper såväl bebyggelsen - alltifrån byggnadens enskilda delar från rum, byggnad, kvarter, stadsdelar - till processer som åstadkommer förändringar.

Byggd miljö bör ses som en viktig basresurs i ett urbaniserat samhälle. Även landsbygdsmiljön måste ägnas stor uppmärksamhet i en tid av snabb förändring. Den byggda miljön är viktig för både social och ekonomisk utveckling. Dess kvalitet och utformning vad gäller boende-, arbets- och fritidsmiljö är ett av måtten på individens och hushållens levnadsnivå och materiella levnadsstandard. Byggd miljö ingår som en viktig komponent i samhällets välfärdspolitik - särskilt inom bostadspolitiken, men successivt mer och mer även inom andra områden- socialpolitik (social omsorg och boende), trafikpolitik (trafiklokalisering och bosättningsmönster), miljöpolitik (bebyggelse och naturresurser), regionalpolitik (infrastruktur och sambandet FoU-sysselsättning).

Den byggda miljön har också en strategisk nyckelroll i energipolitiskt hänseende, både när det gäller att ytterligare reducera landets oljeberoende och att minska elberoendet inför kärnkraftsavvecklingen. Bebyggelsens strategiska roll understryks ytterligare av att åtgärder för att minska energianvändningen inom bebyggelsen får direkta positiva effekter på miljön i form av minskat utsläpp av NOx, CO_2, stoft från förbränning osv. Till detta kommer att en nödvändig bostadsförbättring mycket lämpligt låter sig förenas med energihushållning.

Förändringen av bebyggelsens energianvändning är emellertid en trög process. Det rör sig här om tusentals fastighetsägare och övriga beslutsfattare, som samtidigt har att ta hänsyn till en rad andra behov av förbättringar vid sidan om de energimässiga. Finansieringsordningen är komplicerad och det finns betydande osäkerhet om framtida energipriser. Beslutsprocessen är ofta besvärlig och långdragen.

10

Tecken på trendbrott i energihushållningen understryker behovet av kontinuitet och långsiktighet i de energipolitiska besluten. Kommunernas (genom bl a den nya Plan- och byggnadslagen) vidgade ansvar för genomförandet av energihushållning kan inte nog understrykas. Det är mot denna bakgrund angeläget att säkra tillräckliga informations- och rådgivningsinsatser och att lösa konflikter mellan samhällets energihushållningskrav och kraven t ex på varsamhet och boendeinflytande.

Inte minst viktigt från strategisk synpunkt är att den kompetens i vidaste mening som uppnåtts på energihushållningsområdet upprätthålles och att energiforskningen inom bebyggelsesektorn även i fortsättningen får tillräckliga resurser.

Drygt tio års forsknings- och utvecklingsinsatser inom energiområdet har inte bara resulterat i en internationellt sett betydande kunskapsuppbyggnad på teknik- och systemsidan. Det har också gjort det möjligt att etablera ett samarbete mellan forskare och bebyggelsesektorns olika kategorier av praktiker, som resulterat i en bred och växande kompetens inom hela sektorn. Upprätthållandet och vidgandet av denna kompetens är av avgörande betydelse för att fortsatta insatser skall kunna drivas med framgång. Inte minst viktigt är att utrymme också ges för satsningar på nya områden.

Ny teknik, nya tekniska lösningar och nya energisystem är av central betydelse för att genomföra en sådan aktiv energipolitik.

Framtida FoU-behov och FoU-struktur

Till nya FoU-områden hör effekthushållningsfrågorna, utvecklingen av konverteringsteknik för elvärmda hus, åv avancerade värmepumpsystem och av kraftvärmesystem för gruppcentralanslutna områden. Hit hör även de utvecklingsbehov som sammanhänger med introduktionen av naturgas.

En förfining av bebyggelsestatistiken är vidare nödvändig om det skall bli möjligt att göra mer precisa bedömningar av bebyggelsens energimässiga förutsättningar än vad som idag är möjligt. Ekonomisk forskning med inriktning på avvägning mellan hushållningsåtgärder och nyinvesteringar i energitillförselanläggningar tillhör också de angelägna uppgifterna.

Det fortsatta FoU-arbetet måste också allt tydligare inriktas på de energimässiga systemsamband som råder inom var och en av byggprocessens alla faser. Förståelsen för dessa samband spelar en helt avgörande roll för effektiviteten i energiutnyttjandet. Nya grepp på genomförandefrågor inklusive de energipolitiska styrmedlens utformning och effekter är en annan väsentlig FoU-aspekt.

Angelägna områden inom den pågående FoU-verksamheten är bl a köldbryggeproblemen i tunga byggnadskonstruktioner, möjligheterna att förbättra klimatskalet i arkitektoniskt känsliga byggnader samt fortsatt satsning på solvärmesystem med säsongslager. Målet är att åstadkomma kostnadsreduktioner och prestandaförbättringar.

Av central betydelse för de flesta av dessa områden är att mätning, verifiering och vidareutveckling även i framtiden kan genomföras i experimentbyggnadsanläggningar i full skala.

Till detta, och nästan viktigast av allt, vill BFR tillfoga att kunskapsspridning

genom information, utbildning och fortbildning av redan yrkesverksamma är absolut avgörande för effekten av samhällets energipolitiska åtgärder.

Sammanfattningsvis vill rådet som sin bestämda uppfattning hävda att det omfattande kontaktnät mellan forskare, projektörer, byggare och förvaltare, som byggts upp under drygt tio års intensiva FoU-satsningar inom energiområdet, är en ovärderlig och omistlig resurs när nu nästa stora omställning av energisystemet skall förberedas.

Sektorsforskning

Forskning
FoU inom byggsektorn har till uppgift att ge ökad kunskap och lösa problem. Det är därvid avgörande att arbetet inriktas på strategiskt viktiga områden. Viktigt är också att forskningen har en karaktär som gör det möjligt att direkt använda kunskapen i praktiken.

Det är emellertid inte möjligt att endast koncentrera sig på tillämpade utvecklingsarbeten. Dessa i sin tur måste kunna baseras på god och hållbar kunskap från forskning av hög kvalitet och mera grundläggande karaktär. Verksamheten måste därför omfatta alla led från forskning till tillämpning.

Utvecklingen inom svensk byggsektor måste baseras på en grundkompetens av hög kvalitet. Det är därför nödvändigt att hålla en tillräcklig volym på den grundläggande forskningen inom ett mycket brett område. Ett omfattande utvecklingsarbete inom ett visst problemområde kan byggas upp snabbt endast under förutsättning att det finns en sådan grundläggande kompetens att bygga på.

De tekniska högskolorna svarar för grundutbildning, forskarutbildning och forskning. Det tar minst fem år att bygga upp en meningsfull forskningsverksamhet vid en institution. Man måste finna intressanta forskningsområden, finna möjligheter att finansiera verksamheten, skaffa sig ett visst anseende inom området samt göra det känt inom högskolan för att kunna rekrytera goda forskare. En högskoleinstitutions kvalitet och anseende bestäms i huvudsak av den vetenskapliga nivån på publicerade forskningsresultat och av utexamineringen av licentiater och doktorer. Forskningsverksamheten vid en institution måste därför till helt övervägande del vara inriktad på projekt som är vetenskapligt meriterande. En högskoleinstitution kan på längre sikt arbeta med externt finansierade projekt endast om de ger möjlighet till vetenskapligt meriterande arbete.

Utvecklingsarbete
Gränsen mellan forskning och utvecklingsarbete (prototyper) är svår att dra. Det torde heller inte vara angeläget att hitta en heltäckande definition på utvecklingsarbete. En kraftig ökning av FoU-satsningen inom byggsektorn behöver ha stor tyngd i utvecklingsarbetet och bygga vidare på tidigare landvinningar och på nya forskningsresultat. Det skall leda till färdiga lösningar eller kunna leda vidare till färdiga lösningar.

Experiment
Det har visat sig angeläget att få till stånd försöksanläggningar i full skala. Utan en prövning i praktisk tillämpning är det svårt för företag och kommuner att i dagens ekonomiska läge, våga ta risken att använda ny kunskap. Experimentbyggande är därför en strategisk del av forsknings- och utvecklingsverksamheten, med syfte att snabbt nå ut till praktisk tillämpning. Vissa typer av experiment bör bedrivas inom tillfälligt eller permanent inrättade forskningsstationer.

12

Teknikupphandling
Regeringen har i proposition (1987/88:90) om energipolitik inför 1990-talet föreslagit att ett stöd till teknikupphandling inrättas den 1 juli 1988. Stödet föreslås utgå i form av bidrag och villkorslån. Teknikupphandlingsstödet syftar till att stimulera teknikupphandling av eleffektiva och elersättande produkter, processer och system, genom att reducera tekniska och kommersiella risker hos beställaren. Avsikten är att utnyttja den potential för eleffektivisering och elersättning som är ekonomiskt och tekniskt tillgänglig till år 1997 för att underlätta anpassningen till ett ändrat elförsörjningssystem.

Jämfört med den energiinriktade experimentbyggnadsverksamhet skiljer sig teknikupphandlingsprocessen främst beträffande kraven på resultatens omedelbara kommersiella tillämpning.

Rationalisering
Rationalisering av byggprocessen, förvaltningen och planeringen är en kontinuerlig process. Ny kunskap skall leda till löpande rationaliseringar. Rationaliseringsarbetet ligger i steget efter utveckling, experiment och teknikupphandling.

Demonstration
Ett viktigt led från forskning till tillämpning är att sprida kunskap om redan utfört forsknings-, utvecklings- och rationaliseringsarbete. Rådet har funnit det effektivt att på platsen demonstrera för berörda intressenter sådan erhållen kunskap. Demonstration av utförda experimentanläggningar, demonstration av nya arbetsmetoder, material, konstruktioner, planeringsmetoder osv, görs med fördel lokalt för berörda intressenter. Informationsarbete bör i allt större utsträckning koncentreras kring demonstrations- och försöksanläggningar.

Information
Vikten av informationsverksamheten kan inte nog understrykas. I allt större utsträckning måste denna bygga på demonstration av anläggningar och framgångsrik förvaltning och planering. Men informationen måste givetvis också ha karaktären av specialinriktade konferenser, seminarier och kurser. Vid dessa bör man rikta sig till de avnämare som har särskilt stor användning av den framtagna kunskapen. Man bör också koncentrera sig på att ta fram kunskapsöversikter och sammanställningar av kunskap inom hela ämnesblock.

II FoU-BEHOV OCH FoU-STRUKTUR

Energiforskning inom BFRs ansvarsområde

Den energiinriktade byggforskningens delområden
BFR initierar och stöder forskning, utveckling, experiment- och demonstrationsverksamhet inom hela den del av energiområdet som berör bebyggelsens energianvändning. Det är ett brett fält. Organisatoriskt har rådet delat sin verksamhet på fyra program inom vilka energifrågor utgör större eller mindre delområden. Program 1-3 finansieras emellertid helt av byggforskningsanslaget inom bostadsdepartementets huvudtitel. Program 4 utgör en del av energiforskningsprogrammet under miljö- och energidepartementet.

Inom det **första programmet** behandlas energifrågornas roll i samhällsplaneringen med tyngdpunkt på energihushållning i den kommunala bebyggelse-, trafik- och markanvändingsplaneringen. På lång sikt kan förändringar i bebyggelse- och transportstruktur få betydande effekter. Kommunerna kan genom sin fysiska planering av bebyggelse och trafiksystem medverka till minskad energianvändning. Denna form av energihushållning har varit föga uppmärksammad. FoU-verksamheten har hittills endast omfattat kunskapsuppbyggnad om inbördes samband och utveckling av metoder i form av modeller, systemanalys och scenarier. Vissa prognosmodeller har utvecklats. Ett fåtal studier har gällt tillämpning i konkret översiktlig planering.

Genomförandefrågor när det gäller hushållningsplanering, främst inom kommunerna, och styrmedlens effekter på byggande, förvaltning och brukarattityder ingår i det **andra programmet**. Dit hör också energifrågornas roll i själva byggprocessen, ägar- och förvaltarledets tillvaratagande av möjligheterna till energihushållning och brukarnas krav på energiförsörjning och komfort. Metodiskt hör dessa frågor nära samman med annan samhällsvetenskaplig forskning inom rådets ansvarsområde. Verksamheten grundas på teoretisk och empirisk kunskap, men den har också kontakter med experimentbyggandet t ex genom sociologiska undersökningar av brukaraspekter.

Inom det **tredje programmet**, som behandlar byggnads- och anläggningsteknik, omfattar energihushållning och effektiv energianvändning i byggnader en stor del av verksamheten. Utöver grundläggande kunskapsuppbyggnad handlar forskning och utveckling i dessa sammanhang i stor utsträckning om förfining av känd och beprövad byggnads- och installationsteknik. Men också nya material, komponenter, metoder och systemkombinationer är viktiga områden. Systemfrågor har blivit allt mer uppmärksammade genom insikten att byggnadsutformning, byggnadsteknik och installationsval måste samordnas för att hus verkligen skall bli energisnåla utan att andra kvaliteter eftersätts. Energihushållningsverksamheten i byggnader och dess eventuella samband med skilda problem i inomhusklimatet ges särskild uppmärksamhet. Parallellt med detta har det blivit allt tydligare att hela byggprocessen från planering och projektering, genom byggande till förvaltnings- och brukarskedet, måste präglas av kunskap och omsorg.

Verksamheten inom det tredje programmet har successivt kompletterats med analys av byggnaders energimässiga funktion i bruksstadiet. De allra senaste årens resultat är i hög grad knutna till experiment- och demonstrationsprojekt.

Den starka inriktningen på experiment- och demonstrationsprojekt är ännu påtagligare inom det **fjärde programmet**, "Nya energisystem". Detta program finansieras över energiforskningsanslaget och motsvarar där program 2. Det omfattar vär-

14

mepumpsystem, solvämeteknik, värmelagring, naturvärme, eleffektivisering, gasteknik och systemfrågor. Vissa experimentprojekt är teknikinriktade på komponenter och system, men i de flesta fall är det fråga om systemkombinationer inom byggnader eller i anslutning till bebyggelse. När det gäller elanvändningen i bebyggelsen har ännu ganska litet gjorts. Den samlade erfarenheten och kunskapen från rådets energiinriktade forskning och de genom forskningen etablerade personella resurserna är emellertid viktiga tillgångar när konvertering eller minskning av elvärmebehoven i bebyggelsen skall angripas. Särskilt kunskaperna om de systemmässiga sambanden och om genomförandefrågornas betydelse ger goda utgångspunkter.

I FoU-verksamheten är kopplingen mellan kunskaper och idéer från de olika programmen mycket tydlig, och med en sådan inriktning blir fortsatta studier i full skala allt viktigare.

Utvärderingar
Byggforskningsrådets vetenskapliga nämnd har under 1987-88 utvärderat ett stort antal av rådets energihushållningsprojekt. I den mån som enhetens verksamhet berörts har utvärderingen visat på positiva erfarenheter.

Energiforskningsnämnden har i en utvärdering av experimentbyggnadsverksamheten påvisat dels att verksamheten bedrivits rationellt, dels att mycket goda resultat erhållits.

Uppdateringen av ENERGI 85 innebar en uppföljning och utvärdering av verksamheten. Mottagandet av rapporten ENERGI i byggd miljö - 90-talets möjligheter, har varit positivt.

Inom solvärme, lagring och värmepumpar finns "stående" program- och utvärderingsgrupper (PU-grupper). Rapporter från grupperna publiceras av rådet. BFR har även låtit utföra andra specialinriktade utvärderingar än de som dessa grupper utför.

Utblick mot tjugohundratalet
Byggforskningsrådets ansvarsområde är den byggda miljön där förvaltningsfrågor har stor betydelse. BFR ansvarar från statens sida för FoU, experimentbyggande och information beträffande landets byggnader och anläggningar, vilka kan beräknas ha ett värde av ca 2000 miljarder kr. Typiskt för byggd miljö är att antalet beslutsfattare och enheter är stort - mer än två miljoner fastighetsägare, mer än 3,5 milj. lägenheter, mer än 150 milj. kvm lokaler med ett okänt antal beslutsfattare. Flertalet av dessa beslutsfattare har begränsad kunskap inom områden som ekonomi, teknik och fastighetsförvaltning.

BFR har utvecklat en strategi för forskning, utveckling, demonstration och information som bygger på samverkan mellan berörda aktörer på marknaden i god kontakt med användarna. Detta innebär att utvecklingsarbete enligt BFRs synsätt bör bedrivas i samverkan mellan industri, konsulter, högskola, kommuner, förvaltare och användare. Experimentbyggande och studier av hur ny teknik praktiskt fungerar och kan anpassas till användarnas krav, utgör en viktig del av verksamheten.

Förutsättningarna för planering av rådets verksamhet efter 1990 är rådande osäkerhet beträffande försörjningstrygghet och priser för fossila energiråvaror. Vidare är det en fortskridande försurning av mark och vatten, klimatförändringar betingade av emissiomer av CO_2, CFC, m fl ämnen, påverkan på stratosfärens ozonskikt, allergi och skaderisker beroende på föroreningar i inomhusluften, m m.

15

Världskommissionen för miljö och utveckling ("Brundtlandkommissionen") har i sitt arbete studerat energifrågorna och kopplingen till miljö och ekonomisk utveckling. Viktiga nyckelelement som måste förenas, är enligt kommissionen:
- tillräcklig ökning av energitillgångarna för att kunna tillgodose människornas behov (vilket betyder att man måste uppnå åtminstone en 3 procents ökning av per capita-inkomsterna i utvecklingsländerna);
- energieffektivisering och energisparande så att slöseri med primärenergi minimeras;
- folkhälsan, vilket innebär att man erkänner de säkerhetsproblem och risker som finns inbyggda i alla energikällor;
- skydd för biosfären och förebyggande av mer lokala former av nedsmutsning.

I två alternativa scenarios studerar kommissionen tänkbara utvecklingar. När det gäller högenergialternativet pekar man på fyra allvarliga reservationer inom miljöområdet:
- stor sannolikhet för att utsläppen av "växthusgaser", främst koldioxid, till atmosfären från förbränning av fossila bränslen leder till klimatförändringar;
- tätorts- och industriföroreningar beroende på nedsmutsningar av atmosfären genom förbränning av fossila bränslen;
- försurning av miljön av samma orsaker;
- risk för olyckor i kärnkraftverk, problem med avfallshantering och nedmontering av reaktorer som tjänat ut samt risk för spridning av klyvbart material i samband med användningen av kärnenergi.

Bl a dessa reservationer leder fram till att ett lågenergialternativ förefaller sannolikare och mer önskvärt. Lågenergialternativet innebär en 50-procentig minskning av energiförbrukningen per capita i industriländerna och en 30-procentig ökning i utvecklingsländerna. Kommissionen menar att det är möjligt att även i detta alternativ garantera en global årlig tillväxthastighet av BNP per capita på cirka 3 procent. Kommissionen konstaterar emellertid att det behövs fundamentala förändringar av politik och institutioner för att detta skall vara möjligt. Samtidigt sammanfattar kommissionen att "världen knappast har något annat realistiskt alternativ för tjugohundratalet".

Inom området förnybara energikällor anför kommissionen att förnybara energikällor teoretiskt skulle kunna producera lika mycket som den nuvarande globala energiförbrukningen. I dag ger de emellertid endast ca 20% av världens totala energikonsumtion. Kommissionen anser att inga ansträngningar bör sparas när det gäller att utveckla den förnybara energins möjligheter. Denna bör - menar kommissionen - utgöra grunden för det tjugoförsta århundradets globala energisystem.

Framtida scenarios kan mot bakgrund av Världskommissionens rapport beskrivas i termer av ökat internationellt samarbete för att lösa dessa problem, kraftfulla statliga insatser för att minska miljöförstöring och dämpa befolkningsutvecklingen osv. Kärnkraftsutbyggnaden kan komma att avstanna i många länder. Energigasteknik med bl a väte som energibärare kan komma utvecklas under 90-talet. Hälsofrågor som allergier, cancer, cirkulationssjukdomar blir sannolikt successivt mer styrande i planeringen.

Infrastrukturens utbyggnad kommer att få central betydelse. En påtaglig förändring - som får återverkningar på den byggda miljön - gäller kommunikationer. Vid sekelskiftet kan dessa förväntas domineras av vägar, flyg och telekommunikation (datorkommunikation). Frågor om infrastruktur måste prioriteras och de infrastrukturella programmen som utvecklas i Europa - där naturgasen spelar en viktig roll - följas.

16

I mer konkreta termer kommer naturgasen, när kärnkraften avvecklas, och stamnätet för gas är fullt utbyggt, att få ökad betydelse som energiråvara. Trots att el kommer att genereras i mer effektiva anläggningar av typ gaskombi, kommer elpriserna att höjas kraftigt. Höga miljöavgifter kommer att införas och kraftfull energihushållning är en nödvändighet för landet såväl som för internationellt samarbete med utvecklingsländerna. En energiintegrering kommer successivt att utvecklas mellan industri och bebyggelse, och storskaligheten på uppvärmningssidan ersätts med småskalighet.

En därmed uppenbar utvecklingstendens är en fortskridande effektivisering av energisystemen. Detta skulle medföra vinster och förbättringar såväl för miljö som ekonomi och försörjningstrygghet för energiråvaror.

Miljöfrågor

Energiforskningens syfte är att åstadkomma strategiska förändringar i Sveriges energisystem. Ett sådant syfte är att minska energisystemens belastning på miljön.

Miljöfrågorna i energiforskningsprogrammet bör ses ur ett helhetsperspektiv och utvärderas så att systematiska jämförelser mellan olika energialternativ underlättas. Som bas för sådana jämförelser behövs väl dokumenterad kunskap om de olika energiteknikernas miljöegenskaper, vilka förändras i tiden med teknisk utveckling, myndighetskrav och viljeyttringar hos energiföretag och energianvändare. BFR låter fortlöpande utföra sådana sammanställningar och värderingar av miljöpåverkan kopplad till ny energiteknik inom rådets verksamhetsområde.

Miljöfrågor beskrivs utifrån grundläggande begrepp; miljöbelastning, miljöeffekt och miljökonsekvens. Dessa utgör resultaten av processer inom de olika system som illustreras i figuren. Synsättet tillämpas på olika nya energitekniker och system för uppvärmning av bebyggelse, men det bör också kunna ha en mer generell användning vid bedömning av olika typer av verksamhet i samhället.

Strategiska miljömål
Flera uttalade miljömålsättningar kommer att ha mycket stor inverkan på energisystemet och därmed på energiforskningen. De viktigaste är;

Kärnkraftavvecklingen, leder till krav på:
- minskad elanvändning i bebyggelsen
- användning av värmeunderlag i fjärrvärmenät för kraftvärmeproduktion
- bättre energihushållning
- utbyggnad av vattenkraft och kondenskraft

Skärpta utsläppgränser för svavel och kväveoxider, leder till:
- betydligt ökade kostnader för värme- och elproduktion baserad på fossila bränslen

Avveckling av CFC-användning före 1995, leder till krav på:
- nyutveckling och utbyte av arbetsmedier i värmepumpar samt blåsmedel i högeffektiva isolermaterial

Minskning av koldioxidutsläpp, leder till krav på:
- en generell minskning av eldning med fossila bränslen för värme- eller elproduktion

Generellt ökade miljökrav, t ex i form av miljöavgifter införs:
- förändrar konkurrensförhållandet mellan olika energislag till förmån för miljövänliga tekniker

De tekniska krav som miljömålen pekar på är delvis motsägelsefulla. Så t ex kan man inte ersätta bortfallet i elproduktion från kärnkraftverken med fossilbränsleeldad kraftvärme eller kondenskraft om man samtidigt skall minska koldioxidutsläppen, och man kan inte åstadkomma bättre energihushållning med högeffektiva isolermaterial om dessa innehåller CFC. En generellt ökad miljömedvetenhet medger inte heller att man ger avkall på någon av miljömålsättningarna till förmån för någon annan. En högre värdering av miljömålen torde också leda till att andra (sekundära) miljöbelastningar hos energiteknikerna, än de som nu regleras, kommer i blickfånget. Det kan t ex vara utsläpp av dikväveoxid (lustgas), frågor om markanvändning, buller, transporter och estetik.

Dessa insikter och slutsatserna från Världskommissionens för miljö och utveckling pekar mot att energitekniken bör utvecklas mot system med följande karakteristika:
- Småskalighet
- lokal resursanvändning
- tolerans mot felanvändning
- effektivt primärenergiutnyttjande
- små miljöeffekter såväl lokalt som regionalt och globalt

Solvärme
BFR har genom Miljökonsekvensgruppen för ny energiteknik sammanställt och utvärderat information om miljökonsekvenser av solvärmesystem. Gruppens slutbedömning av solvärmetekniken är att den inte är helt invändingsfri från miljösyspunkt men ändå bör betraktas som mycket miljövänlig. De negativa effekter som kan uppstå är lokalt och tidsmässigt begränsade. Inga omfattande tekniska kontrollåtgärder krävs för att begränsa användningen i tättbebyggda områden. Inom den etablerade tekniken finns möjlighet att välja miljövänliga material och metoder.

Motiv för särskild miljöforskning kring solvärmeteknik finns inte, utom möjligen för estetiska frågor. I samband med uppföljning och analys av experimentprojekt bör dock även miljöpåverkan utvärderas.

Energilagring
Energilagring utgör inte någon självständig teknik, men är en förutsättning för ett effektivt utnyttjande av solvärme och spillvärme.

Temperaturförändringar i och runt undermarkslager kan beräknas väl. Vid markytan erhålles en viss övertemperatur som i huvudsak är begränsad till området direkt ovanför lagret. Värmelager i bergrum kan jämföras med lager för uppvärmd olja (70°C), för vilka ej några negativa effekter på vegetation m m rapporterats.

Tänkbara effekter kan vara minskad tillväxt hos träd på grund av viss markuttorkning samt förändrade tidpunkter för lövsprickning och lövfällning. Förhöjd temperatur leder också till en viss urlakning av joner ur mineralen, vilket i första hand är ett tekniskt problem och kan ge avsättningar på värmeväxlare. För lager i lera kan höga temperaturer leda till stabilitetsproblem.

Byggandet av värmelager innebär i många fall större miljöstörningar än själva energilagringen. Dessa ingrepp består främst i olika former av markarbeten, markuppfyllnad och påslag för bergarbeten. Vid exempelvis borrhålslager i berg och

lager i lera tas marken ovanför lagret i anspråk för rördragning, vilket begränsar markens användbarhet.

Trots den begränsade erfarenheten av energilagring i stor skala torde man kunna betrakta energilagring som en miljövänlig teknik. Den uppfyller väl de utvecklingskriterier som nämnts ovan. Inom delprogrammet för värmelagring bör ingå fortsatt forskning om lokala effekter av olika lagertyper. Speciellt är det behov att följa eventuella vegetationsförändringar, vilka inte torde visa sig förrän efter flera års drift. Även de vattenkemiska förändringarna i och kring lager, vilka fått ett allt större internationellt intresse, bör studeras vidare.

Värmepumpar
Värmepumpar utnyttjar vanligen en kompressionscykel, där ett arbetsmedium (CFC) upptar energi från en värmekälla vid låg temperatur och avger värme vid högre temperatur efter komprimering. Som drivkälla används i regel elmotorer. Ett flertal olika värmekällor såsom spillvatten, sjövatten, uteluft, ventilationsluft, ytliga jordlager och grundvatten används, beroende på lokal tillgång.

Det dominerande miljöproblemet med värmepumptekniken är användningen (och läckage) av CFC. Utsläppens påverkan på ozonlagret i stratosfären har alltmera kommit att framstå som ett allvarligt, globalt miljöhot, och motiverat drastiska, internationella beslut om nedskärning av CFC-användningen.

Miljökonsekvenser av naturvärmeuttag är små. Jämfört med de problem i form av bland annat försurning, hälsorisker, klimatpåverkan och korrosionsskador som är förknippade med förbränning av bränslen framstår den miljöpåverkan som man kan finna för naturvärmesystem som liten, förutsatt att systemen är rätt dimensionerade och utformade.

De problem som är förknippade med värmeuttag i olika medier kan sägas vara identifierade och i stor utsträckning klarlagda. Den tekniska utvecklingen av naturvärmesystem bör dock följas och vissa miljöeffektstudier bör fortlöpande kopplas till experimentbyggnadsverksamheten.

Gasteknik
Med gas som bränsle erhålls i sig utsläpp som generellt är väsentligt lägre än emissioner från andra bränslen. Detta gäller t ex kväveoxider, kolväten och även i viss mån koldioxid men inte svaveloxid och metaller. I gasturbiner och gasmotorer är förbränningstemperaturen högre än t ex i pannor. Extra åtgärder krävs för att hålla NOx-halterna låga. Ett omfattande utvecklingsarbete pågår på flera håll i världen.

Vid naturgasförbränning kan skadliga avgasemissioner härröra sig från:
- ofullständig förbränning
- bildningsprocesser under förbränningsförloppet

De emissionsämnen som tillmäts den största betydelsen är:
- koloxid, bildas vid ofullständig förbränning
- kolväteföreningar, bildas vid ofullständig förbränning
- kväveoxider NOx, bildas vid högtemperaturprocesser i förbränningen

Det pågår ett omfattande utvecklingsarbete världen över för att reducera emissioner från pannor, turbiner och motorer för gas. Speciellt gäller detta åtgärder för att reducera NOx-emissionerna. Naturgaseldade pannor ger NOx-halter omkring 50 mg/MJ med modern brännarteknik.

För gasmotorer gäller primärt att ha en homogen gasluftblandning och relativt låg förbränningstemperatur. Fyrtakts ottomotorer utan luftöverskott kan förses med en trevägskatalysator, som reglerar såväl NOx som koloxid och kolväten. Gasmotorer med luftöverskott förses med s k selektiv katalysator. Med tillsats av ammoniak ombildas kväveoxiderna till fritt kväve och vattenånga.

Buller och vibrationer bedöms inte vara ett svårbemästrat problem för små, bebyggelseintegrerade energikombinat. Känd teknik kan appliceras.

Miljövänliga, energieffektiva, naturgasbaserade system kan byggas med inslag av värmepumpar, energilager, kraftvärme, solvärme och biobränslen. På sikt kan teknik som Stirling och bränsleceller användas. El kan genereras med kombicykelteknik.

Systemstudier
Alla energitekniker som utvecklas inom BFR's olika delprogram för nya energisystem har förutsättningar att bidra till väsentligt bättre miljö inom energisektorn. Förutsättningarna för att detta skall bli fallet är:
- att konventionella energislag belastas med verkliga miljökostnader
- att miljöeffekter av de nya teknikerna identifieras och att tekniken utformas så att miljöbelastningen minimeras
- att teknikerna av samhället värderas som mera miljövänliga än alternativen
- att teknikerna slår igenom på marknaden

Som stöd för den nya energitekniken bör miljöforskningen föras upp på energisystemnivå så att jämförelser med olika energilösningar görs. Jämförande studier kan avse enskilda projekt (som genomförts i Kungälvutredningen), kommunvis eller nationellt.

Strategi för förnyelse

Förnyelsen av byggnader och energisystem har kommit att framstå som viktiga områden. Nyproduktionen ökar dock i storstäderna, framför allt vad gäller lokalsektorn. Frågor om effektiv ombyggnad, underhåll, drift och förvaltning är väsentliga. De ringa nytillskotten - mindre än en procent av byggnadsstocken nyproduceras varje år - måste planeras väl för att utgöra just de kompletteringar av bostäder, skolor, arbetsplatser och tekniska försörjningssystem (energi, VA, kommunikationer m m) som förändringarna kräver.

Förnyelse av bostäder till modern standard är i stort sett slutförd. Mycket återstår dock innan förnyelsen av arbetsområden kommit lika långt. Kunskaper och kompetens är betydligt sämre utvecklade än på bostadsområdet. Fortsatta insatser måste göras mot att skaffa oss bättre kunskap om den befintliga bebyggelsen och dess energianvändning. FoU-arbete bör inriktas mot att utveckla metoder för förnyelseplanering, att pröva olika metoder för förnyelseplanering och att pröva olika tekniska lösningar på energiproblem, ändrad funktion m m.

Den svenska energipolitikens syfte bör vara att utveckla det som marknaden inte utvecklar och att ha ett längre tidsperspektiv. De statliga satsningarna måste vara uthålliga och konsekventa. Tillfälliga svängningar på de olika energimarknaderna får inte störa långsiktigheten. Ekonomiska modeller styr ofta det kortsiktiga handlandet, men dessa måste kompletteras med fakta om förhållanden som inte går att direkt mäta i ekonomiska termer, t ex miljöbelastning.

20

FoU-arbetet inom byggd miljö bör därmed inriktas mot systemstudier och hur energieffektiva komponenter och delsystem skall kombineras med hänsyn till god energihushållning. I systemstudierna ingår även frågor som rör energikrävande utrustning som brukarna av husen behöver.

När det gäller ny energiteknik, bl a värmepumpar, solvärme och energilagring, visar pågående FoU och experimentbyggande på möjligheter att uppnå mycket goda resultat med avseende på energieffektivitet till låga kostnader. Av avgörande betydelse är emellertid att systemen och tillhörande distributionsnät för värme utformas och dimensioneras med avseende på såväl energitillförsel som byggnadernas effekt- och energiegenskaper. Detta gäller särskilt vid solvärme och värmepumpstillämpningar där temperaturen i returledningen från byggnaderna har en avgörande betydelse för anläggningens energieffektivitet och därmed för ekonomin.

FoU bör inriktas mot utveckling av tillförselsystem anpassade till system och installationer för energianvändning i byggnader. Det är viktigt att utveckla och pröva tekniken i full skala för att vinna erfarenheter beträffande energieffektivitet, prestanda, tillförlitlighet och beständighet för systemet. Samarbete mellan BFR och olika kommunala organ äv väsentligt för att genomföra ett effektivt och kvalitativt program för FoU och experimentbyggande.

Forskning
Byggforskningsrådets insatser för att öka kunskaperna inom området nya energisystem i byggd miljö baseras på långsiktiga åtaganden. Högskolan och forskningsinstitut svarar för drygt hälften av anslagsvolymen.

Rådet har inom programmet byggt upp och lämnat anslag för fortsatt verksamhet vid ett flertal forskarmiljöer. Bland de institutioner och motsvarande till vilka stöd utgått under minst två treårsperioder kan följande nämnas:

Chalmers, installationsteknik
Studsvik, energiteknik
KTH, uppvärmnings- och ventilationsteknik
LTH, markvärmegruppen
CTH, vattenbyggnad
KTH, värmeteori/kylteknik
LnTH, värme/kraftteknik
CTH, värmeteknik/maskinlära
KTH MCE, mätcentralen
CTH MCE, mätcentralen

För att kunna uppnå de allra lägst ställda målen för energi-FoU:n är det oundgängligt att den kompetens som på detta sätt byggts upp vidmakthålls. Det innebär inte självklart att stöd skall lämnas till samtliga ovan refererade miljöer, men att stor försiktighet vid en minskning måste iakttas. För fortsatt kunskapsuppbyggnad inom t ex solvärmeområdet, krävs att framtagna FoU-resultat prövas såväl i prototypskala som i fullskala för att högskolan skall kunna gå vidare och behålla forskare inom området. Systemkunnandet kan därmed öka och den långsiktiga forskningens resultat förankras bland avnämare (industri såväl som beställare).

STU och statens energiverk har tagit en ökad andel av högskolans finansiering. Detta får dock inte leda till att kopplingen mellan högskoleforskning och mer tillämpad FoU inom BFR's ansvarsområden bryts upp. Högskoleinstitutioners medverkan i mer tillämpad FoU bland konsulter, entreprenörer, användare, etc, är viktig och utslagsgivande för ett slutresultat av hög kvalitet.

Experimentbyggande
Experimentbyggnadsverksamheten, som varit mycket lyckosam (jfr Efn:s utvärdering) ingår som ett mycket viktigt element för att pröva, förankra och informera om forskningens resultat.

Fastighetsägare, kommuner m fl ställer sig emellertid många gånger tveksamma till experimentbyggnadslån. Dels beror detta på tveksamheter till de ekonomiska villkoren för lånen, dels finns ibland en tveksamhet till att pröva nya tekniska lösningar. Rådet arbetar med en översyn av anvisningarna till experimentbyggnadslån och avser att återkomma i denna fråga.

Jämfört med erhållna resultat har verksamheten belastat statsbudgeten med låga kostnader. Kostnaderna för att utvärdera och följa upp utförda experimentbyggnader har dock blivit stor. För den fortsatta verksamheten måste ställning tas till på vilken nivå experimentbyggandet skall bedrivas. Till skillnad mot annan experiment- och demonstrationsverksamhet har rådet satsat stora resurser på att noga projektera, följa, mäta och utvärdera projekten. Energimätcentraler har byggts upp för denna specifika uppgift. I flertalet projekt har högskoleinstitutioner varit medverkande eller varit observatörer. Genom denna medvetna inriktning har experimentbyggnadsprojekten fört utvecklingen stadigt framåt i samklang med kunskapsuppbyggnaden vid högskolan. Rådet anser att experimentbyggnadsverksamheten skall fortsätta på minst nuvarande nivå, men konstaterar också att antingen blir belastningen mycket stor på forskningsbudgeten eller måste särskilda medel kunna disponeras för mätning och utvärdering.

När det gäller tveksamheten till tekniska lösningar skulle ett stöd till pilotprojekt kunna undanröja sådana frågetecken. I sammanhanget bör noteras att högskolan och motsvarande inte i nuläget kan stå som mottagare för ett experimentbyggnadslån. Stöd till pilotprojekt skulle kunna göra det möjligt för högskolan att snabbare pröva nya tekniska lösningar utan att behöva gå till full skala. Samordningsproblem och kostnader skulle minska eftersom man inte behöver engagera en fastighetsägare eller motsvarande och inte har en värmelast att ta hänsyn till. Utvärdering och mätning skulle kunna göras mer kvalificerad eftersom anläggningen kan byggas i anslutning till befintligt laboratorium.

Teknikupphandling
Med teknikupphandling enligt Elanvändningsdelegationens förslag avses köp eller beställning av produkter, processer eller system som inte finns på marknaden utan skall utvecklas och tillverkas enligt avtal mellan beställare och leverantörer. Teknikupphandling innebär alltså ett avtalsmässigt samarbete om en viss utveckling mellan minst två parter.

Användaren eller beställarna utnyttjar teknikupphandling för att få tillgång till bättre produkter. Beställarens insats är att dels till leverantören dela med sig av kunskaper om de egenskaper och prestanda som en ny teknik, produkt eller process bör ha, dels vara första användare med de risker som finns.

Tillverkaren utnyttjar teknikupphandling för att utveckla nya produkter etc. Denne får genom samarbete med en användare marknadskunskap och möjlighet att placera referensexemplar, och helst även serieleveranser.

En väsentlig förutsättning för att kompetenta leverantörer skall engagera sig i teknikupphandlingsprojekt är att de kan se en långsiktig och stabil affärsverksamhet och marknad för de produkter, processer och system som blir resultatet.

22

Teknikupphandlingen bygger på att man redan har kunskap om det resultat som förväntas, och att endast projekt med goda marknadsförutsättningar kan realiseras. Rådets erfarenheter av teknikupphandling inom områdena hissar, våtrum m fl samt den nystartade teknikupphandlingen inom elanvändningsområdet är positiva. Möjligheterna att pröva teknikupphandling för vissa delområden inom området nya energisystem, bör övervägas.

Inte minst miljöfrågorna visar på det angelägna i att avveckla oljeanvändningen i tätorter. Om en snabb introduktion av ny miljövänlig teknik ska kunna vara möjlig, behövs ett led efter experimentbyggande. Ett möjligt område för teknikupphandling är gruppcentral med solvärme kombinerade med grop- eller markvärmelager samt gruppcentral med värmepump och markvärme. Rådets kontakter med beställare och potentiella användare samt bygg- och tillverkningsbranschen har gett signaler om att det nu skulle kunna vara möjligt att starta en nollserie. Området är, genom att utvecklingsbehovet är förhållandevis litet, lämpat för teknikupphandling.

Samverkansfrågor
Insatser för forskning och utveckling har i kombination med experimentbyggande visat sig ge goda resultat. Utvecklingen från idé till praktisk tillämpning är en resurskrävande process såväl i tid som pengar. Det är därför viktigt att utvecklingskedjan förs så effektivt som möjligt. Tiden för att en idé skall resultera i en produkt på marknaden brukar inom industrin anges till 5-10 år, ibland längre. Inom olika forsknings- och utvecklingsprojekt har rådet utvecklat ett stegvis tillvägagångssätt som gör det möjligt att utveckla idéer med metoder, där kostnaden i början är låg. Om man efter varje utvecklingssteg ser att idéen fortfarande håller måttet kan nästa fas påbörjas.

Denna strategi har enligt rådets mening varit framgångsrik och gett ökad effektivitet och säkerhet i utvecklingen och bör därför även fortsättningsvis tillämpas. Rådet vill här särskilt peka på vikten av experimentbyggande i full skala. Det bidrar starkt till att resultaten blir säkrare och mer trovärdiga. Det bidrar därmed också till att ny kunskap snabbare når ut till praktisk tillämpning.

Den framtida strategin för statligt finansierad forskning och utveckling bör bygga vidare på den hittills inslagna vägen. Den bör också bygga vidare på samarbete mellan tillverkande industri, entreprenörer, konsulter, förvaltare, kommuner, statliga organ, forskningsorganisationer och högskolor, universitet och forskningsinstitut. Enligt rådets erfarenheter är denna samverkan i kombination med en kraftig satsning på experimentbyggande de mest väsentliga förutsättningarna för en framgångsrik forsknings- och utvecklingsverksamhet.

Internationell verksamhet
Internationellt samarbete ingår också som en viktig del i rådets forskningsstrategi. Värdefulla kunskaper har kunnat hämtas hem genom samarbetet inom olika internationella organisationer, främst IEA, men också inom bilaterala avtal mellan rådet och utländska forskningsinstutioner. Samarbetet har också givit goda möjligheter att göra svensk energiteknik känd i utlandet och därmed kunnat utgöra en brygga för svenska exportansträngningar. Fortsatt internationellt samarbete är därför väsentligt.

Svenska forskare har getts möjligheter till att träffa kolleger och en god samarbetsmiljö har utvecklats. Viktigast är dock de samarbetsprojekt som kommit till stånd och som för Sveriges del inneburit att vi kunnat inhämta nya kunskaper till betydligt mindre resursinsatser än annars, samt att detta gått betydligt fortare än vad det skulle ha gjort om vi skulle ha svarat för detta helt ensamma.

Internationellt samarbete inom IEA bedrivs huvudskligen inom följande områden:

IEA/CRD/REWP	working Party on Renewable Energy - Solar, Heating and Cooling.
IEA/CRD/EUWP	Working Party on End-Use Technologies. -Advanced Heat Pumps. -Energy Storage -CADDET Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies -Buildings and Community Systems (finansieras över anslaget Byggnadsforskning).

I övrigt när det gäller internationellt arbete inom IEA hänvisas till de respektive delprogramredovisningarna i det följande. Vidare har rådet lämnat en redovisning till miljö- och energidepartementet den 30/8 1988.

När det gäller EG, har kontakt upprättats dels genom den internationella byggforskningsorganisationen, dels genom IEA. Utbildning och forskning har en prioriterad plats i EG-samarbetet och betraktas som avgörande för ekonomisk och industriell utveckling och konkurrenskraft. Tre omständigheter har under senare år stärkt utbildningens och forskningens betydelse inom EG-samarbetet:
- Beslutet att genomföra den s k inre marknaden till 1992.
- Beslutet att utveckla vad som brukar kallas ett "teknologiskt Europa", kapabelt att konkurrera med både USA och Japan
- Beslutet att stärka EG:s ekonomiska och sociala sammanhållning

BFR har skapat kontakter med EG, och ser gärna att ett formellt samarbete kommer till stånd.

Information/kunskapsspridning
I enlighet med byggforskningsrådets instruktion, läggs stor vikt vid att föra ut resultat från FoU-verksamheten. Informationsverksamheten, mot vilka informationsvägarna skall svara, är formulerade i följande satser:

- att dokumentera FoU-projekt till syfte, metod och resultat
- att redovisa FoU och FoU-planer som underlag för en diskussion om dess inriktning samt som vägledning för fortsatta FoU-insatser
- att bidra till nyttiggörandet av forskningens resultat
- att orientera om FoU för en allmän kunskapsutveckling

Informationsverksamheten omfattar således ett brett spektrum av insatser till varierande målgrupper. De två första insatserna berör i huvudsak grupper inom högskolor, institut, konsultkåren och industrin med målsättningen att effektivisera en fortsatt FoU-verksamhet. Ofta är dock FoU-verksamheten ett direkt svar på bygg- och energibranschens behov av tillämpbara resultet. De kopplade informationsaktiviterna riktar sig då till en bredare krets som grovt kan indelas enligt:

- beslutsfattare: allmän information
- konsulter: erfarenhetsåterföring
- installatörer: installationsaspekter
- tillverkare: FoU-resultat
- förvaltare: ekonomi, drift och underhåll
- användare: energiekonomi

24

Ambitionen att kvalitativt och kvantitativt förbättra informationsinsatserna har de senaste åren haft ökad prioritet. Huvudskälet för att utöka verksamheten är att tidigare höga anslagsnivåer först under nuvarande period ger en påtaglig ökning av resultat. Samtidigt gäller att flertalet av de teknikutvecklingar BFR bedriver succesivt närmar sig ett kommersiellt stadium. För att underlätta och påskynda en marknadsintroduktion är det av stor vikt att samtliga av marknadens aktörer ges möjlighet till kunskapsinhämtning. Detta medför samtidigt att större resurser måste avdelas för att målgruppsanpassa resultatspridningen. Erfarenhetsmässigt har det visat sig att branschens mottaglihet för ny kunskap är låg.

Omfattande insatser görs också för att svara mot aktuella informationsbehov i avgränsade frågor som har hög aktualitet. Det kan t ex gälla "freonfrågan" eller "sjuka hus".

I kommande kärnkraftavveckling spelar programmen "Eleffektiva byggnader" samt "Gasteknisk-FoU" en betydande roll. BFR avser att ta det ansvar som ålagts myndigheterna i fråga om att avsätta ordinarie informationsmedel för att, koordinerat med andra myndigheter (elanvändningsrådet), delta i de kraftfulla insatser som blir nödvändiga.

Solvärmeområdet karaktäriseras av ekonomiskt svaga industriella aktörer. BFR ser som viktigaste uppgift att ta fram praktiska anvisningar - projektering, drift- och underhåll - för de applikationer som idag uppvisar konkurrenskraft. Det är allmänt viktigt att i ett tidigt skede av teknikintroduktion redovisa system som uppvisar god kvalité och prestanda.

Beträffande energilagring finns ett allmänt behov av information om teknikens möjligheter i framtidens energisystem. Även om marknaden huvudsakligen hör framtiden till, bör lagrets roll beaktas i t ex energiplaner. För dessa ändamål är kunskap om hantering etc värdefull. För lager nära en kommersiell fas, t ex akviferer, är tiden mogen för att sprida praktiska projekterings- och driftkunskaper.

Även värmepumptekniker och markvärmeutnyttjandet spelar en strategisk roll inför kärnkraftavvecklingen. Situationen är den att redan idag känd kunskap är otillräckligt anammad av branschens olika led. Framför allt är drift- och underhållspersoner en grupp som bör erbjudas lättillgänglig kunskap. Beträffande CFC pågår för närvarande FoU, vars resultat snarast bör spridas.

Det är av stor vikt att myndigheternas arbete samplaneras. Detta sker bl a genom samordningsgruppen för energihushållningsinformation och genom de kanaler som existerar mellan FoU-stödjande organ.

I likhet med det traditionella FoU-arbetet alstrar experimentbyggandet resultat som i varierande grad är direkt tillämpbara. I och med att den byggda tekniken förfinas och verksamheten mer fyller en demonstrationsfunktion blir dessa en viktig resurs att knyta informationsinsatser till. Allmänt är målsättningen att reultatredovisningen från experimentanläggningarna skall snabbas upp och kvalitativt förbättras.

25

BFR avsätter ca 15% av FoU-budgeten till internationellt forskningssamarbete. Det informationsverksamhet som är riktad till utlandet är av stor vikt för verksamheten och är dessutom en viktig kanal för att allmänt skapa intresse för svenskt energikunnande. Insatserna - som idag i huvudsak innebär produktion av engelskspråkiga trycksaker och medverkan i utländska konferenser/utställningar- bör fortgå i nuvarande takt och eventuellt intensifieras om t ex behovet av EG-samverkan får ökad aktualitet.

26

III NYA ENERGISYSTEM - ENERGIANVÄNDNING FÖR BEBYGGELSE.

Omfattning och mål

Programmet för Nya energisystem - energianvändning för bebyggelse omfattar;

- forskning, utveckling och experimentbyggande rörande ny energiteknik: sol- och naturvärme, energilagring, avancerade värmepumpar, eleffektiva byggnader och gasteknisk FoU,

- system- och genomförandefrågor: forskning, utveckling och experimentbyggande rörande ny energiteknik för i första hand gruppcentraler, integrerade energisystem och enskilda byggnader.

Målet för verksamheten är:

- att genom forskning, utveckling och experimentbyggande minska miljöbelastningen och förbättra kostnadseffektiviteten för nya energisystem,

- att bevara och ytterligare utveckla den kompetens som byggts upp vid högskoleinstitutioner, hos kommuner, konsulter, förvaltare och näringsliv,

- att dokumentera, följa upp och sprida resultaten från forskning, utveckling och experimentbyggande rörande ny energiteknik

Verksamheten baseras på BFR's treårsplan och tidigare upprättade planer för verksamheten. Viss revidering av upprättade planer har skett med hänsyn till konsekvenser av nya FoU-resultat, omvärldsförändringar och direktiv från regeringen vad gäller FoU-program beträffande eleffektiva byggnader, gasteknisk FoU, CADDET etc.

Målen på kort sikt är starkt knutna till pågående FoU. På längre sikt är målen mer fritt formulerade och kopplade till en utblick mot tjugohundratalet. För varje delområde gäller att den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden är av central betydelse. För de olika teknikområdena kan följande noteras särskilt:

Arbetet inom solvärmetekniken koncentreras främst på att utveckla bättre och billigare solvärmesystem. Målet för utvecklingsarbetet inom tillämpningsområdet är generellt att göra solvärmetekniken konkurrenskraftig gentemot konkurrerande alternativa uppvärmningstekniker.

Den solvärmeteknik som BFR stöder kan delas in i tillämpningarna:
- fjärrvärmesystem/gruppcentraler utan säsongslager
- fjärrvärmesystem/gruppcentraler med säsongslager
- husegna system: flerfamiljshus, enfamiljshus och lokaler
- badanläggningar

Inom samtliga områden finns en lovande utveckling. Redan idag byggs anläggningar för solvärmt tappvarmvatten till flerbostadshus i husegna system på kommersiell bas.

Den huvudsakliga fortsatta verksamheten kommer att präglas - utöver vad som nämnts inledningsvis - av insatser för kostnadsreducering av system på gruppcen-

tralnivå, FoU om bättre och mer kostnadseffektiva solfångare samt studier av möjligheter att på längre sikt utveckla husegna system.

Solvärmeteknik - speciellt i kombination med lagringsteknik - är extremt miljövänlig. I ett alternativ där miljöfrågor prioriteras, ges särskilda möjligheter att pröva flera alternativa utvecklingslinjer, och därmed en snabbare marknadsintroduktion.

När det gäller energilager inriktas forskningssamarbetet både i Sverige och internationellt på andra generationens FoU - ett samtidigt utnyttjande av värme och kyla från akvifer- och berglagersystem. Intensifierade studier av vattenkemins inverkan och vattenbehandlingsmetoder kommer att ske.

Forskningen inriktas också på att ytterligare klargöra lagrets roll i energisystemet, och integration och samarbete med övrig energiforskning. På sikt torde lagren kunna konkurrera ännu bättre genom ändrade energiprisrelationer, effektbrist och miljöfördelar.

Utvecklingen bör ha som huvudmål att inriktas på följande insatser:
- Systemfrågor; förenklingar, simuleringar, optimeringar
- Kostnadssänkning om 20-40% (säsongslager)
- Införandefrågor

Lagerfrågorna bör ses i ett nationalekonomiskt perspektiv och vara kopplade till frågor om infrastruktur och miljö, d v s ingå som en självklar del i en kommuns energisystem.

För delprogrammet avancerade värmepumpar kan i en kort sammanfattning noteras att:
- FoU-verksamheten får en ändrad inriktning under början av 1990-talet
- triangeln forskning-industri-marknad blir avgörande för den ändrade inriktningen
- koncentration bör göras på några få men viktiga områden
- den forskning som inte under innevarande programperiod kunnat påvisa nyttiggjorda resultat avvecklas
- den långsiktiga kunskapsuppbyggnad som skett tidigare programperioder nu måste nyttiggöras i den vertikala integrationen
- värmepumpteknikens viktigaste roll är, att den rätt använd, bidrar till minskad belastning på den yttre miljön
- nordiskt och internationellt samarbete krävs för att utvecklingen av CFC-ersättningar skall lyckas

Det gastekniska FoU-programmet utgör en del av ett samlat gastekniskt program som statens energiverk ansvarar för. BFR's ansvar omfattar FoU och experimentbyggande beträffande gasteknik och gastekniska system inklusive apparater inom byggnader och i byggnadsnära tillämpningar.

BFR's övergripande mål för FoU om naturgasintroduktion i Sverige är inriktad mot kvalitetssäkring, teknikutveckling, systemutveckling, effektiv energianvändning, hög säkerhet och tillförlitlighet samt goda miljöegenskaper.

Delprogrammet är nytt. Det avses genomföras efter sju olika huvudlinjer enligt följande:

1 Kunskapssammanställning - nationellt och nordiskt
2 Kunskapssammanställning - internationellt
3 Energihushållning med naturgas

28

4 Forskning och utveckling inom gastekniken - tillämpning
5 Långsiktig kunskapsuppbyggnad vid högskolorna
6 Normer och föreskrifter
7 Experimentbyggnadsverksamhet

Delprogrammet eleffektiva byggnader, som också är nytt, omfattar effektivisering av elanvändning, ersättning av direktel samt energihushållning och ny energiteknik för elvärmda byggnader. Målet är att:
- genom forskning, utveckling och forskningsinriktat experimentbyggande främja energihushållning, utveckling av ny teknik och tekniska system för ersättning och effektivisering av elanvändningen
- bidra till den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden inom området
- genom demonstration och målgruppsanpassad information öka kunskapen om tekniska lösningar och genomförandefrågor

I programmet ingår att utreda tekniska, ekonomiska och beteendemässiga förutsättningar för energihushållning och för ny teknik i den elvärmda bebyggelsen samt för elapplikationer i byggnader. Syftet är att skapa ett underlag för prioriteringar av insatserna inom området.

Utförande- och genomförandefrågor är viktiga då nya energisystem introduceras. Detta gäller såväl för energisparteknik, installationsteknik, experimentbyggande som för den nya energitekniken. Målet för delprogrammet system- och genomförandefrågor är att utveckla grundläggande kunskaper om energisystem för effektivare energianvändning i bebyggelsen.

Verksamheten inriktas mot projekt av systemkaraktär. Tekniska system anpassade för effektivare energianvändning utvecklas genom experimentbyggande i samarbete med utvalda kommuner. Systemen bygger på framtida ökat utnyttjande av kraftvärme, värmepumpar av skilda slag, energilager m m i nätverk av stora system uppbyggda från byggnadsnära delsystem. Målsättningen är att minska användningen av olja och el, öka elgenereringen, andelen förnybar energi och utnyttjandet av naturvärme och sekundärvärme, samt att bidra till att reducera emissioner och immissioner som är skadliga för miljö och hälsa.

Projekt som berör system- och infrastrukturfrågor är under planering i samarbete med flera kommuner och förvaltare. I delprogrammet ingår även utredning av potential och införandehinder för nya tekniska system.

Vid en utveckling mot småskalig kraftvärmeproduktion i bebyggelse kommer stora krav att ställas på anläggningarnas utformning och funktion sett i ett drift- och skötselperspektiv. För BFR's del innebär det att implementera den teknik som utvecklats/håller på att utvecklas för småskalig kraftvärmeproduktion med otto-, diesel- och stirlingmotorer, samt på lång sikt gasturbiner och bränsleceller i en skala och ett utförande som är anpassat till den driftkompetens som finns inom fastighetsförvaltningen.

Budget innevarande period

Indelningen i delprogram och budget samt avsättning för förvaltningskostnader för de olika delprogrammen framgår av följande tabell. Det bör noteras att flera av delprogrammen inte har anslag från miljö- och energidepartementet längre, men av redovisningstekniska skäl måste finnas kvar tills dess att alla projekt på delprogrammet ekonomiskt avslutats. Det bör också observeras att från anslaget skall gemensamma kostnader för administration etc dras, jfr preliminär budget.

Delprogram	Utfall 87/88 Mkr	Anslag 88/89 Mkr	Prel budget 88/89 Mkr
0. Eleffektiva byggnader	1,4	10,0	6,0
1. System- och genomförande-frågor	5,0	5,0	1,8
2. Solvärmeteknik	6,5	7,0	5,4
3. Värmepumpar	5,4	6,0	3,9
4. CADDET	0,0	3,0	3,0
5. Energilagring	5,7	5,0	3,5
6. Gasteknik	0,0	5,0	3,0
7. Värmedistribution	2,0	0,0	1,3
8. Naturvärme	2,4	0,0	0,5
9. Allmänt	1,7	0,0	3,4
SUMMA	30,1	41,0	31,9
Administration	6,0	0,0	7,7
BFRs program 8	1,3	0,0	1,5
TOTALT	37,4	41,0	41,0

För innevarande treårsperiod har budgeten inom programmet minskat kraftigt. I reala termer rör det sig om en halvering jämfört med föregående treårsperiod (från 118 Mkr till 69 Mkr per treårsperiod). Effekterna av denna nedskärning har något mildrats genom att nya delprogram tillkommit. Medlen för dessa nya delprogram är dock avsedda för nya uppgifter, och kan således endast i mycket begränsad omfattning användas för uppgifter inom övriga delprogram. Eftersom det tar en viss tid att få upp volymen på de nya delprogrammen, kan begränsade medel för dessa användas inom andra delprogram. Givetvis måste dessa medel återföras under kommande budgetår, varför detta endast innebär en förskjutning i tiden av finansieringsproblemen på de äldre delprogrammen.

Under budgetåret 1987/88 kunde effekterna av den kraftiga nedskärningen i anslagsvolymen mildras genom att ej utbetalade eller i övrigt ej använda medel för äldre forskningsprojekt återfördes. Totalt innebar detta att budgeten för 1987/88 kunde förstärkas med drygt 9 Mkr. Någon egentlig minskning i anslagsbeviljningen kunde därför inte konstateras för det budgetåret.

Emellertid har bemyndigandet för beslut om anslag för budgetåret 1988/89 och följande år genom den minskade anslagsvolymen blivit mycket lågt. Detta kunde under 1987/88 inte påverkas, varför minskningen i anslagsvolym kunnat konstateras i denna del.

När det gäller lånebudgeten är läget betydligt ljusare. En översyn av ej utnyttjade/utbetalade lånemedel görs f n. Tillsammans innebär dett att tillgänglig lånevolymen är 36 Mkr för budgetåret 1988/89.

Det rådande budgetläget innebär för återstående tid av innevarande treårsperiod en inriktning mot nytt experimentbyggande. En betydande del av verksamheten på de olika delprogrammen består i uppföljning och modifiering av äldre experimentbyggnadsanläggningar. I den mån det går kommer denna verksamhet att täckas med lånemedel, men i vissa fall är det inte förenligt med villkoren. Därutöver

prioriteras anslag till fasta grupper, som högskoleinstitutioner, medan praktiskt taget inga nya insatser kan göras inom andra områden än Eleffektiva byggnader och Gasteknisk FoU.

Insatser för information om utförd forskning och utveckling är en prioriterad verksamhet.

Samfinansiering
Verksamheten samfinansieras som tidigare genom övriga intressenter i experimentbyggnadsprojekt, genom internationellt samarbete inom IEA och genom kommunavtalen. Statens energiverk och styrelsen för teknisk utveckling har deltagit i finansieringen av FoU-projekt. Samfinansieringsgraden - andelen av anslag till samfinansierade projekt i förhållande till programmets totala anslagsvolym - är ca 25% och ökar f n.

Administration
Byggforskningsrådet enhet III har under budgetåret 1987/88 behandlat totalt 230 ansökningar om bidrag resp. 31 ansökningar om experimentbyggnadslån. Ansökt belopp för bidrag är 65 305 kkr, varav inkl. reservationer 32 994 kkr beviljats. Motsvarande för lån är 33 759 kkr, varav 23 333 kkr beviljats inkl. reservationer.

Vid budgetårets utgång fanns 71 ansökningar där beslut ännu inte fattats.

Under året har låneomprövning varit en prioriterad verksamhet. Läget beträffande låneomprövningen 1988-04-22 framgår av följande sammanställning:

Ärendet beslutat av regeringen:	20
Ärendet finns hos regeringen för beslut:	21
Ärendet remitterat till låntagaren:	14
Ärendet finns hos konsult för utredning:	24
SUMMA ärenden under behandling/beslutade:	79
Ärenden som skall omprövas men ännu ej behandlats:	165

De interna administrativa rutinerna har setts över under innevarande treårsperiod. En fortsatt översyn pågår med anledning av bl a att två nya delprogram tillkommit, nämligen Eleffektiva byggnader och Gasteknisk FoU. Därutöver har byggforskningsrådets enhet III fått ansvar för rådets samarbete med statens energiverk och STU inom området teknikupphandling för eleffektivisering.

Uppföljning, teknisk utvärdering och fastighetsekonomisk utvärdering av experimentbyggnadslån har krävt stora resurser.

Rutiner för budgetuppföljning och redovisning har tagits fram.

Verksamheten beräknas ha samma omfattning under den kommande terårsperioden. Under innevarande treårsperiod har hittills för förvaltningskostnader mm disponerats 12% av sammanlagd anslagsvolym (lån och bidrag).

Resursbehov för FoU mm om nya energisystem

I det föregående har rådet redovisat den byggda miljöns strategiska betydelse för energifrågor. Rådet har redovisat kopplingen mellan olika verksamheter och energiforskningen inom området. Mot bakgrund av den byggda miljöns vikt ur miljö- och energisynpunkt har förslag till resurser för FoU m m inom Nya Energisystem sammanställts i det följande.

Administration
Rådet föreslår att 12% av anslaget för forskning m m får disponeras för förvaltningskostnader. Vidare bör medel motsvarande 12% av anslaget för experimentbyggande m.m. ställas till förfogande. Rådet finner det naturligt att dessa senare medel anslås från elfte huvudtiteln: byggnadsforskning m.m.

Information
Insatser för information om resultat från forskning m m är ett prioriterat verksamhetsområde. Rådet anser att informationsfrågor bör vara prioriterade även under nästa treårsperiod. Rådet bedömer att 10% av forskningsbudgeten bör avse informations- och dokumentationsinsatser.

IEA/CADDET
Samarbetet inom CADDET syftar till att bredda och förbättra insamling och utbyte av information och demonstration inom bl a området nya energisystem. Insatserna är således nära knutna till rådets verksamhet. Eftersom information föreslås vara ett prioriterat område för nästa treårsperiod, bör även CADDET prioriteras. Kostnaderna för CADDET ligger utanför rådets ordinarie anslag. Rådet föreslår att 4,5 Mkr anslås till CADDET för treårsperioden, jfr bilaga.

Pilotprojekt-stöd
I enlighet med vad som ovan redovisats anser rådet att en möjlighet att stödja pilotprojekt vid högskolor och motsvarande skulle kunna påskynda kunskapsspridningen. Rådet föreslår att 15 Mkr avsätts under perioden 1990-93 för pilotprojektstöd. Eftersom samfinansiering med näringsliv/fastighetsägare är möjlighet endast i undantagsfall föreslås att stöd får utgå med upp till 100% av kostnaderna.

Experimentbyggnadsstöd
Experimentbyggnadsverksamheten har varit lyckosam. Planeringen av projekt tar normalt flera år, varför rådet redan intecknat delar av ett förväntat framtida anslag. Rådet föreslår att 90 Mkr anslås till experimentbyggnadsstöd.

Mätning, uppföljning och utvärdering av experimentbyggnadsprojekt har uppgått till ca 20% av forskningsanslaget, eller ca 1/3 av lånebeloppet. Rådet föreslår att kostnaderna för detta - 30 Mkr - finansieras antingen genom ett särskilt anslag eller genom att lånemedel får disponeras för detta ändamål. I det senare fallet bör anslaget till experimentbyggande höjas i motsvarande grad.

Teknikupphandlings-stöd
Rådets erfarenheter av teknikupphandling är goda. Inom området nya energisystem finns möjligheter att genom teknikupphandling stimulera en snabbare introduktion av värmesystem i gruppcentralstorlek. Rådet föreslår att endast begränsade medel - 15 Mkr - ställs till rådets förfogande under treårsperioden för att medge en lugn och stabil uppbyggnad av verksamheten.

FoU-budget
I enlighet med direktiven föreslår rådet anslagsvolymer för tre olika alternativ fördelat på olika teknikområden. Rådet ser fördelningen endast som ett uttryck för en principiell inställning. En möjlighet att omfördela mellan områdena med hänsyn till utvecklingen inom området ökar flexibiliteten. Rådet önskar få frihet att ändra fördelningen mellan olika områden utan begränsningar.

Rådet konstaterar att samtliga teknikområden inom Nya energisystem i större eller mindre grad minskar utsläppen av s k växthusgaser (CO_2 m.m.) Särskilt åtgärder inom solvärme- och energilagringsområdena har positiv verkan ur denna synpunkt.

32

Som ett miljöalternativ föreslår därför rådet en ökning med 30 Mkr utöver ökningsalternativet.

Delprogram(per 3-år)	Nuvar. Mkr	Alt.1 Mkr	Alt. 2 Mkr	Alt. 3 Mkr	Miljöalt. Mkr
Solvärme	21,0	21,0	18,0	22,5	30,0
Energilagring	15,0	18,0	12,0	21,0	24,0
Värmepumpar	18,0	15,0	13,5	15,0	24,0
Gasteknisk Fou	15,0	15,0	13,5	18,0	21,0
Eleffektiva byggnader	30,0	34,0	30,0	40,5	45,0
System & genomförande	15,0	18,0	15,0	21,0	24,0
SUMMA	114,0	121,0	102,0	138,0	168,0

-Nuvar = Nuvarande anslagsvolym
-Alt. 1 = +6% -5%
-Alt. 2 = -20%
-Alt. 3 = +8%
-Miljöalt = Ökning med 10 Mkr/år utöver alt. 3

SOLVÄRMETEKNIK

Nuvarande inriktning och mål

Byggforskningsrådets stöd till forsknings- och utvecklingsarbete inom solvärmeområdet bedrivs i huvuvudsak enligt de utvecklingslinjer som redan har givit utomordentliga resultat sett i ett internationellt perspektiv. Arbetet koncentreras främst på att utveckla bättre och billigare solvärmesystem. Målet för utvecklingsarbetet inom tillämpningsområdet är generellt att göra solvärmetekniken konkurrenskraftig gentemot konkurrerande alternativa uppvärmningstekniker.

Byggforskningsrådets ansvarsområde - den byggda miljön - omfattar huvudsakligen husuppvärmning och tappvarmvattenproduktion men även stöd till utveckling av badanläggningar har utgått.

Den solvärmeteknik som BFR stöder kan delas in i tillämpningarna:

- fjärrvärmesystem/gruppcentraler utan säsongslager
- fjärrvärmesystem/gruppcentraler med säsongslager
- husegna system: flerfamiljshus enfamiljshus och lokaler
- badanläggningar

FoU om passiv solvärme stöds av BFR, men ingår f n inte i energiforskningsprogrammet utan i byggforskningsanslaget.

FoU inom solvärmeområdet stöds f n av BFR, statens energiverk, STU, Vattenfall och i någon grad industrin.

I innevarande treårsplan betonas att forskningens inriktning skall vara långsiktig. Stor vikt läggs vid att bevara uppbyggd kompetens och fortsatt kompetensuppbyggnad. Strävan är att åstadkomma goda forskarmiljöer där stabila grupper kan byggas upp. Samarbete mellan högskoleforskare, konsulter och industrins konstruktörer uppmuntras och underlättas. Vid fördelning av FoU-medel tas även hänsyn till tilllämpningsområdets möjligheter att inom överskådlig tid märkbart bidra till landets energiförsörjning.

Solvärme utnyttjad för tappvarmvattenberedning kan under sommarhalvåret ge relativt goda utbyten med små korttidslager - i princip förrådsberedare för tappvarmvatten. För att ge väsentliga tillskott för uppvärmningsändamål, däremot, måste ett solvärmesystem innehålla ett säsongslager. Rådets verksamhet på solvärmeområdet är därför nära kopplad till forskning, utveckling och experimentbyggande av stora solfångarsystem med värmelager.

Solvärmesystemens ekonomi är speciell och extrem i den meningen att nästan hela kostnaden är knuten till investeringen. Driftkostnaderna begränsas till drivenergi för cirkulationspumpar och till underhåll och tillsyn. En smula tillspetsat kan det påstås att kostnaderna för många års värmeproduktion måste betalas i förskott.

Solvärmeutvecklingen har i relativt stor utsträckning dominerats av systemutveckling via BFR:s experimentbyggnadsverksamhet. Utvecklingen har följt ett antal linjer karaktäriserade av tillämpningen. I flertalet fall har solfångaren varit av den plana typen. Utvecklingsarbetet har vanligen gjorts av konsulter medan rollen som utvärderare oftast har innehafts av någon högskoleinstitution. Resultaten av utvärderingarna har återförts till konstruktören, som har kunnat utnyttja det i

34

kommande systemkonstruktioner och till högskolor för bl a värdering av komponenter och utveckling och optimering av system.

Ekonomi
BFRs delprogram för aktiv solvärme har under innevarande treårsperiod en budget på ca 5 Mkr per år. Av beviljade anslag har ca en tredjedel gått till högskolorna, en tredjedel till institut (huvudsakligen Studsvik, SMHI och Statens provningsanstalt) och den sista tredjedelen till övriga företag inklusive konsultföretag.

Det ekonomiska läget på bidragssidan är bekymmersamt. Beviljningar av projekt sker först efter en mycket stram prioritering samtidigt som stora ansträngningar görs för att finna former för samfinansiering. Vad gäller lånemedel föreligger inte samma bristsituation. I och med att ett experimentbygge kräver bidragsmedel för förstudie, projektering, mätning och utvärderingar är den reella situationen emellertid att även fullskalebyggandet kommer att påverkas.

Statens energiverk har i allt högre grad engagerat sig i solvärmeteknik. Medel från energiverket till solvärme-FoU utgår dock i huvudsak till långsiktig kompetensuppbyggnad vid högskolor och institut. Utöver statens energiverk har Vattenfall/Älvkarleby samt Svensk energiutveckling AB betydande resurser för FUD-verksamhet.

STU har under innevarande trepårsperiod successivt skurit ned sitt stöd till solfångarutveckling. Numera utgår medel endast till solvärmeteknik för industriella processer.

Pågående och planerad verksamhet

Högskolor
Forskning har bedrivits vid CTH och KTH samt i begränsad omfattning vid LuTH, LiTH och Högskolan i Falun/Borlänge. Fyra doktorsavhandlingar med anknytning till BFR-projekt har publicerats.

Vid CTH, installationsteknik fortsätter Torbjörn Jilar till 100% på sin mellantjänst. Jan-Olof Dalenbäck fortsätter på sitt doktorandarbete till 50%. Dalenbäcks avhandling kommer att innebära "...en fördjupning inom området systemteknik i samband med värmepump- och solvärmetilllämpningar med tyngdpunkt på stora system med solfångare och värmelager". Avhandlingen beräknas bli klar i juli 1989.

Två doktorandarbeten pågår för närvarande vid KTH. Beträffande Peter Kjaerboe, Avd för uppvärmning- och ventilationsteknik, diskuteras en inriktning mot att utveckla ett solfångarsystem där självcirkulation är säkerställd genom att utnyttja produktion av ånga. Per Isakssons, Mätcentralen, inriktning är stora solvärmecentralers systemteknik och arbetet baserar sig på utvärderingsresultat från Nykvarnanläggningen. Monika Söderlund fortsätter sina doktorandstudier vid LuTH, Avdelningen för Vattenteknik.

Utöver dessa BFR-finansierade forskare stöder statens energiverk en forskartjänst på mellannivå vid CTH, institutionen för fysik, samt insatser vid högskolan i Falun/Borlänge.

Experimentbyggande
Experimentbyggandet intar en central plats i BFR's FoU-strategi. I takt med utvecklingen av solvärmeteknik har experimentbyggandets tonvikt i någon mån

förskjutits från att gälla teknikprövning till att utveckla kostnadseffektiva system.

Enligt erfarenheterna kan kostnadseffektiva system bara fås om mycket enkla system används. Det är viktigt att driva denna utveckling i experimentbyggande.

Stora system - gruppsystem

Med gruppsystem menas oftast att solfångarna är markplacerade och att säsongs- eller korttidslagret är placerat fritt från byggnader. Ett gruppsystem kan dock även ha solfångare som är takplacerade. Enkelt uttryckt sker värmeförsörjningen i ett gruppsystem till flera byggnader via ett utsträckt kulvertnät medan den i ett huseget system sker till en eller ett par byggnader via ett mer lokalt kulvertnät.

Inom ramen för Byggforskningsrådets FoU-program pågår viktiga projekt för att utveckla isolerade groplager som är en förutsättning för solvärmeintroduktion på gruppcentral nivå.

Beträffande stora system med korttidslager görs betydande framsteg. Anläggningen i Nykvarn utvärderas för närvarande och pekar på mycket goda driftsresultat. I en anläggning för fjärrvärmenätet i Falkenberg anges ytterligare möjliga kostnads- och prestandavinster (med 6% realränta är värmekostnaden beräknad till 42 öre kWh).

Ett solvärmesystem måste alltid innehålla någon form av lagringsmöjlighet för att utjämna mellan värmekällans och belastningens fluktuationer. Enda undantaget skulle eventuellt kunna sägas vara exempel där solfångarfält är direktanslutna till ett fjärrvärmenät.

Ett väl fungerande och rätt dimensionerat lager är alltså en förutsättning för en effektiv solvärmeanläggning. Flera typer av lager och lagringsmedier har prövats: vattentankar, borrhål i lera och berg, fasomvandlingslager innehållande saltbildningar m fl.

Intresset har blivit allt mer koncentrerat till vattenlager, vilket har inneburit en naturlig koppling till att utveckla högeffektiva plana solfångare med moderata temperaturer. Fasomvandlingslagren har ännu inte visat sig vara ekonomiskt konkurrenskraftiga. Borrhålslagren har några för solvärmen besvärande egenskaper. Bl a är de termiskt tröga, dvs det är svårt att ta ut stora effekter. Man behöver ett kompletterande vattenlager för att jämna ut effekttopparna.

I syfte att utreda en storskalig solvärmeanläggnings konkurrenskraft har BFR finansierat en utredning som jämför solvärme med andra försörjningsalternativ, för uppvärmning av de centrala delarna av Kungälvs stad. Anläggningen bygger på erfarenheter från Lyckeboanläggningen, dvs systemet består av ett solfångarfält och ett säsongslager i bergrum. Projektet indikerar Sveriges ledande ställning vad gäller säsongslagrad solvärme. Utredningen är förankrad i känd kunskap om systemuppbyggnad samt kända resultat om både solfångarfält och lager. Projektet är avrapporterat under oktober 1988 och kommer att bli föremål för omfattande diskussioner i och med dess strategiska betydelse.

Små system - husegna system

Med husegna system menas att solfångarna är placerade på en byggnad, oftast dess tak, och att värmelagret är placerat inom byggnaden, dvs med nuvarande lagringsteknik används korttidsvärmelagring.

36

System med takintegrerade solfångare har genomgått en snabb utveckling och uppvisar idag mycket goda tekniska och ekonomiska prestanda. Utvecklingen har drivits i experimentbyggande och med bostadslån kan nu anläggningar byggas kommersiellt. Byggmetoderna kan dock utvecklas - rationellare på plats eller eventuellt genom elementbyggeri - vilket med fördel kan prövas i experimentbyggnadsprojekt. Detsamma gäller den arkitektoniska utformningen. Den utveckling som via STU och BFR drivits för att utveckla kostnadseffektiva villasystem kommer sannolikt att kunna prövas i fullskala i experimentbyggande.

Statens provningsanstalt genomför just nu en utvärdering av 13 tappvatten- och uppvärmningsanläggningar. Projektet samfinansieras med statens energiverk.

Beträffande husegna solvärmesystem är dessa beroende av en omfattande utveckling för att kostnaderna skall närma sig dem för traditionella system. Sådana system med lägre kostnader är redan i sikte men för att erhålla större energitäckning krävs, som tidigare nämnts, stora framsteg för nya lagertyper. En i ett kortare perspektiv mer realistisk utveckling bygger på en utveckling av kombinerade passiva/aktiva system i hus med låga energi- och effektbehov.

Solfångarutveckling
Huvudkomponenten i ett solvärmesystem är själva solfångaren. Flera solfångartyper har provats i anläggningar av varierande storlek. Den för svenska förhållanden lämpligaste typen för byggnadsuppvärmning är f n plana solfångare med drifttemperaturer i området 30-90°C.

En stor - och för svenska förhållanden avgörande - fördel är att en plan solfångare inte kräver direkt solstrålning, utan också tillgodogör sig energi från den diffusa himmelsstrålningen.

Svensktillverkade solfångare har under flerårig praktisk drift visat hög effektivitet och god beständighet mot klimatets påfrestningar. Solfångarpriserna är på väg ned mot en nivå som kan ge värme för bebyggelseändamål i kostnadsparitet med vad andra system förmår.

Den svenska plana solfångaren är idag ledande både vad gäller kostnad och prestanda. Utvecklingen har skett i samarbete mellan högskolor och industri och tekniken har prövats i experimentbyggande. Sådana kan man på ett effektivt sätt ytterligare utveckla tillverknings- och monteringsmetoder för stora modulsolfångare.

För plana solfångare för solfångarfält finns två utvecklingslinjer karaktäriserade främst av olika tillverkningsfilosofier. Den ena typen, som har prövats längst, består av 6 m långa fabriksbyggda moduler. Den andra typen tillverkas på plats och kan därför byggas i godtyckliga längder - upp till 150 m har diskuterats. Båda varianterna prövas f n i experimentbyggen. I ett samarbetsprojekt undersöks också möjligheten att förbättra prestanda med hjälp av speglar. I experimentbyggandet kommer fortsättningsvis rationellare byggmetoder för solfångarfält att studeras.

Mindre plana solfångare finns idag på marknaden. Ytterligare några, där man i konstruktionen speciellt tagit hänsyn till rationell tillverkning, prövas för närvarande inom experimentbyggnadsprogrammet. Nya tillverkningsmedel och material bör studeras. Komponenter som bedöms vara utvecklingsbara är täckglas, absorbator samt konvektionshinder. Transparanta isoleringar kan i framtiden spela en viktig effektivitetshöjande roll och har därför liksom de övriga en hög prioritet i forskningen.

Andra applikationer som i ett mer långsiktigt perspektiv kan vara intressanta att värdera är luftsolfångare. I den mån högtemperaturlager utvecklas och provas kan koncentrerande solfångare vinna framsteg. Extrema lågtemperatursystem med oglasade solfångare hör till den andra ytterligheten. En förutsättning för dessa är alltså lager- och byggnadstekniska innovationer. Samtliga ovan nämnda solfångartyper bör dock först studeras utifrån systemaspekten och utvecklingsmöjligheterna.

Utvecklingen av koncentrerade solfångare stöds av statens energiverk.

System- och driftsprinciper
Bland angelägna systemstudier kan nämnas:

- Framtagning av dimensioneringsmetoder för solvärmesystem med säsongslagring av olika slag (vatten, mark)

- Framtagning av dimensioneringsmetoder för solvärmesystem med korttidslagring

- Studier av samspelet mellan solvärme och andra värmeslag - huvudsakligen olika slags lagerutnyttjande.
  Också viktiga, men med lägre prioritet är:

- Studier av solvärmesystems flexibilitet för utbyggnad och driftändring (ex sammanslagning av husegna till gruppsystem, topplast istället för baslasttäckning)

- Studier av lastprofilens betydelse för storleks dimensioneringen.

- Studier av värmeförluster från principiellt olika kopplingsprinciper.

Provning och standardisering
Utveckling av metoder för provning av solvärmesystem och komponenter samt material fortsätter vid statens provningsanstalt inom ramen för motsvarande projekt inom IEA's program Solar Heating and Cooling. Samarbete mellan SP och Studsvik har etablerats och bör fortsätta.

En svensk standardiseringskommitté arbetar i kontakt med en internationell kommitté inom ISO. BFR stöder verksamheten i begränsad omfattning. Syftet är att följa och påverka arbetet inom ISO och överföra ISO's standard till svensk standard. En inte oväsentlig fördel är också att EG sannolikt adopterar ISOs förslag.

Statens insats motiveras av att industrin inte förfogar över medel för standardiseringsinsatser. Arbetet är unikt så tillvida att standardiseringsfrågorna behandlas på ett tidigt stadium i teknikutvecklingen.

Fortsatt provning av nya material, och livstidsbestämning av dessa, är viktiga insatser. Dessutom bör metoder för prestandaprovning av kompletta solfångarsystem utvecklas. Inte minst är provning viktig i garantisammanhang. Det påbörjade arbetet med P-märkning är viktigt och bör fortsätta.

Beräkningsmodeller
Två simuleringsmodeller har utvecklats inom delprogrammet.

38

I samband med planeringen av Lambohovanläggningen påbörjades vid LiTH konstruktionen av en simuleringsmodell kallad SIMSYS, avsedd att simulera denna anläggning. Modellen har senare i samarbete med avdelningen för installationsteknik vid CTH utvecklats och gjorts mer generell. Denna modell har använts för att simulera anläggningarna i Ingelstad, Lambohov, Lyckebo m fl. Den har också utnyttjats i samband med internationellt samarbete inom IEA.

Vid Studsvik har man utvecklat en optimeringsmodell kallad MINSUN. Den är utvecklad för att med rimliga datortider kunna användas för att optimera stora system, dvs systematiskt variera väsentliga parametrar och söka den ekonomiskt bästa kombinationen. Modellen har till stor del utvecklats inom det IEA-projekt som har behandlat solvärmesystem med årslager. Där har särskilt Kanada bidragit till utvecklingen. Modellen har i Sverige utnyttjats vid utvärderingar bl a Lyckebo, och vid projekteringar av stora anläggningar.

Just nu pågår ett projekt vid högskolan i Borlänge/Falun där syftet är att utröna möjligheterna att med hjälp av kommersiellt tillgänglig CAD-teknik och grafikprogramvara åstadkomma ett lätthanterligt simuleringsverktyg innehållande en detaljerad simuleringsmodell för solvärmesystem.

Arbetet med att utveckla användarvänliga metoder för systembeskrivningar är angeläget. Vidare bör fortsatta insatser göras för att verifiera modellernas överenstämmelse med verkliga förhållanden. Det finns också behov av att ytterligare förfina typiska värmelastprofiler för uppvärmning och tappvarmvatten.

Internationellt samarbete
Betydande delar av Fou-budgeten avdelas för internationell verksamhet. Huvudmotivet för detta är att FoU i samverkan höjer kostnadseffektiviteten.

Det internationella samarbetet pågår inom IEA SH&C inom följande delområden med BFR som representant i executivekommitteen och finansiär.

- Annex III, Provning av solfångare och solvärmesystem.
- Annex VII, Solvärmesystem med årslager.
- Annex IX, Solinstrålning och solinstrålningsmätningar.
- Annex X, Materialforskning inom solvärmeområdet.

Inom Nordiska Byggforskningsorganens Samarbetsgrupp (NBS) finns en arbetsgrupp för energi med undergruppen NBS-E-sol. I gruppen drivs bl a frågor av informationskaraktär. Det gäller t ex gemensamt deltagande vid utställningar, gemensamt News-letter, samt nordiska solvärmeseminarier. Genom gruppens försorg har ett anslag beviljats av Nordtest för samnordisk utveckling av testmetoder.
Inom ramen för BFR's bilaterala avtal om forskarutbyte har en svensk solanläggning byggts i Ungern. I dagsläget övervägs en kommersialiserad fas.

Genomförande av FoU-planen

De FoU-insatser som hittills bedrivits på solvärmeområdet har givit resultat som de senare åren i ökande utsträckning fått erkännande från den internationella forskarvärlden. Som ett resultat av de tidigare relativt höga FoU-nivåerna, en konsekvent FoU-inriktning mot utveckling av den plana solfångaren samt system-

utveckling av teknik anpassad för vårt klimat, har god kunskap utvecklats om utformning och dimensioneringsprinciper för solvärmesystem. Svenska solfångare har idag en hög kvalitet samt en ledande ställning i fråga om relationen prestanda/ekonomi.

Trots dessa framgångar är solvärmen inte konkurrenskraftig gentemot traditionella alternativ. De miljöavgifter som nu diskuteras kan emellertid komma att förändra detta förhållande. I och med att serietillverkning kommer till stånd samt genom att miljökostnader belastar övriga energislag närmar sig kostnaderna för solvärme snabbt kostnaderna för traditionell teknik. Takintegrerade solfångare för flerbostadshus ligger dock redan nu kostnadsmässigt i nivå med elvärme då de liksom övriga åtgärder inräknas i låneunderlaget.

Det kan konstateras att flera stora solvärmesystem idag tekniskt sett är klara för en marknadsintroduktion. FoU-inriktningen är i hög grad beroende av tidpunkten för detta. BFR anser det troligt att det sker under senare delen av 1990-talet. Målet för FoU-verksamheten fram till dess är att successivt utveckla systemens kostnadsseffektivitet och prestanda på ett för bebyggelsen optimalt sätt - t ex ekonomiskt rimligt låga temperaturnivåer. Samtidigt är det viktigt att marknadsintroduktionen förbereds för de system som senare beräknas få ett genombrott, t ex genom de nu påbörjade provnings- och standardiseringsarbetena, informatinsinsatser samt utveckling av användarvänliga dimensioneringsverktyg.

I och med de neddragna anslagsnivåerna i form av FoU-medel och statsbidrag, är solvärmeindustrin inne i ett kritiskt skede. Den FoU-strategi som utvecklats vid BFR - starka kopplingar högskola-forskningsinstitut-industri, innebär i sig en viss, om än inte tillräcklig, industriell stimulans. Ökade insatser i form av experiment- och demonstrationsbyggande behövs därför för att skapa förutsättningar inom områden som erbjuder begränsade potentialer men ändå är av vikt för industrins överlevnad.

Förutom den viktiga roll högskolorna spelar i utvecklingen av solvärmetekniken är det av stor betydelse att de i framtiden kan sörja för en god grundutbildning. Detta ställer krav på ökad forskning på doktorandnivå - minst en till två doktorandtjänster. Detta medger också teoretisk fördjupad forskning inriktad mot framtidens problem. Högskoleforskningen har också sin givna plats när det gäller detaljutveckling av kostnadseffektiva komponenter. Även här bör en förstärkning komma till stånd.

Experimentbyggandet bör ha en fortsatt central roll i FoU-arbetet. Inte minst viktig är kopplingen till högskoleverksamheten. För huvuddelen av forskningen- som skall vara praktiskt orienterad - innebär experimentbyggandet en viktig resurs, medan det för den grundläggande forskningen fungerar som drivkraft och kompetensuppbyggare för arbetet med att formulera utvecklingsmålen. Tillsammans med pilotprojektverksamhet ges goda möjligheter att pröva teoretiskt bearbetade systemidéer och göra teorier mer verklighetsförankrade.

Vidare utvecklingen av solvärmesystem innehållande isolerade gropmagasin för årslagring (5 000-50 000 m^3) kommer att kräva stora FoU- och experimentbyggnadsinsatser.

I ett längre perspektiv är globala miljöproblem den viktigaste pådrivaren för ökat utnyttjande av förnybara energikällor. I Brundtlandkommissionens rapport "Vår gemensamma framtid", redovisas sammanfattningsvis att ett lågenergi-scenario är det enda realistiska alternativet för världen på 2000-talet. Detta medför en dramatiskt ökad användning av förnybara energikällor enligt kommissionen. Rapportens

slutsats är att industriländerna innan år 2020 måste reducera sin energiförbrukning per invånare med 50% i förhållande till idag. Samtidigt skall utvecklingsländerna tilldelas en ökning på 30% per invånare i förhållande till dagens nivå. Ur detta perspektiv bör en en fortsatt god teknikutveckling ge goda förutsättningar för svensk export av teknik och kunskaper.

Tidigare beräkningar har visat att solenergi kommer att kunna ge ett väsentligt bidrag till svensk energiförsörjning. Med utgångspunkt i dagens teknologi är den med känd teknik möjliga solvärmepotentialen i byggnadsmassan vid början av 2000-talet beräknad till:

Tappvarmvatten för fristående byggnader och flerbostadshus	6,9	TWh
Kombinerade system:		
- Fristående byggnader	6,0	"
- Flerbostadshus	1,0	"
Gruppcentral- coh fjärrvärmesystem:		
- utan lager	1,3	"
- med lager	2-14	"

Solvärme är en av de värmetekniker som orsakar minst skada på miljön. Utredningen om en solvärmeanläggning i Kungälv redovisas solvärmens relativa miljöförbättrande funktion.

42

Budget
För att uppnå de mål som uppställts för solvärmetekniken spelar experimentbyggnadsverksamheten en nyckelroll. I en väl styrd form och med bestämda mål kan experimentbyggandet fungera som drivkraft för grundläggande forskning och kompetensuppbyggnad samtidigt som effektiva kanaler mellan de medverkande aktörerna upprätthålls.

Den fortsatta FoU-modellen bör baseras på en växelvis användning och stark koppling mellan ett kortsiktigt inriktat experimentbyggande och mer långsiktigt inriktad forskning där utvecklingsmålen identifieras.

För att effektivt driva FoU-verksamheten är det nödvändigt att styra mot bestämda mål. Om experimentbyggandet och därtill knuten forskning dessutom inriktas längs flera utvecklingslinjer samtidigt ökar förutsättningarna för en accelererad teknikutveckling. Rådet menar att en sådan strategi är att föredra i nuläget och att forskarvärldens och branschens förutsättningar medger detta. En förutsättning är dock att vissa förstärkningar kommer till stånd enligt det föregående.

Rådet anser att det är angeläget att i dagsläget påbörja systemstudier som behandlar framtida möjligheter för andra solfångartyper. Denna beredskap är angelägen inte minst med hänsyn till miljöfrågorna.

Det kan finnas skäl till att överväga stödformer som tar vid där experimentbyggandets FoU upphör, t ex teknikupphandlingsstöd. Inom de byggnadsnära tillämpningarna finns exempel på solvärmetillämpningar som idag är fullt tekniskt utvecklade och mycket nära ekonomisk konkurrenskraft. Exempel är gruppcentraler, takintegrerade solfångare i flerbostadshus, badanläggningar etc.

Solvärmeforskningen erhåller idag anslag huvudsakligen genom medel från BFR och statens energiverk, där BFR ansvarar för system i storlek upp till gruppcentralnivå och statens energiverk för fjärrvärmetilllämpningar. Förhållandet är det att flertalet av de områden som kräver insatser i mångt är beroende av tillämpningen: solfångarutveckling, systemutveckling med lager etc. BFR avser att fortsätta att fördjupa samrådet med statens energiverk och STU för att undvika dubbelarbete samt att verksamheter kan "falla mellan borden".

BFR avser att driva FoU-verksamheten inom solvärmeområdet med den inriktning som beskrivits ovan. Rådet förutser ett behov av medel i storleksordningen minst 10 Mkr/år för att uppnå högt ställda mål med kraftigt minskad miljöbelastning. Alla lägre nivåer kommer att medföra inskränkningar i möjligheterna att utveckla och uppnå solvärmeteknikens potential. Om insatserna inom statens energiverks solvärmeforskning minskas måste detta kompenseras genom ytterligare ökat stöd från BFR.

ENERGILAGRING

Nuvarande inriktning och mål

Ett energilager producerar ingen värme men medger ökad produktion och effektivare utnyttjande av anläggningar för värmeproduktion. God teknik för att lagra energi är en nödvändighet för ett mer effektivt utnyttjande av t ex solvärme. Även de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för utnyttjande av andra intermittenta värmekällor ökar om man har tillgång till värmelager.

Ett energilager kan också tjäna som utjämningsmagasin vid variationer i energiförbrukningen. Energin i systemet blir därmed billigare; produktionsenheter och distributionssystem kan göras mindre. Utbyggnad av ny effekt kostar enligt miljö- och energidepartementets beräkningar 6000-8000 kr per kWeleffekt.

Ett lager kan dessutom vara attraktivt ur värmedistributionssynpunkt (då lagret ger en ökad leveranssäkerhet genom att det kan användas vid produktionsstopp) och ur miljösynpunkt genom att emissionsmängden minskas vid t ex förbränning av fossila bränslen på grund av bättre utnyttjande av spillvärmekällor.

Ett flertal värmekällor finns som kan användas för att ladda ett värmelager. Valet av värmekälla är dels en kostnadsfråga och dels en fråga om temperaturnivå. De vanligaste är solvärme, fjärrvärme och olika spillvärmekällor. Energin kan också utnyttjas direkt med hjälp av värmepump.

Inom det statliga energiforskningsprogrammet har utvecklingen av teknik för lagring pågått sedan 1978. Programorganen BFR, STU och NE (numera statens energiverk) har satsat ca 12 Mkr/år i bidrag till forskning och ca 20 Mkr/år i lån till fullskaleprojekt under perioden 1984-87. FoU-insatserna för energilagring koordineras mellan BFR, STU och Statens energiverk.

Delprogrammet har hittills omfattat lagringsteknik som rör bebyggelsens värmeförsörjning. BFR's anslag är ca 5 Mkr/år i bidrag. För projekt i full skala utnyttjas experimentbyggnadslån.

Målet för verksamheten är att utveckla och effektivisera energisystem genom att kunna optimera dimensioneringen av produktionsanläggningar och därmed göra betydande vinster både ekonomiskt och miljömässigt.

Verksamheten syftar till:
- Långsiktig kunskapsuppbyggnad vid universitet och högskolor
- Målinriktad experimentverksamhet där lagerfunktionen ingår som väsentlig del i nya systemlösningar
- Mätning, utvärdering och dokumentation av FoU- och experimentbyggnadsverksamhet
- Internationellt, tekniskt och vetenskapligt samarbete.

Värmelagringsteknikerna indelas ofta efter det material som används som lagringsmedium, t ex vatten, mark och akviferer. Säsongs- och korttidslagring är andra indelningar, liksom högtemperatur- respektive lågtemperaturlager. Följande tekniska system är nu framtagna och fullskaleanläggningar finns i drift.

44

Värmelager i jord

Värmeväxlingen till marklagren sker med smala plaströr nedförda till 15-30 m djup. Lagertemperaturen pendlar mellar +2 och +30°C och värmepump används för uttag. I torv lägges vanligen horisontella rörsystem.

Borrhålslager i berg

I berg kan värme lagras upp till temperaturer på ca 100°C. Överföringen av värme sker i 150 mm borrhål genom öppen vattencirkulation eller i slutna innerrör. Lagren är oisolerade och måste vara av storleksordningen 200 000 m^3 för att få små relativa värmeförluster. Borrhålslager kan även användas vid låga temperaturer om värmepump ingår i systemet.

Ståltankar

Lagring av hetvatten i ståltankar används mest för korttidslagring och storlekarna varierar mellan 2 000 och 30 000 m^3. Varmvatten har hög lagringskapacitet och medger stora, snabba effektuttag.Tekniken är kommersiell idag.

Gropmagasin i mark

Gropmagasin kan byggas i både jord och berg för lagring av varmvatten upp till 100°C. De största problemen är vattentätning och värmeisolering, eftersom groparna vanligen når under grundvattenytan. Intressanta storlekar är från 10 000 till 50 000 m^3 och de kan bli alternativ till ståltankarna.

Bergrum

Lagring av hetvatten i oisolerade bergrum är en storskalig teknik för både kort- och långtidsutjämning av värmeproduktion och behov. På grund av värmeförluster och ekonomi bör lagren ha en storlek av upp till 3-500 000 m^3 vilket utsluter användning som enbart korttidslager. Nedlagda gruvor används också som säsongslager för sjövärme.

Akviferer

Att utnyttja grundvattenmagasinen i jord och berg för värmelagring utgör minsta ingreppen på undergrunden och de är också de billigaste lagringssystemen. Brunnsbyggandet för in- och uttag av vatten är känd teknik, men de vattenkemiska problemen måste noga beaktas i synnerhet vid högre lagringstemperaturer, liksom värmeförlusterna. Akviferlagren är också lämpliga för ett dubbelutnyttjande med kyla- och värmelagring för sommar respektive vinter. För detta finns anläggningar byggda på kommersiell basis.

Kunskapsläget för själva lagringsteknikerna är gott men ytterligare specialkunnande om byggandet behövs, liksom systemerfarenheter för att utnyttja lagren på bästa sätt. För kemisk energilagring krävs teknikgenombrott för att systemen ska bli intressanta och då främst som korttidslager. För latent energilagring (saltsmältor eller vatten/is) stöder BFR några mät- och utvärderingsprojekt. Satsning på fullskaleprojekt planeras.

Sverige är en av de ledande nationerna vad gäller energilagring. Såväl våra teoretiska som praktiska erfarenheter har förts ut internationellt och en exportmarknad är möjlig i framtiden.

Pågående och planerad verksamhet

Allmänt
Tekniken för storskalig energilagring har haft en god utveckling under 80-talet. Avgörande utvecklingssteg har kunnat tas genom byggandet av fullskaleprojekt. Nu är 25-30 anläggningar i drift och erfarenheterna från systemen är i stort sett goda. Undermarksbaserade lager har visat sig vara mest lämpliga för de vanliga geologiska formationerna i Sverige; nämligen urberg, åsar och leromräden.

I fullskaleprojekten har olika systemkombinationer med värmekällor och värmeproduktion testats och en realistisk utvärdering kunnat ske. Entreprenörer och industri har också involverats i forskningen och anläggningarna har varit en bra demonstration av tekniken för användarna.

Energilagrens ekonomi är starkt beroende av i vilket system av värmekällor och värmeproduktion som lagren nyttjas. Lagren är dyra att bygga och får därmed höga kapitalkostnader som ska betalas med lägre driftkostnader i det totala värmesystemet.

Målsättningen att kunna bygga lagren för en specifik investeringskostnad av 1-2 kr/KWh har till vissa delar uppnåtts.

Kapitalkostnaderna varierar mellan 5-30 öre/kWh, beräknad med 6 proc ränta och 20 års amortering. Främst bör gropmagasinen göras billigare och kostnaderna generellt sänkas för de flesta lagertyperna med ca 30 procent. Lager kan också medverka vid konverteringen från elbaserade värmesystem.

Med värmelagring kan primärproduktionen av värme minska, göras effektivare och därmed bidra till en bättre miljö. Successivt ökande kunskaper om möjligheterna att kvantifiera miljökostnader leder till förmånligare kostnader för energilager. Om lagren används med många omsättningar per år (korttidslager) minskar kostnaderna räknat per kWh betydligt. De mest lönsamma tillämpningarna synes nu vara:
- lagring av värme, kyla och spillvärme i akviferer
- korttidslager i ståltankar från värmeproduktion
- spillvärme (industri och sopor) i borrhålslager samt
- solvärme i bergrumslager
- sol/luftvärme i marklager

Erfarenheterna kan sammanfattas i några punkter som samtidigt ger impulser till det fortsatta arbetet:
- Den väsentliga tekniken för flera former av lager behärskas (se dock nedan)
- Lagrets "plats" i systemet behöver utredas ytterligare
- Kostnaderna för lagret behöver sänkas 20-40%. Detta gäller säsongslager. Om den inlagrade energimängden räknas om till sparad elenergiproduktion förbättras ekonomin betydligt.
- Fullskaleprojekt ger god utveckling mot kommersiell tillämpning. Fler demonstrationsprojekt behövs
- Säsongslager bör vara storskaliga

Inom flera tekniker är vi nu mogna att genomföra en bred satsning på fullskaleprojekt finansierade med experimentbyggnadslån med noggranna mät- och utvärderingsprojekt i syfte att nå de uppställda målen.

Systemen med värme- och kyla- tillämpningar i kontorshus m m bedöms så intressanta att en breddad verksamhet inom detta fält är motiverad. Att effektivt lagra kyla kräver breddning av forskningsinsatserna mot latenta system och fler mät-,

46

utvärderings och dimensioneringsprojekt. Internationella samarbetsprojekt inom kyllager planeras. Efterfrågan på kyllager förvänyas öka. Kyllager spar el mer effektivt än värmelager (ca 2 gånger)!

Forskningssammarbetet både i Sverige och internationellt inriktas nu på andra generationens FoU - ett samtidigt utnyttjande av värme och kyla från akvifer- och berglagersystem: intensifierade studier av vattenkemins inverkan och vattenbehandlingsmetoder m m. Forskningen inriktas också på att ytterligare klargöra lagrets roll i energisystemet samt integration och samarbete med övrig energiforskning. På sikt torde lagren kunna konkurrera ännu bättre genom ändrade energiprisrelationer, effektbrist och miljöfördelar.

Intresset och metoderna för att utjämna värmekällor, energiproduktion och effektkrav med behoven av värme, kyla, elkraft har funnits länge och har accelerats med införande av tidstaxor för el. Kakelugnar, cisternar, tunga hus, isstackar, batterier är energisparteknik där många års erfarenheter finns. Dessa erfarenheter bör utnyttjas i fortsatt forskning. Exempel är tankar, keramer, stenmagasin, smältvärmelager och islager.

Utvecklingen bör ha som huvudmål de närmaste åren att inriktas på följande insatser:
- Systemfrågor; förenklingar, simuleringar, optimeringar
- Kostnadssänkning om 20-40%
- Införandefrågor

Lagerfrågorna bör ses i ett nationalekonomiskt perspektiv och vara kopplade till frågor om infrastruktur, dvs ingå som en självklar del i en kommuns energisystem.

Tillämpningar
Koncentration bör ske mot tillämpningar av system som har visat sig lovande:

Akviferer:	I kombination med värmepump, sjövärmekombinationer kyla/värmeapplikationer spillvärmetillämpningar. Högtemperatur och lågtemperaturtillämpning. Forskningsinsatser om vattenkemi, brunnsutformning och värmeförluster
Gropar:	Lager i kombination med t ex kraftvärme och eller Tätning; Isolering; Släntstabilitet. Grundvattennivåns betydelse. Dränering. Blockfyllda berggropar.
Bergrum;	Sanering av f d oljebergrum. Blockfyllda bergrum. Vattenkemiska problem. Gruvor; storskalig tillämpning.
Borrhålslager/ Bergakviferer;	Säsongslager för höga temperaturer: sopvärme - spillvärme. Hybridlager i bergrum. Borrningsmetoder. Foderrör i jord. Uppspräckt lager.

Värmelager i jord;	Metoder för maskiner för markvärmeväxling. Plaströr och kopplingar i mark. Frysning och högtemperaturlagring i lera. Särskilt intressant är att utveckla kombinationslager för värme och kyla.
Latenta termokemiska fasta material:	Smältvärmelager i energisystem. Kyla/islager. Grundforskning syftande till effekthöjning och billigare system. Kemiska material, elvärme. Korttidslagring. Lagring i byggnadsstomme, spillvärme, dygnslagring.

Fou-insatserna inom energilagring syftar således till effektivisering av energisystemen och minskning av produktionsanläggningar i synnerhet för produktion av ny el och värme.

Genomförande av FoU-planen

Den grundläggande kompetensuppbyggnaden är viktig och bör fortsätta. Inom energilagringsområdet har BFR hittills satsat på institutioner på Chalmers, Lunds och Luleås tekniska högskolor samt forskningsinstitut som SGI och Studsvik. Dessa insatser bör löpa parallellt med utvecklingsinsatser som kommer med experimentbyggnadsprojekt. Satsningen på experimentbyggnadsprojekt bör intensifieras som ett viktigt led att via fullskaleprov föra ut tekniken i kommersiell tillämpning. Vissa av de ovan beskrivna teknikerna står på tröskeln till kommersiell introduktion, vilket kräver rejält FoU-stöd. Risken är annars stor att gjorda insatser inte kan följas upp och att kunskapsuppbyggnaden går förlorad.

Samfinansiering provas och genomförs idag på skilda projekt. Positivt är att genom samarbete med främst STU och statens energiverk kan större övergripande projekt med stor energisparpotential stödjas. Medelstilldelningen på program är så konstruerad att de skilda segment inom vilka BFR, statens energiverk och STU arbetar inte skall kollidera för mycket. I stället sökes samfinansiering med beställare, i synnerhet vid fullskaleprojekt som innehåller förstudie-genomförande och mätning-utvärderingsprojekt. Beställaren kan då t ex bekosta förstudie och del av mät- och utvärderingsprojekten. Denna typ av samfinansiering uppfattar rådet positivt, ty finansieringssättet stärker engagemanget runt projektet betydligt.

Konsekvenser för planen av ändrade anslagsvolymer

BFR har genom en massiv och bred satsning på energilagring lyckats markera svensk teknologi och energiforskning internationellt. Viktigt för Sverige och för den internationella IEA-forskningen är att kunskaperna och erfarenheterna förvaltas.

Energilagringsforskningen har pågått på bred front i över 10 år. Under denna tid har några tekniska tillämpningar utkristalliserats som lovande. Korttidslagring i ståltankar indroducerats kommersiellt i stora system. För vissa av teknikerna krävs satsningar på fullskaleprojekt för att nå målet - den kommersiella tillämpningen. Dessa fullskaleprojekt, som finansieras med bl a experimentbyggnadslån, är utomordentligt viktiga för att komma över i ett tillämpningsskede från forskningen.

Om anslagen bibehålles på nuvarande neddragna nivå eller minskas kommer den långsiktiga och breda forskningen att få vidkännas en förhållandevis kraftig minskning. Bidragsresurserna kommer i stället att koncentreras på mätning och

utvärdering av nu pågående fullskaleprojekt. För förstudier får sannolikt sökas andra finansiärer än BFR.

En ytterligare konsekvens av bebehållna eller minskade anslag är att BFR's kontaktyta minskar - forskarna flyr kanske t o m utanför landet och därmed impulser och uppslag till FoU-projekt. Möjligheterna att utveckla energilager som främst effektreducerande faktor i energisystemen försvinner, och projektörerna får dimensionera produktionsanläggningarna för maxlast, dvs de 4-5 kallaste dagarna i januari/februari.

Således kommer ett bibehållet eller minskat anslag att innebära hård prioritering i syfte att åtminstone kunna introducera någon lagringsteknik inom överskådlig tid. Anslagen kommer alltså att gallras och skäras hårt.

En kraftigt ökad anslagsvolym (i storleksordningen 20-50%) skulle på allvar kunna placera energilager som en central och viktig del i ett väl utvecklat energisystem där varierande användning kan balanseras mot en nära konstant producerad effekt. Värme- och kylbehov ställs i jämvikt med underlagrande markformationer som håller en nära idealisk cirkulationstemperatur för kontorsbyggnader, dvs "nollenergihus" i stället för att tillföra energi både som värme och kyla!

Vägen till detta mål går över en målmedveten satsning inom energilagringsområdet med olika miljömässigt goda primärenergikällor, såsom solvärme, moderna miljömässigt goda värmepumpar och skilda fjärrvärmesystem i bostadsnära tillämpningar.

Förutom att kunna arbeta i ett brett teknikfält med olika systemspecifika tillämpningar anpassat till det svenska energisystemet behöver vi intensifiera och bredda den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden vid universitet och högskolor. Vi kan då engagera fler institutioner för skilda uppgifter och därmed öka bredden i forskningen och diskussionerna om resultaten.

Forskningens resultat och framgångar är sannolikt inte linjärt beroende av anslagsvolymen eller mängden utan snarare exponentionellt ty diskussioner och engagemang följer säkert den kurvan beroende av hur många personer som kan engageras.

Det är enligt vår mening till gagn för utvecklingen om långsiktig forskning av grundläggande karaktär kan bedrivas parallellt med tillämpad forskning, utveckling och demonstration. Mål kan då uppställas på 5, 10 och 20 års sikt istället för på endast 3-5 år vid krympande anslagsvolymer.

VÄRMEPUMPSYSTEM

Nuvarande inriktning och mål

Mål
Målet för verksamheten är att utveckla nya värmepumptekniker, att utveckla och stödja införandet av värmepumpsystem, som på kort sikt (3-5 år) kan ge betydande oljeersättning eller energibesparing, samt att utveckla strategiska tekniker för medelstora och större system med värmepumpar, särskilt med hänsyn till framtida fjärrvärme och kraftvärme.

Inriktning
Delprogrammet omfattar värmepumpar och markvärme (naturvärme) inkl de värmeupptagende systemen för alla tillämpningar som avser bebyggelsens värmeförsörjning. Till delprogrammet hör även absorptionsvärmepumpar och värmetransformatorer. Båda systemteknikerna är strategiskt viktiga inför kärnkraftsavvecklingen.

Verksamheten kan indelas i tre huvudområden.

- Långsiktig kunskapsuppbyggnad vid de tekniska högskolorna samt traditionell FoU-verksamhet kring processer, system och komponenter.

- Målinriktad experimentverksamhet beträffande drivmotorer och nya systemlösningar, samt gruppcentralteknik med värmepumpsystem för olika typer av bostadsbebyggelse och lokaler.

- Utvecklingsarbete av allmän eller övergripande natur, som utbildnings- och informationsverksamhet, styrmedel, omgivningspåverkan, utvärdering av FoU- och experimentbyggnadsverksamhet och internationellt samarbete.

Budget
För 3-årsperioden 1987/88-1989/90 kan nedstående budget redovisas:

	1987/88	1988/89	1989/90	Totalt Milj.kr
Bidrag	5,4	6,0	3,0	14,4
Lån	1,0	12,0	3,0	16,0

Miljöfrågor
De miljöeffekter som olika typer av värmepumpteknik ger upphov till kan idag anses vara identifierade och i de flesta fall klarlagda. Jämfört med andra uppvärmningsformer är tekniken att betrakta som miljövänlig.

Pågående FoU inriktas på att förbättra dimensioneringsunderlaget för att på ett tekniskt och miljömässigt lämpligt sätt utnyttja olika typer av värmekällor. För värmekällor av typ sjöar och grundvattenmagasin, där flera nyttjare kan vara intresserade av samma resurs, är det viktigt att den totala kapaciteten hos värmekällan kan bestämmas. Detta för att undvika ett överuttag med negativa konsekvenser som följd. Detsamma gäller även för bergvärmesystem i de fall där flera anläggningar byggs nära varandra. För detta finns beräkningsmetoder utvecklade.

50

Uppföljning och utvärdering av anläggningar i drift pågår fortlöpande. En fortsatt sådan verksamhet är viktig för att täcka in variationer i klimatvariabler, samt för att kunna finna eventuella långtidseffekter.

Hösten 1987 möttes de nordiska miljöministrarna i Oslo och beslutade om en 25-procentig reduktion av användningen av CFC 11, 12, 113, 114 och 115 till 1991 med utgångspunkt från användningen 1986.

Internationella beslut om minskad användning av freoner har senare tagits inom United Nations' (Montreal Protocol) med en 20-procentig reduktion till 1995. De nordiska länderna ser allvarligare på ozonproblemet och har därför hårdare bestämmelser.

BFR's FoU-siffror till åtgärder på två principiellt skilda nivåer:

1. Kortsiktiga åtgärder i form av regler vid ingrepp i befintliga anläggningar, krav på uppsamling av freoner vid skrotning samt auktorisation vid arbeten på freonsidan.

2. Långsiktig FoU-verksamhet för att finna alternativ till CFC-medier och processer.

Värmepumpsgruppens inriktning
I december 1980 tillsatte rådet en utvärderingsgrupp, med uppgift att tekniskt och ekonomiskt successivt utvärdera avslutade, pågående och kommande FoU-projekt under programperioderna, som underlag för nya beslut och inriktningar.

Utvärderingskriterierna är, att

- söka fastställa och karaktärisera de kunskaper som hittillsvarande FoU-verksamhet givit (kunskapsläget)

- sätta in resultaten både i ett svenskt och internationellt perspektiv

- kvalitativa värderingar på vetenskaplig grund, avseende redan utfört arbete, samt på grundval av kritiken utforma slutsatser för fortsatt FoU-verksamhet

Gruppens sammansättning består av representanter från högskolor, forskningsorgan, konsulter och tillverkare.

I övrigt tjänstgör värmepumpgruppen som remissinstans för FoU-ansökningar, medverkan i framtagning av underlag för verksamhetsplaner, samt följer experimentbyggnadsverksamheten.

Publicerade rapporter är:

G16:1984 Utvärdering av FoU-projekt 3-årsperioden 1978/79-1980/81
G10:1986 Utvärdering av FoU-projekt 3-årsperioden 1981/82-1983/84
G :1988 Utvärdering av FoU-projekt 3-årsperioden 1984/85-1986/87 är under tryckning
G33:1988 Underlag för BFRs programplan 1981-84
G17:1983 " " " " 1984-87
G21:1986 " " " " 1987-90

Pågående och planerad verksamhet

Vid årsskiftet 1987 fanns ungefär 140 000 st värmepumpar i drift inom landet och fördelade på tre stora marknader, nämligen småhus, flerbostadshus och gruppcentraler samt fjärrvärmesystem.

Energiproduktionen från samtliga värmepumpinstallationer uppskattas till mellan 12-14 TWh/år brutto och till 8-10 TWh/år netto, eller lika stor produktion som från två kärnkraftaggregat.

Forskning och långsiktig kunskapsuppbyggnad
Stöd lämnas till långsiktig kunskapuppbyggnad vid följande högskolor och forskningsinstitut:

CTH Värmeteknik och maskinlära
CTH Kemisk apparat- och anläggningsteknik
KTH Mek. värme och kylteknik
LTH Kemisk apparatteknik
Studsvik Energy, System och distribution

För att få en effektivare långsiktig kunskapsuppbyggnad föreslås att institutionernas forskare genom basanslaget ges möjligheter att samarbeta med marknadens olika parter, som kunsulter, installatörer och tillverkare inom värmepumpområdet. Denna vertikala integrering skulle ge alla inblandade parter en "feed back", t ex att:
- forskningsresultat kommer snabbare ut i praktisk användning
- installations- och projekteringserfarenheter återföres
- tillverkareideér och marknadsinformation ger underlag för nya forskningsinsatser
- den vertikala integreringen får inte utmynna i uppdragsforskning som till 100% stödes av en part

Forskning kring avsorptionssystem och värmetransformatorer måste i så fall redan nu förankras hos svenska tillverkare för framtida resultat i ev tillverkning inom landet.

I samarbetet forskare - tillverkare måste frågan om sekretess kring produkten lösas på ett för alla parter godtagbart sätt.

Samarbetsformerna måste också klarläggas. En kostnadsfördelning på 50-50% är att föredra, men blir troligen en förhandlingssak, där BFR bör medverka som opartiska.

Värmepumptekniken står och faller med frågan om att finna alternativa miljövänliga arbetsmedier eller nya processer till 1995 enligt de krav som fastställts av Naturvårdsverket. Därför bör fortsatt långsiktig forskning ske vid nedanstående högskolor;

KTH - Mekanisk värmeteori och kylteknik:
- Forskning kring nya arbetsmedier och processer i samarbete med CTH
- Komponent och systemtekniken
- Arbetscykler

CTH - Värmeteknik och maskinlära:
- Forskning kring nya arbetsmedier i samarbete med KTH
- Kompression/absorptionssystem
- Värmetransformatorer

52

- Förångareutveckling/fallfilm

CTH - Kemisk apparat- och anläggningsteknik:
- Forskning kring nya arbetsmedier i samarbete med värmeteknik och maskinlära

CTH - Installationsteknik:
- Systemteknikstudier

LTH:
- Värmetransormatorer i samarbete med CTH

Studsvik Energy:
- Kompression/absorptionssystem i samarbete med CTH och KTH

Ovanstående långsiktiga kunskapsuppbyggnadsprogram har helt och hållet inriktning mot FoU för alternativa köldmedier i värmepumpsystem och alternativa nya värmepumpprocesser, som ersättning för nuvarande ozonförstörande CFC-medier i värmepumptekniken.

Ingen annan teknik än värmepumpen har möjlighet att utnyttja de inhemska förnybara naturvärmekällorna av relativt låg temperatur, som ökas i värmepumpen till användbar temperatur för värmning av våra byggnader.

Ansvaret för den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden enligt ovanstående program bör ligga hos ett statligt organ, i detta fall BFR, då rådet sedan 1981 har erfarenhet, personkontakter och överblick inom området.

Under perioden har också rådet lämnat bidrag till fyra adjungerade professorstjänster; varav en vid KTH, två vid CTH och en vid LuTH. En av tjänsterna vid CTH innehas av David Hodget från Capenhurst i England, för att föra in internationell kunskap i den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden.

De fyra adjungerade professurerna representerar idag en väl sammansatt ämnesgrupp med erfarenheter från forskning, projektering, installation, tillverkning och marknad.

De i tidigare programperiod adjungerade professurerna bör bibehållas och förstärkas, nämligen vid:

KTH - institutionen för mek. värmeteori och kylteknik
CTH - " " värmeteknik och maskinlära
CTH - " " installationsteknik
LuTH - " " kemisk apparatteknik

Vid varje institution bör möjligheter ges i basanslaget att utexaminera 1-2 doktorer och 2-3 licentiater under 6-årsperioden för att säkra marknadens behov av kvalificerade specialister i framtiden.

Konkreta exempel på pågående långsiktiga FoU-projekt vid institutionerna är:

KTH - Mek. värmeteori och kylteknik:
- CFC-problematiken - nya mediers egenskaper och detektering av CFC-medier
- Komponenter i värmepumpsystem
- Cykler - analyser
- Systemteknik

CTH-Värmeteknik och maskinlära:
- Nya arbetsmedier, speciellt icke azeotropa blandningar
- Kompression/absorptionssystem
- Värmetransformatorer
- Väremöverföring i fallfilmsförångare

CTH - Kemisk apparat- och anläggningsteknik:
- Icke azeotropa blandningar - teoretiskt och experimentellt arbete

LTH:
- Värmetransformatorer med självcirkulation

Studsvik Energy:
- Kompressions/absorptionsvärmepumpar
- Ytaktiva tillsatser i fallfilmsapparatur
- Liten sorptionskompressorvärmepump
- Teknikbevakning kring ovanliga värmepumptyper

Konkreta exempel på pågående och planerade kortsiktiga FoU-områden är:
- Värmepumpens roll i Sveriges framtida energisystem - det viktigaste området till 1990
- Utveckling av nya processer och vissa komponenter
- Absorptionsvärmepumpar drivna av spillvärme
- Rökgaskondensering med värmepump
- Värmepumpsystem för direktelvärmda småhus
- Systemorienterade styr- och reglersystem
- Genomgång, justering och uppföljning av befintliga experiment- byggnadsanläggningar med värmepumpar
- Drift-, service- och underhållssystem för värmepumpanläggningar
- CFC-medier, som ersättning i nordiskt och internationellt samarbete
- Förbränningsmotordrivna värmepumpar med Otto- Diesel eller Stirling-motorer för produktion av el/värme
- Rökgaskondensering med värmepump för miljöförbättringar
- Värmepumpsystem för kombinerad värmning/kylning
- Direktförångningssystem med miljövänliga arbetsmedier
- Effektivare utnyttjande av naturvärmekällor
- Systemstudier "cost benefit - analyser" av olika energitekniker, där värmepumptekniken är en. Mål - vilka tekniker är mest kostnadseffektiva ur drivhuseffektsynpunkt?

I tidigare 3-årsperioder har basanslag utgått med cirka 5 Mkr varje period till våra högskolor och forskningsinstitut. Erfarenheter från två 3-årsperioder har visat att resultaten i flera fall inte svarar mot den stora medelinsatsen.

Med 6 års erfarenheter från den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden föreslås därför en delvis ändrad inriktning för den nya 6-årsperioden vid våra högskolor.

Experimentbyggnadsverksamhet
Under 1987-1988 har en samordnad utvärdering gjorts av alla experimentanläggningar med installerade värmepumpar. Utvärderingen har genomförts av värmepumpgruppens medlemmar och avsett ett 50-tal projekt från 1980.

Resultaten visar att:
- tillgängligheten i praktiken inte svarar mot den teoretiskt beräknade
- fler styr- och reglersystem fungerar ej
- felaktiga systemtemperaturer förekommer

54

- felaktiga inkopplingar har konstaterats

Generellt kan sägas, att insatser kräves från BFR's sida i form av genomgång och ändringar i systemen för högre tillgänglighet och större energibesparing. Detta arbete förutses kräva stora resurser i form av bidrag eller ytterligare lån.

Fortsatt experimentbyggnadsverksamhet är av största betydelse. Genom den får forskningen möjligheter att testa de teoretiska resultaten i praktiken.

Experimentverksamhet är också viktig för de system och komponenter i värmepumptekniken, vilka i "cost benefit-analysen" visat sig vara av intresse i ett framtida svenskt energisystem. Exempel kan vara:
- nya arbetsmedier
- kompression/absorptionssystem
- fallfilmförångare
- effektivare styr- coh reglersystem

Forskningen kring nya arbetsmedier måste kompletteras med experimentverksamhet på fältet. Under diskussion är en ombyggnad av en befintlig experimentbyggnadsanläggning i Kungälv för detta ändamål, där olika blandningar och nya rena arbetsmedier kan testas i full skala.

CFC-problematiken
Sedan 1982 pågår en långsiktig kunskapsuppbyggnad vid Chalmers inom området "Icke azeotropa blandningar av köldmedier" med bl a mätningar av värmeövergångstal, kompressorverkningsgrader och fysikaliska data.

Sedan 1983 pågår vid Chalmers och i Lund studier av absorptionsvärmepumpar och värmetransformatorer i form av kompetensuppbyggnad och utveckling av beräkningsmetoder.

En tjänst för en adjungerad professur är inrättad vid Lund 1986 i ämnet termokemiska sorptionsprocesser.

I oktober 1987 samlades den nordiska värmepumpgruppen inom NBS i Göteborg för diskussion om gemensamma aktiviteter för en minskning av ozonfarliga CFC-medier enligt Oslo-protokollet.

Beslut fattades om att sammanställa avslutade och pågående FoU-aktiviteter för samordning av CFC-forskningen inom Norden.

Vid ett senare möte i februari 1988 i Köpenhamn diskuterades och fastställdes ett frågeformulär till statliga organ och FoU-institutioner som underlag för ett expertmöte (workshop) på CTH i maj 1988. Från varje nordiskt land deltog fem experter inom CFC-området. Sverige (BFR) har ansvar för arbetets genomförande. Expertmötet utmynnade i en arbetsplan med förslag till fortsatt erfarenhetsutbyte och gemensamma FoU-aktiviteter.

Inom IEA-Advanced Heat Pumps har Byggforskningsrådet genom CTH varit Operating Agent för Annexes VI och VII, avseende studier av köldmedieblandningar för högre temperaturer och utveckling av nya förångare. Arbetet beräknas avslutas under 1988.

I oktober 1987 sammanträffade delegater inom IEA-Heat Pump Center för diskussion om gemensamma aktiviteter inom CFC-området.

Sverige (BFR) fick i uppdrag att planera och samordna aktiviteterna inom de 11 IEA-länderna. Vid ett senare möte i februari 1988 i Karlsruhe framlade Sverige en plan för diskussion och beslut för fortsättning. En questionnairelista med frågor om CFC-användning, FoU-projekt och organisationer sändes ut inom respektive IEA-land, att besvaras och utgjorde underlag för ett internationellt expertmöte (workshop) med tre experter från varje land i Rom i slutet av maj 1988. Expertmötets mål är att föreslå nya FoU-projekt (Annexes) inom IEA-Advanced Heat Pump-organisationen för att finna ett alternativ till dagens ozonfarliga köldmedier.

Naturvärme
Systematiska studier av olika värmekällor och system för väremuttag pågår främst vid Chalmers och Lunds Universitet. Härtill kommer ett antal separata projekt för utprovning och värdering av olika systemlösningar samt vissa projekt rörande miljöeffekter.

Utveckling av naturvärmekällor har lett till att dimensionering av kollektorer, borrhålslängder etc i stort sett är känd för normalfallen. Grundläggande kunskap om värmeöverförande egenskaper i jord och berg samt dimensioneringsmetodik för ytjordvärme är framtaget vid CTH. Utvecklingen av bergvärmesystem har skett inom flera konsultfirmor och vid Vattenfall. Dimensioneringsmetoder har tagits fram vid Lunds Tekniska Högskola som en del av ett omfattande teoretiskt utvecklingsarbete rörande termiska beräkningsmetoder.

Vad gäller grundvattenvärme har ett flertal konsulter och högskolor medverkat vid utvecklingsarbetet. Igensättningsproblem som är en av teknikens stötestenar studeras vid ett projekt vid CTH.

Undersökningsmetoder för mark- och vattenparametrar sammanställes för närvarande i ett projekt vid Statens Geologiska Institut (SGI).

Den tekniska utvecklingen av sjövärmekollektorer och lågtemperaturförångare drivs i huvudsak inom industrin. Uppföljning av anläggningar i drift pågår vid flera BFR-stödda projekt, bl a i Motala och Åre.

Internationellt samarbete
Det internationella samarbetet inom värmepumpområdet sker fortlöpande inom IEA-Advanced Heat Pumps, där bl a ett så kallat Heat Pump Center har byggts upp för forskarutbyte på internationell nivå.

56

Inom IEA-Advanced Heat Pumps arbetas för närvarande med följande Annex (projekt)

Annex V	Large scale heat pumps for district heating and large housing blocks
VI	Study of working fluids for compression driven systems
VII	New development of the evaporator part of heatpumps systems
VIII	Advanced in - ground heat source and storage technology for heat pump system
IX	High temperature industrial heat pumps
X	Implementation and marketing
XI	Stirling engine technology for application in buildings

Sverige är Operating Agent för Annex VI och VII.

På nordisk nivå samordnas värmepumpfrågorna inom NBS-Energigruppen. Sverige stod som värd för de 2:a Nordiska Värmepumpdagarna sommaren 1985. 3:dje Nordiska Värmepumpdagarna var på Island 1987 och de 4:de planeras i Norge 1989.
Sverige deltar dessutom i ett CEN-arbete avseende standardisering av nomenklatur och provningsmetoder för värmepumpar.

BFR har haft huvudansvaret för samarbetet inom såväl NBS som IEA sedan 1981-82. Under årens lopp har kontaktytor skapats, personkontakter etablerats liksom arbetsformer. Av största vikt är att huvudansvaret också i fortsättningen ligger hos BFR, för att ej bryta den fleråriga kontaktytan och arbetsformen. Ex på arbetsform är BFR's ansvar för det internationella samarbetet inom CFC-området.

Utbildning
Utbildningen beträffande värmepumpar har varit stark under föregående 3-årsperiod. Till en början bedrevs utbildningen mest med inriktning mot en förbättrad teknik, men senare har ekonomi, systemteknik och driftsäkerhet allt mer trätt i förgrunden.

Tidigare uppmärksammades att kunskaperna om värmepumptekniken och systemtekniken på många håll var bristfälliga och att detta hämmade genomförandet på marknaden. En utbildning av alla inblandade kategorier i värmepumpprocessen var nödvändig och för att få till stånd detta togs initiativ av BFR och Vattenfall. En utbildningsverksamhet inleddes, VPU-83, som nu pågått i 5 år och omfattat utbildning av tillverkare, projektörer, installatörer, drift-tekniker, rådgivare, förvaltare och servicefolk.

67 kurser har genomförts och 1 380 personer har utbildats i olika kurser. Genomgripande och helt nya utbildningsunderlag i form av kompendier och övningsuppgifter har framställts för 10 kurser, där ytterligare 1 500 personer fått utbildning.

Under diskussion är planer på en fortsatt total utbildning för effektivare användning av energi i våra byggnader. Förslaget har fått arbetsnamnet UEIB - "Utbildning för energieffektivitet inom byggnader". I det skisserade förslaget ingår bl a ett efterutbildningsprogram för värmepumptekniken. Intresse av att deltaga i UEIB-utbildningen har anmälts från ett flertal organisationer. Start är beräknad efter sommaren 1989.

Information

Värmepumpanläggningar uppvisar i många fall lönsamhet. Förutsättningarna är att drift- och underhållspersonal är väl förtrogen med anläggningens egenskaper, driftförhållanden, service och underhåll. Detta är viktigt, då man i flera fall konstaterar att många anläggningar har drifstörningar, genom köldmedieläckage, igensättning av förångare, samt störningar i kringutrustning. Allt detta har VPU-83-utbildningen tagit hänsyn till.

Är utbildning en viktig väg, så är den riktade informationen lika viktig. I ett växande informationsflöde måste utval ske av information anpassad till olika mottagare.

Inom värmepumpområdet finns klart avgränsade aktörer, t ex tillverkare, konsulter, installatörer, förvaltare, service- och underhållspersonal. Till alla dessa aktörer måste separat anpassad information framställas i form av informationspaket.

Under pågående 3-årsperiod har informationen blivit eftersatt, beroende på minskade anslag. I kommande perioder måste därför informationen få en mer framträdande plats genom ökade anslag.

Genomförande av FoU-planen

Värmepumptekniken står eller faller med frågan att finna alternativa miljövänliga arbetsmedier eller nya processer till 1995 enligt de krav som fastställts av Naturvårdsverket.

Ingen annan teknik än värmepumpen har möjlighet att utnyttja de inhemska förnybara naturvärmekällorna av relativt låg temperatur, som ökas i värmepumpen till användbar temperatur för värmning av våra byggnader. Ansvaret för den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden bör ligga hos ett statligt organ, i detta fall BFR, då rådet sedan 1981 har erfarenhet, personkontakter och överblick inom området.

Delprogrammet omfattar all värmepumpteknik oavsett om den är el eller icke-elbaserad inom områdena små och medelstora effekter för bebyggelsens värmeförsörjning.

I delprogrammet ingår också forskning och utveckling av CFC-ersättningar i nordiskt och internationellt samarbete, samt att utveckla triangeln "forskning-industri - marknad".

Miljöeffekter av olika slag, som värmepumptekniken ger upphov till, är identifierade och klarlagda. Jämfört med andra uppvärmingsformer är tekniken att betrakta som miljövänlig. Därtill kommer de positiva effekter för miljön som en minskad förbränning av olja, gas och kol ger med värmepumpteknik.

Den tekniska utvecklingen av naturvärmeanvändning måste följas upp och utvecklas genom aktivt deltagande i experimentbyggnadsverksamheten.

Målet för verksamheten bör vara:

- att upprätthålla och vidareutveckla kompetensen inom värmepumpområdet vid de tekniska högskolorna och forskningsinstituten.
- att optimera komponent- och systemtekniken
- att utveckla små och medelstora kostnadseffektiva avancerade eldrivna värmepumpsystem med årsmedelfaktorer mellan 3-4

58

- att utveckla och experimentbygga icke- eldrivna värmepumpsystem med hänsyn till kärnkraftavveckling och miljö
- att inom Norden (NBS) och internationellt (IEA) samarbeta och finna lösningar på CFC-ersättningar i värmepumpmiljöer
- att effektivisera naturvärmeutnyttjandet och minska miljöpåverkan med värmepumpteknik
- att utveckla triangeln "forskning - industri - marknad" för kommersialisering av forskningsresultat.

Värmepumptekniken är den alternativa uppvärmningsform som bäst lyckats konkurrera med konventionella metoder. Som en följd av detta finns i Sverige en internationellt sett mycket hög kunskapsnivå, såväl inom forskningsverksamhet som i praktiskt installationskunnande. Dessa resurser är ytterst betydelsefulla vid en framtida kärnkraftavveckling. Trots den snabba utvecklingen återstår mycket arbete för att möta dagens och i synnerhet morgondagens behov. Det är därför av vitalt nationellt intresse att dagens teknik förfinas och att installationskunnandet bibehålls, samt att stor kraft ägnas forskning kring nya avancerade system. Mot bakgrund av den senaste tidens förändrade energisituation föreslås därför ett vidmakthållet kraftigt stöd för FoU inom värmepump- och naturvärmeområdet.

Värmepumpsystem är normalt skonsammare mot miljön än andra värmeanläggningar, bl a beroende på att de per levererad värmemängdenhet förbrukar väsentligt mindre drivenergi. Deras kapitalkostnad för en viss besparing hör till de lägsta bland nu kända energisparmetoders. Upprätthållandet av en marknad och vidareutveckling av värmepumptekniken blir därför en väsentlig angelägenhet för samhället.

Olika regler och lokala föreskrifter har haft en bromsande inverkan på introduktion av värmepumpar. Det är exempelvis viktigt för all energibesparing att hyresavtal utformas så att den som utför besparingsåtgärderna även kan dra nytta av resultatet. Lokala föreskrifter och taxor kan ofta konstrueras så, att vissa uppvärmningsalternativ missgynnas.

De upphandlingsnormer som används idag är inte anpassade för värmepumpar. Samma gäller för leveransgarantier och provningsrutiner efter installation. Ett program bör arbetas fram där hela kedjan: förstudie - förfrågningsunderlag- anbudsutvärdering - kontraktskrivning - besiktning - uppföljning kan genomföras på ett för alla parter godtagbart sätt.

Budgetkonsekvenser
Vid budget enligt Alternativ 1 (konstant nivå) och 3 (ökning) kan föreslaget program genomföras helt.

Vid Alternativ 2 (-20%) kan det kortsiktiga FoU-programmet och utbildning endast genomföras delvis, då basprogrammets forskartjänster och långsiktig kunskapsuppbyggnad ej kan minskas. Samma sak gäller informationsområdet.

Sammanfattning

I en kort sammanfattning kan sägas:

- att FoU-verksamheten får en ändrad inriktning under början av 90-talet
- att triangeln "forskning - industrimarknad" blir den ändrade inriktningen
- att koncentration bör göras på några få men viktiga områden
- att den forskning som inte under en programperiod (3 år) kan påvisa nyttiggjorda resultat bör avvecklas
- att den långsiktiga kunskapsuppbyggnad som skett tidigare programperioder nu måste nyttiggöras i den vertikala integrationen
- att värmepumpteknikens viktigaste roll är, att den rätt använd, bidrag stort till minskad belastning på den yttre miljön
- att nordiskt och internationellt samarbete kräves för CFC-medieersättningar

GASTEKNISK FoU

Nuvarande inriktning och mål

Delprogrammet utgör en del av ett samlat gastekniskt FoU-program som statens energiverk ansvarar för. STU har ett särskilt ansvar för naturgasfrågor i industrin.

Den 1 juli 1985 togs det svenska ledningssystemet för naturgas i bruk. Gasen kommer från det danska Tyra-fältet i Nordsjön. Ledningar går tvärs över Danmark till Dragör och därefter till Klagshamn i Sverige. Den svenska stamledningen går sedan norr om Helsingborg förbi Falkenberg för att nå Göteborg 1988. Planering för fortsatt utbyggnad pågår med målsättning att nå Vänersborg och Skövde 1990 och Stockholmsområdet 1993. Naturgasen är till övervägande delen metan (CH_4). Naturgas är helt giftfri och lättare än luft samt har låg kokpunkt (-162°C). Ungefär 1000 m3 naturgas motsvarar 1 m3 olja energimässigt.

Under 1987 beräknas naturgasen svara för cirka 3 TWh i Sverige. Marknaden har hittills bestått av cirka 80% industrianvändning och 20% lokaluppvärmning.

Avgränsningar
Programmet avgränsas enligt de principer som gäller för energiforskningsprogrammet och omfattar FUD och experimentbyggande beträffande gasteknik och gastekniska system inklusive gasapparater inom byggnader och i byggnadsnära tillämpningar.

BFR-insatserna omfattar installationsteknik och energihushållning med naturgas, förvaltningsfrågor, brandskydd, säkerhet, normfrågor, naturgasdrivna värmepumpar med Otto-, Diesel- eller Stirlingmotorer samt förvaltningsfrågor och systemteknik beträffande naturgasdrivna mikrokraftvärmesystem (<100 kWe) med dessa motorer.

Tyngdpunkten i BFR's insatser kommer att ligga inom bygg- och installationsteknik, apparat- och systemfrågor samt energihushållning med gas (inklusive värmepumpar och energikombinat) inom alla typer av befintliga och nya byggnader.

Målsättning
BFR's övergripande mål för naturgasintroduktion i Sverige är inriktning mot:
- kvalitetssäkring
- teknikutveckling
- systemutveckling
- effektiv energianvändning
- hög säkerhet och tillförlitlighet
- goda miljöegenskaper

genom:
- forskning och utveckling
- uppbyggnad av forskarmiljöer
- långsiktig kunskapsuppbyggnad
- forskningsinriktat experimentbyggande
- samordning med BFR's pågående FoU- och experimentbyggnadsprogram inom energihushållning och ny teknik för effektivare energianvändning.

BFR's delmål är inriktning mot:
- utveckling av ny teknik och tekniska system för ersättning av olja och kärn kraft

62

- riktad information till olika målgrupper för ökad kunskap inom gasområdet.

Pågående och planerad FoU-verksamhet

Förstudier pågår avseende systemteknik och ekonomi med Stirlingmotordrift för byggnadsuppvärmning.

I samarbete med Göteborgs kommun planeras ett projekt med naturgasbaserad minikraftvärme för ett enbostadshusområde.

Under 1989 genomförs utförliga kunskapssammanställningar inom tre olika block.

1 Avslutad FoU och ExoD-verksamhet -nationellt och nordiskt
2 Avslutad FoU och ExoD-verksamhet -internationellt
3 Pågående och planerad framtida FoU och ExoD-verksamhet - nationellt, nordiskt och internationellt

Avsikten med kunskapssammanställningarna är att undvika dubblerad FoU- och ExoD-verksamhet. Vidare skall dessa utnyttjas för den svenska långsiktiga kunskapsuppbyggnaden vid våra högskolor och den tillämpade forskningen inom gasområdet.

Tänkbara länder för kunskapsinventeringen är i första hand gasländerna Tyskland, Belgien, Holland, Frankrike och Storbrittanien. I andra hand USA och Kanada.

Parallellt med FoU-planeringen kommer under hösten 1989 att organiseras seminarier med olika svenska målgrupper, som konsulter, installatörer och tillverkare, dels inom landet och dels internationellt för erfarenhetsåterföring, aktuell information och kontaktskapande verksamhet.

I början på 1989 konstitueras också BFR's Program - och utvärderingsgrupp med medlemmar från våra svenska gasintressenter.

Under 1990 bör den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden starta efter uppgjorda planer, liksom den tillämpade forskningen baserade på resultaten framkomna under 1989.

Genomförande

Gasprogrammet kommer att genomföras i samarbete med statens energiverk, styrelsen för teknisk utveckling, Svenska Gasföreningen, kraftindustrin och branschorganen.

Programförslaget har tagits fram i diskussioner med såväl inhemska som utländska experter.

En program- och utvärderingsgrupp föreslås bli etablerad, dels som rådgivande organ inom BFR, dels som forum för samråd mellan BFR, statens energiverk och STU.

Betydande insatser inom gasområdet har redan gjorts av Sydgas, Sydkraft, Vattenfall, Svenska Gasföreningen, Energigasinstitutet och vissa kommunala enrgiverk.

Delprogrammet skall genomföras efter 7 olika huvudlinjer enligt följande:
1 Kunskapssammanställning - nationellt och nordiskt
2 Kunskapssammanställning - internationellt
3 Energihushållning med naturgas
4 Forskning och utveckling inom gastekniken - tillämpning
5 Långsiktig kunskapsuppbyggnad vid högskolorna
6 Normer och föreskrifter
7 Experimentbyggnadsverksamhet

Experimentbyggnadsverksamhet
Inom all forskning och utveckling gäller att de teoretiska forskningsresultaten måste bekräftas inte bara i laboratorier utan också i full skala genom experimentbyggnadsverksamhet på fältet. Forskaren måste ges möjlighet att följa projektet hela vägen från skrivbordsprodukt, genom laboratorieförsök, projektering, experimentbyggnad, intrimning, provkörning, mätning och utvärdering för sin egen erfarenhetsåterföring.

Följande experimentbyggnadsprojekt kan bli aktuella som komplement till FoU-programmen:
- centrala system för värme och varmvatten
- lägenhetssystem för värme och varmvatten
- rumsssystem för värme och varmvatten
- kombinationssystem med naturgas - värmepumpar, solfångare och lagring.
- kylsystem inom byggnader med naturgas
- småskalig lagring av naturgas
- rökgasrening i kombination med naturgas
- naturgasdrivna värmepumpar med Otto-, Diesel- eller Stirling-motorer
- naturgas för konvertering av olje- och elvärmda hus med bl a Grudis-tekniken

Experimentbyggnadsverksamheten skall alltid föregås av en förstudie innehållande teknik och ekonomi som beslutsunderlag. Därefter en noggrann projektering som anbudsunderlag och efter beslut - experimentbyggnad.

Konsekvenser av olika budgetalternativ
För att genomföra FoU-programmet bedömer BFR att det vid en snabb uppbyggnad fordras ca 17 Mkr för tre år och vid en långsammare uppbyggnad ca 11 Mkr. För den föreslagna experimentverksamheten fordras 19 resp 28 Mkr för de två alternativen. BFR förutsätter att, för ett program av denna storleksordning, resurser för kanslikostnader m m får avsättas i proportion till vad som gäller för energiforskningsprogrammet i övrigt.

För vissa FoU-projekt förutsättes samfinansiering med gasindustrin. Insatserna bå 1988/89 blir höga på grund av kostnader för initiering.

EFFEKTIV ELANVÄNDNING - ELEFFEKTIVA BYGGNADER

Innehåll och mål

Delprogrammet omfattar effektivisering av elanvändning, ersättning av direktel, samt energihushållning och ny energiteknik för elvärmda byggnader.

Målet är:

- att genom forskning, utveckling och forskningsinriktat experimentbyggande främja energihushållning, utveckling av ny teknik och tekniska system för ersättning och effektivisering av elanvändningen.
- att bidra till den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden inom området
- att genom demonstration och målgruppsanpassad informaton öka kunskapen om tekniska lösningar och genomförandefrågor.

I programmet ingår att utreda tekniska, ekonomiska och beteendemässiga förutsättningar för energihushållning och för ny teknik i den elvärmda bebyggelsen samt för elapplikationer i byggnader i syfte att skapa ett underlag för prioritering av insatserna.

Avgränsningar

Programmet avgränsas enligt de principer som gäller för energiforskningsprogrammet.

Programmet **omfattar** FUD och experimentbyggande beträffande teknik och tekniska system för effektivisering av elanvändningen, energihushållning, konvertering från elvärme och underlättande av införande av småskalig kraftvärme i byggnader.

Programmet **omfattar inte** FUD beträffande apparater och komponenter för effektivare elanvändning, eltillförselteknik, fjärrvärme och småskalig kraftvärme.

Programmet **omfattar inte** FUD och experimentbyggande beträffande tekniska system för elproduktion, eldistibution, fjärrvärme, kraftvärme, småskalig kraftvärme eller mikrokraftvärme. Programmet **omfattar inte** FUD och experimentbyggande beträffande storskaliga system utanför byggnad eller byggnadsnära anläggningar.

Avgränsningar för delområdet elvärme:

Tyngdpunkten i BFR's insatser ligger inom bygg- och installationsteknik, systemfrågor och energihushållning (inkl värmepumpar, solvärme och energilagring)

Beträffande forskning, utveckling och experimentbyggande av tekniska system avvägs BFR's insatser mot sådan teknik som prövas inom Vattenfalls projekt 2000. Insatserna utformas så att de kompletterar varandra.

Endast begränsade FoU-insatser görs inom området elvärme till flerbostadshus. Motivet är att lägenheter i flerbostadshus med direktel idag (1986) endast förbrukar ca 0,5 TWh, att jämföras med småhusens ca 8 TWh.

Resursernas omfattning

66

I maj 1988 påbörjades programmet. Budget framgår av följande tabell:

	87/88	88/89	89/90
Systemteknik	2.0	7.0	7.0
Långsiktig kunskapsuppbyggnad	0.0	2.5	2.5
Information	0.0	0.5	0.5
Summac	2.0	10.0	10.0
Avgår:			
Administrativa avg.	0.0	3.5	2.5
Beviljade proj. (881121)	1.4	4.0	0.2
Bindningar, Bostäder	0.0	3.0	4.5
Bindningar, Lokaler	0.0	1.5	2.0
Bindningar, Längs. + Inf.	0.0	1.0	3.0
Återstår	0.6	-3.0	-2.2
Omfördeln. från andra progr.	0.75	1.1	1.1

Projektet med experimentbyggande för direktelvärmda småhus utgör den största posten bland långsiktiga bindningar. Under budgetåret 88/89 kommer långsiktig kunskapsuppbyggnad att initieras åtminstone inom områdena eleffektiv belysning och effektfrågor i byggnader.

Planerad verksamhet

Insatsplanen omfattar: förbättrad statistik, utveckling av system för befintliga elvärmda hus, experimentbyggnad av lågenergihus, uppföljning av förluster från varmvatten och hushållsapparater, ny energisnål teknik för lokaler och flerbostadshus, framtagning av anpassade projekteringshjälpmedel, potentialberäkningar som underlag för FoU-prioriteringar, långsiktig kunskapsuppbyggnad framför allt vid de tekniska högskolorna, samt information och demonstration i full skala av nya tekniska lösningar.

System för befintliga elvärmda hus
Det finns idag inga värmedistributionssystem som till rimlig kostnad är användbara för konvertering av direktelhus. Problemen sitter oftast i samverkan mellan distributionssystemet och den befintliga byggnaden. För att utveckla lösningar för en effektivisering av elanvändningen, i första hand, och en ersättning, i andra hand, genomförs ett antal förstudier, som kan leda till experimentbyggnader. Syftet är att testa systemförslagens realism och underlätta industrins produktvärdering.

Fyra samordnade experimentprojekt i Umeå, Sollentuna, Göteborg och Lund är således under planering. Tyngdpunkten i projekten kommer att ligga på hushållning.

Lokaler
Av den totala elanvändningen inom byggnadssektorn utgör driftel i lokaler en betydande del (18 TWh/år). Det är en så stor och dessutom snabbt växande del att den skall ägnas speciell uppmärksamhet.

Insatser för analys av styrande faktorer som bidrar till att systemen blir alltmer elkrävande kommer att genomföras.

Utvecklingen av projekteringsmetodiken för eleffektiva system för komplexet byggnad-verksamhet-installationer skall initieras.

Den nya tekniken vad gäller belysning, fläktar, reglering, lagring etc behöver prövas i full skala dvs som experimentbyggnadsprojekt tillsammans med stora byggherrar/förvaltare. Ett samarbetsprojekt pågår med byggnadsstyrelsen där ett antal kontorshus mäts med avseende på elanvändningen. En fortsättning av ett tidigare projekt kopplat till några försäkringsbolags lokaler är under planering.

Krav på luftkvalitet och ventilation i samband med energieffektiv värmning och kylning är föremål för omfattande planering och genomförande av FUD-insatser. Krav på eleffektiva system bör i större utsträckning styra denna verksamhet.

FoU och expreimentbyggande av energikombinat för värmning och kylning för främst block av kontorshus och affärscentra är under utveckling. Systemen innehåller energilager och avancerade värmepumpar men kan bli mycket eleffektiva i jämförelse med konventionella lösningar.

Flerbostadshus
Flera konverterings- och hushållnings- (fastighetsel) projekt förbereds för närvarande. En särskild teknikgrupp är tillsatt för att följa projekten. En nyligen genomförd studie gällande fastighetsel visar på flera tänkbara besparingsområden (tvättstugor, belysning etc).

Långsiktig kunskapsuppbyggnad
Delprogrammet befinner sig i en uppbyggnadsfas där stora ansträngningar görs för att åstadkomma resultat på kort sikt. En långsiktig kunskapsuppbyggnad är emellertid av avgörande betydelse för utvecklingen mot 1990-talets slut. Ett antal långsiktiga projekt planeras därför.

Följande projekt är aktuella under budgetåret:
- Elanvändning i lokaler samt energisystemstudier - Installationsteknik, CTH (pågår)
- Eleffeektstudier - LTH, (under planering)
- Belysning - SIB samt belysningsgrupp, (under planering)
- Brukarkrav - Stockholms Universitet, (planering pågår)

Kunskap om bebyggelsen
Kunskap om byggnaderna behöver utvecklas genom analys av tillgänglig statistik samt sammanställning av denna i sådan form att hela marknadsanalyser kan göras. Resultaten kommer att användas för prioriteringar inom programmet.

Flera kommunala energiverk har elstatistik och energistatistik ur vilken tendenser och inverkan av bl a värmepumpar kan utläsas. En del statistik antyder också omfattande "dold elvärme". Särskilda analyser av detta omfattande material bör utföras.

Det föreligger en hel del mätdata från enskilda byggnader, inte minst från rådets experimentbyggnadsprojekt. En analys och sammanställning av dessa med avseende på elförbrukning kommer att genomföras. Speciell vikt kommer att läggas vid fördelning av elanvändning på olika applikationer.

Brukarbeteendet har stor inverkan på energiförbrukningen. Bland annat kommer nya typer av distributionssystem och reglersystem att aktualisera forskningsbehov inom detta område.

68

En ny ERBOL, dvs besiktning och bedömning av Energipotential och Reparationsbehov i bostäder och lokaler, med inriktning på el planeras för närvarande av SIB.

Genomförande av FoU-planen

Under innevarande period (1987 - 90) är målet för programmet att klarlägga kunskapsnivån inom och utom landet, identifiera kunskapsluckor, initiera långsiktig kunskapsuppbyggnad inom eftersatta områden, samt att påbörja experimentbyggnadsprojekt vad gäller eleffektivitet i direktelvärmda småhus och lokaler samt i viss mån flerbostadshus.

För perioden 1990 - 93 är målsättningen att visa vilken teknisk, ekonomisk samt miljömässig potential olika eleffektiviseringstekniker har.

Under treårsplanen 1990 - 93 kommer insatser av 15 Mkr per år att behövas. En stor del av verksamheten kommer att omfattas av mätning och utvärdering av experimentbyggnadsprojekt igångsatta under föregående programperiod. Den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden har under denna period nått full omfattning.

Även på lång sikt kommer de frågor som ryms inom detta program att ha stor betydelse, bl a sker en fortlöpande långsiktig utveckling vad gäller nya material, komponenter och system användbara för eleffektivisering. BFR'insatser behövs för att pröva dessa i full skala och avväga dem mot andra krav som innemiljö m m.,

Andra aktörer inom området är, SEU, Vattenfall 2000, Sydkraft, STEV, Elverksfören. etc. BFR's handläggare har täta kontakter med dessa för att undvika dubbelarbete.

Konsekvenser för planen av ändrad anslagsvolym

alt. 1 -	oförändrad nivå, Påbörjade projekt kan fortsätta, men lovande resultat från innevarande programperiod kan endast följas upp i mycket begränsad omfattning.
alt. 2 -	minskning med 20% Inga nya projekt kan påbörjas, resurserna måste koncentreras på uppföljning av de genomförda experimentprojekten och den pågående långsiktiga kunskapsuppbyggnaden.
alt. 3 -	Ökning med 8% Prioriterade nya projekt kan genomföras.

SYSTEM- OCH GENOMFÖRANDEFRÅGOR

Nuvarande inriktning och mål

Delprogrammet omfattar systemaspekter på de nya energiteknikerna Solvärme, Värmepumpar och Energilagring, som behandlas separat i andra delprogram. Utvecklingsprocessen är starkt centrerad kring experimentbyggande, men betydande moment - av växande omfattning - avser ekonomiska överväganden, kopplingar till andra samhällsfrågor (infrastruktur) såväl som problem i enskilda byggnader (drift och underhåll).

Avgränsningarna mot program 1, 2 och 3 inom BFR görs genom att här endast behandlas frågor med anknytning till de nya energiteknikerna. Ansvaret för FoU om kommunal energiplanering ligger i huvudsak på statens energiverk. Enhet I vid BFR följer verksamheten i en samordningsgrupp.

Allmänna energisystemstudier (AES) är ett program inom Energiforskningsnämndens ansvarsområde med koppling till systemfrågor. Även här följer BFR:s enhet I verksamheten som som representant i en referensgrupp.

Delprogrammet System- och genomförandefrågor består av programelementen Infrastrukturfrågor; Integrerade energisystem; Simuleringsmodeller, ekonomi och statistik; samt Genomförandefrågor, drift, förvaltning och utbildning.

Kommunal och regional **infrastruktur** är ett prioriterat FoU-område inom BFR. En särskild tvärgrupp behandlar infrastrukturfrågor i sin helhet. Inom program 4 studeras energisystemens inverkan på infrastrukturen. Värmedistribution i gruppcentralsystem behandlas inom programelementet, men har också starka kopplingar till integrerade energisystem.

Integrerade energisystem avser studier av möjligheter till effektivare energianvändning då producenter av energiöverflöd integreras med energikonsumenter. Det gäller således tillvaratagande av t ex industriell spillvärme för bostadsuppvärmning genom en närliggande lokalisering och samplanering av nya bostadsområden. Projekten inom integrerade energisystem planeras och genomförs i nära samarbete mellan kommuner och förvaltare. De boendes miljö - särskilt den yttre miljön- bevakas i projekten.

Programelementet omfattar utveckling av datorsystem för **simuleringsmodeller** i vilka olika tänkta energisystemen studeras. Modellerna är också avsedda att användas på planerade och befintliga experimentsbyggnadsprojekt för att utvärdera och förbättra driftekonomin och driftsäkerheten.

Förändringar i installationer och byggnadsstock följs upp kontinuerligt. Databaser över energiegenskaper och kostnader upprättas för ett stort antal komponenter och system. Ekonomi- och statistikprojekt genomförs också i syfte att förbättra dokumentationen av experimentbyggnadsprojekten.

Vid införande av nya energitekniker och nya energisystem uppstår ofta problem vid den efterföljande kontinuerliga driften och skötseln av anläggningen. Den skall ju då skötas av den ordinarie driftpersonalen, vilken ofta saknar information och kunskap för att kunna sköta sina uppgifter på ett energieffektivt sätt. Dessa frågor behandlas inom programelementet **genomförandefrågor.**

70

Problem och FoU-behov
Genom BFRs och andra programorgans försorg har betydande kunskap kommit fram om komponenter och enskilda system för energiproduktion, energidistribution och energihushållning. Ofta är denna kunskap inte sammankopplad med andra tekniker, och inte heller med användarens behov eller samhällets infrastrukturella krav.

Förutom åtgärder för ökat energisparande i byggd miljö, kommer åtgärder att krävas för ny elproduktion. Ansvaret för att utveckla teknik- och miljölösningar samt produktionsenheter för storskaliga lösningar ligger på andra programorgan. BFRs ansvar i detta sammanhang innebär att visa hur en implementering i den byggda miljön kan göras.

Rådet har ett nära samarbete med industrin och inriktar verksamheten mot systemutveckling, särskilt på lång sikt. En utveckling mot ökad användning av olika typer av energikombinat med inslag av energilager, värmepumpar m m är angelägen. Det systemtekniska kunnandet är dåligt utvecklat och behöver utvecklas ytterligare. Samarbetsgrupper med de stora konsultföretagen och entreprenörerna har etablerats. Teknikutvecklingen bör ske med sikte på såväl hemmamarknaden som utlandsmarknader.

Miljöaspekterna på en omfattande introduktion av den nya tekniken får inte försummas. Bland de problem som kan bli aktuella kan nämnas buller från luftvärmepumpar, freonutsläpp från värmepumpanläggningar, effekter av temperatursänkningar i mark och vatten kring värmepumpars kollektorer, påverkan på zooplankton av värmepumpar, effekter av temperaturvariationer i mark i samband med energilagring och konsekvenser av utsläpp av glykol från solvärme- och värmepumpanläggningar. I samarbete med andra organ studeras påverkan på miljö och ekologi från elbaserade system i jämförelse med bränslebaserade.

Ett annat viktigt område är s k ekologiteknik. Den berör inte bara energilösningar utan även sådana frågor som vattenförsörjning, avfallsfrågor mm. Energifrågorna rör både hushållning och energiproduktion. Det handlar om solvärmeutnyttjande, vindskydd, effektiv husutformning, avvägd fönstersättning, årstidsanpassning, effektivare energianvändning och effektbegränsning.

Experimentbyggnadsverksamheten har verksamt bidragit till att pröva den nya tekniken i systemsammanhang. En fortsatt experimentbyggnadsverksamhet, för att pröva hur den nya energiteknik som successivt framkommer kan integreras i den byggda miljön, är angelägen. Inte minst bör drift-, underhålls och förvaltningsfrågornas stora roll beaktas.

Mål
Nya energisystem bygger på ett framtida ökat utnyttjande av kraftvärme, värmepumpar av skilda slag, energilager m m i nätverk av stora system uppbyggda från byggnadsnära delsystem. Målsättningen är att minska användningen av olja och el, öka elgenereringen, öka andelen förnybar energi och utnyttjandet av naturvärme och sekundärvärme samt reducera emissioner och immissioner skadliga för miljö och hälsa. Genom förstudier och experiment- och demonstrationsprojekt kan de tekniska lösningar som utvecklats prövas i full skala och i sitt rätta sammanhang. Drift- och underhållsfrågor får stor vikt liksom prövningen av de nya tekniska lösningarnas ekonomi.

Målet för delprogrammet systemfrågor m m är att utveckla grundläggande kunskaper om energisystem för effektivare energianvändning i bebyggelsen. Särskilt angeläget är att bygga upp kunskap om avvägning mellan tillförsel och användning

av energi. Utveckling av metodik, modeller och principer för tekniska/ekonomiska analyser har varit föremål för FoU under senare år. Delprogrammet syftar också till att bättre förstå och samordna möjligheterna att genom effektiv energianvändning minska miljöbelastningen. I dessa arbeten ingår numera även miljöparametrar. En fortsatt successiv uppbyggnad av forskarmiljöer inom området systemteknik pågår.

Utvecklingsarbetet skall, utöver teknik och ekonomi, också omfatta miljö-, drift- och underhållsfrågor. Den betydande kunskap som byggts upp med BFRs stöd genom satsningen på förvaltningsforskning skall integreras i detta utvecklingsarbete. Vidare skall BFRs miljögrupp engageras för att bevaka den långsiktiga målsättningen beträffande emissioner av CO_2, CFC och andra växthusgaser. Inomhusklimatet måste också beaktas i form av byggnadsmaterial, ventilation och täthet. Introduceras naturgasbrännare i bostäder och lokaler i större omfattning, kommer kraven på ventilaton och lufttillförsel att öka.

Vidare skall kunskap och kompetens byggas upp beträffande institutionella frågor knutna till införandet av ny teknik för effektivare energianvändning i bebyggelsen.

Uppnådda resultat

En betydande mängd kunskap har under energiforskningsprogrammet kommit fram om komponenter och enskilda system för energiproduktion, energidistribution och energihushållning. Experimentbyggnadsverksamheten har bidragit till att pröva enskilda tekniker i systemsammanhang.

Speciell distributionsteknik för gruppcentraler med plaströr (GRUDIS) har tagits fram och prövats i tre experimentbyggnadsprojekt (Hammarstrand, Söderbärke och Vedevåg) och ett fjärde, för test av vissa förfiningar, är just beslutat (Kil).

För potentialberäkning av nya tekniska system har under perioden 1985-88 en omfattande metodutveckling skett. Beträffande tekniska och ekonomiska analyser av investeringsintensiva energisystem baserade på flera energibärare, har nya datormodeller tagits fram. Metoder för relevanta jämförelser med konventionell teknik har utvecklats.

Förändringar i installationer och byggnadsstock följs upp kontinuerligt i långsiktiga FoU-projekt. Vid Chalmers har ett nytt centrum för energisystemteknik för industri och bebyggelse inrättats. En kompletterande kompetens finns därmed tillgänglig för vidgade systemstudier.

Databaser över energiegenskaper och kostnader har upprättats för ett stort antal komponenter och system. Dessa uppdateras och vidareutvecklas dels genom centrum för energisystem vid Chalmers, dels genom mätcentralerna vid KTH och CTH.

Vid Institutionen för värme- och kraftteknik vid LnTH finansierar rådet en långsiktig kunskapsuppbyggnad inom området system- och värmedistributionsteknik.

Vid Institutionen för installationsteknik vid CTH finansierar BFR en långsiktig systemteknisk kunskapsuppbyggnad med inrikting mot byggnadskomplex och industriella tillämpningar. För sistnämnda område svarar Institutionen för värmeteknik och maskinlära.

72

Pågående och planerad verksamhet

Kontinuitet i FoU-arbetet är angeläget. Fortsatt FoU-arbete skall vara uttalat långsiktigt i syfte att värna om förutsättningarna att behålla respektive utveckla kompetens inom landet. Verksamheten inriktas mot projekt av systemkaraktär. Tekniska system anpassade för effektivare energianvändning utvecklas genom experimentbyggande i samarbete med utvalda kommuner.

Infrastrukturfrågor har anknytning till alla tre sakenheterna inom BFR. Det finns en s k tvärgrupp inom rådet som behandlar kommunal och regional infrastruktur. Gruppen har nyligen tillsammans med Kommunförbundet medverkat i framtagandet av Stadens Tekniska infrastruktur (T4:1989). I stadens infrastruktur ingår energisystemet som en väsentlig del av det tekniska systemet. Andra delar är t ex vatten och avlopp, avfall och telekommunikation. Ny energiteknik och nya energisystems betydelse och inverkan på infrastrukturen kan beskrivas enligt det följande.

Olje- och fastbränslesystem för värmeförsörjning består av en förbränningsanläggning, som är ansluten till en eller flera byggnaders installationssystem via ett distributionsnät. Fjärrvärme är ett begrepp för storskalig kommunal produktion och distribution av värme. Storskalig fjärrvärmeteknik hanteras av statens energiverk medan BFR handlägger de mindre bebyggelsenära systemen med bl a plaströrsdistribution (GRUDIS).

Rådets planerade FoU-insatser inom området ekologiteknik innebär att, i samarbete med intresserade kommuner, delta i planering och genomförande av byggande där de ekologiska frågorna är centrala. Projektens begränsade storlek medför att deras effekt på landets energiförsörjning i sig blir av marginell karaktär. Däremot, vilket erfarenheterna av likartade projekt hittills har visat, kan resultat uppnådda inom sådana projekt få stor genomslagskraft inom opinionsbildningen och därmed på sikt få betydande inverkan även i stor skala.

BFRs ansvarsområde inom energiforskningen är energifrågor i den byggda miljön, såväl produktion och distribution som användning. **Integrerade energisystem** omfattar dessa tre delar. Stora produktionsanläggningar samt det storskaliga distributionsnätet är en verksamhet som har mycket litet samband med vad som händer i förbrukarledet, mer än en anpassning till behovets variationer över tiden. I andra änden av kedjan, på förbrukningsstället i den byggda miljön (bostaden, arbetslokalen etc), är det brukaren och fastighetsägaren/fastighetsskötaren som avgör energiförbrukningen. Komfortkrav, ventilationskrav, brukarvanor samt den skötsel och tillsyn som utövas är av avgörande betydelse för energi- och effektbehovet. Det finns exempel från andra investeringar av maskinell utrustning och tekniska system i byggd miljö, där en utebliven skötsel har medfört att utrustningen inte fungerar på avsett energieffektivt sätt.

Erfarenheter från rådets energihushållningsprogram pekar på att gruppcentralerna och åtgärder i dessa har stor betydelse för den byggda miljöns förnyelse. Byggnaderna och den lokala värmecentralen utgör ett integrerat tekniskt system som dessutom oftast ägs och förvaltas av samma organisation. Det är därför naturligt att se dem som en helhet och avväga åtgärder i byggnaderna mot åtgärder i värmecentralen och i distributionsnätet. Detta är också en förutsättning för att kunna uppnå ett energi- och kostnadseffektivt resultat.

Vid en utveckling mot småskalig kraftvärmeproduktion i bebyggelse kommer stora krav att ställas på anläggningarnas utformning och funktion sett i ett drift- och skötselperspektiv. För BFRs del innebär det att implementera den teknik som

utvecklats eller håller på att utvecklas för småskalig kraftvärmeproduktion med otto-, diesel- och stirlingmotorer, samt på lång sikt gasturbiner och bränsleceller. Detta måste ske i en skala och med ett utförande som är anpassat till den driftkompetens som finns inom fastighetsförvaltningen.

Med en utveckling mot decentraliserad produktion av el och värme i mini- eller mikrokraftvärmeanläggningar är det nödvändigt att dessa anläggningar integreras i bebyggelsen och införlivas i de drift- och underhållsrutiner som gäller för den byggda miljön. Detta innebär att i BFRs arbetsuppgifter bör ingå att utveckla minikraftvärmeverk som skall integreras i den byggda miljön och som inte levererar el till nätet.

Inom programelementet utvecklas projekt i samarbetet med kommunerna. Projekten inriktas mot nya system för effektivare energianvändning nära där den genereras. Systemen bygger på framtida ökat utnyttjande av kraftvärme, värmepumpar av skilda slag, energilager m m i nätverk av stora system uppbyggda från byggnadsnära delsystem.

En stor andel av de planerade projekten kommer att baseras på projekt inom andra delprogram. Ett stort antal projekt förutsättes komma att samfinansieras med andra intressenter.

Som exempel på planerade eller pågående projekt kan nämnas att i Malmö genomförs en studie beträffande avvägningen mellan tillförsel och effektivisering och integration mellan industri och bebyggelse. I Halmstad förstuderas en energiintegration mellan industri och bebyggelse. I Göteborg förprojekteras nya energisystem inom bostadsförsörjningsprogrammet. I Stockholm, Solna, Sollentuna, Upplands Väsby och Sigtuna pågår experimentprojekt - projektering och förstudier - för ett tiotal anläggningar. En integrering studeras i projekt tillsammans med STU i Sundsvalls kommun, där värme- och elenergi för processer i pappers- och masssaindustrier kombineras med bebyggelsens energianvändning. Emissioner och immissioner av miljöfarliga ämnen minskar och den totala kostnaden för regionens energianvändning minskar.

Utförande- och genomförandefrågor är viktiga då nya energisystem introduceras. Detta gäller såväl för energisparteknik, installationsteknik och experimentbyggande som för den nya energitekniken. Flera tekniker har nått ett införandeskede och värmepumpar, men även solvärme och energilager, kan förväntas att i ökande utsträckning ingå i det normala byggandet. Vikten av satsningar på information och utbildning kan inte nog understrykas i detta sammanhang.

Fortsatt kunskapsinhämtning i form av **statistik och simuleringsmodeller** är av grundläggande betydelse för att dels kunna avgöra var insatser kan ge störst effekt, dels för att öka kostnadseffektiviteten i utvecklings- och experimentbyggnadsprojekt.

Genomförande av FoU-planen

Delprogrammet kommer att genomföras av BFR i samarbete med styrelsen för teknisk utveckling statens energiverk och Vattenfall samt i samarbete med kommunförbundet, kommuner och industrier. När det gäller integrerade energisystem kommer den svenska arbetsgruppen för integrerade energisystem att vara en viktig samarbetspartner. För delområdet energikombinat föreslås att en rådgivande grupp etableras för att dessutom tjäna som forum för samråd mellan BFR, statens energiverk, STU, Vattenfall m fl.

74

BFR/STU/statens energiverk har en samrådsgrupp för värmedistribution och fjärrvärme som följer utvecklingen och diskuterar projektförslag och planer.

Budgetalternativ
För budgetåret 1987/88 var budgetutfallet 5,0 Mkr, medan den preliminära budgeten för 1988/89 är 3,1 Mkr. Orsaken till nedgången är den kraftiga minskningen på hela på program 4 i kombination med att flera stora pågående projekt krävt kompletterande anslag för att kunna genomföras. Detta har fått gå ut över nya insatser, framför allt inom delprogrammet system- och genomförandefrågor.

Insatsplanen för perioden 1990-1993 föreslås till totalt 7 Mkr per bå, varav 2 Mkr avser verksamheten med statistik, planering och uppföljning av förändringar i installationer i bebyggelsen. Det möjliggör att planerade projekt kan startas respektive genomföras.

Området innehåller stora utvecklingsmöjligheter - särskilt i riktning mot minskad miljöbelastning genom energieffektivisering - varför en ökning av budgeten med minst 1 Mkr per år skulle kunna disponeras för nya projekt med denna inriktning. I ett alternativ med oförändrade eller minskade resurser uteblir alla satsninger och endast de kunskapsbevarande insatserna beräknas kunna fortsätta.

FoU-resurser
BFR har inom området ny energiteknik etablerat ett omfattande samarbete med flera svenska kommuner. Samarbetet avser förstudier och experiment- eller demonstrationsprojekt inom området integrerade energisystem. Gemensamma arbetsgrupper har oftast etablerats och projektarbetet är i allmänhet samfinansierat. Etableringen av detta arbete har skett över lång tid. Kommunerna hade urprungligen en låg beredskap för utvecklingsarbete av detta slag, varför initialskedet oftast har fått användas för förtroendeskapande åtgärder. I de gemensamma planeringsgrupperna ingår såväl politiker som tjänstemän från berörda förvaltningar. Till arbetet adjungeras forskare vid högskolor och institut för att en bra koppling mellan forskning och praktisk tillämpning skall säkerställas. Exempel på kommuner där sådana projekt bedrivs är Malmö, Sollentuna, Borlänge, Falun, Göteborg, Halmstad, Solna och Stockholm.

De samarbetsformer och den FoU-miljö som nu byggts upp är mycket värdefull. Enligt BFRs mening måste vi slå vakt om att vidmakthålla denna mycket viktiga plattform för implementering av ny energiteknik, huvudsakligen i form av integrerade energisystem och energikombinat.

Den forskning som ingår i programmet kommer i huvudsak att utföras vid högskoleinstitutioner. När det gäller fullskaleanläggningar för experimentbyggande kommer konsulter att engageras för systemlösningar och projektering. En mycket viktig samarbetspartner är ägarna av experimentbyggnadsanläggningarna. Förutom själva ägandet ansvarar de för drift och underhåll av anläggningarna samt deltar på olika sätt vid utvärderingen av experimenten.

Ett nära samarbete kommer att etableras med tillverkare av energikombinat. Detta är mycket angeläget för att få till stånd små enheter med låga styckekostnader, men som kan uppfylla mycket höga krav på hög tillgänglighet, enkel skötsel och små miljösläpp.

För experiment- och demonstrationsprojekt kommer ett nära samarbete med ett antal kommuner att vara ett väsentligt moment för genomförandet. BFR har byggt upp ett omfattande kontaktnät med främst Stockholm, Göteborg, Malmö, Solna,

Sollentuna, Upplands Väsby, Sigtuna, Sundsvall, Kungälv, Kungsbacka och Halmstad. I flertalet av dessa kommuner har etablerats gemensamma arbetsgrupper mellan kommunen och BFR. I första hand kommer dessa etablerade kontakter att fördjupas. I inledningsskedet kommer geografiskt tyngdpunkten att ligga i områden med naturgas, dvs i främst södra och västra Sverige.

Information
Många av delprogrammets projekt baseras på projekt inom andra delprogram. Informationsinsatserna för delprogrammet systemfrågor är därför ofta kopplade till informationen av övriga delprogram.

Informationsinsatserna är mycket viktiga för att forskningsresultaten verkligen leder till en förändring av dagens energisystem. Informationen måste göras på ett bredare sätt, utanför forskarkretsen, för att sprida kunskaperna om nya energisystem och vilka framtida möjligheter dessa system erbjuder.

Internationell verksamhet
Mätning och utvärdering av projekt rörande energikombinat kommer så långt det är möjligt att samordnas med motsvarande internationella projekt. Det är av stor vikt att data från ett stort antal representativa projekt insamlas på ett enhetligt sätt. För samordningen kommer CADDET's internationella kontaktyta att utnyttjas. Speciellt gäller detta delområde stirlingvärmepumpar/mikrokraftvärme där utvärderingsprogrammet kommer att samordnas med ett program upprättat av Gas Research Institute.

Inom ramen för det svenska arbetet inom IES-gruppen (integrerade energisystem) är utnyttjande av industiell spillvärme en mycket viktig del. Ett stort antal sådana anläggningar har tillkommit på rent kommersiella villkor de senaste åren. Potentialen för tillkommande likartade projekt är dock fortfarande betydande. Ett IEA-avtal med titeln Integrated Energy Systems and the Environment är under beredning inom Working Party End-Use som har godkänt ett reviderat förslag oktober 1988.

Bilaga 1

IEA/CADDET

Etablering

CADDET har inrättats för fem år med en total budget på ca 25 Mkr. eller 70 Mkr. inkl. verksamheten inom National Teams (task-sharing). Nio länder deltar från 880318. Nya Zealand har gått med från 880318. Canada har beslutat att delta från 890101. Japan, Västtyskland och CEC bedöms gå med under 1989. CADDET syftar till "to broaden and improve the collection and exchange of demonstration and other appropriate information on energy-efficient technologies in the end-use sector" genom att "develop, analyze, compare and disseminate to the Contracting Parties detailed information on demonstration and similar projects to promote more efficient use of energy in buildings, transportation and industry."

Operating Agent för CADDET är NOVEM - Netherlands Agency for Energy and the Environment, Sittard.

En väl utvecklad koordinering sker med IEA Heat Pump Center och IEA Air Infiltration and Ventilation Center.

I början av 1989 planeras ett informationsmöte i Stockholm betr CADDET. Ett syfte är att vinna finansiering även från kraftföretag och industri efter modell Heat Pump Technology Center of Japan.

IEA CADDET bedöms vara väl etablerat 900630. En konferens planeras under 1991 med anledning av att det är tio år sedan det ursprungliga förslaget väcktes vid IEA Conference 1981 i Berlin. Även 1991 avses konferensen arrangeras i Berlin.

Sveriges kostnader

Sveriges bidrag till "common fund" är för det första året 35 768 US$. För det andra till och med det femte året är Sveriges bidrag 20 000 US$ för "Membership Fee Contribution" plus en andel av differensen mellan "Total Memberships Fee" och "Annual Common Fund Expenditure". Andelen beräknas efter Sveriges "share in the total energy research and development expenditure of all Contracting parties' countries over the period of the previous five years on the basis of constant US dollar." Det finns även en övre och undre gräns för hur andelen kan variera. För nivån 800 000 US$ totalt förutsätts att Japan, Förbundsrepubliken Tyskland och eventuellt CEC deltar. Sveriges andel ligger därvid kvar på ungefär samma nivå ca 36 000 US$.

Holland har under initieringsskedet ställt 100 000 US$ till förfogande och bidrar under det första året med ytterligare 50 000 US$ och under vart och ett av de följande fem åren med 80 000 US$ till Operating Agent, NEOM.

Sverige bidrar med ytterligare 120 000 US$ per år för "analytical work of the Chalmers Institute to be carried out in support of the Programme of CADDET" Det totala svenska bidraget till CADDET's hela verksamheten är ca 10% av totalkostnaden för Operating Agent och National Teams i deltagande länder.

78

BFRs kostnader för avtalsperioden 5 år och totala kostnader för projektet.

I jämförelse med den totala projektkostnaden blir BFR's andel (och Sveriges) ca 10% av total kostnad enligt följande:

	BFR US$/yr	BFR US$/5 yrs
Operating Agent	17 884	89 420
Analysis - buildings	60 000	300 000
Communication system, travelling etc	30 000	150 000
CADDET BFR Management	30 000	150 000
National Team:		
- Head	15 000	75 000
- information technologist	35 000	175 000
- publishing, seminars, etc	25 000	125 000
- input/output	15 000	75 000
Totalt	227 884	1 139 420
Totalt Operating Agent	496 950	3 696 950
Totalt National Teams (estimated)	1 200 000	8 872 680
Totalt CADDET	1 696 950	12 469 630

För perioden 900630 - 930630 blir BFR's medelsbehov enligt föregående tabell således 1 139 420 US$ minus 2 x 227 884 US$ eller 693 652 US$. Enligt beräkningskursen 6,50 erhålls 4 553 738 SEK för tre år.

	SEK/3 år	SEK/år
BFR CADDET	4 553 738	1 517 912
Analyser i samarbete med CEC	1 500 000	500 000
Analyser i samarbete med EPRI och GRI	900 000	300 000
Totalt	6 953 738	2 817 912

Tillkommande verksamhet avser ökat samarbete med EG CEC DGXII och DGXVII och med EPRI och GRI i USA.

CEC DGII har genom avdelningen för energianvändningstekniker föreslagit ett samarbete med BFR beträffande analyser liknande de som IEA CADDET utför men inriktade på identifiering av tekniklinjer specifika för utveckling i Europa. Ett mål är att identifiera utvecklingsprojekt för samarbetsprojekt mellan CEC DGXII och DGXVII, BFR och europeisk industri.

Det centrum för energiteknik som skapats vid Stiftelsen Chalmers Industriteknik för CADDET skall medverka i samarbetet med CEC. För närvarande har detta centra en total budget på ca 3 Msk per år och utgör en betydande resurs som bör bevaras och utnyttjas för långsiktig tillämpad FUD.

BILAGA 5

Underlag från energiforskningsnämnden
(Efn)

ENERGIFORSKNINGSNÄMNDEN
E-byrån
Tommy Månsson
\TOMMY\tmaesund.wp

1988-12-21

Underlag till EFU-90 avseende programmet Allmänna Energisystemstudier, AES.

1 AES-programmets mål, inriktning, omfattning och långsiktiga bindningar.

Målet för programmet Allmänna energisystemstudier, AES, är att genom sammanhållna vetenskapliga systemstudier på energiområdet och genom studier av särskilt utvalda frågor bidra med underlag för den långsiktiga energipolitiken. AES-programmet syftar till att ge stimulans till nytänkande och debatt rörande övergripande energifrågor. Programmet utformas också på sådant sätt att det indirekt utgör ett stöd för Efn:s utvärderingsfunktion.

AES-programmet är f n inriktat mot följande fyra tematan:

- kärnkraftavvecklingen
- miljöfrågornas samband med den långsiktiga energipolitiken
- energimarknadernas långsiktiga utveckling
- teknikförnyelse inom energisektorn.

Efn:s ambition är att AES-programmet under innevarande programperiod ska ge för energipolitiken strategiskt betydelsefulla bidrag inom dessa tematan.

AES-programmet är tvärvetenskapligt och innefattar såväl stöd till metod- och teoriutveckling som utarbetande av kunskapsöversikter och insatser av informations- och debattkaraktär. Forskningsprogrammet innefattar såväl tekniskt-ekonomiskt inriktade studier som samhälls- och beteendevetenskaplig forskning. AES-programmet medverkar därmed till att bygga upp en tvärvetenskaplig och systeminriktad forskning vid landets högskolor. Sådan högskolekompetens har genom AES-programmet etablerats vid Lunds universitet (forskningsledare professor Thomas B Johansson), Chalmers tekniska högskola (forskningsledare professor Clas-Otto Wene) och Handelshögskolan i Stockholm (forskningsledare professor Lars Bergman).

AES-programmet disponerar för innevarande programperiod 21 Mkr. Av dessa medel utgör ca hälften stöd till de tre ovan nämnda forskningsgrupperna. Detta stöd innefattar såväl allmänt stöd till tre forskningsledartjänster som stöd till definierade systemstudier och projekt som genomföres av resp forskningsledare och dennes forskare.

Bland övriga forskningsmiljöer där man med stöd av AES-programmet f n genomför betydelsefulla systemstudier kan nämnas Försvarets forskningsanstalt, FOA och Statsvetenskapliga institutionen vid Uppsala universitet.

Med syfte att åstadkomma en breddning av kompetensbasen för AES-programmet genomför dessutom Efn f n ett arbete med att initiera och stödja nya projektidéer hos forskare - främst inom det samhällsvetenskapliga området - som f n inte tillhör AES-kretsen. Ett antal förstudier som behandlar prioriterade problemställningar inom AES-programmets fyra tematan har inletts.

Efn har f n möjlighet att göra vissa långsiktiga åtaganden i syfte att trygga kontinuiteten i kompetensutvecklingen och därmed skapa förutsättningar att etablera och bibehålla goda forskningsmiljöer. Efn avser att under innevarande programperiod utnyttja de bemyndiganderamar som f n gäller.

2. Samhällets behov av energisystemstudier

Samhällsdebatten, inte minst på energi-, säkerhets- och miljöområdet, kännetecknas av att man ofta diskuterar ett problem i taget och som om alla problem och risker är lika stora och allvarliga. Debattörer och aktörer utnyttjar enstaka forskningsresultat för att stärka den egna linjen eller för att visa på inbyggda konflikter i motpartens strategi. Ett exempel är t ex den debatt som förs om växthuseffekten och där kärnkraftsavvecklingen av vissa ställs mot kraven på att minska koldioxidutsläppen.

Vad forskningen kan göra är att visa hur man på ett systematiskt sätt kan välja sådan energiteknik som minskar eller löser säkerhets- och miljöproblem. Dessa frågor liksom energisystemets komplexitet gör det dock svårt att enkelt beskriva och förklara hur åtgärder i energisystemet påverkar säkerhet och miljö. Här kan oberoende systemforskning av den typ som stöds inom AES-programmet underlätta för beslutsfattarna genom att utveckla olika synsätt och hjälpmedel samt ta fram kunskapsöversikter som ger ökad insikt om helhetssamband. Genom sådan forskning kan man öka förståelsen för vilka långsiktiga effekter olika energipolitiska strategier kan få för samhälle och miljö. Forskningen kan också ange nya synsätt på energipolitiken genom att visa på möjligheter att välja energiframtid.

Forskning som behandlar denna form av komplexa samband brukar benämnas systemstudier. Sådana studier kan göras på olika nivåer och därmed med olika systemavgränsningar, t ex globala och internationella studier, studier på nationell, regional och kommunal nivå, studier på företags- och komponentnivå. AES-programmet innefattar främst studier på internationell och nationell nivå och i viss utsträckning även regional och kommunal nivå. I AES-

programmets systemstudier ingår även att se på relationer mellan olika systemnivåer.

Mycket av den kunskap som efterfrågas idag i samhället är dock sådan kunskap som redan finns i bl a forskarvärlden. Denna kunskap är spridd på olika håll och det behövs därför en samlad insats för att värdera, sammanställa och förmedla denna kunskap. Detta är en viktig uppgift för AES-programmet.

3. Förslag till framtida inriktning och mål för AES-verksamheten

Efn bedömer att det även fortsättningsvis finns ett stort samhälleligt behov av oberoende systemstudier på energiområdet. Det allmänna målet för AES-programmet bör därför gälla även i fortsättningen. Den nuvarande temainriktningen kan dock successivt komma att anpassas i den mån nya viktiga forskningsbara frågeställningar träder i förgrunden. För nästa treårsperiod bör dock de nuvarande tematan kunna gälla.

Det förändringsarbete som f n pågår och som innebär att forskningsgruppernas relativa budgetandel minskar till förmån för stöd till nya forskningsgrupperingar och till informations- och kunskapsspridningsåtgärder bör leda fram till en breddning av forskningsbasen för kommande 3-årsperiod.

Betr. forskningsprogrammets inriktning bör detta även under nästa period inriktas mot att genom kompetensuppbyggnad och punktinsatser ta fram kunskap som ur ett samhälleligt konsument- och brukarperspektiv breddar det energipolitiska beslutsunderlaget. AES-programmet bör även fortsättningsvis ha ett långsiktigt perspektiv vilket innebär att flera studier skall ha ett tidsperspektiv som även innefattar tiden efter 2010. Bland frågor som kommer att ha prioritet är dels att utveckla och värdera olika metoder som analyserar det totala energisystemets långsiktiga miljöegenskaper i vid bemärkelse och dels att öka kunskapen om de institutionella, organisatoriska och beteendemässiga faktorernas betydelse för omställningen av det svenska energisystemet. I detta ingår även att se på långsiktiga konsekvenser av alternativa utvecklingslinjer för såväl energimarknader som för olika energitekniker. AES-programmet bör i det kortsiktiga kärnkraftavvecklingsperspektivet i ökad utsträckning inriktas mot att belysa situationen för mindre och lokalt verkande aktörer såsom t ex kommuner och fastighetsförvaltare.

4. AES-programmets och Efn·s roll i förhållande till andra aktörer/finansiärer

AES-programmet har alltsedan starten samverkat aktivt med olika aktörer och finansiärer. Den viktigaste samarbets-

partnern har varit högskolan. Detta eftersom ett av målen med programmet har varit att etablera en systemvetenskaplig kompetens inom energiområdet på ett antal högskoleinstitutioner. Som inledningsvis nämnts har detta resulterat i att sådan systemkompetens etablerats vid Lunds universitet, CTH och Handelshögskolan. Det finansiella stödet från högskolan själv har dock hittills varit ganska begränsat.

Beträffande forskningsgruppernas finansiering har Efn:s strategi varit att successivt bredda gruppernas finansieringsbas så att Efn's relativa finansieringsdel kan minska. Exempel på sådana finansiärer som Efn därvid samverkar med är andra statliga myndigheter som FRN, STEV, SNV och TFB, kraftföretag och kommuner. Ett problem är dock att dessa kompletterande stöd från andra finansiärer ofta är av mer kortvarig och tillfällig karaktär än Efn:s stöd.

Även för den forskning som Efn finansierar utanför forskningsgrupperna är samfinansiering vanlig. De viktigaste medfinansiärerna är STEV och FRN.

Samfinansiering av forskning har givetvis både för- och nackdelar. Fördelarna är t ex att man får med resultat- och kompetensanvändare i forskningen och därmed underlättar kunskapsöverföringsprocessen och med EFU:s ord - implementeringen av forskningsresultaten. I detta ligger givetvis också en fara i att användarna påverkar och styr forskningens inriktning alltför mycket efter sina egna intressen som beträffande vissa aktörer kanske inte alltid sammanfaller med samhällets. Detta är en balansgång som hittills har gått att hantera utan större problem, men som kan bli svårare om kraven på samfinansiering skulle öka i framtiden. AES-programmets roll bör även i fortsättningen vara att stödja en från aktörsintressen fristående forskning.

5. Konsekvenser för AES-verksamheten av EFU:s tre medelsramar.

Erfarenheter från tidigare programperioder visar att möjligheterna till förnyelse och breddning av forskningsbasen samt till mera aktiva insatser för att föra ut kunskap till samhället försvåras avsevärt vid en medelsram som är lägre än den som gäller för innevarande 3-årsperiod. Tidigare erfarenheter visar också på att det krävs långa ledtider för förändringar av forskningsgrupper. För att möjliggöra en långsiktig kompetensutveckling genom att behålla bra forskare och kunna rekrytera nya är det viktigt att forskningsfinansiärernas stöd är kontinuerligt och uthålligt och att signaler om förändringar ges med god framförhållning.

AES-programmet, som nästan uteslutande innefattar stöd till forskning vid högskolor och universitet, har under de senaste två åren drabbbats av kraftiga kostnads-

ökningar av två orsaker. Dels har lönerna för forskningsledarna (professorer) och andra kvalificerade forskare ökat mycket kraftigare än för andra grupper inom den offentliga sektorn och dels har högskolan höjt sina omkostnadspålägg. Högskolan har dessutom aviserat om ytterligare kostnadsökningar med motivering att sektorforskningen inte f n ger full kostnadstäckning.

För innevarande programperiod räknar Efn med att dessa två orsaker har "kostat" AES-programmet ca 5% per år utöver inflationseffekten. För kommande 3-årsperiod bör man därför för oförändrad verksamhetsvolym för AES-programmet räkna med en fortsatt årlig kostnadsökning på 5-10% utöver inflationen.

I underlagsdirektiven från EFU anges tre olika medelsramar för nästa 3-årsperiod: Alt 1 - 22 Mkr, Alt 2 - 19 Mkr och Alt 3 - 26 Mkr. Detta ska jämföras med anslaget för innevarande 3-årsperiod som är 21 Mkr. Om hänsyn tas till såväl inflation som de kostnadsökningar som redovisats ovan innebär det att EFU·s Alt 3 motsvarar nuvarande medelsram. Alt 2 innebär en nedskärning av nuvarande verksamhet med ca 30% och Alt 1 med ca 15%.

Efn anser att en verksamhet på lägre nivå än dagens, dvs motsvarande EFU:s Alt 3, inte medger den allsidighet och bredd i forskningen som är nödvändig för AES-programmet. En lägre anslagsram, motsvarande Alt 1 och 2, skulle om inte någon annan finansiär träder in innebära en avveckling av en del av den långsiktiga kompetens som Efn byggt upp på någon eller några av de nuvarande forskningsgrupperna. Det skulle också innebära att den nyorientering som f n pågår skulle avstanna och möjligheterna för Efn att medverka till att mera aktivt föra ut resultat försvåras.

6. Förslag till AES-program med särskild inriktning på att positivt bidra till en reduktion av utsläppen av koldioxid.

AES-programmet har om än i begränsad utsträckning redan bidragit till att öka kunskapen om sambandet mellan energisystemet och utsläpp av koldioxid och därmed sammanhängande globala klimat- och miljöförändringar.

Efn's stöd (i samverkan med ett antal andra finansiärer) till Beijerinstitutets studie av växthuseffekter har bidragit till en ökad kunskap om de långsiktiga effekterna av att de s k drivhusgaserna (koldioxid, metan, kväveoxider, freoner) ökar i atmosfären. Förutom inventering av kunskapsläget har också studien innefattat diskussion och analys om vilka konkreta åtgärder som redan idag bör vidtagas. I denna process har förutom forskare även deltagit politiker från olika länder.

CO_2-frågan belyses också i flera av de modellstudier som den av Efn stödda forskningsgruppen på CTH genomför. I de pågående studierna av energisystemets robusthet mot tänkbara framtida krav på förändringar ingår bl a att beräkna systemkostnader för olika stategival som även inkluderar långsiktiga beredskapsåtgärder (s k hedging). Dessa studier visar på att CO_2-frågan inte bör ses isolerat, utan att samhällets kostnader blir lägst om man samtidigt försöker lösa såväl CO_2-problemet som andra miljöproblem, t ex svavel och kväve.

Analyser av olika åtgärdspaket mot CO_2 och därmed sammanhängande kostnader studeras också i det internationella systemanalyssamarbete inom IEA (IEA-ETSAP) som Efn deltar i. Systemstudier av likartad karaktär bedrives också inom EG. Ett ökat anslag till AES-programmet (av storleksordningen 2-3 Mkr för 3 år) skulle kunna möjliggöra en nationell energisystemstudie som belyser interaktion mellan åtgärder i Sverige resp internationellt och vilka konsekvenser detta medför nationellt och globalt för miljö, klimat och samhällsekonomi. Det är en fördel om en sådan studie genomföres inom ramen för internationellt samarbete inom t ex IEA och EG. Studien bör genomföras på ett sådant sätt att den samtidigt kan utnyttjas som ett instrument för inlärning och påverkan på den politiska processen, både nationellt och för det svenska agerandet i olika internationella sammanhang. Därför bör studien även innefatta implementeringsfrågor t ex genom kartläggningar av beslutssituationer och av incitamentsstruktur hos olika aktörer i olika länder.

BILAGA 6

Underlag från naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR)

PM

Underlag till energiforskningsutredningen (Efu 90)

NFR:s sammanställning av rubricerade underlag följer i allt väsentligt Efu:s PM 1988-09-19.

Innehåll:

1. Nuläge
1.1 Målsättning
1.2 Inriktning och resurser
1.2.1 Energiomvandling i biologiska system
1.2.1 " " fysikaliska system
1.2.3 Miljöeffekter av energiomvandling
1.3 Utvärderingar
2. Långsiktiga bindningar
3. Arbetsfördelning mellan programorgan
4. Mål och medel på längre sikt
5. Omfattningen av energiforskningen inom NFR:s område under perioden 1990/91 - 1992/93
6. Koldioxidproblemet
7. Sammanfattning

1. Nuläge

1.1 Målsättning

Målsättningen för NFR:s insatser inom området energirelaterad grundforskning är

- att stimulera grundforskningsmiljöerna att ta upp energirelaterade problem och angripa dem från fundamentala vetenskapliga utgångspunkter och

- att bidra till uppbyggnad av sådan vetenskaplig kunskap och kompetens, som kan vara av värde även för den mera målinriktade forskningen, och som kan ge beredskap vid framtida utvecklingar och krav inom energiområdet, vilka idag inte är möjliga att förutse.

1.2 Inriktning och resurser

Den av NFR stödda, energirelaterade grundforskningen kan grupperas under rubrikerna

- Energiomvandling i biologiska system
- Energiomvandling i fysikaliska system
- Miljöeffekter av energiomvandling

1.2.1 Energiomvandling i biologiska system

Biomassauppbyggnad

Forskningen är inriktad främst på studier av biologiska processer som verkar bestämmande för produktionen av biomassa. Nära kopplade till dessa

studier är forskning om genetiska faktorer som påverkar biomassans kvantitet och kvalitet.

En fundamental roll i sammanhanget spelar fotosyntesprocessen, vid vilken kolatomer fixeras i energirika föreningar och respiratoriska processer vid vilka en del av dessa föreningar bryts ned i sina ursprungliga beståndsdelar, koldioxid och vatten. I en ljusberoende process, fotorespirationen, sker nedbrytningen utan att den frigjorda energin tillvaratas. Den biologiska betydelsen av fotorespirationen, som till synes innebär ett slöseri med energi, är ännu ej fastställd. Forskningen rörande fotosyntes och respiratoriska processer syftar till ökad förståelse av sambanden mellan molekylär struktur och funktion men även av de ekologiska faktorer som påverkar dessa processer. Med ökad kunskap ges en möjlighet till en framtida bioteknisk exploatering av berörda biologiska företeelser. Nära kopplad till fotosyntesen är den biologiska kvävefixeringen hos alger och bakterier. Den forskning som NFR stöder är inriktad på studier av kvävefixeringsprocessen och kopplingen, strukturellt och kemiskt, mellan värdväxt och kvävefixerande bakterier. En för energiskogsodlingen intressant art är al, vars kvävefixering studeras i flera projekt.

Växternas hormonreglering har stor betydelse för tillväxten och för växternas anpassning till klimatiska betingelser och andra omvärldsfaktorer. Växter i odling - t ex energiskogsodling - lever i en skyddad tillvaro i den bemärkelsen att de inte behöver konkurrera med andra arter för att överleva. De odlade arterna kan i stället påverkas på olika sätt för att producera maximum av biomassa. Om bildningen av blommor och frukter stoppas kan tillväxten koncentreras till de gröna delarna vilket ger ökad fotosynteskapacitet. NFR stöder forskning rörande hormonreglering hos växter, vilken på sikt kan öppna nya och stora möjligheter för ökning av biomassaproduktionen.

Möjligheter föreligger nu att med lämpliga vektorsystem införa nya gener i växtceller. Denna molekylärbiologiska genetik i kombination med klassisk genetik, med utvecklingen av cellodlingstekniken och med tekniken att regenerera växter ur celler i odling, erbjuder helt nya möjligheter till förändring av de genetiska faktorer som påverkar biomassaproduktionen.

Biomassanedbrytning

NFR:s forskningsstöd avser bl a enzymatisk modifiering av lignin, ett ämne som ingår i ved. Syftet är att finna enzymblandningar för omvandling och nedbryting av lignin. En ökad kunskap på detta område skulle kunna utnyttjas för att åstadkomma energisnål massatillverkning och blekning.

En helt annan inriktning har den NFR-stödda forskning som avser elektronöverföring via enzymer. Ett enzym som tilldrar sig speciellt intresse är hydrogenas som katalyserar den enklaste biologiska reaktionen, en reversibel sammanslagning av 2 protoner med 2 elektroner. Den bakomliggande mekanismen är fortfarande okänd, men här kan en väg finnas att åstadkomma artificiella system för vätgasproduktion.

Resurser

Totalt uppgår rådets insatser på forskning rörande energiomvandling i biologiska system till 5,25 milj kr under budgetåret 1988/89. Huvuddelen av detta belopp eller 4,73 milj kr avser forskningsprojekt inriktade på uppbyggnad av biomassa. I det nämnda beloppet, 5,25 milj kr ingår doktorandtjänster inom följande ämnen:

- Fotosyntes	2
- Kvävefixering	1
- Fotorespiration	1
- In vitro-teknisk förädling av vedartade växter	1
- Respiratoriska processer hos växter	1
- Växtrespirationens molekylära biologi	1
	7

Med medel ur anslaget till Naturvetenskaplig forskning (Utb.) bekostas en forskartjänst som är av direkt intresse för området energiomvandling i biologiska system, nämligen Fotosyntesens fysiologi.

1.2.2 Energiomvandling i fysikaliska system

El (batterier, bränsleceller)

Elektrokemi är ett fundamentalt ämne vid studiet av elektroder och elektrolyter, de komponenter som är avgörande för t ex kemisk lagring av elektrisk energi och för omvandlingsprocesser i bränsleceller. Den NFR-stödda forskningen omfattar ett flertal projekt alltifrån fotokemiska reaktioner och organiska elektronöverföringsprocesser till ytmodifiering av elektroder, elektrodreaktioner och jontransporter i elektrolyter.

NFR stöder också viss grundläggande forskning rörande termojonisk energiomvandling, d v s omvandling av värme direkt till elektrisk energi.

Förbränning

Mekanismerna i förbränningsprocesserna är ännu till stor del okända. Vidareutvecklingen av förbränningstekniken, det kan gälla så vitt skilda tillämpningar som i bilmotorer och värmepannor, förutsätter insatser bl a inom grundläggande förbränningskemi. NFR:s stöd är inriktat på statistisk fysik, reaktionsdynamik och studier av förbränningsprocesser genom datorbaserad modellering.

Fission

NFR anser det angeläget att viss grundläggande forskning upprätthålls inom områdena kärnkemi och kärnfysik. Forskningen ger en möjlighet att bibehålla vetenskaplig kompetens. Det är nödvändigt att ha tillgång till sådan, inte minst i samband med kärnkraftsavvecklingen.

Fusion

NFR stöder viss fusionsforskning vid sidan av den forskning som ingår i det EG-program till vilket Sverige är anslutet. Den forskning det här gäller omfattar myonkatalyserad fusion och studier av plasmats egenskaper. Den har annan inriktning än EG:s och utgör ett viktigt komplement till denna.

Material

Materialforskningen inom NFR:s energirelaterade grundforskning är inriktad på material av väsentlig betydelse för energiomvandlingsprocesser. Där ingår studier av keramer och legeringar samt av reaktioner vid ytor och katalytiska fenomen.

Till materialforskningsområdet räknar NFR även sitt stöd till studiet av solceller samt optiska egenskaper hos ytbeläggningar, innefattande transparenta värmespeglar, selektiv absorption, s k smarta fönster och strålningskylning.

Lagring (el)

Har behandlats ovan under elektrokemi.

Lagring (värme, avfall)

Grundläggande studier av bergarters egenskaper t ex ifråga om skador, spänning och hållfasthet stöds av rådet. Resultaten av denna forskning kan få betydelse bl a vid bedömning av lämpliga lagringsplatser för värmeenergi och avfall.

Lagring (väte)

Väte som energibärare i större system anses av många bedömare bli verklighet vid mitten av 2000-talet. En lagringsform för väte är i s k metallhydrider. Ett par NFR-projekt avser studier av vätets inbindning i olika metaller och legeringar.

Ledning (el)

Tyngdpunkten i NFR:s insatser ligger på forskning rörande högtemperatursupraledare (HTS). God HTS-forskning bygger på nära samarbete mellan fysiker och kemister och mellan experimentalister och teoretiker. Rådet har på olika sätt sökt stimulera sådant samarbete. Rådet har vidare försökt stimulera kontakter mellan grundvetenskaplig och teknisk forskning för att påskynda forskningsresultatens omsättning. Ett sätt är de symposier som NFR och STU gemensamt ordnar med HTS-forskare. Vidare har rådet verkat för en omprioritering av existerande forskningsresurser vid berörda institutioner i syfte att bredda basen för rådets medelsinsats.

NFR:s stöd till forskning rörande ledning av elektrisk energi omfattar även polymerer och studier av "gästmolekyler" i grafit. Dessa molekyler ger upphov till metalliska ledningsegenskaper hos grafiten. Forskningsområdet är nytt och tilldrar sig stort intresse utomlands. I sammanhanget bör också nämnas ett projekt avseende fjärranalys av blixtar. Tanken på sikt är att genom vissa grundläggande studier av de elektromagnetiska fälten få en bas för teknisk utveckling av bättre skydd mot blixtnedslag i distributionssystemet för elektrisk kraft och elektroniska informationsöverföringssystem.

Resurser

Totalt uppgår rådets insatser inom forskning rörande energiomvandling i fysikaliska system till 15,45 milj kr för 88/89. Av detta belopp avser 5,06 milj kr HTS-forskning och 3,00 milj kr elektrokemi.

I totalbeloppet ingår doktorandtjänster i följande ämnen:

Fasta elektrolyter	2
Ledande polymerer	1
Elektronstrukturstudier av fasta material	1
HTS	9
	13

Med medel ur anslaget till Naturvetenskaplig forskning (Utb.) bekostas tre forskartjänster vilka ha bäring på området energiomvandling i fysikaliska system:

Förbränningskemi
Energiinriktad tillämpad fysik
Fysikalisk och kemisk syntes av högtemperatursupraledare

1.2.3 Miljöeffekter av energiomvandling

NFR:s forskningsprojekt berör främst miljöeffekter knutna till oxidationscykeln och endast i ringa grad miljöeffekter av fissionscykeln (radioekologi).

Oxidationscykeln

De klimatiska effekterna av den ökande koldioxidhalten i atmosfären har under senare år tilldragit sig stort intresse. NFR har under ett 15-tal år stött forskning rörande den årliga ökningen av koldioxidhalten och dess variationer samt rörande havets och landvegetationens roll i kolcykeln. Under senare år har detta forskningsstöd kanaliserats via anslagsposten till energirelaterad grundforskning.

Atmosfärkemiska processer som har betydelse för förståelsen av svavlets, kvicksilvrets och vissa spårmetallers biogeokemiska kretslopp studeras i NFR-projekt. Forskning med NFR-stöd bedrivs även rörande atmosfärkemisk oxidation av kolväten. De bildade peroxiderna antas spela en viktig roll i många kemiska processer i lufthavet.

För spridning och deponering av emissioner har turbulensstrukturen närmast marken stor betydelse. Ett meteorologiskt projekt med denna innebörd stöds av NFR.

Kolhaltiga partiklar från förbränning av olja och kol är goda markörer för nedfall av luftföroreningar. Sådana partiklar finns överallt i landet. I marken i industrialiserade områden rör det sig om tiotals eller hundratals miljoner partiklar per kvm markyta; i fjälltrakterna är antalet lägre. NFR stöder ett projekt som innebär utveckling av mätmetodiken för dessa och andra markörer och forskning rörande betydelse av denna belastning av mark och sediment.

Miljövårdsforskningen som är inriktad på akuta problem, behöver kunskap om klimatförändringar, landskapsförändringar och belastningar på miljön långt tillbaka i tiden för att förstå de processer som pågår i vår samtida miljö. De nyssnämnda studierna av antropogena partiklar är ett sätt att tillgodose detta behov. Ett annat är miljöhistorisk forskning baserad på sedimentundersökningar. Även musselskal kan användas som miljöarkiv och metodutvecklingen på detta område ingår i ett NFR-projekt.

Fissionscykeln

Det forskningsområde det främst gäller är radioekologi. Inom detta studeras de radioaktiva föreningarnas spridningsvägar i ekosystemen fram till de organismer som tar upp dessa föreningar.

NFR:s stöd till radioekologisk forskning har successivt minskat och uppgår under budgetåret 1988/89 till ett relativt obetydligt belopp. Orsakerna till denna minskning är flera. Radioekologerna har, särskilt efter

Tjernobyl-olyckan, upptagits av uppdragsforskning av akut karaktär som medfört att den grundläggande och långsiktiga forskningsverksamheten måst skjutas åt sidan. Rådet har konstaterat att de projekt som föreslagits av forskarna inte varit inriktade på vetenskapligt intressanta problem i den utsträckning som krävs för att klara konkurrensen om NFR:s medel. Ett utökat samarbete mellan radioekologer/fysiker och ekologer behövs. Rådet som anser att det är angeläget med forskning inom den grundläggande radioekologin och att landet förfogar över god kompetens för detta, har tagit upp saken med radioekologerna vid ett seminarium i höstas. Rådets stöd till radioekologin sker i nära samarbete med statens strålskyddsinstitut, som också var representerat vid seminariet.

Resurser

Totalt uppgår rådets insatser för forskning rörande miljöeffekter av energiomvandling till 2,10 milj kr under budgetåret 1988/89. Huvuddelen av beloppet eller 2,05 milj kr avser oxidationscykeln.

Totalbeloppet innefattar följande doktorandtjänster:

Kolcykeln	1
Geokemiskt arkiv	1
Kvicksilverföreningars atmosfärkemi	1
Reducerade svavelföreningars atmosfärkemi	1
	4

Med medel ur anslaget Naturvetenskaplig forskning (Utb) bekostas två forskartjänster som är av direkt intresse för området miljöeffekter av energiomvandling:

Miljömätteknik avseende föroreningar i luft
Paleoekologi, särskilt miljöhistorisk analys

1.3 Utvärderingar

Kvaliteten hos NFR:s forskningsprojekt är fortlöpande föremål för granskning och utvärdering av utländska experter. De projekt som bekostas med medel ur anslagsposten till energirelaterad grundforskning utgör härvidlag inte något undantag. När utvärderingar görs tas de projekt rutinmässigt med som gäller energirelaterad grundforskning och som faller inom utvärderingsområdet ifråga. Resultatet hittills av gjorda utvärderingar visar att de energirelaterade projekten håller en internationellt sett god och i flera fall mycket god kvalité.

2. Långsiktiga bindningar

Rådet har beviljat projektmedel t o m budgetåret 1989/90, d v s intill utgången av den innevarande 3-årsperioden för energiforskningsprogrammet. Formellt upphör sålunda avtalen (kontrakten) med forskarna vid utgången av detta budgetår. I realiteten rör det sig emellertid om betydligt mera långsiktiga bindningar från rådets sida, om de vetenskapliga insatserna i projekten skall kunna tillvaratas i form av kompetensuppbyggnad och ny kunskap.

3. Arbetsfördelning mellan programorganen

Programorganens insatser samordnas för NFR:s vidkommande i dess energiutskott, där berörda programorgan är representerade. Utskottet ger förslag

till rådet beträffande ansökningar om medel för forskningsprojekt. Då flera programorgan berörs av en ansökan diskuterar utskottet samordning och arbetsfördelning och några oklarheter och osäkerheter i dessa frågor har för NFR:s del inte behövt uppkomma.

4. Mål och medel på längre sikt

I underlaget till EFU 90 skall målen på sex års sikt anges ävensom en utblick mot år 2010.

Under avsnittet 1.1 har NFR angivit de nuvarande målen för den energirelaterade grundforskning som rådet stöder. Någon ändring av dessa mål förefaller inte aktuell utan de bör tillsvidare kunna gälla under de närmaste sex åren samt också i det långsiktiga perspektivet mot år 2010.

Den vetenskapliga inriktningen bestäms av utvecklingen inom berörda naturvetenskaper. Flexibilitet i rådets anslagsbeviljande verksamhet måste upprätthållas för att oförutsedda händelser skall kunna mötas. Ett exempel härpå är genombrottet för forskningen på HTS-området som visade betydelsen av en strategisk medelsreserv när det gällde att snabbt få igång stöd till denna forskning. Ett tidigare exempel är gentekniken som fångats upp inom den energirelaterade grundforskningen som en kraftfull metod bl a inom lövträdsgenetiken. Kännetecknande för NFR:s forskningsstödjande verksamhet är att den huvudsakligen bygger på forskarnas egna förslag. Ett stort intresse för energirelaterad grundforskning har vuxit fram vid de naturvetenskapligt inriktade högskoleinstitutionerna och det är viktigt att tillvarata detta. Detta intresse kommer även framöver att bestämma forskningsprojektens innehåll och omfattning.

NFR avser emellertid att också i fortsättningen initiera forskning inom områden som rådet bedömer som angelägna för utvecklingen på energiområdet. Miljöeffekterna av energiomvandling kommer därvid att stå i centrum. Grundläggande forskning behövs rörande mekanismer som är av betydelse för förståelsen av transport- och omvandlingsprocesser för antropogent frigjorda ämnen i atmosfären och i marken liksom för biologiska effekter av föroreningar. Studiet av biologiska effekter av föroreningar i atmosfären bör särskilt inriktas på förändrade betingelser för växter och för människors hälsa till följd av en ökad UVB-strålning. Vidare bör forskningen om drivhusgaser utvidgas till att omfatta även andra ämnen än koldioxid, främst metan och dikväveoxid. Betr koldioxidproblemet se punkt 6. Atmosfärkemin som innefattar processer både i troposfären och atmosfären, kommer sålunda även framgent att vara ett viktigt forskningsområde.

Den grundläggande energiforskningen bör på längre sikt kunna ge en bas för utvecklande av alternativa energisystem - i första hand baserade på vätgasproduktion - samt nya lagrings- och överföringssystem. Förstärkta insatser kommer att behövas betr exempelvis fotofysikaliska och fotokemiska processer och på materialforskningens område. Den sistnämnda berör omvandling, lagring och transport av energi och intar sålunda en central roll i den energirelaterade grundforskningen. På områden som enkristalltillväxt, tunnfilm och biologiska långtidseffekter av skilda material behövs ökade forskningsinsatser.

Vad gäller medlen för at åstadkomma de önskvärda forskningsinsatserna, så kommer NFR att använda sig av den sedan flera år använda uppsättningen, nämligen

- projektstöd
- forskarbefattningar
- gästforskarstipendier
- postdoktorstipendier
- friköp av högskolelektorer
- doktorandtjänster
- internationellt forskningssamarbete

De sex förstnämnda torde vara alltför välkända för att behöva en närmare presentation.

Det internationella forskningssamarbetet försiggår huvudsakligen genom forskarnas egna kontakter med kollegor i utlandet. Projektstöden kan användas för vetenskapligt samarbete av detta slag.

Genom EG:s ramprogram för forskning och utveckling öppnas nya vägar för det europacentrerade samarbetet. Inom detta ramprogram finns ett delprogram, benämnt JOULE, vilket innefattar icke-nukleär energiforskning. Av de uppgifter rådet hittills inhämtat förefaller detta program ha en inriktning som delvis sammanfaller med rådets insatser på den energirelaterade grundforskningens område. Rådet har ännu ej tillräckligt underlag för en mera ingående bedömning av JOULE-programmet och betydelsen av en ev svensk anslutning till densamma. Det är emellertid angeläget att EFU 90 i sina överväganden tar upp denna fråga.

Sverige har anmält ett intresse att delta som fullvärdig medlem i EG:s program för miljövårdsforskning. Deltagandet avser delprogrammen STEP (Science and Technology for Environmental Protection) och EPOCH (European Programme on Climatology and Natural Hazards). Förhandlingar pågår och det är därför ännu oklart vad en sådan anslutning skulle innebära för NFR:s forskning. Främst inom EPOCH planeras forskning som är av intresse för området miljöeffekter av energiomvandling.

Ett ökat forskningssamarbete rörande miljöeffekter torde också komma in via The International Geosphere-Biosphere Programme, a Study of Global Change som initierats av ICSU.[1]

5. Omfattningen av energiforskningen inom NFR:s område under perioden 1990/91 - 1992/93

Enligt direktiven från Efu 90 skall omfattningen beräknas enligt tre olika alternativ som framräknats av Efu 90. Beräkningarna är baserade på hela anslaget till det nationella energiforskningsprogrammet för budgetåret 1988/89 och ger vid proportionell fördelning på programorganen ett utfall för NFR om 76 milj kr (alt 1), 64 milj kr (alt 2) och 87 milj kr (alt 3).

Efu 90:s sätt att räkna missgynnar NFR. En rättvisande bild erhålls om man utgår från det belopp NFR i realiteten förfogar över. Anslagsposten till NFR är för hela den innevarande treårsperioden 71 764 000 kr. En uppräkning med 6 % tre gånger och därefter en reduktion med 5 %, d v s de tal Efu 90 använder för sitt alt 1 och som får antas ge inflationstäckning, ger 81 milj kr. Alt 2 ger 68 milj kr och alt 3 92 milj kr. Det bör observeras att de särskilda medlen till NFR för HTS-forskning (3 milj kr) inte ingår i dessa eller i de av Efu 90 angivna beloppen.

---

1) International Council of Scientific Unions. Svenskt kontaktorgan är Vetenskapsakademin.

Alt 1 81 milj kr. Detta alternativ innebär i realiteten status quo, under förutsättning att den gjorda uppräkningen täcker kommande löne- och prisökningar. Tas hänsyn till de särskilda medlen för HTS-forskning vilka huvudsakligen avser långsiktiga åtgärder innebär alternativet en reell minskning i förhållande till nuläget. Vad forskningsinsatserna beträffar innebär alternativet följande. Ökade kostnader för insatser på miljöeffektområdet av det slag som antytts i avsnitt 4 kan endast ske i mycket begränsad omfattning och genom omprioriteringar. Med tanke på att existerande projekt överlag innebär långsiktiga åtaganden och är av hög kvalitet och energirelevans skulle omprioriteringar innebära att man riskerar att tappa kompetens på flera forskningsområden. Den forskarrekrytering som rådet igångsatt med ett flertal doktorandtjänster kommer att behöva avbrytas. Inte heller kommer rådet att genom postdoktortjänster, stipendier och friköp kunna säkra en rimlig andel av denna personal för fortsatt verksamhet inom den energirelaterade grundforskningen. Med hänvisning till att detta alternativ betyder ett stillestånd i uppbyggnaden av en forskningsverksamhet av basal betydelse för den framtida FoU-verksamheten på energiområdet, avstyrker NFR detta alternativ.

Alt 2 68 milj kr. Detta alternativ innebär en kraftig tillbakagång för den energirelaterade grundforskningen. Den potential ifråga om kompetens som nu finns på detta område skulle inte tillvaratas. NFR avstyrker detta alternativ.

Alt 3 92 milj kr. De forskningsinsatser som angivits under punkt 5 och som gäller

- miljöeffekter (atmosfärkemiska processer, drivhusgaser, UVB-strålningseffekter)

- materialforskning och vissa andra områden av betydelse för icke koldioxidproducerande energisystem

kan initieras och byggas upp. Alternativet medger en rimlig insats i det internationella forskningssamabetet inom EG (JOULE och EPOCH) samt inom Global Change-programmet. Forskarrekryteringen kan upprätthållas och säkras på längre sikt genom postdoktorbefattningar, stipendier, friköp av högskolelektorer och andra åtgärder.

Själva grundtanken i NFR:s satsningar är ju att genom ett relativt marginellt tillskott av medel få forskare inom naturvetenskaperna att inrikta sin forskning på områden av intresse för den långsiktiga energiforskningen. Alternativ 3 enligt NFR:s beräkning innebär en fortsatt möjlighet att upprätthålla denna princip.

6. Koldioxidproblemet

Enligt direktiven från Efu 90 skall varje programorgan ge förslag till forskningsinsatser inom områden som positivt kan bidra till en reduktion av utsläppen av koldioxid.

Genom att fossila bränslen i stor skala och i en med tiden alltmer stegrad omfattning använts alltsedan industrialismens början, har mängden kol som tillföres den globala kolcykeln stadigt ökat och uppgår nu till enorma tal. Dagens forskningsresultat visar att de stora upptagen av detta

kol sker i atmosfären och i oceanerna. Globalt sett frigöres dessutom för närvarande också betydande mängder kol genom destruktion av stora ekosystem (t ex tropiska regnskogar) och mark inkl torvmaker. I dagens läge förfaller det att finnas små möjligheter att reducera mängden kol i atmosfären. Visserligen skulle mycket stora arealer av skog kunna nyplanteras och genom fotosyntesen fixera kol i organiska föreningar, men detta är dock enbart en temporär och sannolikt otillräcklig åtgärd. Så småningom utsätts det organiska materialet för oxidation och bryts ned varvid kolet ånyo frigörs. Den nuvarande mängden kol i kolcykeln förefaller därför för ögonblicket svårligen kunna minskas. För att koldioxidutsläppen[1] skall ligga kvar på nuvarande nivå, krävs att användningen av fossila bränslen inte ökar. Skall utsläppen minska, måste i princip användningen av fossila bränslen minska.

Efter att ha tagit del av UNEP:s[2] skrift "The Greenhouse Gases" står det klart att de möjligheter som finns att minska fossilbränsleanvändningen dels att göra energinyttjandet effektivare och dels att ersätta fossilbränslena med energikällor som inte ger tillskott av koldioxid. Alternativen här är biomassa, solenergi, vind- och vågkraft, kärnenergi och fusionskraft. Någon inverkan på den växthuseffekt man kan förvänta omkring år 2030 skulle dock inte kunna åstadkommas, fortfarande enligt UNEP. Vid en övergång från kol till naturgas kan dock en reduktion i utsläppen åstadkommas.

En annan sak är de effekter i form av höjd medeltemperatur och därav föranledda klimatiska förändringar som kan uppstå till följd av en ökning av koldioxidhalten i atmosfären.

Här behövs grundläggande forskning inom ett flertal ämnesområden. Internationella forskningsprogram inom ramen för Global Change växer nu fram och det är angeläget med en kraftfull insats från svensk sida inom ramen för detta program. Forskning av detta slag är nödvändig för att vi skall få bättre kunskap om hur ändringar i det globala klimatet påverkar jordbruk, skogsbruk, vattentillgångar, hälsa och behovet av energi (elektrisk kraft). En naturlig länk i detta forskningssamarbete är NFR:s energirelaterade grundforskning.

Särskilt angeläget är att inom detta program dels fördjupa studierna av kolcykeln, där åtskilliga flöden ännu är otillräckligt kvantifierade, dels att från fysiologiska och ekologiska utgångspunkter göra grundläggande studier av hur kolflödet (fotosyntes, upplagring i biomassa och mikrobiologisk nedbrytning) kan tänkas påverkat av ett ändrat klimat och en ytterligare ökad koldioxidhalt i atmosfären.

7. Sammanfattning

Sammanfattningsvis föreslår rådet att en medelsram enligt alternativ 3 (92 milj kr) anvisas rådet för energirelaterad grundforskning under perioden 1990/91-1992/93. Ett belopp i denna storleksordning skulle göra det möjligt att fullfölja det nuvarande forskningsprogrammet samt bygga ut forskningen rörande miljöeffekter av energiomvandling, särskilt de globala. Vidare medger detta alternativ satsningar på vissa områden av särskild betydelse för icke koldioxidproducerande energisystem samt deltagande i det internationella forskningssamarbete som nu växer fram (JOULE,

---

1) Från värmeverk, värmepannor, kraftverk, förbränningsmotorer etc
2) United Nations Environmental Programme

EPOCH, Global Change) och som kan förväntas bli av vitalt intresse för den energirelaterade grundforskningen.

EG:s energiprogram JOULE förefaller att ha en inriktning som skulle göra en svensk anslutning till programmet till en naturlig komplettering av NFR:s egna insatser. Efu 90 bör därför överväga anslutning till JOULE-programmet.

PM

Anders Flodström

NATIONELLT MATERIALTEKNISKT PROGRAM

Liksom andra myndigheter har rådet noterat att inom industriländer som Japan, USA och Västtyskland görs stora satsningar på utveckling av nya material, på förbättringar av existerande material och på att skapa material som exempelvis är energibesparande och miljövänliga vid tillverkning, användning och i förbrukat skick. Det har mot den bakgrunden ansetts oroande att Sverige inom många viktiga materialområden har en alltför liten tekniskt vetenskaplig kompetens och/eller tekniskt industriell bas. För rådet framstår det även av rent inomvetenskapliga skäl klart att utvecklingen av grundläggande forskning inom materialområdet är av stort intresse och förstärkta resurser angelägna.

På initiativ av STU sammanställer ett flertal myndigheter ett dokument som har till syfte att inför de forskningsrespektive näringspolitiska propositionerna påvisa behovet av förstärkta insatser inom det materialtekniska/vetenskapliga området och konsekvenserna av uteblivna satsningar. Programmet täcker hela kedjan utbildning, grundforskning, tillämpad forskning och och industriell tillämpning. NFR:s ansvar gäller grundforskningen och det är för förstärkningar inom det området som rådet här äskar medel.

Traditionellt stöder rådet området materialvetenskap genom projektstöd inom områdena oorganisk kemi inkl fasta tillståndets kemi, fasta tillståndets fysik och inom området energirelaterad grundforskning. I rådets återkommande internationella utvärderingar har under den senaste treårsperioden många projekt inom det materialvetenskapliga området utvärderats med goda vitsord. Det finns således inom landet en kärna av excellent materialforskning. Rådets totala stöd till denna forskning uppgår för närvarande till ca 32 Mkr/år, varav ca 9 Mkr inom rådets anslag för energirelaterad forskning.

Materialområdet genomgår för närvarande internationellt en stark expansion där den tvärvetenskapliga nödvändigheten blir alltmer markant. De stora genombrotten (t ex halvledare, supraledare, magnetiska material, ledande polymerer etc) över de traditionella ämnesgränserna mellan kemister och fysiker.

Samtidigt har de nya avancerade materialen tvingat fram ett behov av strukturanalystekniker baserade på neutron- och synkrotronstrålning. Det har varit rådets strategi att genom avtal och finansiella insatser försäkra svenska forskare tillgång till sådana anläggningar.

Denna utveckling har förutsetts av rådet och en planering och resurstilldelning inom givna ramar har skett för att skapa en positiv utveckling av materialområdet. Rådet har dock nödsakats se att utvecklingens styrka och möjligheter inomvetenskapligt och tvärvetenskapligt inte på något sätt motsvarar de resurser som funnits tillgängliga. Rådet har

också insett att gränsöverskridande och långsiktigare forskningsbevilininger inom de gängse projektstöden måste komplettera satsningarna inom materialområdet.

Klassiskt kan man indela materialområdet efter materialslag. Rådet har emellertid valt en annan indelning som bättre återspeglar grundforskningsproblematik och utvecklingstrender. Fem områden av betydande materialintresse har särskilt uppmärksammats. Med de ökade möjligheterna till avancerade beräkningar på materialrelevanta system har den kondenserade materiens teori kommit i förgrunden. Spektroskopi i skilda former intar en central roll i studier av massiva material och ytor. En nödvändig förutsättning för materialforskning är tillgång till väl framställda material i form av enkristaller och tunna filmer. Särskilda utredningar har ägnats områdena enkristalltillväxt och tunnfilm. En noggrann karakterisering avseende fysikaliska egenskaper är en viktig hörnpelare i all materialforskning varför det är angeläget med en hög kompetens inom området fysikaliska mätningar . Dessa områden beskrivs ytterligare i bilaga ...

Även om rådet här lyfter fram vissa delområden innebär det självfallet inte att stödet till andra etablerade områden skall försvinna. T ex inom området strukturkemi finns i landet en tradition och kompetens som är av stor relevans för det nationella materialtekniska programmet under förutsättning att även i fortsättningen relevanta resurser ställs till förfogande.

Motsvarande resonemang kan föras beträffande materialfysik inom halvledarområdet. Här har tidigare satsningar inom NMP- och IT-programmen fört fram denna del av materialfysiken till forskningsfronten. Dessa satsningar bör utnyttjas inom ett nytt materialprogram.

Rådet finner också att det fortsättningsvis föreligger ett stort grundforskningsbehov för optiska, elektriska, magnetiska och mekaniska samt biokompatibla material. Matematiska studier av icke-linjära fenomen kommer att få ökad betydelse. Detektorutvecklingen inom elementarpartikel- och kärnfysik är synnerligen materialberoende angelägen. Biologiska långtidseffekter för skilda material är ett område där ökade grundforskningsinsatser krävs.

Konsortier

En meningsfull satsning inom det materialvetenskapliga området kräver nya samarbetsformer mellan forskare över nuvarande gränser inom den befintliga ämnesstrukturen vid högskolor/universitet. NFR och STU inbjöd forskarsamhället att söka planeringsbidrag för att lämna förslag till tvärvetenskapliga centra (konsortier). Drygt 70 ansökningar kom in. Efter en urvalsprocess återstår nu ett tiotal konsortieförslag ämnade att ingå i det nationella programmet.

NFR:s och STU:s gemensamma avsikt med detta experiment med nya samverkansformer är att åstadkomma tvärvetenskapliga förstärkningar inom högskolesystemet. Målet är en strukturerad och överkritisk satsning inom vissa strategiskt vikti-

ga materialvetenskaliga områden. Internationella paralleller finns t ex i USA, Storbritannien och Västtyskland. Konsortierna förväntas arbeta 5-10 år med en utvärdering efter 3-4 år.

Det tänkta basstödet per konsortium varierar med omfattning och förutsättningar men avses i medeltal vara 3 Mkr/år.

NFR och STU äskar gemensamt 90 Mkr för den kommande treårsperioden. För rådets del äskas 40 Mkr för perioden. För att åstadkomma en effektiv start äskas en tredjedel av beloppet per år. Rådet har ingen möjlighet att genomföra projekten inom nuvarande ramar.

Projektstöd

Rådet finner det motiverat att kraftigt öka projektstödet till existerande bärkraftiga projekt ävensom till satsningar på nya områden. För att ge det nationella materialtekniska programmet avsedd genomslagskraft äskas totalt 60 Mkr för den kommande treårsperioden fördelade 15, 20, 25 Mkr resp år. Behovet av ökade medel från rådets anslag för energirelaterad forskning är:

Nuvarande stöd	År 1	År 2	År 3
9	+4,5	+6,0	+7,5
	13,5 Mkr	15,0 Mkr	16,5 Mkr

Utöver sedvanliga bidrag till material och resor planerar rådet att inom ovan angivna 60 Mkr inrätta ett tjugotal doktorandtjänster, ett tiotal forskarassistenttjänster och ca 5 eo forskartjänster. Behovet av inrättandet av nya professurer inom centrala delar av området kan förutses.

Rådet avser att fullfölja de materialteknikrelaterade satsningarna på såväl nationella som internationella storforskningsfaciliteter. Detta kommer att ske inom ramen för ökat direkt projektstöd till användarna. Rådet anser detta väsentligt med tanke på den tvärvetenskap och internationalisering forskning vid dessa anläggningar medför.

Utrustning

Det materialvetenskapliga området är till sin natur utrustningsintensivt. Ett stort behov av medel för dyrbar utrustning (>400 kkr) över FRN-ramen föreligger. NFR och STU skattar detta behov till ca 50 Mkr/år.

BILAGA 7

Underlag från statens energiverk
med underbilagor

UNDERLAG FRÅN STATENS ENERGIVERK

Innehåll

Förslag till energiforskning 1990-93

Bilaga 1: Skogsbränslen

Bilaga 2: Energiodling

Bilaga 3: Torv

Bilaga 4: Kol

Bilaga 5: Avfall

Bilaga 6: Alternativa drivmedel

Bilaga 7: Förbränning och förgasning

Bilaga 8: Värmekraft/kraftvärme

Bilaga 9: Nya processer för elproduktion

Bilaga 10: Vindkraft

Bilaga 11-15: Värmeteknik

Bilaga 16: Kommunal energiplanering

Bilaga 17: Planering av energiforskningen med beaktande av klimatpåverkande gaser

Bilaga 18: Miljöfrågornas behandling i energiforskningsprogramet

Förslag till energiförsörjning 1990-91

Bilaga 1: Bränslescenarier

Bilaga 2: Energiodling

Bilaga 3: Torv

Bilaga 4: Kol

Bilaga 5: Avfall

Bilaga 6: Alternativa drivmedel

Bilaga 7: Fjärrvärmning och fjärrkyla

Bilaga 8: Värmeisolering/Kraftvärme

Bilaga 9: Nya processer för elproduktion

Bilaga 10: Vindkraft

Bilaga 11-12: Vågkraft

Bilaga 16: Kommunal energiplanering

Bilaga 17: Planering av energiförsörjningen
Genomgång av klimatpåverkande gaser

Bilaga 18: Miljöfrågornas behandling i
energiforskningsprogrammet

Statens energiverk
Forsknings- och
utvecklingsavdelningen
Ac Jan Magnusson/BE

1988-12-05

Dnr
06-0898/88

Energiforskningsutredningen -EFU 90
Miljö- och energidepartementet
103 33 STOCKHOLM

Förslag till energiforskning 1990-93

Statens energiverk överlämnar härmed det underlag som begärts i skrivelse 1988-09-19. I det följande redovisas vissa utgångspunkter för verkets planering och en sammanfattning av förslaget till omfattning och inriktning av forskningen inom verkets ansvarsområde. De mer detaljerade
./. planerna för resp teknikområde framgår av bilagorna 1-16.
./. I bilagorna 17 och 18 diskuteras forskningsinsatserna mot bakgrund av ambitionerna att minska utsläppen av klimatpåverkande gaser resp i ett miljöperspektiv.

De planer som redovisas bör ses som ett första förslag till forskningsinsatser under perioden 1990-93. Fortsatta överväganden och diskussioner mellan energiverket och energiforskningsutredningen bör genomföras under vintern/-våren 1989.

Energiforskningen i perspektiv

Ekonomiskt uppgår omsättningen på hela energiområdet till ca 100 miljarder kr per år. Enbart statens vattenfallsverk, som svarar för hälften av elförsörjningen, har en årlig omsättning om ca 17 miljarder kr. De kommunala energiverken levererar fjärrvärme för drygt 10 miljarder kr per år.

Den kommande omställningen av energisystemet kräver mycket omfattande investeringar. Som exempel kan nämnas att ny elproduktionskapacitet i ett större kraftverk kostar ca 5-8 miljarder kr i investeringar. Vattenfall planerar enligt sin anslagsframställning att enbart under den kommande treårsperioden investera för ca 17 miljarder kr, varav hälften inom elproduktionsområdet.

1783k

Post: Statens energiverk
11787 STOCKHOLM
Besök: Liljeholmsvägen 30
Liljeholmen
Telefon: 08-744 95 00
Postgiro: 95 06 70-0
Telegram: Energyadmin
Telex: 128 70 ENERGY S

Staten satsar ca 0,3 miljarder kr per år på sektorsforskning inom energiområdet och ca 0,1 miljarder kr på utveckling (energiteknikfonden och experimentbyggnadsanslaget). Den statligt finansierade forsknings- och utvecklingsverksamheten framöver bör ses mot bakgrund av dels den stora omsättningen och investeringsbehovet på energiområdet, dels de markerade politiska intentionerna för områdets utveckling. Enligt de beslutade riktlinjerna för energipolitiken är det i hög grad utvecklingen av alternativ till elanvändning och kärnkraftsproduktion som skall skapa förutsättningar för omställningen av energisystemet. I ljuset härav framstår de statliga forsknings- och utvecklingsinsatserna som begränsade.

Omfattningen av forskningen

Det statliga energiforskningsprogrammet har byggts upp relativt snabbt. Anslagstilldelningen har under de fem treårsperioderna varit 366 Mkr, 835 Mkr, 1 400 Mkr, 1 190 Mkr och 1 048 Mkr. Tillförseldelen, som energiverket nu ansvarar för, utgör ca hälften av programmet. De första treårsperioderna var verksamheten under uppbyggnad samtidigt som kraven på snabba resultat i form av förbättrad kunskap, ny teknik, snabb oljeersättning var stora. Man befann sig i vad som kan betecknas som en kombination av ett uppbyggnadsskede och ett kampanjskede, där den senare aspekten kom att dominera.

Några år in på 1980-talet kom arbetet med energiforskningsprogrammet mer att inriktas på kompetensuppbyggnad inom grundläggande och tillämpad forskning. Betoningen av vetenskaplig kvalitet blev starkare. Ramprogram kom att användas i större utsträckning. Högskoleandelen i programmet ökades successivt. Denna utveckling är tämligen naturlig för ett sektorforskningsprogram. Den skedde dessutom under en period som närmast kan betecknas som en konsolideringsfas på energiområdet.

Övergången till mer högskoleforskning och starkare betoning av vetenskaplig kvalitet gjordes samtidigt som tillgången på medel inom energiforskningsprogrammet var tämligen stor. Detta ledde till en viss eftersläpning och uppbyggnad av sk reservation på energiforskningsanslaget. Huvudskälet härtill var ambitionen att finna, stödja och utveckla forskargrupper av god kvalitet för verksamhet inom energiforskningsprogrammet, vilket kräver en successiv uppbyggnad under flera år. Energiforskningsanslagets karaktär av treårigt reservationsanslag med möjlighet till överföringar av medel mellan treårsperioderna har här visat sig vara ett tämligen hyggligt instrument. Vissa förbättringar kan dock göras när det gäller möjligheterna till långsiktiga åtaganden.

Den successiva uppbyggnaden av energiforskningsanslaget har lett till att forskningen om energitillförsel (energiverkets anslag) nu bedrivs i en omfattning av ca 150 Mkr per år. Inklusive administrativa överföringar om drygt 10 Mkr per år blir omfattningen således ca 480 Mkr, vilket är ca 100 Mkr mer än medelstilldelningen under innevarande treårsperiod. Skillnaden består i att reservationsmedel från tidigare treårsperiod tagits i anspråk.

Vikten av kontinuitet och långsiktighet måste betonas starkt om forskning av god kvalitet skall kunna bibehållas inom sektorforskningsprogrammet. Formella och reella åtaganden blir av väsentligt större omfattning än vid ett mer kortsiktigt inriktat program. En doktorsexamen, som ofta bygger på verksamhet finansierad med sektorforskningsmedel, kräver i genomsnitt arbete under en period av 5-6 år. Antalet sexåriga forskartjänster (sk mellantjänster) har ökat inom energiverkets ansvarsområde och en ytterligare utbyggnad pågår. Ramprogram används i större utsträckning. Sådana program innebär att institutioner med verksamhet av god kvalitet inom områden av central betydelse för energiområdets utveckling kan arbeta mer långsiktigt och utan detaljstyrning.

De resursalternativ som energiforskningsutredningen har angivit för programmet Energitillförsel motsvarar inte verksamhetsnivån under innevarande treårsperiod. (Detta torde till en del bero på ett missförstånd, vilket energiverket 1988-09-29 påpekat i brev till utredningen). Samtliga alternativ skulle medföra att delar av den forskning som har byggts upp måste omprövas och nedskärningar göras. En omedelbar konsekvens skulle bli att den uppbyggnad av forskningen, som fortfarande pågår inom vissa teknikområden, t ex värmekraft och ny elproduktionsteknik, måste avbrytas under innevarande treårsperiod. Särskilt mot bakgrund av de energipolitiska besluten och det behov av grundläggande och tillämpad forskning som dessa för med sig skulle en sådan neddragning skapa problem. I det följande redovisas som ett huvudalternativ verksamhet inom tillförselområdet omfattande 450 Mkr. (Överföringar om ca 33 Mkr från forskningsanslaget till energiverkets myndighetsanslag har därvid inte inkluderats). Detta innebär främst ett fullföljande av nuvarande verksamhet. Vidare diskuteras ett lägre alternativ om 375 Mkr.

Andra aktörer

Vid forskning och utveckling på ett nytt område eller med en ny inriktning måste staten ofta finansiera verksamhet också i sena led av utvecklingskedjan och nära marknaden. Orsakerna till detta kan vara många: det saknas aktörer, engagemang och intresse för den önskade utvecklingen finns inte, de ekonomiska riskerna bedöms av andra vara för stora osv. Efterhand som ett nytt teknikområde lyckas bli mer

etablerat kommer mer traditionella aktörer - tillverkningsföretag, beställare, konsulter - att engagera sig mer inom området. De krafter som normalt leder utvecklingen framåt i en ekonomi som den svenska kommer att verka. Staten kan därmed sägas återgå till mer traditionella uppgifter som att svara för grundläggande forskning. Dessa grundläggande, tillämpade och mer marknadsnära insatser kan variera över tiden och inom olika teknikområden.

Efter drygt tio år av statlig sektorforskning är många av dessa energiteknikområden i ett sådant skede att andra aktörer svarar för delar av teknikutvecklingen. Kraftindustrin har under senare år ökat sina utvecklingsansträngningar - som enskilda företag och kollektivt genom Svensk Energiutveckling AB (SEU). Samtidigt som detta kan konstateras med tillfredsställelse måste dock noteras att utvecklingsinsatserna måste öka framöver om omställningen av energisystemet skall kunna genomföras på avsett sätt.

Inom den kommunala delen av energisektorn är - åtminstone de kollektiva - utvecklingsinsatserna mer blygsamma. Kommunerna deltar i utvecklingsarbetet inom Stiftelsen Värmeteknisk forskning (Värmeforsk) med ca 4 Mkr och i SEU med ca 10 Mkr per år. En hel del resurser av utvecklingskaraktär används förstås av varje kommunalt energiverk som uppför en ny anläggning men de gemensamma ansträngningarna är således små, vilket är särskilt bekymmersamt eftersom kommunerna sannolikt kommer att spela en ökande roll på energiområdet i samband med omställningen. Ökade insatser och en samlad utvecklingssatsning för den kommunala energiverksamheten är därför angelägna.

Andra statliga utvecklingsinsatser

Energiforskningsprogrammet är nu framför allt inriktat på uppbyggnad av kunskap och kompetens av god kvalitet inom verksamhetsfält, som är viktiga för energiområdets utveckling. Avsikten är att denna kunskap skall lägga en grund för och utnyttjas i den tekniska utvecklingen. I vilken utsträckning så sker beror i hög grad på hur verksamheten organiseras. En sektormyndighet som statens energiverk med överblick över och engagemang i alla led av utvecklingskedjan - grundläggande forskning, tillämpad forskning, teknikutveckling, marknad - har - något schematiskt - möjlighet att identifiera kunskapsbrister inom ett teknikområde och genom insatser av t ex forskningskaraktär avhjälpa dessa. Verket strävar efter att skapa institutionella förhållanden som gör att aktörer från olika led av utvecklingskedjan - forskare, tillverkningsföretag, energiföretag - knyts ihop. Därigenom bör forskningen få en inriktning som är energirelevant och resultaten komma att utnyttjas utan omvägar. Sådana lösningar är möjliga inom teknikområden där det finns etablerade aktörer, t ex inom

förbränningstekniken och stora delar av elproduktionstekniken. Inom flera teknikområden, främst sådana som är inriktade på småskalig tillämpning, saknas dock ännu starka aktörer, vilket gör det svårare för staten att medverka till att skapa goda institutionella förhållanden. Ett större direkt engagemang ifrån statens sida i teknikutvecklingen kan då behövas om utvecklingen skall påskyndas. Mot bakgrund av den markerade politiska ambitionen för energisystemets utveckling krävs därvid utvecklingsinsatser inom energiforskningsprogrammet och - framför allt - via energiteknikfonden.

Energiverkets forskningsprogram och den utvecklingsstödjande verksamheten, främst med hjälp av energiteknikfonden, bör ses i ett sammanhang. Insatserna både kompletterar och förutsätter varandra. Det förslag till forskningsprogram som redovisas i det följande utgår ifrån att energiteknikfonden kommer att finnas kvar och medge stöd till teknisk utveckling i erforderlig omfattning.

Begrepp

Forskningen beskrivs ofta med begrepp som grundforskning, grundläggande forskning, riktad grundforskning, förståelseforskning, långsiktigt motiverad forskning etc. Begreppen är inte entydiga och några allmänt accepterade definitioner finns knappast. Verket har valt att i det följande tala om grundläggande forskning, tillämpad forskning och teknikutveckling. Något förenklat kan dessa begrepp definieras sålunda:

- den grundläggande forskningen skall svara på frågan varför

- den tillämpade forskningen skall svara på frågan hur

- teknikutvecklingen skall visa hur mycket det kostar.

Vilken typ av forskning som bör betecknas som grundläggande varierar dock något mellan teknikområdena beroende på vilken nivå forskningen inom området har nått. Företrädesvis används därför begrepp som grundläggande vindkraftsforskning, grundläggande förbränningsteknisk forskning o s v, varmed markeras att sådan forskning inte är direkt jämförbar (eller adderbar) mellan områdena.

Sammanfattning av förslagen till forskningsprogrammen

I det följande sammanfattas förslagen till forskningens inriktning och omfattning inom de teknikområden som ingår i energiverkets ansvarsområde. En utförligare beskrivning av de planerade insatserna ges i bilagor.

Bränsleteknik

Sektorsforskningen rörande skogsbränslen sker dels via statens energiverks program, dels via anslag direkt till lantbruksuniversitetet (SLU). Den allmänna skogsforskningen, som är väsentligt större än den energiinriktade forskningen, har också betydelse för utvecklingen inom området.

Energiverkets skogsbränsleprogram beräknas till 30 Mkr under perioden 1990-93. Hälften av insatserna avser grundläggande skogsbränsleforskning inom områdena biologi/ekologi och bränslekvalitet/emissioner. Övrig verksamhet är inriktad på metoder och teknik för uttag och bearbetning av bränsle. Den tillämpade forskningen är inriktad på systemstudier, drivning och transporter samt bränsleberedning. Så långt möjligt eftersträvas här samarbete och samfinansiering med branschen.

Energiskogsforskningen bör fortsätta med i stort sett nuvarande inriktning. Målet är att nå säkrare kunskap om tillväxtbetingelser och tillväxtresultat och om miljöeffekter samt få driftserfarenheter av tekniska system samt bidra till teknikutvecklingen. Utökade insatser bör göras beträffande kvävefixering vid odling och artval och beträffande biologiska metoder att minska näringsläckage vid odling.

Resursbehovet under den kommande treårsperioden beräknas till 50 Mkr inom energiforskningsprogrammet. Den praktiska inriktade försöksverksamheten minskas planenligt, vilket ger utrymme för ovannämnda utökade insatser. Verksamheten rörande biologi och miljö, totalt 42 Mkr, kan betecknas som grundläggande inom området. Teknikutvecklingsinsatser förutsätts finansieras via energiteknikfonden. LRF:s forskningsstiftelse förutsätts stödja bl a teknikutveckling och åtgärder inriktade på att använda halm för energiändamål.

Torvforskningen består av dels kunskapsuppbyggnad inriktad på karakterisering, miljöpåverkan, avvattning och lagring, dels teknikutveckling avseende ytutvinning och fulldjupsutvinning. F n övervägs en utvidgning med sk ytmetodsimulering, vilket innebär uppbyggnad och drift av ett laboratorium, där verkliga förhållanden på en torvtäkt kan simuleras. Därmed kan man göra laboratorieförsök som grund för och komplement till den fullskaliga metod- och maskinutvecklingen.

Forskningsinsatserna under nästa treårsperiod bör koncentreras till karakterisering, som utgör grunden för annan torvforskning, och miljöpåverkan. Därutöver förutses mer begränsade insatser rörande avvattning och lagring samt - tillsammans med branschen - drift av det ovannämnda laboratoriet för ytmetodsimulering. Kostnaden för torvforskningsprogrammet beräknas till 20 Mkr under perioden. Till detta kommer teknikutveckling, bl a inom ramen för Stiftelsen Svensk Torvforskning.

Kolprogrammet omfattar 10 Mkr under innevarande treårsperiod. I huvudalternativet förutses insatser av samma omfattning under 1990-93. Den statligt finansierade forskningen är framförallt av grundläggande karaktär inriktad på karakterisering och bränsleberedning. Målet för verksamheten är att vidmakthålla och fördjupa kunskaperna om kol - inte minst kring miljömässiga förhållanden och effekter - så att svenska aktörer kan ta del av den internationella utvecklingen och omsätta och utnyttja resultaten för svenska förhållanden.

Forskningen inom området avfall består av två delar: avfallsbränslen och avfallsgas. Inom det förstnämnda området arbetar en forskargrupp vid Lunds universitet. Verksamheten är främst inriktad på beredning/klassificering, lagring och miljöeffekter.

Två forskargrupper arbetar med frågor om avfallsgas. Vid lantbruksuniversitetet i Uppsala studeras framför allt sk inre produktionsfaktorer, dvs mikrobiologiska processer som styr nedbrytningsförloppet för organiskt avfall. Vid tekniska högskolan i Luleå är arbetet inriktat på sk yttre produktionsfaktorer, dvs utformning av deponier, åtgärder som påverkar avfallets nedbrytningshastighet och miljöpåverkan osv. Det totala resursbehovet för avfallsområdet under nästa treårsperiod beräknas till drygt 10 Mkr.

Forskningen rörande alternativa drivmedel är främst inriktad på produktion av etanol ur cellulosa från inhemska råvaror, främst skogsavfall och halm. Verksamheten, som är av grundläggande karaktär, bedrivs till största delen vid Lunds universitet. Till detta kommer teknikbevakning rörande direktförvätskning av torv och biomassa. Resursbehovet beräknas till 10 Mkr under nästa treårsperiod. Huvuddelen av beloppet är bundet till pågående verksamhet.

Den bränsletekniska forskningen beräknas således uppgå till sammanlagt 130 Mkr under treårsperioden. Om forskningsprogrammet skall bedrivas på en lägre nivå (110 Mkr) kommer främst den statliga finansieringen av kolforskningen och eventuellt delar av skogsbränsleforskningen att ifrågasättas. Vidare kan uppbyggnaden av ytmetodsimulering inom torvområdet inte genomföras. Den grundläggande forskningen rörande alternativa drivmedel bör då också försöka finna finansiering från annat håll (NFR).

Förbränningsteknik

Forskningen rörande förbränningsteknik och förgasningsteknik omfattar tillsammans under innevarande treårsperiod 150 Mkr. Bl a de grundläggande insatserna inom dessa båda områdena är av mycket likartad karaktär. Verket har därför nu planerat verksamheten i ett gemensamt program för förbrännings- och förgasningsteknik.

Området har delats in i fyra delar. Insatserna rörande förbrännings- och förgasningskemi består i huvudsak av grundläggande forskning rörande pyrolys, förgasning, förbränning, modellering, mätmetodik och katalys. Verksamheten sker helt vid universitet och högskolor. Omfattningen beräknas i huvudalternativet till 54 Mkr. Förgasningsteknik innefattar bränngasproduktion, katalytisk termisk gasbehandling, avfallsförgasning och utvärderingar. Omfattningen beräknas till 15 Mkr. Förbränningsteknik innehåller främst insatser rörande fluidbäddar, där programmet omfattar ca 10 Mkr/år. Därtill kommer mindre omfattande verksamhet rörande rosteldning, pulverförbränning, naturgas, katalytisk förbränning, modellering samt mätning och reglering. Den förbränningstekniska forskningen är huvudsakligen miljöinriktad och omfattar frågor om bl a kolväten, svaveloxider och kväveoxider inkl lustgas. Totalt beräknas 38 Mkr för området. Det fjärde delområdet gäller emissionsrelaterad forskning, som inriktas på reningsmetoder för svaveloxider, kväveoxider samt frågor om dioxiner, kvicksilver, rökgaskondensering, restprodukter och stoft. Forskningen bedrivs huvudsakligen vid högskolor. Omfattningen beräknas till 30 Mkr. Huvudalternativet innebär således 150 Mkr för förbrännings- och förgasningsteknisk forskning under nästa treårsperiod. Alternativet medger begränsade insatser rörande katalys, avfallsförgasning och naturgasförbränning. Möjligheterna att inleda teknisk forskning rörande katalytisk förbränning, nya koncept för svavel- och kväveoxidreduktion samt nya metoder för rökgasrening vid avfallsförbränning blir små.

Vid en lägre anslagsnivå (120 Mkr) krävs nedskärningar i den pågående forskningen vid universitet och högskolor, främst rörande fluidiserad förbränning och förbränning/-förgasning av avfall. Dessutom minskas väsentligt möjligheterna att stödja forskning i anslutning till industriell utveckling.

Elteknik

Forskning rörande värmekraft/kraftvärme har byggts upp under senare år. För perioden 1990-93 bör programmet omfatta insatser om 25 Mkr, vilket är oförändrad nivå i förhållande till nuvarande verksamhet. Huvuddelen av programmet består av forskning vid de tekniska högskolorna

i Stockholm, Göteborg och Lund. Tjugo tjänster vid tio institutioner finansieras av energiverket. Teknikutvecklingsinsatser beräknas till viss del finansieras över energiforskningsanslaget men främst via energiteknikfonden. Insatserna är inriktade på teknisk optimering och utveckling av miljöteknik för mindre kraftvärmesystem samt teknikutveckling inriktad på biobränsle och naturgas.

Nya processer för elproduktion avser teknik som befinner sig på ett tidigt utvecklingsstadium. De mest omfattande insatserna planeras för bränsleceller (10 Mkr), solceller (5 Mkr) och högtemperatursupraledning. Därtill bedrivs aktiv teknikbevakning rörande vågkraft, vätgas (se nedan om klimatpåverkande gaser), MHD-teknik, termojonomvandling och ORC-teknik. Viss bevakning planeras också av några mer långsiktiga tekniker. Högskoleforskningen, som är dominerande inom programmet, planeras för tio institutioner vid fyra tekniska högskolor. Ca tjugo tjänster finansieras på detta sätt. Totalt beräknas verksamheten inom programmet kosta 25 Mkr under perioden 1990-93.

Den statliga forskningen på vindkraftsområdet bedrivs främst vid flygtekniska försöksanstalten FFA och Chalmers tekniska högskola. Insatserna rör aerodynamik, materialfrågor, elsystem, reglerteknik etc i syfte att utveckla kompetens för att konstruera, tillverka, upphandla och driva vindkraftverk. Denna verksamhet - grundläggande vindkraftsforskning - beräknas till ca 47 Mkr under nästa treårsperiod. Särskilda insatser planeras också beträffande miljöpåverkan (buller) och för utvärdering av driften av de aggregat som uppförts under innevarande period. Totalt beräknas insatserna inom programmet till 60 Mkr.

Forskningen inom elteknikområdet planeras således på nivån 110 Mkr under perioden 1990-93. En lägre nivå (95 Mkr) innebär att vindkraftsforskningen minskar med ca 10 Mkr, att uppbyggnaden av högskoleforskningen inom värmekraftområdet inte kan fullföljas och att teknikbevakning på några områden måste ifrågasättas.

Värmeteknik

Inom fjärrvärmeområdet finns etablerade aktörer som i framtiden bör kunna ta ett större ansvar för teknikutvecklingen och på sikt också för den tillämpade forskningen. För den kommande treårsperioden planeras det statliga forskningsprogrammet omfatta insatser för 20 Mkr, varav två tredjedelar avser grundläggande fjärrvärmeforskning, ca 5 Mkr tillämpad forskning och en liten del teknikutveckling. Därtill beräknas insatser med stöd av energiteknikfonden uppgående till ca 15 Mkr under perioden.

Forskningen bedrivs vid de tekniska högskolorna i Lund och i Göteborg, vid Umeå universitet samt vid Studsvik AB. Insatserna syftar till en effektivisering av befintliga och tillkommande system och komponenter. Statens energiverks stöd till dessa institutioner sker i form av ramprogram, varvid Studsvik bidrar till finansieringen av den egna verksamheten genom att tillskjuta utvecklingsmedel. Inriktningen av insatserna vid de fyra institutionerna har valts så att de kompletterar varandra.

Solvärme och värmelagring har demonstrerats storskaligt men är inte etablerade tekniker i Sverige. Starka aktörer som kan utveckla och under en längre tid - i ett utsatt marknadsläge - arbeta för att introducera tekniken saknas. Såväl forskningen som den tekniska utvecklingen blir således i hög grad beroende av statliga insatser.

Energiverket stödjer forskning om värmelagring vid högskolan i Lund och solvärmeforskning vid högskolan i Falun/-Borlänge och vid tekniska högskolan i Göteborg och vid Uppsala universitet. Insatserna rör utveckling av komponenter, system och mätteknik. Denna verksamhet beräknas kräva 7 Mkr under nästa treårsperiod. Därtill kommer insatser för att förstärka den tillämpade forskningen och teknikutvecklingen, beräknade till 3 Mkr under perioden. Teknikutvecklingen därutöver planeras stödjas med medel ur energiteknikfonden.

Värmepumpar svarar för en värmeproduktion om 8-10 Mkr per år. Någon utbyggnad förekommer inte men på sikt kan bränsledrivna värmepumpar introduceras. FoU-insatserna är fn främst inriktade på att finna och utveckla nya, miljövänligare arbetsmedia i stället för klorfluorkarbonerna.

Värmepumpsforskningen bedrivs vid de tekniska högskolorna i Göteborg och i Stockholm samt - på samma sätt som fjärrvärmeforskningen - genom delad finansiering vid Studsvik AB. De statliga forskningsinsatserna under perioden 1990-93 beräknas till 13 Mkr, vilket är en minskning i förhållande till nuvarande verksamhet.

Energiverket stödjer forskning rörande naturgas inom ramen för de tidigare redovisade delområdena förbränningsteknik, värmekraftteknik och nya elproduktionsprocesser. Sådana insatser uppgår till ca 20 Mkr per år. Därtill kommer distribution och lagring av naturgas, där verket planerar forskning omfattande 8 Mkr resp 5 Mkr under nästa treårsperiod. Forskningsutförande organ är främst de tekniska högskolorna i Göteborg, Lund och Luleå samt Studsvik AB.

Den geotermiska utvecklingen drivs främst av några forskare och konsulter. Starka aktörer saknas inom området. Forskningen utförs främst vid Chalmers tekniska högskola och vid tekniska högskolan i Lund. Verksamheten beräknas koncentreras något under nästa treårsperiod till 4 Mkr.

De sammanlagda insatserna för värmeteknisk forskning beräknas således till 60 Mkr under perioden 1990-93. Utbyggnadsmöjligheter finns framför allt inom fjärrvärme- och solvärmeforskningen. En lägre nivå på insatserna innebär att ytterligare koncentration av den geotermiska forskningen måste göras och att uppbyggnaden av den gastekniska forskningen inte kan ske som planerat. Successivt bör aktörerna inom området, främst kommunerna, ta ett större ansvar för teknikutvecklingen och för den tillämpade forskningen inom det värmetekniska området.

Forskningsområdet kommunal energiplanering har getts en vid tolkning. Häri ryms frågor om politik, planering, administration och beslut avseende kommunernas verksamhet inom energiområdet, liksom studier av utfallet av olika kommunala energiengagemang.

För perioden 1990-93 föreslås oförändrade insatser, d v s 1 Mkr/år, med oförändrad inriktning av forskningen. Under 3-årsperioden bör statens stöd till detta forskningsområde utvärderas.

Klimatpåverkande gaser

Verket har granskat inriktningen av forskningsprogrammet och behovet av nya och förstärkta insatser i ljuset av en strävan att minska utsläppen av klimatpåverkande gaser, särskilt de av riksdagen antagna riktlinjerna för begränsning av koldioxidutsläppen. Denna granskning redovisas i bilaga 17.

Sammanfattningsvis kan konstateras att energiverkets forskningsprogram i mycket hög grad är inriktat på att åstadkomma större energieffektivitet och utveckla teknik för användningen av biobränslen och miljövänliga energitekniker utan utsläpp av klimatpåverkande gaser. Det gäller t ex programmen rörande skogsbränslen, energiskog, alternativa drivmedel, vindkraft, värmepumpar, solvärme och nästan hela programmen rörande förbränningS/förgasningsteknik, värmekraft och ny elproduktionsteknik. Inom de tre sistnämnda områdena har inriktningen på insatserna förändrats något för att ytterligare stämma överens med den önskvärda långsiktiga utvecklingen. De bränsleteknikområden som kan diskuteras i det här perspektivet är kol, torv och också naturgas.

Kolprogrammet är ganska litet - 10 Mkr, vilket är ca 2% av verkets program - och åtminstone delvis inriktat på miljöfrågor och internationell utveckling. Om kol skall spela någon roll i det svenska energisystemet är det både miljö- och energimässigt motiverat med en viss sådan forskningsverksamhet i syfte att höja kunskapsnivån inom landet. Detta har också betydelse för vårt internationellt inriktade miljöarbete.

Torv kan miljömässigt anses vara ungefär likvärdigt med kol. Koldioxidutsläppen vid förbränning är av samma omfattning. En utbruten torvmark kan dock tas i anspråk för skogsodling. Torvbrytning har också den effekten att metanproduktionen från torven minskar vid utbrytning av en mosse.

Användningen av det inhemska bränslet torv har hittills ansetts vara väl i linje med de energipolitiska riktlinjerna. Vid en mycket stark betoning av miljöeffekter kan kanske en stor torvanvändning ifrågasättas. Verkets förslag till forskningsprogram 1990-93 innebär att insatserna på torvområdet minskar i omfattning i förhållande till innevarande period men någon total omläggning föreslås inte.

Energiverkets forskningsprogram innehåller omfattande verksamhet - minst till en kostnad av 75 Mkr - av betydelse för naturgasens utveckling. Motiven är dels energipolitiska, eftersom en ökad naturgasanvändning ger ett mer diversifierat energisystem, dels miljömässiga eftersom naturgas är renare än andra bränslen. Detta bränsle ger också mindre utsläpp av koldioxid per energienhet än olja, kol och torv men användningen av naturgas bidrar ändå till klimatpåverkan och kan därför ifrågasättas i ett långsiktigt perspektiv - som är särskilt viktigt i forskningssammanhang. Verkets förslag till forskningsprogram för perioden 1990-93 har dock inte påverkats av sådana överväganden.

Inriktningen av verksamheten inom några delprogram har påverkats av ambitionerna att minska utsläppen av klimatpåverkande gaser. Forskning rörande förbrännings- och förgasningsteknik riktas in mot andra bränslen än kol. Ytterligare insatser görs för att minska bildningen av dikväveoxid (lustgas) och utsläppen av kolväten vid förbränning. Arbete för att utveckla andra arbetsmedia än klorfluorkarboner präglar forskningen om värmepumpar. Inom biogasforskningen behandlas en annan klimatpåverkande gas, nämligen metan.

Verket har också övervägt behovet av ytterligare insatser direkt inriktade på frågor om klimatpåverkan och därmed anknutna reningsmöjligheter. Åtgärder som nu skulle kunna vidtas är forskning/studier om rening av koldioxidutsläppen och omhändertagande av koldioxiden, om fotosyntes som

skulle kunna få betydelse för direkt el- och värmeproduktion på mycket lång sikt, om produktion och användning av vätgas inom energiområdet och om systemfrågor aktualiserade av problemen med klimatpåverkande gaser. Som utvecklas närmare i bilaga skulle det vara önskvärt att under perioden 1990-93 bedriva forskning till en omfattning av totalt ca 10 Mkr inom dessa områden.

Övrig miljöpåverkan

Miljömässiga förhållanden spelar och kommer att spela en mycket viktig roll för utvecklingen på energiområdet. Riksdagens senaste beslut om energi- och miljöpolitiken innehåller långtgående ambitioner när det gäller bl a att minska utsläppen av svavel- och kväveoxider. Ytterligare skärpningar av kraven kan väntas framöver. Energiverket har särskilt granskat forskningsprogrammets omfattning och inriktning i detta perspektiv. Som framgår av bilaga 18 kan konstateras att forskningsprogrammet i hög grad är inriktat på att utveckla ett miljövänligare energisystem och minska utsläppen av skadliga ämnen. Samtidigt kan konstateras att miljökraven på energiområdet är mycket långtgående och att det krävs betydande forsknings- och utvecklingsarbete för att de skall kunna innehållas. Även i detta perspektiv är det således väsentligt att forskningen och utvecklingen på energiområdet ges en tillräcklig omfattning för att ambitionsnivån skall kunna nås.

Sammanfattning av resursförslagen

Sammanfattningsvis föreslås således följande insatser inom tillförselforskningen under perioden 1990-93

	Huvudalternativ	Lägre alternativ
Bränsleteknik	130	110
Förbränningss- och förgasningsteknik	150	120
Elteknik	110	95
Värmeteknik	60	50
	450 Mkr	375 Mkr

Därtill kommer forskning rörande kommunal energiplanering (3 Mkr) och administrativa kostnader vid statens energiverk (ca 33 Mkr), som hittills finansierats via energiforskningsanslaget. Stöd till kollektivforskning (stiftelsen Värmeteknisk forskning och stiftelsen Svensk torvforskning) ingår inte i resursförslaget ovan. Om det stat-

liga stödet till denna verksamhet även fortsättningsvis skall finansieras via energiforskningsanslaget bör medelsramarna ökas med ca 15 Mkr.

Strävan att minska utsläppen av klimatpåverkande gaser utgör en grund för förslagen inom respektive teknikområde. Om övergripande/gemensamma frågor (koldioxidrening, systemutformning, fotosyntes m m) skall tillföras programmet bör medelstilldelningen ökas med ca 10 Mkr.

Förslaget till energiforskning 1990-93 har utarbetats inom verkets forsknings- och utvecklingsavdelning. Beslut i ärendet har fattats av generaldirektören.

Hans Rode

Jan Magnusson

1783k

STATENS ENERGIVERK
Bränsleteknikbyrån
Sune Westermark

FORSKNING INOM SKOGSBRÄNSLEOMRÅDET 1990--1993

Med skogsbränsle avses bränsle av skogligt ursprung som inte passerat annan användning, bestående av ved, bark, barr och/eller löv. Bränsle av bark, kvistar och andra biprodukter från bearbetningsterminaler, sågverk och skiv- eller massaindustrin ingår men inte bränsle av t ex rivningsvirke och avfallspapper. Sådant bränsle beaktas i separat forskningsplan för avfall/biogas.

1. Energi- och miljömässig betydelse

Användningen av bränslen som emanerar ur skogen fördelar sig eldningssäsongen 1987/88 på följande sätt:

Skogsindustri:	avlutar	28	TWh/år
	interna bränslen	16	
	köpt skogsbränsle	1	
Värmeverk, övr ind:	köpt skogsbränsle	4	
Privata bostäder, mm:	främst eget skogsbränsle	12	
Summa		61	TWh/år
exkl avlutarna		33	

I relation till den totalt tillförda energin om ca 450 TWh per år utgör bränslen ur skogen (inkl avlutar) ca 15%. Den kommersiella, öppna trädbränslemarknaden svarar mot drygt 1% av den totala energianvändningen.

Eftersom skogsbränslen i första hand hämtas ur skogen i samband med andra skogsaktiviteter, så kan råvaran anses i viss mån begränsad. Taket kan ligga på 50-70 TWh/år med de rekommendationer som finns för uttag. Av denna mängd är nära hälften intecknad av de skogsbränslepannor som nu byggts.

Kostnaden för skogsbränsle fritt förbränningsanläggningen varierar starkt med lokala omständigheter. De enklast inhämtade kvantiteterna, biprodukter från skogsindustrin, är uppenbart lönsamma med hänsyn till det ökade interna utnyttjandet. Kommersiellt skogsbränsle på den öppna marknaden kostar idag ca 110 kr/MWh. Produktionskostnaderna kan dock vara lägre med modern teknik integrerad med skogsindustrins virkesanskaffning och processer. Exempel finns på produktionskostnader i intervallet 65-80 kr/MWh.

Användningen av skogsbränslen bidrar inte till någon långsiktig ökning av koldioxidmängden i atmosfären. Svavelhalten är låg och tungmetallinnehållet litet.

Ett ökat tillvaratagande av skogsbränsle med den näringsrika fraktionen barr och finkvist ger några negativa ekologiska effekter. Här kan nämnas försämrade möjligheter för skogsväxter att överleva hyggesfasen, minskad motståndskraft mot försurning och risk för erosionsskador vid stubbtäkt.

2. Struktur och aktörer

Tillverkare

Vid sidan av privat småskalig användning har skogsindustrin traditionellt varit den största förbrukaren av skogsbränsle genom att utnyttja de biprodukter som faller i tillverkningsprocesserna. Däremot har man knappast tidigare i någon större utsträckning aktivt samlat in bränsle. Idag utnyttjas skogsbränsle av några företag inom såväl cellulosaindustrin som sågverks- och spånskiveindustrin.

Skogsbränsle kan ses som ett av flera virkessortiment i skogen. Bränsleuttaget kan integreras med övrigt virkesuttag och skogsbränslet blir en strategisk faktor för skogsindustrin. Genom engagemang i skogsbränsleproduktion, t ex genom att använda träddelsteknik, erhåller skogsindustrin tillgång till ett nytt virkessortiment och kan skapa sig en starkare position på virkesmarknaden. För skogsindustrin som använder sig av s k storskogsbruksmetoder har den s k träddelsmetoden blivit en etablerad metod.

Småskogsbruket befinner sig i en något speciell situation med många aktörer som var för sig saknar möjlighet till storskalig produktion av skogsbränsle. Organisationen håller dock på att byggas upp i vissa områden i Sverige.

Extern försäljning av skogsbränsle i konkurrens med andra bränslen har tidigare skett framför allt av från skogsindustrin fristående entreprenörer. Den affärsmässiga framgången har varit svag och dessa företag är idag inte starka.

Skogsmaskinföretag främst mindre och medelstora sådana har bedrivit maskinutveckling för skogsbränsleproduktion. Företagens intresse har minskat under de senaste åren eftersom skogsbränslemarknaden har stagnerat och investeringarna i skogsbränsleproduktion minskat kraftigt. Detta gäller speciellt storskogsbruksmetoderna som används av skogindustrin.

Företags- och branschfinansierad metodutveckling har också minskat. Verksamheten inriktad på skogsbränslen inom stiftelsen Skogsarbeten har minskat kraftigt. Metodutveckling pågår dock hos några etablerade skogsbränsleproducenter.

Finansiärer

Vid sidan av statens energiverk finns ett antal finansiärer som främst stöder den allmänna skogsforskningen, som totalt, inklusive administrativa omkostnader, under budgetåret 1987/88, kan uppskattas till ca 330 miljoner kr.

Forskning genomförs vid Sveriges lantbruksuniversitet ca 225 miljoner kr (160 miljoner kr exklusive administrativa omkostnader), vid forskningsstiftelsen Skogsarbeten 31 miljoner kr, Institutet för Skogsförbättring 28 miljoner kr samt vid andra universitetsinstitutioner, företag m m uppskattat ca 45 miljoner kr.

Den grundläggande forskningen och undervisningen vid Sveriges lantbruksuniversitet finansieras genom universitetets basanslag (115 MKR). Under innevarande treårsperiod förstärks basanslaget med 12 miljoner kr, med speciell inriktning på bioenergiområdet. SJFR lämnar projektanslag med huvudinriktning mot mer biologisk inriktade projekt (ca 15 MKR). STU svarar för stöd till industriellt utvecklingsarbete inom skogstekniska området, vilken även kommer SLU till del.

Skogsnäringen svarar tillsammans med SJFR för basfinansiering av de två branschforskningsinstituten. För budgetåret 1987/88 innebar det för skogsnäringens del 13 miljoner kr till forskningsstiftelsen Skogsarbeten och 7 miljoner kr till Institutet för Skogsförbättringar.

Statens naturvårdsverk fördelar också anslag för bl a tillämpad skoglig natur- och miljövårdsforskning och under budgetåret 1987/88 ca 20 miljoner kr.

Skogsstyrelsen och nämnden för skogsteknisk forskning lämnar stöd för forskning - den senare som huvudsaklig finansiär av Stiftelsen Skogsarbeten, men även till SLU med en bred inriktning.

Andra aktörers medverkan i skogsbränsleforskning

Skogsbränslen är ett av flera sortiment som kan tas ut ur skogen och forskningen om skogsbränslen bör i ökad utsträckning integreras med annan skoglig forskning. Den nya strukturen på skogsenergiforskningen inom SLU med fristående projekt har som syfte att forskningen skall kunna integreras med annan forskning inom olika institutioner. Vi eftersträvar också att skogsbränslefrågorna skall beaktas i institutionernas övriga forskningsprojekt.

Den mera tillämpade forskningen eller teknik- och metodutvecklingen bör ske med samfinansiering från skogsföretag. Cellulosaindustrins intresse är med något undantag svalt. För sågverk och skivindustri kommer diskussioner att föras om ett gemensamt finansierat branschforskningsprogram. Möjligheten att skogsenergifrågor i ökad utsträckning beaktas inom den skogstekniska forskning som sker hos Forskningsstiftelsen Skogsarbeten skall bevakas.

3. Kunskapsläget

Skogsbränslena används i större eller mindre utsträckning som ett bränsle i de flesta länder. Sverige har genom sina naturgeografiska förutsättningar och sin starka skogsindustri en relativt hög användning av skogsbränslen som i huvudsak utvinns i integrerat med eller som en följd av industrivedsproduktion.

I Sverige är den s k sortimentsmetoden en förhärskande metod inom skogsbruket. I vissa andra länder t ex USA eller Canada är den s k trädmetoden vanligast. Skillnader finns i skogsbrukets mekaniseringsgrad och krav på arbetsmiljö. Sverige ligger högt i dessa avseenden. I Sverige har också miljöfrågor inom skogsbruket ett starkt genomslag.

Genom att medverka i ett IEA-samarbete på trädbränsleområdet sker erfarenhetsutbyte med andra länder där främst USA och Canada gör större insatser. Storbritannien har ökat sin verksamhet inom trädbränsleområdet. Finland med stora skogstillgångar har en relativt liten aktivitet inom skogsbränslen - man fäster större förväntningar vid torv.

4. Nuvarande energiforskningsprogram

Verksamheten inom skogsbränsleområdet sker huvudsakligen genom statlig finansiering under 1987--1990, dels genom ett basanslag om 12 miljoner kr till SLU för förstärkning av universitetets fasta resurser och dels genom särskild finansiering inom ramen för statens energiverks FoU-program för trädbränslen, med en budget om 40 miljoner kr över tre-årsperioden. Andelen långsiktig motiverad forskning är ca 30% av programmet. Programmet finansierar i huvudsak forskning vid SLU. Begränsad verksamhet sker vid KTH och Lunds tekniska Högskola.

I det nuvarande programmet har en relativt kraftig förstärkning av studierna av det biologiska effekterna av biomassauttag gjorts. En fortsatt förskjutning mot biologisk forskning har ansetts nödvändig för att få en mer solid kunskapsgrund om de biologiska/ekologiska förutsättningarna för produktion av skogsbränslen.

Den ökade relativa betydelsen av skogsbränsleproduktionen inom gruppen småskogsbruk kräver en fortsatt betoning av utvecklingsinsatserna för denna sektor.

Stödet för utveckling av metoder för bränsleproduktion inom storskogsbruket har minskats. Förhoppningen att branschen genom egna insatser skulle kunna ta ansvar för denna verksamhet har hittills icke infriats.

Utvecklingsinsatser för skogsbränsleproduktion har hittills blivit mindre än planerat p g a en avvaktande inställning från branschen. Detta gäller såväl storskogsbruks- som småskogsbruksmetoder.

I formell mening finns f n långsiktig bindning inom programmet i form av en sexårig forskartjänst placerad vid Sveriges lantbruksuniversitet. Denna tjänst kommer med normal förlängning att löpa vidare t o m 1994/95. Informella bindningar finns i form av att verket tar ett ansvar för att arbeten inom olika forskningsprojekt kan slutföras på ett för forskarstuderande acceptabelt sätt till en licenciat- eller en doktorsexamen, vilket betyder en bindning om minst två till fyra år från respektive forskningsprojekts start. Vidare finns indirekta långsiktiga bindningar inom energoforskningsprogrammet via det speciella basanslag som lämnas till SLU.

5. Förslag till forskningsprogram 1990--1993

Under perioden från energiforskningsprogrammets start fram t o m budgetåret 1986/87 ökade statliga och även privata insatser för forskning och utveckling för skogsbränsleproduktion och användning. Under den perioden ökade också produktionen och användningen av skogsbränslen. Under innevarande programperiod har det statliga insatserna koncentrerats till långsiktig kompetensuppbyggnad framförallt inom högskolan. Användningen av skogsbränslen har stagnerat av marknadsmässiga skäl:

- Olje- och kolpriserna har sjunkit till en låg nivå

- Osäkerhet om skogsbränslenas framtida konkurrenskraft m h t energiskatter och miljöavgifter

Under senare tid har användningen av skogsbränslen fått en ökad uppmärksamhet. Skogsbränslen bidrar inte till den ökningen av utsläpp av miljöpåverkande gaser (koldioxid) och kan innebära andra miljöfördelar.

Resultatet av forskningsverksamhet inom skogsbränsleområdet är beroende av den utvecklingsverksamhet som sker inom företag. Omfattningen av sådan utvecklingsverksamhet framledes är svårbestämbar. Målen för forskningsverksamhet på kortare och längre sikt redovisas nedan under antagande av en fortsatt begränsad utvecklingverksamhet inom företag.

På lång sikt (20 år) bör det svenska forskningsprogrammet avseende skogsbränslen kunna ge en fullständig redovisning av biologiska och ekologiska konsekvenser av att använda skogsbränslen samt också en god kunskap av miljökonsekvenserna av förbränning av skogsbränslen av olika sortiment med olika uttagsmetoder. Olika tekniska lösningar för skogsbränsleuttag är dokumenterad.

På medellång sikt (6 år) har en god kunskaps vunnits om biologiska/ekologiska förutsättningar och konsekvenser av skogsbränsleuttag och användning samt produktionsmetoder.

Målet för forskningsverksamheten för perioden 1990--1993 är att skapa ökad kunskap om de biologiska och ekologiska förutsättningarna för och konsekvenserna av ett uttag av skogsbränsle integrerat med annan skoglig produktion, samt att öka kunskaperna om metoder och teknik för att uppnå en integration av skogsbränsleuttag med skogsföretagens och skogsindustrins övriga verksamhet.

Om skogsbränslen i framtiden av kostnads- och miljöskäl får en avsevärt förbättrad konkurrensförmåga kommer en avsevärd insats i teknikutveckling att ske inom företag inom skogsindustrin. En sådan ökad utvecklingsinsats förväntas också innebära en ökad målsättning för trädbränsleforskningen speciellt med avseende på metoder och teknik för integrerat uttag av skogsbränslen.

Resursbehov och inriktning

Omfattningen av statligt finansierad skogsbränsleforskning i statens energiverks forskningsprogram uppgår till 30 miljoner kr i nedanstående basförslag. Inriktningen är framförallt på att nå en ökad förståelse av biologiska/ekologiska konsekvenser av uttag av skogsbränsle och användning av de olika skogsbränslesortiment samt att skapa ökad kunskap om metod och teknik för integrerat skogsbränsleuttag.

Grundläggande kompetensuppbyggnad resp utvecklingsinsatser

Ca 50% av föreslagen nivå 30 miljoner kr avser grundläggande kompetensuppbyggnad inom områdena biologi/ekologi samt bränslekvalitet/emissioner. Övriga insatser avser metoder och teknik för uttag samt upparbetning av skogsbränslen via privatskogsbruk och storskogsbruk för integrerat uttag av skogsbränsle samt industrived för sågverk, skivindustri och cellulosaindustri.

Långsiktiga bindningar

Områden, som har en inriktning mot ökad förståelse av de biologiska sambanden är självfallet av långsiktig karaktär. De fasta tjänsterna är av stor betydelse för genomförande av den långsiktiga forskningen samt för undervisningen, framförallt inom forskarutbildningen men även inom grundutbildningen. Sveriges lantbruksuniversitet kommer på uppmaning av energiforskningsutredningen att redovisa behovet av sådana långsiktiga tjänster.

Grundläggande skogsbränsleforskning

Insatser avser forskning om biologiska/ekologiska konsekvenser och förutsättningar för uttag av skogsbränslen samt ekologiska konsekvenser av användning av olika skogsbränslesortiment.

Tillämpad forskning

Tillämpad forskning avser verksamhet inom områdena systemstudier, drivning och transporter samt bränsleberedning.

Genom systemstudier kommer en fortlöpande bedömning av tillgången på skogsbränslen att göras med hänsyn tagen till ekologiska, ekonomiska och tekniska begränsningar. Konsekvenserna av skogsbränsleproduktion integrerat med skogsbrukets övriga verksamhet eller med skogsindustrins verksamhet kommer också att belysas.

Den biologiska/ekologiska forskningen kring uttag av skogsbränsle utvärderar de långsiktiga effekterna av uttag av skogsbränslen samt återföring av aska och/eller gröndelar till skogsmark.

Metod och teknikutveckling inom drivning och transporter kommer att främst avse småskogsbrukets behov inom ramen för forskningsprogrammet för privatskogsbruk samt även viss maskinutveckling för småskogsbrukets behov. Dessutom eftersträvas i samfinansiering med skogsindustrin viss metod- och teknikutveckling för storskogsbruksmetoder.

Bränsleberedning avser att öka kunskapen om sambanden mellan drivningsmetoder-bränslekvalitet-emissioner samt en fortsatt forskning om mätmetoder och torkning samt lagring.

Branschforskning avser en med sågverk och skivindustri samfinansierad verksamhet vid Trätec och SLU som främst genom metod- och teknikutveckling skall öka kunskapen om bränsleproduktion integrerad med sågverkens och skivindustrins industriproduktion.

Övrigt avser internationellt samarbete inom ramen för IEA, samt informations- och utbildningsverksamhet.

Beräknad medelsfördelning under perioden 1990--1993

Delområden	MKR
1. Systemstudier	2,5
2. Biologi, ekologi i skogsproduktion, biomassafunktioner	12
3. Drivning och transporter	6,5
4. Bränsleberedning, materialegenskaper, lagring, mätmetoder	4

5. Branschforskning, träindustri	2
6. Internationellt samarbete, resultatspridning	3
Summa	30

Förväntade resultat

Energimässiga resultat är starkt beroende av kommande beslut om energiskatter och avgifter som bestämmer skogsbränslenas relativa konkurrensförutsättningar. Miljömässigt innebär en ökande användning av skogsbränslen fördelar genom att utsläppen av klimatpåverkande gaser icke ökar samt små utsläpp av svavel och tungmetaller vid förbränning. Vissa nackdelar kan uppstå p g a att skogsmarkens långsiktiga produktionsförmåga minskar.

STATENS ENERGIVERK
Bränsleteknikbyrån
Lars Hansson/SST

1988-11-30

Bilaga 2

Planering av FoU-verksamhet 1990/93 ENERGIODLING

1. Energi- och miljömässig betydelse

Energiodling innefattar såväl energiskog (träd med korta avverkningsintervall, s k skottskogsbruk) som energigrödor (jordbruksgrödor av olika slag). "Kommersiellt" utnyttjande av sådana grödor sker idag bara med mindre mängder halm. I övrigt befinner sig området i ett forsknings- och utvecklingsskede. De hittillsvarande resultaten visar att energiskog och halm har bäst möjligheter att kunna utvecklas till nya bränslen.

Kostnaderna för framställning av energiskogsbränsle i form av flis bedöms med nu prövad teknik uppgå till 120-150 kr/MWh. Utveckling av teknik och metoder främst för skörd av energiskogsbränsle förväntas kunna sänka kostnaderna. En ökad produktion per hektar genom förädling av växtmaterialet väntas också leda till kostnadssänkningar. De halmmängder som används i dagsläget kostar ca 70-100 kr/MWh. Erfarenheterna visar dock att halm är ett förhållandevis svårhanterligt bränsle.

Med hänsyn till tillgången av lämpligt odlingsmaterial, ledtider mm för energiskogen, bedöms endast en mindre bränsleproduktion vara möjlig före år 2000. Efter år 2000 kan en kraftigt ökad produktion bli möjlig. Den faktiska produktionsvolymen kommer dock att bestämmas av energiskogsodlingens framtida marknadsförutsättningar.

Odling av energiskog i områden med utpräglad spannmålsproduktion kan ge miljöfördelar i form av minskad användning av bekämpningsmedel, minskat näringsläckage och ökad mångfald i odlingslandskapet. Till energiskogens negativa egenskaper hör att odlingen kan bidra till en ökad slutenhet av landskapet samt att odlingsmaterialet f n har en begränsad genetisk variation.

Miljökonsekvenserna vid odling av fleråriga gräsvallar och under vissa förutsättningar energiskog samt tillvaratagande av halm, bedöms leda till övervägande positiva effekter i det agrara ekosystemet.

Som växande, förnybara, energiråvaror bidrar energiskog, övriga grödor och halm vid dess användning ej till en fortvarig ökning av atmosfärens innehåll av klimatpåverkande gaser. De viktigaste miljövinsterna är härutöver en minskad belastning av försurande komponenter och tungmetaller.

2. Struktur och aktörer

Fram till 1987 har staten genom energiforskningsprogrammet varit den drivande kraften inom energiodlingsområdet. För FoU-arbeten har bl a Sveriges lantbruksuniversitet, andra organisationer och företag inom energi- och lantbruksområdet engagerats.

Jordbrukets intressenter utgör en naturlig aktör i den fortsatta utvecklingen av energiskogsodlingen. LRF (Lantbrukarnas Riksförbund), tillsammans med SLR (Svenska Lantmännens Riksförbund) och SSR (Sveriges Skogsägareföreningars Riksförbund) har därför påbörjat en verksamhet i syfte att vidareutveckla energiskogsodlingen så att den blir möjlig att pröva i full skala. Avnämare är främst kommunala energiverk.

Den aktuella energiskogssatsningen inom lantbruksnäringen består av ett FoU-program, ett odlarstöd samt regionala projekt.

FoU-programmet har en tillämpad karaktär och är inriktad mot växtskydd, odlingsdrift, växtförädling och teknisk utveckling. Vid sidan av Sveriges lantbruksuniversitet engageras i arbetena också kommersiella aktörer t ex växtförädlingsföretag- och maskinföretag.
Insatserna inom programmet har beräknats till 25-30 Mkr för femårsperioden 1987/88--1991/92 och finansieras till 50% från Stiftelsen Lantbruksforskning och till 50% från SJFR (Statens råd för skogs- och jordbruksforskning) inom ramen för forskning kring alternativ arealanvändning.

Enligt beslut av regeringen lämnas också ett odlarstöd om 6 500 kr/ha via det existerande ersättningsprogrammet inom jordbruket till det s k Örebro-projektet, som innebär en planerad anläggning av 5 000 ha energiskog fram till 1992. Projektet drivs i form av ett utvecklingsbolag, Örebro Flis AB. Avsättningen av flisen från energiskogen planeras kunna ske till det kommunala energibolaget Örebro Energi.

3. Kunskapsläget - internationellt och i Sverige

OECD-länderna

Kunskaperna om energiodlingens möjligheter hos de OECD-länder som deltar i samarbetet på området (främst Canada, USA, Nya Zeeland, Finland, Irland) är relativt omfattande.

Sverige har sedan ett 10-tal år deltagit aktivt i ett samarbete med dessa länder (IEA). Samarbetet består i informationsutbyte, gemensamma studier och viss arbetsfördelning mellan olika nationella forskningsprogram.

I de olika länderna finns god kunskap inom energiodlingsområdet. Detta gäller särskilt energiskogsodling där forsknings- och utvecklingsarbete pågått sedan samarbetet påbörjades. Någon kommersiell odlingsaktivitet förekommer dock ej ännu.

Forsknings- och utvecklingsarbetet har för svensk del inom området omfattat produktionssystem för biomassa, teknik för produktion, skörd och hantering av biomassa.

Följande specifika aktiviteter har genomförts:

- Insamling och fördelning av poppelmaterial för försöksverksamhet
- Utvärdering av al-material i försöksodling
- Hybridisering, sortval och fördelning av pil-material
- Utveckling av metoder för utbyte av försökserfarenheter mellan olika länder (exchanging genetic evaluation data - joint evaluation)
- Cell-, protoplast och cellvävnadskulturer av material för energiskog
- Utveckling av bioteknikprogram för materialframställning
- Näring- tillväxt relationer
- Tekniskt erfarenhetsutbyte
- Ekonomisk utvärdering av biomassa system (energiskog)

EG-länderna

Sedan mitten av 1970-talet har EGs forsknings- och utvecklingsarbete inom energiområdet innefattat insatser för bioenergi.

De översiktliga bedömningar som görs inom EG är att framställning av drivmedel och biogas från konventionella jordbruksgrödor på kort sikt är möjliga alternativ.

På medellång sikt bedömer man dock att skog med kort omloppstid (energiskog) är det bästa alternativet för odling på åkermarker. Inom EG räknar man med att 10-15 miljoner ha jordbruksmark skulle kunna utnyttjas för sådan skogsodling. Skogsråvaran kan utgöra råvara dels till skogsindustri dels till energimarknaden som bedöms ha ännu större potential.

Tekniken för anläggning av skogen anses väl etablerad genom omfattande plantage av Eucalyptus i Portugal och Spanien (800 000 ha) samt försöksodlingar med poppel och pil i övriga länder (2 000 ha).

Produktionen uppgår till 10-12 ton torrsubstans/ha och år och man bedömer att det finns stor potential till ökning av produktionen.

Förslag har framlagts som innebär att stöd till skogsodling av aktuellt slag lämnas temporärt med medel som nu avsätts till jordbrukssubventioner, att legala hinder undanröjs och rådgivning kommer till stånd. För att utveckla tekniken föreslås också satsningar på små och medelstora pilotanläggningar för användning av råvaran.

Inom forskningen och utveckling ges följande insatsområden hög prioritet:

- Ekonomiska och samhällsorienterade studier som skall ge underlag till policy-beslut
- Ett koordinerat nätverk av försöksodlingar i större skala etableras
- Urval och förädlingsarbete med utnyttjande av bioteknologi
- Ökad grundläggande forskning inom fysiologiområdet
- Skydd mot sjukdomar, angrepp i odlingen

Sverige

I Sverige har sedan mitten på 1970-talet omfattande satsningar gjorts på energiodlingsområdet främst energiskog. Verksamheten har tills för något år sedan helt finansierats inom energiforskningsprogrammet. Från 1987 har dock lantbruksnäringen påbörjat en satsning som syftar till att stödja forskning och utveckling av energiskog samt i större skala (5 000 ha) pröva energiskogsodling jämte erforderlig teknik och användning.

Nedanstående punkter sammanfattar några av de viktigaste resultaten från verkets utvärderingar av energiskog och energigrödor som gäller svenska förhållanden.

- Kunskaperna om odlingsmaterial, metoder, miljöfaktorer och produktionsresultat för energiskogsodling på jordbruksmark är så goda att praktiskt inriktade försök har kunnat påbörjas

- Bränsle från energiskog (flis) kan i tekniskt avseende jämställas med skogsbränslen och kan därför hanteras och eldas i befintliga anläggningar för skogsbränslen

- De bästa produktionsresultaten för energiskog fås vid odling på olika slag av jordbruksmark i södra och mellersta Sverige

- Kostnaderna för att framställa energiskogsbränsle i form av flis har bedömts till följd av fortsatt utveckling kunna bli ca 100 kr/MWh vid mitten av 1990-talet. Detta kan medföra att energiskogsbränslet lokalt kan bli konkurrenskraftigt jämfört med andra fastbränslen

- Av övriga energigrödor bedöms halmbränsle ha de bästa förutsättningarna. De halmmängder som tekniskt-ekonomiskt skulle kunna tas tillvara som bränsle med beaktande av miljökraven uppgår till ca 2 TWh årligen. De lokala konkurrensförutsättningarna kommer att bestämma omfattningen av halmbränsleanvändningen.

- De övriga energigrödorna - särskilt odlade grödor för framställning av fastbränsle, gas och drivmedel - bedöms leda till höga produktionskostnader och i vissa fall leda till negativa miljökonsekvenser

4. Nuvarande energiforskningsprogram

Under 1984/85 och 1986/87 genomförde statens energiverk resultatsammanställningar av insatserna inom Energiodlingsprogrammet. Slutsatserna av dessa arbeten blev att energiskogsodling och tillvaratagande av halm är de energigrödor som har bäst utvecklingsmöjligheter med avseende på framställningskostnader och miljökrav jämfört med övriga grödor. Energiskogsodlingen har en relativt stor potential medan halm som kan tillvaratas som bränsle endast finns i begränsad omfattning. Insatserna inom forskningsprogrammet för energiodling har utformats mot denna bakgrund.

Under den nuvarande perioden 1987-1990 genomförs följande insatser.

Engergiskog

Biologi:

Delområdet biologi avser utveckling av odlingsmaterial och odlingsmetoder för energiskog. Insatserna inriktas mot att utveckla odlingen på olika slag av jordbruksmarker, såväl mineraljordar som mulljordar. Viss forskning beträffande torvmarksodling särskilt med inriktning att kunna utnyttja avslutad torvtäkt för energiskog genomförs också. Arbetena genomförs till största delen vid institutionen för ekologi och miljövård, SLU, Ultuna.

Pågående insatser för systematisk förädling av växtmaterialet med biotekniska tillämpningar för att snabbare kunna få fram förbättrat material fortsätter. Genom förädlingsarbetet kan betydande produktionsökningar påräknas på sikt. Arbetena genomförs vid institutionen för skogsgenetik, SLU, Ultuna samt institutionen för fysiologisk botanik, Uppsala Universitet. Tillämpat förädlingsarbete inom området vid Svalöf stöds med medel från LRFs forskningsstiftelse.

Miljö:

Erforderliga miljöeffektstudier av energiskogsodlingen genomförs av statens naturvårdsverk på uppdrag av statens energiverk. För studier engageras främst olika universitetsinstitutioner. Insatserna avser huvudsakligen undersökningar i anslutning till försöken med energiskog på jordbruksmark och torvmark. Syftet är att klarlägga de positiva och negativa effekter som energiskogsodlingen kan medföra på mark och vatten samt flora och fauna. Studier av landskapsbildförändringar genomförs också i anslutning till försöken. Resultaten kan användas vid lokalisering av energiskogsodlingar med hänsyn till naturvårdsintressen.

Teknik:

Den tekniska utvecklingen avser i första hand insatser beträffande skördeteknik och planteringsteknik. Under 1986/87 har omfattande driftprov genomförts med en tidigare framtagen skördemaskin. Maskinen har kunnat demonstrera den aktuella tekniken och de tekniska specifikationer som fastställts har i huvudsak kunnat verifieras. Kostnadsberäkningar har också genomförts för skördemomenten.

Nya tekniska lösningar för skörd och sönderdelning av energiskogen studeras f n. Utveckling av sådan teknik bedöms leda till betydande kostnadsminskningar för framställning av energiskogsbränslet. Stöd till sådan utveckling under perioden kan komma att lämnas med medel från energiteknikfonden.

Tillfredsställande teknik finns vad gäller plantering av energiskogssticklingar på sandjordar. Plantering på mulljord och lerjord ställer krav på ny planteringsutrustning som f n är under utveckling. Denna utrustning avses provas och utvärderas under innevarande perioden. Stöd till arbetena lämnas inom energiforskningsprogrammet.

Stöd lämnas också till metodstudier och försök med olika gödslingstekniker för spridning av gödsel i olika bestånd av energiskog.

Storförsök:

Storförsöken syftar till att pröva energiskogsodling i praktisk skala under några olika mark- och klimatförhållanden. Försöken tillämpar resultat från forskningen om växtmaterial och odlingsmetoder liksom olika metoder och teknik för anläggning och skötsel.
Försöken har en sådan omfattning att även miljöeffektstudier kan genomföras i anslutning till odlingen. Försöken möjliggör också preliminära ekonomiska kalkyler för energiskogen under de olika betingelserna.

Storförsök Södra är ett praktiskt inriktat försök med energiskog på nedlagd jordbruksmark i Kronobergs län. Försöket påbörjades i slutet av 1970-talet och syftar till att visa möjligheterna att odla energiskog på mark som ej är tjänlig för traditionell skogs- och jordbruksdrift. Resultaten från försöket visar att även energiskogsodlingen under sådana odlingsbetingelser ger ett allför svagt resultat. Försöket kommer att avslutas under 1988/89.

Storförsök Domän avser motsvarande försök på en mellansvensk mosse. De resultat som hittills kommit fram visar att anläggningskostnaderna för energiskogsodling på torvmark blir höga. Tillväxten de första åren efter anläggningen har också visats bli väsentligt lägre jämfört med odling på hävdad jordbruksmark. Försöket genomförs av Domänverket i Falu region. Försöket planeras avslutas och utvärderas under 1988/89. En mindre del av försöksodlingen bedöms angelägen att bevara ur forskningssynpunkt.

Storförsök Syd avser utveckling av praktisk energiskogsodling på jordbruksmark i södra Sverige. Erfarenheterna från försöket är goda. Odlingarna har snabbt utvecklat slutna bestånd och uppvisat en god tillväxt. Värdefulla resultat beträffande markval, plantering, växtmaterialet och skörd har framkommit. I anslutning till försöket har också flisningsförsök och proveldning av energiskogsbränslet genomförts. Resultaten visar att energiskogsflisen kan framställas med befintlig teknik och flisen är ur hanteringssynpunkt och eldningssynpunkt fullt jämförbar med skogsbränsleflis. Delar av försöket planeras fortsätta för att bl a produktionen och miljöeffekter av odlingen skall kunna studeras. Försöket genomförs av Sydkraft AB i samverkan med Hushållningssällskapet i Malmöhus län.

Praktisk odling:

Praktisk odling är en försöksverksamhet som påbörjades 1985/86. Verksamheten syftar till att ge större erfarenhet av anläggning av odling och bör leda till att man bättre kan bedömma den praktiskt uppnåbara produktionen, miljöeffekterna av odlingen samt de kostnader som odlingen medför. Insatserna kan också ses som ett utvecklingssteg mot att skapa förutsättningar för en utökad energiskogsodling.

I försöksverksamheten som planeras omfatta 500 ha i områdena Skåne, Halland, Östergötland samt Mälardalen, medverkar ett 100-tal lantbrukare och andra intressenter.

De lantbrukare som deltar får ett stöd motsvarande 7 500 kr/ha avseende av planteringsmaterial och ersättning för odlingsinsatser. Stödet motsvarar större delen av anläggningskostnaden. Resterande kostnader, för i huvudsak egna arbetsinsater, får täckas av lantbrukaren. Lantbrukaren får också råd och anvisningar för odlingens genomförande.

Redan efter de första åren av försöksverksamheten har en stor mängd erfarenhet kommit fram beträffande krav på anläggningsarbetena och odlingsmaterialet, kunskapsöverföring mellan lantbrukare och forskare (genom försöken formuleras relevanta frågor till forskarna), engagemang från lokala lantbruksnämnder, hushållningssällskap, kommunala energiverk m fl.

Anläggning av odlingarna har genomförts under 1986-1988. Därefter avses skörd genomföras vart tredje år i odlingen. Rapportering av odlingsförsöken kommer att ske under 10 år från anläggningstillfället.

Övriga grödor, halm

Under tidigare perioder har FoU-verksamheter inom detta område varit inriktad mot att klargöra möjligheterna att framställa bränslen från olika jordbruksgrödor, s k energigrödor. Några exempel på sådana grödor är spannmål, oljeväxter, skockor, gräs. Insatserna har omfattat odlingsförsök med olika grödor, tekniska försök och ekonomiska bedömningar. Odlingspotentialer och miljöeffekter har också belysts.

Resultaten av arbetena visar att i de flesta fallen leder energigrödorna till höga produktionskostnader, såväl i jämförelse med övriga inhemska bränslen som med fossila importerade bränslen. Flera av energigrödorna leder ej heller vid odling till förbättrat miljöresultat. Möjligheterna att med fortsatta FoU-arbeten väsentligt ändra dessa förhållanden bedöms som små. Stöd till fortsatt forskning och utveckling av detta slag av energigrödor för bränsleframställning har därför ej prioriteras under insatsperioden.

Halmbräsle kan dock enligt de framkomna resultaten framställas till relativt låga kostnader. Ny teknik kan här leda till ytterligare möjligheter för tillvaratagade av halmen.

Halmeldningen har f n en liten omfattning jämfört med eldningen av skogsbränslen och torv. Endast ett 50-tal mindre halmeldningsanläggningar finns i landet. Några få anläggningar av storleken 1-5 MW finns f n.

För att halmeldningen skall kunna underlättas krävs vidareutveckling av tekniken för bränsleframställning t ex balning, brikettering samt tekniken för eldningsanläggningarna. Stöd till sådan teknik, t ex framställning av högtäthetsbalar, lämnas med medel från teknikutvecklingsfonden.

Nuvarande insatsplan för Energiodling 1987--1990

Energiskog	FoU
Biologi:	
- Förutsättningar, metoder, material	21
- Förädling	6
- Odlingsförsök på organogen mark (Sösdala, Flakmossen, Finnmossen)	2
- Gödslings-, bevattningsförsök	2
	31
Praktiska försök och teknik:	
- Storförsök Syd Södra Domän	2
- Praktiska försök Syd Ost Mälardal	3
- Teknik (plantering, skörd, m m)	2
	7
Miljöeffekter av energiskog	4
Övriga grödor, halm	
- Halmteknik (bärgning, lagring, transport m m)	3
- Tillgång, avsättning, fallstudier, ekonomi, m m	1
- Miljöeffekter av halm	1
	4
Områdesgemensamt	
- System (ekonomi, uppföljning, utvärdering, internationell samverkan m m	3
	8
	50[1]

[1] Tillkommer 4-5 Mkr av basanslag till SLU.

5. Behov av forsknings- och utvecklingsinsatser 1990--1993

De föreslagna forsknings- och utvecklingsinsatserna för den kommande perioden är väsentligen en fortsättning av nu pågående verksamhet. De förändringar som förslaget innehåller är dels en breddning av den biologiska forskningen genom utökade insatser beträffande kvävefixering vid odling samt antalet studerade arter, dels en ökad inriktning mot miljöfrågor genom forskning om biologiska metoder att minska näringsläckage vid odling.

Den forsknings- och utvecklingsverksamhet som påbörjats inom lantbruksnäringen bör ses som ett komplement till de insatser som föreslås inom energiforskningsprogrammet och energiteknikfonden. De fortsatta planerade insatserna inom denna verksamhet har därför tagits med i insatsplanen nedan.

Målet för insatserna inom energiforskningsprogrammet under den kommande treårsperioden (3 års-perspektiv) är att få bättre grundläggande kunskap om energiskogsodlingens anläggning, odlingsmaterial, tillväxt och miljöeffekter. Kunskapen kommer att fås genom studier av förbandsförsök med olika plantantal, uppföljning av anlagda försök, biologisk träda, undervegetation med baljväxter, klarläggande av förädlingspotential för pil, al och dess biologiska kvävefixering, näringsläckage vid odling. Inom teknikutvecklingsprogrammet är målet att verifiera teknik för skörd av energiskog. Stöd till förbättrad halmbränsleteknik kan också bli aktuell.

För insatserna under den följande treårsperioden (6 års-perspektiv) är ett mål att få säkrare kunskap om den uppnåbara tillväxten och ett utökat antal lämpliga sorter (kloner). Detta nås genom resultat från det systematiska förädlingsarbetet som genomförs vid SLU och Svalöf samt de praktiskt inriktade odlingsförsök som anlagts.

Förbättrad kunskap om energiskogens miljöeffekter vid odling på jordbruksmarker kommer också fram till följd av studier av energiskogens näringsupptagning och läckage. Drifterfarenheter av utvecklade tekniska system för odling, skörd och hantering kan föreligga och ge underlag till säkrare produktionskostnadskalkyler. Måluppfyllelsen förutsätter dock att tidigare forskningsarbete kan fortgå med i huvudsak oförändrad inriktning och omfattning och att den satsning på energiskog som påbörjats av lantbruksnäringen genomförs som planerat.

Målet för forsknings- och utvecklingsverksamheten inom området på längre sikt (20 år) bör vara att bidra till möjligheterna att få fram en råvara för framställning av konkurrenskraftiga bränslen som uppfyller aktuella miljökrav.

Resursbehovet för insatserna under tiden 1990--1993 föreslås uppgå till 50 Mkr inom energiforskningsprogrammet och 3-7 Mkr inom energiteknikfonden, tillsammans 53-57 Mkr. Inriktningen föreslås i huvudsak bibehållen för satsningen på energiskog. En omfördelning av insatserna sker genom att den praktiskt inriktade försöksverksamhetens kostnader minskas. Detta kan ske naturligt genom att vissa försök har avslutats eller går in i en uppföljningsfas. En utökning och breddning sker mot mera grundläggande forskning med miljöanknytning t ex biologisk kvävefixering, näringsläckage vid odling. Ett ökat stöd föreslås till teknisk utveckling särskilt av skördeteknik för energiskog och inom halmbränsleområdet med syfte att verifiera nya tekniska lösningar som kan underlätta tillvaratagandet och utnyttjandet av halmbränslet.

Insatserna är till huvuddelen av grundläggande slag och till mindre del av utvecklingskaraktär. Inom det föreslagna forskningsprogrammet nedan kan insatserna inom biologi och miljöområdet, 42 Mkr, betraktas som grundläggande medan insatserna inom områdena praktiska försök och teknik 3 Mkr är av utvecklingskaraktär.

Flertalet av insatserna inom den biologiska forskningen innebär bindningar av formell eller informell karaktär under 3-6 år i vissa fall längre tid till följd av forskningens och försökens långsiktiga uppläggning. Några exempel på sådana arbeten är studier av energiskogens anläggningsfas och produktionsfas, årsmåninverkan, växtförädling.

Det internationella samarbetet vid sidan av bilaterala forskarkontakter sker huvudsakligen inom ramen för IEA-organisationen. Samarbetet är främst inriktat på informationsutbyte och viss samordning av deltagande länders specifika forsknings- och utvecklingsinsatser. De mest aktiva länderna inom samarbetet med vilka Sverige har utbyte inom området är Canada, USA, Nya Zeeland, Finland, Irland.

En omfattande forskning och utveckling pågår inom EG-länderna vad gäller bioenergiområdet. Inriktningen på verksamheten är att utnyttja olika jordbruksprodukter på kortare sikt för drivmedelsändamål. På medellång sikt bedömer man dock skogsodling med kort omloppstid som ett av de mest intressanta alternativen. Hittills har samverkan mellan Sverige och EG-länderna varit liten inom området. Under insatsperioden 1990--1993 föreslås att informationsutbyte och samverkan utökas med EG-länderna.

Insatsplan för området Energiodling 1990-1993: (kompl med insater från LRFs forskn stiftelse)

	FoU	TU	LRFs forskn stiftelse
Energiskog			
Biologi:			
- Odlingsförutsättningar, metoder, material	23		
- Beståndsskador, klonprövning			7
- Förädling (SLU)	7		
- Förädling (Svalöv)			4,5
- Biologisk kvävefixering	3		
- Odlingsförsök på organogen mark (Flakmossen, Finnmossen)	2		
- Gödslings-, bevattningsförsök	2		
	37	0	11,5
Praktiska försök:			
- Energiskog Syd (Skåne, Halland)	0,3		
- Energiskog Ost (Östergötland	0,3		
- Energiskog Mälardal	1,0		
- Uppföljning biologi,teknik, ekonomi	1,5		
- Odlingsfrågor (statskonsulenttjänst)			0,6
	3,0	0	0,6
Teknik:			
- Småskalig skördeteknik		0,5	
- Storskalig skördeteknik		1,0	
- Övrig		1,0	
	0	2,5	5

	FoU	TU	LRFs forskn stiftelse
Miljö:			
- Näringsläckage, -upptagning	3		
- Fauna	1		
- Aska	1		
	5	0	0
Övriga grödor, halm			
- Energigrödor (gräs, biogas m m)	1		3
- Halmteknik		0-5	
	1	0-5	3
Områdesgemensamt			
- IEA/EG	3		
- Övr studier, utvärdering	1		
	4	0	0
	50	3-7	(20)

Prioriteringar:

1. Mellanalternativet 50 Mkr, enligt kolumn ovan.

2. Reducerat alternativ, 45 Mkr = Alt 1 minskat med insatser för biologisk kvävefixering (-3 Mkr) samt näringsläckageminskning med energiskog som fånggröda (-1,5 Mkr) övrig forskning inom biologiblocket (-1 Mkr).

   Alternativ 2 innbär att nya forskningsområden med grundläggande inriktning och med miljöanknytning enligt ovan ej kan tillföras forskningsprogrammet.

3. Hög - alternativ, 55 Mkr = Alt 1 ökat med insatser inom biologi, förädling av flera arter; al, poppel (+6 Mkr).

STATENS ENERGIVERK
Bränsleteknikbyrån
Stefan Cairén

EFU TORV
1988-11-30

Bilaga 3

1. Energimässig och miljömässig betydelse

Mängden torv i Sverige är mycket stor. Av naturvårdsmässiga och hittillsvarande ekonomiska och tekniska skäl bedöms dock endast en bråkdel härav komma att utnyttjas.

År 1988 var produktionen preliminärt ca 3,1 TWh till ett värde av ca 90-120 kr/MWh. Över en femårsperiod kan produktionen, på etablerade torvtäkter samt torvmarker där bearbetningseller undersökningskoncession beviljats, växa till ca 8 TWh/år om marknaden finns.

Energitorv kan produceras utan att allvarlig inverkan på miljön uppstår. Vid jämförelse med andra areella verksamheter framstår miljöpåverkan från energitorvtäkt som ringa. Den totalt dikade energitorvarealen uppgår till drygt 5 000 ha totalt, vilket exempelvis kan jämföras med en årlig torvdikning för skogsbruksändamål om knappt 20.000 ha.

Energitorv kan produceras på sådana torvmarker att konflikter med naturvårdens intressen ej behöver uppstå. Den svenska torvmarksareralen uppgår till ca 6,5 miljoner ha, där torvdjupet överstiger 30 cm. Av denna areal har ca 1 miljon ha dikats i modern tid, vilket då även inkluderar ovan angiven energitorvareal. Den senare utgör därmed ca 1 promille av den totala torvarealen och ca 5 promille av den totalt dikade torvarealen.

Den miljömässiga betydelsen av att använda energitorv kommer att bli föremål för fortsatta forskningsinsatser, det gäller bl a miljöpåverkan av svavel- och koldioxidutsläpp. Beträffande svavelfrågan kan man redan idag konstatera att tekniken för rening av svavelutsläpp fungerar och tillämpas i andra liknande sammanhang t ex vid kolförbränning. Genom att styra energitorvanvändningen från små till större pannor bedöms eventuella extrakostnader för svavelrening komma att bli ringa.

Energitorvanvändningens inverkan på klimatförändringen har tidigare diskuterats utifrån jämförelser av koldioxidutsläpp vid förbränning, och med invägande av att naturlig torvmark tillväxer genom att uppta koldioxid från luften. Sammantaget ansågs detta leda till att energitorvanvändningen skulle kunna vara tveksam ur miljösynpunkt.

Emellertid har man kunnat visa att naturlig torvmark producerar den starkt klimatpåverkande gasen metan i sådan omfattning att det påverkansmässigt anses överväga fördelarna med att torven å andra sidan tar upp koldioxid från luften.

Dessutom anses all dikad torvmark nettomässigt avge koldioxid till luften, detta som en följd av att marken oxideras och sjunker samman. Vidare är det möjligt att återplantera utbruten torvmark med skog, som genom tillväxt tar upp luftens koldioxid igen utan att fördenskull producera metangas. Slutligen anses torv vara ett (energirelaterat) renare bränsle än kol.

Sammantaget innebär detta att energitorvanvändning i ett kortare perspektiv, 0-100 år, innebär miljöfördelar gentemot användning av fossila bränslen.

Den fortsatta forskningsverksamheten kommer att inriktas mot att klargöra och kvantifiera dessa samband närmare.

Energitorvanvändningen styrs i första hand av prisrelationen mellan torv och andra bränslen. Utrymmet i form av befintliga och planerade förbränningsenheter som uppförts i syfte att utnyttja torv är ca 4 TWh/år fram till ca 1990 och ytterligare ca 3 TWh/år några år senare.

På marknaden har torv hittills i första hand konkurrerat med trädbränslen. Ökade miljökrav innebär att torv i ökad utsträckning kommer att konkurrera med de miljömässigt svagare bränslena kol och avfall.

2. Struktur och aktörer

Till aktörerna inom detta område räknas torvproducenterna och maskinleverantörerna. Maskinutrustningen för torvbrytning är så speciell att den svårligen är användbar i andra sammanhang. Förbränningsenheter för torv är däremot knappast exklusiva för detta bränsle. Av över 2 000 MW installerad effekt i form av fastbränslepannor är mindre än hälften primärt avsedda för torv.

Torvbranschen har vuxit upp nästan helt som en bränsleleveransbransch, dvs utan befintliga avnämnare. Före år 1980 fanns under några årtionden ingen torvbränsleutvinning. Drivkraften i utvecklingen av torvproduktion har varit tron på en bra konkurrenssituation. Då denna inte infriats har varken torvproducenterna eller maskintillverkarna kunnat bli ekonomiskt starka.

En ökad medvetenhet om miljöpåverkan från olika energislag kommer sannolikt att inverka gynnsamt på torvens konkurrenskraft.

Utöver de forskningsinsatser som verket svarar för och som direkt berör torv ur energisynpunkt, bedrivs även annan forskning som indirekt berör detta område. Det gäller bl a våtmarksforskning genom SNVs försorg och viss skogsforskning genom bl a SJFR.

Torvbranschen har hittills saknat ekonomiska möjligheter att stödja den rena forskningsverksamheten.

3. Kunskapsläget

Insatserna för kunskapsutveckling inom forskningsprogrammet har inneburit att kompetens byggts upp vid Ytkemiska Institutet, Lunds Tekniska Högskola, Chalmers Tekniska Högskola och statens lantbrukskemiska laboratorium vad gäller torvanalys, karaktärisering och klassificering. Vid LTH, CTH och Sveriges Lantbruksuniversitet finns resurser vad gäller preparering, lagring och torkning av torv som bränsle. Vid Umeå universitet finns betydande kunskap uppbyggd vad gäller grundläggande forskning om vattenbindning i torv. Vid Sveriges Geologiska Undersökning och Studsvik energiteknik finns kunskaper om torvbränslekaraktärisering, bl a erhållna i samarbete med Statens Tekniska Forskningscentral i Finland.

Erfarenhet om torv och dess egenskaper finns också i andra forskar- och utvecklingsgrupper som arbetat med förgasning, pyrolys och direktförvätskning av torv. Torvtäkters miljöpåverkan har undersökts i samarbete med statens naturvårdsverk.

Praktisk erfarenhet av hantering av torv och bränslekvalitetens påverkan på förbränningsförlopp har byggts upp i ett flertal förbränningsanläggningar som tagits i drift.

Tillsammans med torvproducenter finansierar statens energiverk ett ramprogram inom stiftelsen för svensk torvforskning avseende forskning och utveckling på torvområdet. Tonvikten i programmet ligger på insatser som är av branschintresse och som är kommersiellt näraliggande.

Statens vattenfallsverk har sedan några år deltagit i satsningar på forskning och utveckling inom torvområdet. Vattenfall har byggt upp ett laboratorium i Älvkarleby för att i första hand under tiden 1988-90 bedriva tillämpad forskning inom avvattningsområdet.

Torv för energiändamål används och utvecklas i bl a Sovjetunionen, Finland och Irland. Sovjetunionen använder mest torv i världen för energiändamål, ca 50 miljoner m^3 per år. Produktionskapaciteten byggdes huvudsakligen upp under åren kring andra världskriget, vanligen med frästorvmetoden som fortfarande dominerar. Sovjetunionen har också stora laboratorier för torvforskning.

Finland har satsat målmedvetet på torvexploatering för energiändamål i drygt tio år, med betydande statligt stöd. Energisektorn tillförs nu torv på kommersiella grunder. Det halvstatliga företaget VAPO svarar för nästan all torvproduktion. En viss etablering av privata producenter har också ägt rum. Användningen är ca 14 miljoner m^3 per år. Produktionen har under år med gynnsamma väderförhållanden överstigit 20 miljoner m^3. Torven har regionalt blivit ett viktigt bränsle med god konkurrensförmåga. Torvanvändningen kommer enligt planerna att öka till ca 20 miljoner m^3 år 1995. För år 2000 anger prognosen, som då inkluderar torvkondenskraft, en användning om 25-30 miljoner m^3 per år, då motsvarande ca 8 procent av Finlands energiförsörjning. Den idag dominerande produktionsmetoden är frästorv, men det görs stora insatser för att utveckla metoder för stycketorv.

Den irländska produktionen av torv för energiändamål har varit omfattande sedan många år och har vissa likheter med den sovjetiska. För merparten av produktionen står ett av staten ägt produktionsbolag (Board na Mona). I första hand utnyttjas frästorvmetoden. Omkring 20% av Irlands elproduktion baseras på torv. Eftersom Irland genom ett mångårigt torvutnyttjande har fått avsevärda marker med utbruten torv, satsas det relativt stora resurser på alternativa återanvändningssätt av de utbrutna torvmossarna.

4. Nuvarande energiforskningsprogramm

Insatserna 1987/90 avser i första hand miljömässigt inriktad kunskapsutveckling kring torvbrytning samt studier av torvens materialegenskaper för att möjliggöra utveckling av "bättre" torvbränslen. I det senare ingår också utveckling av ny brytningsteknik.

Fram till 1987 hade avvattningsforskning, en framträdande roll, vilket betingades av den omfattande teknikutveckling som då prövades för "året-runt-brytning".

FoU-programmet omfattar 40 Mkr och planerades ursprungligen att fördelas på 24 Mkr grundläggande kompetensuppbyggnad och 16 Mkr teknikutveckling. Den senare insatsen kommer som det ser ut idag troligen att bli avsevärt lägre än planerat.

Två sexåriga forskartjänster, vid Umeå universitet resp Chalmers Tekniska Högskola, är knutna till torvforskningen fram till 1992.

Torvforskningen har alltmer kommit att koncentreras till Umeå, vilket i praktiken innebär att just denna forskningsverksamhet kommer att vara mer långsiktigt bunden än övriga forskningsverksamheter.

5. Förslag till forskningsprogram 1990-93

Det kortsiktiga verksamhetsmålet är att dels genom kunskapsuppbyggnad kontinuerligt besvara de frågeställningar som utgör underlag för bedömning av energitorvanvändningen, dels att minska kostnaderna för energitorvproduktion.

Viktiga delverksamheter i detta är att öka kunskapen om torvmaterialets egenskaper och att utröna miljöeffekterna av energitorvanvändning. Dessutom ingår att med hjälp av ett särskilt laboratorium stödja den pågående teknikutvecklingen mot mer väderoberoende produktionsmetoder. Vissa insatser planeras även för torvavvattning och torvlagring.

Det långsiktiga målet är att dels ta fram underlag som allsidigt belyser energitorvens möjliga användning i energisystemet, dels att bygga upp generell kunskap om torv i vid mening.

Resursbehov och inriktning

FoU-Insatser 1990/91-1992/93

FoU-insatser bedrivs inom området Torvkunskap. Tidigare insatser inom området Torvteknik förutsättes fortsättningsvis bli finansierade via energiteknikfonden.

Torvkunskap

Insatserna delas upp i karakterisering, miljöpåverkan, ytmetodsimulering, avvattning och lagring.

Karakterisering utgör fundamentet för all annan torvforskning och syftar till att i vid mening öka kunskaperna om torv för att därigenom kunna förklara olika fenomen som uppträder vid torvhantering. Forskningen bedrivs integrerat och berör vetenskaper som kemi, fysik, biologi och geologi. Förbättrade kunskaper om torvens egenskaper är viktiga för att utveckla teknik i samband med att bryta, hantera och förbränna torv samt som underlag för att bedöma den miljöpåverkan som energitorvanvändning ger upphov till. Behovet av insatser bedöms uppgå till ca 12 Mkr.

Miljöpåverkan utgör en fortsättning på tidigare insatser inom torvmiljöområdet men ges nu en delvis ny inriktning.

Miljöforskningen inom torvområdet inriktades från början, dvs för ca 10 år sedan, mot att klargöra omfattningen av de anspråk som olika natur- och miljöintressen ställde på torvmarksanvändningen. Det visade sig snart att dessa intressen skulle komma att utgöra omfattande begränsningar i tillgången på potentiell mark för energitorvproduktion.

Härefter inriktades forskningen mot att undersöka miljökonsekvenserna av modern energitorvproduktion. Insatserna koncentrerades till att belysa de miljöeffekter som kunde uppstå på omgivningen vid iordningställande och drift av täkt, t ex avrinningsbetingade miljöstörningar i recipientsystemen. Resultaten av denna mångåriga forskning, som nu i stort anses avslutad, kommer att systematiseras och föras ut som råd och anvisningar till tillsynsmyndigheter och torvproducenter under innevarande programperiod.

Fortsatta forskningsinsatser inriktas mot att klargöra miljökonsekvenser av energitorvanvändning. Det innebär både att fastställa dessa effekter och att sätta dem i relation till de motsvarande effekter som under samma förutsättningar uppstår vid användning av andra liknande energislag. Det är också väsentligt att på liknande sätt jämföra energitorvproduktion med annan alternativ markanvändning. Detta arbete förutsätter en nära samarverkan med i första hand statens naturvårdsverk.

Samhällets ökade miljökrav m a p bland annat bränslekvalitativa aspekter kan innebära att resultat av tidigare genomförda provtagnings- och analysförfaranden inte längre förmår beskriva huruvida torvbränslet klarar dessa nya krav eller ej.

För att bättre kunna beskriva torvanvändningens miljöpåverkan med avseende på bl a svavel-, klor-, kväve- och kvicksilverföroreningar samt tungmetaller och radioaktiva ämnen kan det bli nödvändigt att utveckla nya analys- och mätmetoder med bättre precision.

Det kan också bli nödvändigt att genomföra provtagnings- och analysarbete av nya prover avseende dessa ämnen från igångvarande torvtäkter.

En annan viktig miljöfråga är att klargöra i vad mån användningen av torvbränslen ger upphov till utsläpp av s k klimatpåverkande gaser. Här avses i första hand klarläggande av inverkan på den s k växthuseffekten genom utsläpp av koldioxid och metangas.

Behovet av insatser bedöms uppgå till ca 4 Mkr.

Ytmetodsimulering är ett nytt insatsområde och avser drift av ett klimatreglerat laboratorium så utformat att verkliga utomhusförhållanden kan simuleras under starkt kontrollerade betingelser. Laboratoriet, som kommer att byggas upp före 1990/91, planeras få egen personal och ska bedriva försöksverksamhet i fältet mellan grundläggande forskning och branschanknuten teknikutveckling.

Laboratoriet ska dels utföra mellanskaliga försök som komplement och underlag till den storskaligare metod- och maskinutveckling som torvbranschen bedriver, dels utföra mellanskaliga försök som komplement till den forskningsverksamhet som bedrivs på betydligt mer detaljerad nivå inom bl a karakteriseringsprojektet. Ytmetodsimulering kommer därvid att utgöra en viktig länk mellan forskare på grundläggande nivå och användare.

Insatserna avser försöksverksamhet i delprocesser av konventionella s k väderberoende metoder i avsikt att jämföra olika befintliga produktionsmetoder för i första hand stortorv och stycketorv m a p torvens torknings- och återfuktningsbenägenhet och att fastställa torvens därav betingade kvalitetskriterier, samt hur detta kan optimeras genom ändrade utformningar i maskinell utrustning. Det senare avser t ex ältningsteknik, brytdjup, torvstyckets utformning, dess markplacering mm.

Behovet av insatser bedöms uppgå till ca 4 Mkr för engångsinvesteringar under innevarande programperiod samt ca 2 Mkr i driftkostnader per år. De senare förutsättes kunna delfinansieras av branschen.

Avvattningsforskningens fortsättning kommer till inriktning och omfattning att vara beroende av verkets bedömning av avvattningsteknikens framtid. Indikationer på ett sådant intresse kommer att utfalla dels under 1989-90 som resultat av Vattenfalls försöksverksamhet vid Älvkarlebylaboratoriet, dels under 1988-89 som resultat av djupbrytningsprojekt PEAB och eventuellt slutligen under 1989-90 som resultat av Härjedalsprojektet. Oförändrad insatsnivå innebär ca 2 Mkr för treårsperioden.

Insatser på lagringsområdet kommer att vara beroende av de inledande försök som nyligen påbörjats och som beräknas vara avslutade under senare delen av 1989. Oförändrad insatsnivå innebär ca 2 Mkr för treårsperioden.

RESURSPLAN (Mkr) 1990/91--1992/93

Torvkunskap

Karakterisering	12	10-14
Miljöpåverkan	4	3- 5
Avvattning	1	0- 2
Lagring	2	0- 2
Ytmetodsimulering	3	0- 8
	22	13-31

Förutsättningarna för det lägre alternativet (13 Mkr) enligt ovan innebär att de energipolitiska förutsättningarna för användning av energitorv förändras drastiskt till det sämre. Behovet av fortsatta forskningsinsatser sjunker i så fall mot ett nära nog nolläge. Forskningsverksamheten styrs in mot avveckling.

Förutsättningarna för mellanalternativet (22 Mkr) innebär att de energipolitiska förutsättningarna för användning av energitorv är desamma som i skrivande stund (dvs en viss osäkerhet råder angående torvens möjligheter att klara framtida miljökrav), att forskningsverksamheten i positiv bemärkelse kommer att klarlägga torvbränslets miljöpåverkan och att produktionskostnaderna kan minskas något samtidigt som produktionen görs mindre väderberoende.

Förutsättningarna för det högre alternativet (31 Mkr) innebär att de energipolitiska förutsättningarna för användning av torvbränsle förändras märkbart till det bättre. Som ett resultat av detta ökar behovet av forskningsinsatser.

Energitorv har under det senaste året intagit en alltmer rörlig position i den energipolitiska debatten, vilket inom branschen även avspeglats i stigande oro. Det är därför svårt att redan nu försöka förutsäga vilket scenarium enligt ovan som kommer att äga störst trovärdighet om ca två år.

De föreslagna insatserna avser nästan uteslutande grundläggande kompetensuppbyggnad.

Beträffande långsiktiga bindningar bedöms behovet uppgå till åtminstone en forskartjänst placerad vid Umeå universitet.

Sverige deltar i internationell forskningssamverkan inom ramen för ett pågående IEA-samarbete. I detta deltar även Finland och Irland. Verksamheten är dock av mer praktisk inriktning med betoning på maskiner och system.

Forskningsverksamheten förväntas ge resultat som vetenskapligt belägger de miljömässiga och ekonomiska konsekvenserna av energitorvanvändning i det svenska energisystemet.

Den hittillsvarande forskningsverksamheten indikerar att mer än måttliga kostnadsreduceringar är möjliga att uppnå inom 2-5 år.

Den visar också att energitorvproduktionen som sådan kan ske med små störningar på omgivande naturmiljö, liksom den indikerar att användningen av energitorv kan ge mer än måttliga fördelar i påverkan på luftmiljön i jämförelse med fossila bränslen.

6 Insatser 1992-95

På medellång sikt, 6-10 år, kan produktionen av torvbränslen ökas avsevärt. Det förutsätter dock att efterfrågan och användningen ökar. Med ökade miljökrav kan torvbränslets konkurrenskraft komma att öka gentemot kol, och även bli ett alternativ till avfallsbränslen i de fall avfallsförbränning lokalt kan komma att upphöra.

Som framgått ovan är det emellertid oklart hur energitorvanvändningen kommer att utvecklas på kort sikt.

STATENS ENERGIVERK
Bränsleteknikbyrån
Sune Westermark/SST

1988-12-02

Bilaga 4

KOL

Delprogrammet KOL omfattar behandling och analys av energikol från lossning i svensk hamn fram till anläggning som omvandlar kolbränslen till annan energibärare. Torvbränslen liksom förbränning av olika kol i fluidiserad bädd eller i pulverbrännare, förgasning, MHD och rökgasrening behandlas i andra delprogram.

1. ENERGI- OCH MILJÖMÄSSIG BETYDELSE

Världens tillgångar av stenkol är stora och väl spridda. Geologer uppskattar jordens totala tillgångar till ca 15 000 miljarder ton. Man beräknar att kol svarar för 95% av de fossila bränslereserverna. Med dagens teknik och pris på energi är dock bara omkring 700 miljarder ton kol värt att bryta. Energiinnehållet är i snitt 26 GJ/ton.

Sverige använder för närvarande omkring 2,7 miljoner ton stenkol per år för energiändamål. Begränsande faktorer för användning i större skala ligger inte i tillgång eller pris på bränslet, miljömässiga överväganden som på senaste tiden särskilt har betonat klimatpåverkan.

Energiråvaran

Stenkol är en metamorf bergart som har bildats av forntida växtlighet. Torv->lignit->subbituminöst kol->bituminöst kol->antracit är ett sätt att rangordna stenkol efter stigande ålder och omvandlingsgrad. Kolhalt och värmevärde ökar medan andelen flyktiga ämnen och vattenhalt sjunker i takt med stenkolets geologiska ålder.

Stenkol består till största delen av de brännbara grundämnena kol och väte. Resten är syre och föroreningar, askbildande mineral, svavel, kväve och kvicksilver m m. Stenkol är en mycket heterogen råvara, som varierar mycket från plats till plats, så att t o m olika delar i samma gruva kan ge bränsle med väsentligt skilda egenskaper.

Miljöeffekter

Förbränning skapar "växthusgasen" koldioxid samt försurande oxider av svavel och kväve. Utsläppen av svavel- och kväveoxider kan hållas på en låg nivå genom anpassad förbrännings- och rökgasrening.

2. STRUKTUR OCH AKTÖRER

Forskning och utveckling inom kolteknik sker nästan enbart i länder som har egna kolfyndigheter. Svenska insatser måste därför utgå från den samlade internationella kunskapen, bevaka denna och så långt som möjligt söka samarbetsmöjligheter, där vi hittar intressant teknik, som kan anpassas för våra behov. Här väger miljökraven tyngst, men även andra kriterier som flexibilitet och tillgänglighet spelar in.

Marknadsläge

Endast 10 % av det kol som man bryter i världen exporteras. På den internationella marknaden såldes år 1986 176 M ton energikol och 160 M ton kokskol. Av detta importerar Sverige drygt 2,7 M ton energikol (20 TWh) och ca 1,7 M ton kokskol. (1987 är inte signifikant.) Sverige köper kol framför allt från Polen, Australien, Sovjet och Colombia.

Två företag dominerar kolhandeln i Sverige och importerar 80% av det kol som vi använder.

Av energikolimporten används 0,7 M ton i värmeverk, 1,2 M ton i kraftvärmeverk och 0,8 M ton i industrin, varav ca 0,3 M ton för att producera ånga och värme.

Ett par produktionsanläggningar finns för förädlat kolbränsle, som kan leveraras antingen som renat torrt pulver eller som flytande vara med 30% vatten. Kapaciteten motsvarar ca 250 000 ton/år råkol, men utnyttjas f n nästan inte alls. I viss utsträckning utnyttjas cementfabrikers malningskapacitet för att centralt producera förmalt kolpulver direkt från lågsvavlig råvara.

Användarteknik

I stora anläggningar för att producera el och värme dominerar pulvereldning med avancerad rökgasrening. Medelstora anläggningar utnyttjar fluidiserad bäddteknik eller mer konventionell rostteknik. Ett par mindre anläggningar använder fabrikstillverkat kolpulver med låg ask- och svavelhalt. Småpannor, bl a i handelsträdgårdar, bränner företrädesvis styckekol med konventionell stoker.

Kolvattenblandningar prövas i begränsad omfattning vid ett par värmeverk och några mindre industripannor.

Ny teknik som snart kommer i kommersiell skala är tryckssatt förbränning i fluidiserad bädd (Värtan).

Aktörer

Stenkol är ett kommersiellt bränsle i Sverige. Man utvecklar och demonstrerar ny teknik på många håll i världen. Svenska företag ligger här väl framme (ASEA och STAL inom ABB, Fläkt, Celsius, Atlas Copco).

Kolimportörer kan knappast väntas ägna resurser på bränsleforskning. Vissa företag som dessutom förädlar råkolet vidare till ett renare bränsle måste dock satsa en del på detta.

Statens vattenfallsverk driver viss egen utveckling kring koleldning. Sydkraft och dess stiftelse för forskning har liknande verksamhet.

KVM, Kraftsam, VAST och Värmeverksföreningen är organ som själva eller i samverkan med panntillverkare och bränsleproducenter driver forsknings- och utredningsprojekt inom Värmeforsk. Värmeforsk är en stiftelse som genomför huvuddelen av sin verksamhet med 40% statligt stöd. Stiftelsens basprogram innefattar även bränsleteknik.

Svensk Energiutveckling AB (SEU) ska med en årsbudget på 100 Mkr inom 10 år främja ny effektivare teknik att producera, ersätta och använda el.

Branschens intressen är någorlunda väl tillvaratagna inom de program som den själv medverkar i. Verksamheten är dock ganska kortsiktig och tillämpad. Staten kan behöva värna om långsiktiga, samhällsekonomiska intressen och beredskapsaspekter som branschen inte själv beaktar fullt ut. Frågor som staten måste stödja är de, som ser till framtida behov, främst sådana av övergripande karaktär för Sverige som kolimportör eller där staten själv sätter kraven, t ex för att skydda vår miljö.

3. KUNSKAPSLÄGET

Svensk kunskap om bergarten stenkol finns hos dem som sysslat med metallurgiska tillämpningar. Kompetens om kolbränslen finns i dag också hos kolhandlare, bränsleproducenter, pann- och brännartillverkare, kolanvändare inom industri och värmeverk, kraftföretag, konsulter och forskningsinstitutioner.

Utveckling av och genombrott för ny teknik att elda kol miljövänligt ställer ökade krav på möjlighet att förutsäga hur olika kol uppträder vid användningen. Erfarenheter av bränslehantering, förbränningsförlopp, rökgasrening och restprodukthantering från olika kol vid anläggningar i drift ökar från dag till dag.

Kolets egenskaper analyseras med bl a petrografiska metoder. Standardisering och utveckling av analysmetoder sker bl a inom ISO, ICCP (International Committée for Coal Petrology) och UN/ECEs kolkommitté.

Energiforskningsprogrammet har till stor del inriktat insatserna kring kol på att bygga upp kunskap och utrustning för att karaktärisera sådana bränslen för olika tillämpningar. Under perioden 1984-86 har särskilt Studsvik Energiteknik ökat sin kompetens på området, men även kolvattentillverkare har lagt vikt vid karaktärisering samt raffinering av stenkol. I Sverige finns ett gott kunnande om mineralberedning i allmänhet. Dessutom finns tillverkare av utrustning för att rena kol.

Det är naturligt att huvuddelen av kunskapsutvecklingen kring stenkol sker i de länder som har egna fyndigheter. Internationellt samarbete och bevakning har därför varit viktigt för svensk del.

4. NUVARANDE ENERGIFORSKNINGSPROGRAM

Verket har under perioden 1987/90 orienterat sitt stöd till kolbränsleforskning mot långsiktiga, grundläggande frågor.

För att få grepp om forskningsfronten avser vi bygga upp ytterligare kompetens kring kol vid universitet och högskolor, som kan borga för vetenskaplig kvalitet. Arbetet bör vara tvärvetenskapligt och kräva nära samverkan med angränsande discipliner. Stödet väntas uppmuntra att forskarmiljöer växer fram, där grundläggande och tillämpade kompetenser samarbetar.

Forskningsverksamheten avseende KOL indelas i huvudbegreppen "karaktärisering" och "beredning". Därtill kommer några frågor där kolets roll behandlas som "systemaspekter". Kring "karaktärisering" finns aktiviteter igång i Studsvik och på KTH's inst för Värmeteknik. I Lund karaktäriserar Analytisk kemi svavel i kol för biologisk "beredning".

Samarbetet med US Department of Energy kring ultra clean coal, UCC, har varit ett sätt att få tillgång till den f n mest lovande tekniken för kemisk rening av stenkol. De svenska företagen Carbogel och Fluidcarbon har sökt få fram ett användbart bränsle i vattenfas. Fortsatta försök av tillämpad natur väntas inte motivera statligt forskningsstöd.

Kolforskningen är i hög grad internationell. Vi deltar inom ramen för IEA-Samarbetet i projekten Pyroly- sis, Coal Research (Information and Assessment), Coal Liquid Mixtures, International Conference on Coal Science, Coal Combustion Sciences, AFBC, No_x Control och tidigare även i den holländska stenkolsbanken (utanför IEA). Vidare drivs standardiseringsarbete kring kolprovtagning, bl a i SIS regi.

5. INSATSPLAN 1990-93

Egen kunskap om kol är av betydelse för att kolanvändningen i Sverige, ska kunna ske med ett minimum av miljöbelastning. Målet för statliga insatser bör vara att i landet vidmakthålla och fördjupa en sådan kompetens att vi aktivt kan bevaka den internationella teknikutvecklingen, marknader och koltillgångar och omsätta den till svenska förhållanden.

På kort sikt bör man satsa på att upprätthålla och vidare utveckla den nödvändiga kunskapen om och metoder för att förutsäga samband mellan kolets struktur och kemi med egenskaper i omvandlingsprocesser. Insatserna bör där det är befogat drivas i internationellt samarbete och behandlas därför nedan i sitt sammanhang.

Målet är att på sikt kunna tillhandahålla ett så bra och så väl specificerat kolbränsle, att omvandlingsprocesser kan drivas på effektivaste sätt. Forskningen ska ta fram redskap som gör det möjligt att bedöma olika kols egenskaper och som kan förklara och förutsäga hur de uppträder i olika processteg.

RESURSBEHOV OCH INRIKTNING

RESURSBEHOV	1990/1993
KARAKTÄRISERING	5,0
BEREDNING	3,5
SYSTEMASPEKTER	1,5
Totalt	10,0 Mkr

Strukturen är densamma som under föregående treårsperiod.

Karaktärisering

Karaktärisering av ett bränsle har syftet att beskriva hur bränslet uppför sig i en viss process. Ändamålet avgör både vilka egenskaper som är av intresse och vilka parametrar man vill och kan mäta .

Vid all kolkaraktärisering är huvudsvårigheten att kunna korrelera de valda parametrarna till hur kolet uppträder vid den termiska omvandligen i industriell skala. Enkla empiriska tester av kolet (askmjukningsbetingelser, flykthalt) har i brist på bättre kommit att användas utanför sitt ursprungliga användningsområde och ibland som de nästan enda kriterierna. Detta sammanhänger med att man kunnat ställa upp grova samband grundade på mångåriga driftserfarenheter. Det är också denna typ av karaktäristika, som man i stor utsträckning valt att använda sig av inom ISO.

En huvuduppgift är att via kedjan labtest -> bänkskaleförsök -> pilottest -> industriell skala försöka klargöra, om enskilda data är relevanta. Speciellt de senare stadierna är dock svåra att överblicka, eftersom man i större skala får en alltmer svåröverskådlig samverkan av driftvariabler, sammansättningsvariabler och anläggningsspecifika variabler.

Insatserna inriktas på att bestämma och mäta lämpliga parametrar hos kolbränslen, som gör att man kan förstå och förutsäga hur olika kol uppträder i pulverbrännare och vanliga pannor, vid fluidicerad förbränning, vid förgasning, MHD och vid rökgasrening. Intresset är knutet till bränsleegenskaper, som avgör hur man bäst bör utforma olika åtgärder och utrustning. Där standardiserade analyser inte finns eller duger, kan man behöva utveckla metoder med sikte att få fram enkla tillförlitliga standardiserade förfaranden.

Beredning

För att få en jämn och god kvalitet på kolet tvättar och blandar man det redan vid gruvan. Det finns många mekaniska och kemiska metoder för att ytterligare förädla kolet till ett bränsle med ringa halt av aska och andra föroreningar, främst svavel. Endast de kemiska förmår avlägsna det svavel som är organiskt bundet. Processerna är dock mer komplicerade och därmed dyrare och mindre utvecklade än de mekaniska. Ett nyare alternativ till kemiska metoder är att låta bakterier ta hand om svavlet i råkolet.

Det kan finnas skäl att fortsätta bedriva forskning inom mikrobiell avsvavling av kol i Sverige. Sverige är visserligen ett kolimporterande land, men vi framställer våra egna bränslen och bränslemixar, som passar våra miljökrav. Insatserna utomlands på biologisk kolrening är inriktade på att nå en måttlig avsvavling av kol med hög svavelhalt. Den tekniken lämpar sig inte för oss utan anpassning.

I Sverige finns idag egen utvecklad teknik för att tillverka renat kolbränsle centralt. Inhemsk kompetens om processer för biologisk förädling har intresse, när miljökraven på sådana bränslen skärps. Dessutom finns redan storskalig besläktad teknik i landet för att behandla sulfidmalmer.

Inga forskningsinsatser förutses på mekanisk behandling, lagring, transport o d, utom viss karaktärisering för detta ändamål.

Vi bör fortsätta att följa det arbete som görs på andra håll för att utveckla metoder för att kemiskt avlägsna föroreningar från kol.

Systemaspekter

Då stenkol förekommer inom flera forskningsprogram, finns skäl att föra samman dels vissa för kol speciella aspekter, dels frågor som rör kol i hela kedjan från brytning till slutanvändning. Det kan gälla kunskap om för kolet speciella miljöfrågor eller bedömning av var åtgärder för att minska miljöstörningar bäst ska sättas in.

Samarbetsprojektet IEA Coal Research fortsätter att samla in, bearbeta och sprida information om all ny energikolteknik, koltillgångar, marknader, miljöpåverkan och ekonomi. 14 länder deltar f n och Sverige har varit med sen starten 1976. Kansliet i London sysselsätter ett 40-tal personer. Det svenska bidraget är 2,5 % av projektets årsbudget på ca 15 Milj kr. För det får vi tillgång till ett antal databaser (bl a över pågående kolforskningsprojekt), inflytande över de studier man valt att göra och del av alla resultat och rapporter.

En fråga, som behöver belysas, är var i kedjan "bränsleberedning -> energiomvandling -> restprodukthantering" det är effektivast och billigast att vidta miljöåtgärder .

STATENS ENERGIVERK
Bränsleteknikbyrån
Stefan Cairén/SST

1. Energimässig och miljömässig betydelse

Bränsle från avfall utgör en inhemsk och varaktig energikälla motsvarande ett bruttoenergiinnehåll av ca 14 TWh, varav ca en tredjedel för närvarande utnyttjas vid avfallsförbränning/fjärrvärmeproduktion. Merparten av detta bränsle utgörs av hushållsavfall och en mindre del av brännbart industriavfall.

På senare år har motståndet mot konventionell avfallsförbränning ökat som en följd av den miljödebatt som uppstått kring detta. Samtidigt har intresset för alternativa behandlingsformer så som anaerob nedbrytning av avfallet under kontrollerade betingelser med produktion av metangas ökat starkt. Detsamma gäller även källsortering och materialåtervinning.

Enligt ENA-utredningens riktlinjer kommer de befintliga avfallsförbränningsanläggningarna att behöva genomföra omfattande nyinvesteringar i bl a rökgasreningsutrustning före 1992. Det kan i sin tur komma att medföra att ett antal anläggningar istället övergår till annat bränsle och/eller att ny miljövänlig förbränningsteknik kan komma att börja prövas.

Avfallet är ett av samhällets stora miljöproblem idag. Det kommer att krävas ökade insatser även inom avfallsenergiområdet för att minska dessa problem.

2. Struktur och aktörer

Till aktörerna inom detta område räknas i första hand kommunerna, eftersom dessa har ett lokalt övergripande ansvar för både avfalls- och energifrågorna.

Kommunerna ansvarar för omhändertagandet av totalt ca 2,5 Mton fast hushållsavfall, ca 2,0 Mton övrigt brännbart industriavfall samt avsevärt större mängder av övrigt avfall. Ungefär hälften av allt hushållsavfall samt en mindre del av det brännbara industriavfallet utnyttjas för energiutvinning i kommunal regi i de befintliga avfallsförbränningsanläggningarna, ca 20 st. Övrigt avfall deponeras på av kommunerna särskilt anvisade deponier.

Kommunernas intresse för alternativ energiutvinning har ökat starkt under senare år och bedöms även öka fortsättningsvis.

Kommunerna är därför en självklar medaktör i det fortsatta FoU-arbetet. Andra viktiga aktörer inom FoU kring avfall är vissa sektorsorgan så som SNV, STU, BFR m fl med sektoriellt FoU-ansvar inom detta område. Den samverkan som här redan inletts mellan STEV och dessa övriga sektorsorgan bör fördjupas i avsikt att klargöra ansvarsfördelning och koordinering av insatser.

Forskningsstiftelsen REFORSK lämnar stöd till tillämpad forskning och utredning inom hela avfallsområdet. Verket och REFORSK för kontinuerligt dialog vid insatsplaneringen.

Slutligen utgör de tre nystartade forskargrupperna i Luleå, Uppsala och Lund viktiga aktörer.

3. Kunskapsläget

Dessa forskargrupper har bildats för att börja bygga upp grundläggande kunskaper inom det här avsedda området. Internationellt pågår en omfattande FoU-verksamhet inom avfallsområdet, inte minst inom EG. Sverige har tidigare i stort sett saknat eget kunnande inom området, men kommer genom de nämnda forskargrupperna nu att kunna deltaga i den internationella forskningsverksamheten.

4. Nuvarande energiforskningsprogram

Under treårsperioden 1984-86 fanns avfallsfrågorna med som en liten del, ca 1 Mkr, i trädbränsleprogrammet, och omfattade då endast trädbränslen från industriavfall. Efter det att ENA-utredningen presenterats i juni 1986 fick dessa frågor ökad aktualitet i början av perioden 1987-89, då FoU-insatserna utökades (2-5 Mkr) till att omfatta även hushållsavfall och biogas. Senare under samma period ökades planeringsramen ytterligare (7-9 Mkr). Insatserna avser nästan uteslutande grundläggande kompetensuppbyggnad.

I och med bildandet av nya forskargrupper har verket även formellt och reellt betonat vikten av långsiktig kompetensuppbyggnad inom detta område.

De tre forskargrupperna kommer att forska kring avfall som bränslen (Lunds TH), resp avfall som råvara för biogasproduktion. Det senare området avdelas i grundläggande mikrobiologi, kallat inre produktionsfaktorer, (SLU) resp biogasteknik, kallat yttre produktionsfaktorer, (Luleå TH).

5. Förslag till forskningsprogramm 1990-93

Det övergripande målet är att åstadkomma ett ur hälso- och miljösynpunkt acceptabelt utnyttjande av avfallet som energiråvara.

Målet på kort sikt är att bygga upp en kunskap som tidigare saknats, att kunskapsmässigt stödja den utveckling som sker kontinueligt på lokal nivå, dvs ute bland landets kommuner, och att aktivt delta i och inhämta erfarenheter från de internationella forskningsverksamheterna.

På lång sikt är målet i stort oförändrat.

Som en följd av att forskningsverksamheten nyligen startats och på grund av stor kunskapsefterfrågan bedöms resursbehovet vara ökande. Forskargruppernas respektive inriktning bedöms sammantaget fylla bränsleenergiområdets hela sektoriella behov av kunskapsuppbyggnad.

Forskning inom området energi ur avfall är i likhet med forskning inom hela avfallsområdet en verksamhet med stor internationell aktivitet. De svenska forskningsinsatserna enligt nedanstående planeras genomföras med stark anknytning till pågående forskningsverksamhet både inom och utanför Europa.

FoU-insatser 1990/91-1992/93

FoU-insatser bedrivs inom de två områdena Avfallsbränslen och Avfallsgas.

Avfallsbränslen

Insatserna, som omfattar hushållsavfall och brännbart industriavfall, delas upp i Beredning/Klassificering, Lagring och Miljöeffekter.

Beredning/Klassificering omfattar insatser för att klarlägga sambanden mellan bränsleberedningsåtgärder och bränslets därav betingade användningsmöjligheter utifrån förbränningstekniska krav och miljömässiga hänsyn.

Beredning kan avse källsortering, maskinell upparbetning etc för att åstadkomma ett för olika former av förbränning bättre avpassat bränsle, men även, som en konsekvens av t ex separering i "våt" resp "torr" fraktion, för att åstadkomma en för olika former av anaerob gasproduktion bättre avpassad våtfraktion.

Genom stegvis beredning förändras bränslets kvalitativa karakteristika, varför det är önskvärt att i samband med detta söka utveckla ett klassificeringssystem för att underlätta kommunikation och samarbete mellan bl a forskare på bränsle- respektive förbränningsområdet samt mellan dessa och branschintressenterna.

Lagring omfattar insatser för att klarlägga sambanden mellan bränsleberedning, lagringssätt och lagringstid.

Det är välkänt att obehandlat hushållsavfall inte kan lagras på ett enkelt sätt utan att hälso- och miljöproblem uppstår. Det är angeläget att öka kunskapen om vilka åtgärder som krävs för att i första hand kunna sommarlagra avfallsbränslen på ett acceptabelt sätt, för att därefter kunna utnyttja bränslet under den kalla säsongen.

Miljöeffekter omfattar insatser för att analysera och beskriva inverkan på hälsa och miljö vid hantering och produktion av avfallsbränslen. Vidare att i samverkan med andra berörda forskare sammanväga dessa resultat med de additiva miljöeffekter som uppstår i efterföljande led såsom vid förbränning, restprodukthantering etc.

Det är också väsentligt att klargöra avfallets inverkan på generering av hälsovådliga och klimatpåverkande gaser. Så kan exempelvis vanliga deponier ge upphov till läckage av gaser som metan och styren m fl under många år, vilket ju inte är fallet vid t ex avfallsförbränning.

Slutligen omfattar insatserna medverkan för att jämföra miljöeffekter vid avfallsförbränning med alternativa användningssätt av avfallet, t ex deponering eller framställning av avfallsgas.

Avfallsgas

Insatserna omfattar organiskt nedbrytbart avfall och delas upp i inre resp yttre produktionsfaktorer samt miljöeffekter.

Inre produktionsfaktorer omfattar insatser för att klarlägga de mikrobiologiska samband som reglerar nedbrytningsförloppet för organiskt avfall.

Inriktningen är således att öka kunskapen på mikronivå, att studera faktorer som påverkar den bakteriella tillväxten och ämnesomsättningen med avseende på bl a metangasutsöndringen.

Ökad kunskap inom detta område är grundläggande för att utveckla och bättre kunna utnyttja avfall som råvara för gasproduktion.

Yttre produktionsfaktorer omfattar insatser för att dels klarlägga makrofaktorers inverkan på metangasproduktionen dels översätta grundläggande forskningsrön från "inre produktionsfaktorer" i praktisk användning.

Med yttre produktionsfaktorer avses sådana faktorer som påverkar utformning och anläggning av deponier, uppfyllnad av deponier med hänsyn till skilda avfallsslag, åtgärder för att kontrollera nedbrytningshastigheten, klimatpåverkan etc.

En viktig del är att även medverka i den tekniska utveckling som bedrivs vid anläggningarna, att upprätta mätprogram och att svara för utvärdering av pågående försöksverksamheter.

Miljöeffekter omfattar insatser för att dels analysera och beskriva inverkan på hälsa och miljö vid produktion av avfallsgas, dels i samverkan med andra berörda forskare sammanväga dessa resultat med de miljöeffekter som uppstår i efterföljande led så som vid förbränning etc samt medverka för att totalt sett jämföra miljöeffekter vid uttag och användning av avfallsgas med alternativa användningssätt så som t ex direktförbränning av avfallet eller deponering utan gasutvinning.

RESURSPLAN (Mkr) 1990/91-1992/93

Avfallsbränslen

Beredning/Klassificering	2
Lagring	1
Miljöeffekter	1-2
	4-5

Avfallsgas

Inre produktionsfaktorer	2
Yttre produktionsfaktorer	3
Miljöeffekter	1-2
	6-7

SUMMA	10-12

Den övervägande delen insatser är av karaktären grundläggande kunskapsuppbyggnad. Utöver detta kommer en del av insatserna att mer direkt riktas mot deltagande i vissa energiteknikprojekt, vilka därefter kommer att kunna utnyttjas i fortsatt forskningsverksamhet.

Då området med stor sannolikhet kommer att bli föremål för långsiktiga forskningsinsatser är det till fördel om forskningens fortsatta status kan säkras, vilket bedöms kunna ske genom att verket tillsätter en forskartjänst per forskargrupp.

Forskning kring avfall är en mycket ung företeelse i Sverige, och berör i vid mening allt som produceras, konsumeras, nedbryts och slutomhändertas i samhället. I detta massflöde utgör avfallsenergiutnyttjandet endast en nedströmsbelägen sektorsfåra.

Forskningsprogrammet samverkar med övriga "flödesgrenar såväl uppströms som nedströms" enlig följande; direkt med SNV samt indirekt via REFORSK även med STU, BFR, SIND och ÖCB. Som exempel kan nämnas att flera av dessa säger sig kunna utöka de av STEV initierade forskargrupperna med ytterligare avfallsforskare företrädande andra närliggande sektorsintressen, t ex forskning kring miljöfarligt avfall, materialåtervinning, restproduktanvändning etc.

Det är väsentligt att de svenska forskargrupperna ges möjlighet att medverka i det internationella samarbetet. Inom ramen för IEA-samarbetet har detta redan påbörjats.

Forskning inom detta område har ett starkt miljömotiv. Frågan om vi ska ta hand om avfallet eller inte är ju inte någon valmöjlighet. Vi är hela tiden tvungna till det, oavsett metod. I de fall "delmetoden energiutvinning" kommer till användning är det förknippat med starka miljökrav. Resultaten av de här aktuella forskningsinsatserna förväntas kontinuerligt tillförsäkra att energiutnyttjandet av avfall kan ske på sådana sätt att det är förenligt med samhällets krav på god hälsa och bra miljö.

Med tanke på de stora miljöproblem som avfallet genererar bara inom den sk industrialiserade världen kommer denna strävan till förbättring att fortgå under lång tid.

6 Insatser 1992-95

På medellång sikt, 6-10 år, bör den nuvarande användningen av osorterade avfallsbränslen kunna utvecklas mot ökande användning av försorterade och därmed mindre förorenade avfallsbränslen. Belastningen på miljön kan härmed komma att minska, samtidigt som värmeproduktionen kan komma att öka. Det senare betingas av det försorterade avfallsbränslets betydligt högre energivärde.

På meddellång sikt kommer utvecklingen av metangasutvinning ur avfallsdeponier och särskilda rötkammare att öka kraftigt, troligen upp mot en användning motsvarande totalt 1 TWh i ett 100-tal anläggningar. Gasen produceras lokalt och kommer i ökande utsträckning att kunna användas för småskalig kraft-värme-produktion.

Ovanstående utvecklingsscenarium bedöms komma att kräva fortsatta forskningsinsatser i bibehållen eller ökad omfattning.

STATENS ENERGIVERK
Forsknings- och utvecklingsavdelningen
Lars Tegnér/SST

PROMEMORIA EFU -90
1988-10-30

Bilaga 6

ALTERNATIVA DRIVMEDEL

Fordonsbränslen som kan utgöra alternativ till bensin och dieselolja producerat ur råolja bedöms idag vara alkoholer, framför allt metanol och etanol, vätgas, naturgas, propan samt syntetisk bensin och diesel. Även elektricitet är i vissa fall en alternativ energibärare. En framtida ersättning måste fn ses i ett långt tidsperspektiv, olika för olika bränslen.

De flytande bränslena är tänkbara för generell användning medan de övriga -gasformiga- får betraktas som lokala bränslen och kräver helt separata distributionssystem. Flera "nisch"-tillämpningar är dock kommersiellt etablerade i ett internationellt perspektiv och har fått betydande användning. Exempel på sådana tillämpningar är naturgasanvändningen i Italien (300 000 fordon) och propangasanvändningen i Holland (20% av energianvändningen i landets fordonsflotta).

Av de flytande alternativa bränslena har syntetisk bensin och etanol fått en viss större användning medan det mesta utvecklingsarbetet och de flesta introduktionsstudierna i de industrialiserade länderna rört metanol. Syntetisk bensin tillverkas i Nya Zeeland från naturgas enligt Mobilprocessen via metanol (ca 0,6 milj ton/år) medan etanol framställs från sockerrör i Brasilien (11,2 milj m^3 1985) och i USA från majs (ca 3 milj m^3 1987).

ENERGI- OCH MILJÖMÄSSIG BETYDELSE

Någon produktion av, till bensin och dieselolja alternativa, fordonsbränslen pågår inte fn i Sverige med undantag från en viss etanolproduktion vid Domsjös sulfitfabrik i Örnsköldsvik. Denna produktion, som uppgår till ca 10 000 ton per år, används huvudsakligen som råvara för en kemisk vidareförädling till tekniska kemiprodukter även om en viss mindre del förbrukas i pågående flottförsök med etanoldrivna bussar.

En försöksverksamhet med tillverkning av etanol ur jordbruksprodukter har genomförts (ca 5 000 ton etanol per år) i Lidköping. Ekonomin för en sådan produktion styrs fn helt av de reglerade priserna på spannmål respektive foder men produktionskostnaderna bedöms knappast bli lägre än dagens internationella etanolpriser som är betydligt högre än bensinpriset. Det nyligen genomförda projekteringsarbetet av en fullstor etanolproduktionsanläggning i Lysekil (66 000 m^3 E100 per år) pekar än en gång på råvarukostnadernas betydelse. Amerikanska studier visar dock att skaleffekter på kostnaderna erhålles på anläggningar upp till 400 000 m^3 per år.

Kostnaderna för produktion av etanol ur cellulosa är starkt påverkade av lokala omständigheter vad avser intrastrukturen av en samlokaliserad massaindustri. Bedömningar ger viss optimism angående lägre kostnader än med spannmålsråvara.

Utvärderingar av produktionskostnaden för metanol ur svenska råvaror visar på högre kostnader än för internationellt tillgänglig metanol - ca 1 900 kr/ton jämfört med ca 800 kr per ton. Dagens internationella pris sätts av den industrikemiska användningen. Kostnaderna för metanolproduktion i nyuppförda anläggningar baserad på naturgas beräknas uppgå till ca 1 300 kr/ton.

Syntetisk bensin framställd ur torv och ved genom en förvätskningsprocess vid högt tryck och temperatur och efterföljande raffinering har uppskattats ge, på energibas, ungefär samma produktionskostnader som en svensk produktion av metanol.

Miljöeffekter av tillverkning och användning av drivmedel till fordon är stora. Naturens organismer har svårare att ta hand om rena kolväten än om oxygenater som motoralkoholer. Detta betyder att eventuella utsläpp av drivmedel i samband med hantering och frakt skulle vara mindre riskfyllda om det var fråga om t ex etanol än om dieselolja.

Bilavgasernas skadlighet för hälsa och miljö varierar med drivmedelsvalet men genom användning av trevägskatalysator reduceras utsläppen storlek så att detta inte blir någon avgörande fråga. Även om avgaserna genom användande av katalysatorer görs kemiskt neutrala kommer de att innehålla koldioxid (utom i fallet med vätgas) vilket medför ett bidrag till uppbyggnaden av den ökade halten av klimatpåverkande gaser. Ett drivmedelsval där ursprungsmaterialet ingår i en sluten biologisk kedja undviker denna miljöpåverkan. Exempel är metanol och etanol från biomassa.

STRUKTUR OCH AKTÖRER

Inom forsknings- och utvecklingsområdet alternativa fordonsbränslen har den huvudsakliga aktiviteten utgått från det statliga energiforskningsprogrammet. Utöver denna verksamhet har Stiftelsen Svensk Etanolutveckling (SSEU) drivit projekt avseende etanoltillverkning i samband med sulfatmasseproduktion. Med anknytning till detta har SSEU tillsammans med Styrelsen för teknisk utveckling (STU) finansierat processtudier vid Skogsindustrins tekniska forskningsinstitut (STFI) över den sura hydrolytiska nedbrytningen av cellulosa. SLR/Alfa Laval har med statlig stöd från oljeersättningsfonden drivit det nu nedlagda Lidköpingsprojektet "etanol ur spannmål".

Från avnämnarsidan (oljebolag, bilindustrin) har intresset för utveckling av nya och till bensin och dieselolja alternativa fordonsbränslen varit litet och därmed insatserna små.

KUNSKAPSLÄGET

Petroleum är den helt dominerande råvaran för drivmedelsframställning för dagens motorfordon som baseras på Otto- och Dieselmotorer. Behovet av nya och alternativa drivmedel har aktualiserats främst i samband med tillförselproblem av olika slag som därmed kommit att utgöra grunden för den forskning, utveckling och tillverkning av alternativa fordonsbränslen som kommit till stånd i varierande omfattning i Sverige och internationellt.

Genom att omloppstiden för fordonsparken är ca 15 år har de bränslen som provats och den forskning som initierats med sikte på en relativt kortsiktig införandeperiod i hög grad kommit att inriktats på en anpassning till de motorer som används idag. För en mer genomgripande förändring krävs både en nyutveckling av motorer till de nya bränslena och en förändrad transportorganisation.

För att erhålla ett transportsystem med fordon med stor aktionsmöjlighet krävs att bränslet har hög energitäthet vilket innebär att det skall vara flytande. Gasformiga komprimerade bränslen kan finna sin användning inom lokala organisationer dvs för person- och godstransport inom tätorter.

Bland de alternativa fordonsbränslena kan två huvudgrupper flytande fordonsbränslen urskiljas. Det är dels lägre alkoholer, metanol och etanol, dels syntetisk bensin/diesel framställd på olika sätt ur fasta bränsleråvaror.

Framställningsmetoderna för metanol och etanol är helt skilda. Metanol syntetiseras ur syntesgas som kan produceras från naturgas eller kol. Den tidigare forskningen om bränsleförädling var i Sverige inriktad på att finna metoder att producera syntesgas från torv och biomassa. MINO-pilotanläggningen i Studsvik visade att det är tekniskt möjligt att producera en användbar syntesgas för metanolproduktion men att den ekonomiska potentialen med dagens oljepris inte räcker till. Produktion av syntesgas för framställning av ammoniak har nyligen startats i Finland. I denna fabrikation används torv som råvara.

Etanol produceras företrädesvis genom jäsning av enkla sockerarter med efterföljande koncentrering genom destillation, en process som kan vara mycket energikrävande. De enkla sockerarterna erhålles antingen genom nedbrytning av sammansatta sockerarter eller genom nedbrytning av stärkelse eller cellulosa. Nedbrytningen av de stora bioorganiska molekylerna kan ske katalytiskt antingen i en sur hydrolys eller med enzymer. I Sverige finns här en gammal tradition från sulfitbruken vilka dock i det närmaste helt har ersatts med sulfatbrukens mer ekonomiska process.

Tekniken att producera etanol från stärkelserika råvaror har utvecklats både internationellt och i Sverige. I Sverige har Alfa Laval utvecklat en energisnål och effektiv teknik - Biostil - som nu marknadsförs av Nobel Chematur över hela världen. Denna teknik kan därför betraktas som kommersiellt färdig och konkurrenskraftig på sitt område.

Etanolproduktion genom hydrolys av cellulosa och efterföljande jäsning av socker är delvis demonstrerad.

Genom att cellulosa består av både den raka ogrenade cellulosamolekylslaget och hemicellulosa, som är grenad och även innehåller pentoser, kommer efter hydrolysen materialet som skall utgöra basen för jäsningen att bestå av hexoser och pentoser. För ett maximalt utnyttjande av det ursprungliga materialet krävs att allt socker kan jäsas. Den vanliga jästsvampen kan dock inte omvandla pentoser till etanol. Därför bedrivs både i Sverige och internationellt en omfattande forskning för att finna mikroorganismer och metoder så att även pentoser kan utnyttjas vid etanolproduktionen.

Kunskapsutvecklingen om både den sura och den enzymatiska hydrolysen av cellulosa sker i internationell samverkan vilket medför att de svenska forskarna snabbt erhåller kunskap om resultat som tas fram utomlands.

NUVARANDE FORSKNINGSPROGRAM

Inriktning och omfattning

Den tidigare inriktningen av forskningsprogrammet som avsåg alternativa drivmedel omfattade till sin största del utveckling av teknik för produktion av metanol från torv och biomassa. Denna verksamhet resulterade i en försöksanläggning för syntesgasframställning. En fortsättning av denna verksamhet skulle omfatta en vidareutveckling av synteskonceptet i en komplett demonstrationsanläggning som även omfattade det slutliga syntessteget av metanol. Eftersom metanolsyntesen kan ske med konventionell teknik och totalsyntesen av metanol måste ses utifrån kommersiella grunder har denna utveckling inte kommit till stånd med den oljeprisutveckling som varit. Mot bakgrund av den förväntade utvecklingen både tekniskt och ekonomiskt inom drivmedelssektorn har insatserna för metanolframställning ur ved och torv i de nu gällande planerna begränsats till teknikbevakning och vissa systemstudier.

Den kunskap om förgasningsprocesser som byggts upp både inom högskolan och vid Studsvik AB har kunnat utnyttjas vid utvecklingen av teknik för framställning av bränngas från biobränslen och torv.

Produktion av syntetisk bensin och diesel genom direktförvätskning av torv och biomassa är en svår och en i detaljer föga känd metod att "förädla" fasta bränslen. En omfattande produktion har tidigare ägt rum i Tyskland baserad på kol men genom att de biobaserade råvarorna skiljer sig från kol i många avseenden kan äldre teknik inte tillämpas. Detta utgjorde bakgrunden till en viss satsning både i Sverige och inom ett internationellt IEA-arbete på att studera framställningsteknik. Resultaten både vad avser att producera en syntetisk olja och att raffinera den har visat att ett tekniskt genombrott kräver lång tids grundläggande kemisk forskning. Under innevarande period har därför verksamheten begränsats och inriktats på teknikbevakning med kompetensuppehållande verksamhet som innebär en viss forskning inom högskolan.

Ett tredje delområde utgörs av forskningen kring problemen att producera etanol ur cellulosahaltiga råvaror. Detta område har bedömts vara allt viktigare varför en ökad satsning gjorts här.

Som beskrivits ovan sker en forskning i Sverige utefter två något skiljda linjer: sur hydrolys och enzymatisk hydrolys av cellulosa. Den enzymatiska hydolysen har bedömts ha en potential att nå en mer fullständig omvandling till jäsbart socker än den sura hydrolysen. Vidare bedöms den bioteknis-ka processen jämfört med den kemiska ha större möjligheter att utvecklas till en mer miljövänlig teknik och därmed fordra mindre insatser i en framtida storskalig tillämp-ning och som en konsekvens av detta en bättre ekonomi.

En viss ansvarsuppdelning har därför etablerats. Stiftelsen Svensk Etanolutveckling driver forskning med inriktning att klarlägga metoderna för att optimera den kemiska -sura-hydrolysen medan den biotekniska teknikens utveckling stöds inom det här aktuella forskningsprogrammet. En stor intres-segemenskap föreligger på vissa delområden vilket har lett till att ett flertal projekt vid Lunds universitet har fi-nansierats genom ett delat ansvar.

Forskningen som inriktats mot utveckling av den enzymatiska processen berör i huvudsak följande områden:

- teknik och system för förbehandling av cellulosahaltig råvara så att cellulosan kan "nås" av enzymerna,

- utveckla nya enzymsystem med hög specificitet och till-verkningssystem för dessa,

- system för återvinning och recirkulation av enzymer i ett tekniskt system,

- metoder för jäsning av pentoser,

- metoder för energiekonomisk koncentrering av utspädda lösningar för effektivisering av både den egentliga om-vandlingsprocessen och den slutliga renframställningen av etanol,

- mätmetoder för styrning av processen.

Inom forskningsprogrammet har genom åren skett förändringar. Det har för den innevarande perioden inneburit en ökad satsning på mer grundläggande forskning och utveckling på delområdet produktion av etanol ur inhemska cellulosa-haltiga råvaror. På de övriga delområdena, metanol och di-rektförvätskning, har insatserna koncentrerats till system-studier och teknikbevakning med kompetensbevarande verksam-het. Under perioden 1987/88 -- 1989/90 kommer insatserna inom området att uppgå till ca 10 Mkr, varav huvuddelen, 8 Mkr, inriktas på delområdet etanol.

Kompetensuppbyggnad - utvecklingsinsatser

Genom den karaktär som området Alternativa drivmedel fått genom de tidigare insatsernas resultat som visade på att en företagsekonomisk process för framställning av drivmedel ur inhemska råvaror är en relativt långsiktig utveckling lämnas huvuddelen av stödet till grundläggande kompetensuppbyggnad vid högskolan. Endast en mindre del har hittills under treårsperioden anslagits till teknikutveckling. Detta har gällt utveckling av mät- och reglersystem för processtyrning. Arbetet har utförts vid Lunds naturvetenskapliga och tekniska högskola.

Existerande långsiktiga bindningar

Inom det pågående forskningsprogrammet för alternativa drivmedel har två grupper byggts upp vid två olika institutioner inom högskolan. Den ena gruppen studerar förvätskning av torv och biomassa för en framtida syntetisk olja; institutionen för kemisk teknologi vid KTH. Raffineringsteknik för sådan olja har studerats vid institutionen för teknisk kemi vid CTH. Den andra gruppen har byggts upp vid Lunds naturvetenskapliga och tekniska högskola och innefattar forskare från tre olika institutioner: teknisk mikrobiologi, biokemi och kemisk apparatteknik.

I formell mening finns inom programmet endast en långsiktig bindning i form av en mellantjänst placerad vid gruppen i Lund. Den är under tillsättning och kommer därmed att löpa t o m 1994 till en kostnad av ca 300 000 kr per år.

Informella och samtidigt reella bindningar finns både till projektgruppen vid KTH och till gruppen i Lund. Dessa bindningar baseras dels på den ökade strävan från verkets sida att engagera flera forskarstuderande till forskningsprojekten dels på att verket har ett ansvar för att arbetet inom de olika projekten får slutföras på ett för alla inblandade acceptabelt sätt - "ett ställföreträdande arbetsgivaransvar".

Den informella bindningen bör ses utifrån en normal tid för slutförande av arbete som skall ingå i en doktorsexamen. Detta betyder i realiteten en bindning under en fyraårsperiod från programperiodens start.

För förvätskningsprojektet innebär detta att medel binds för en period t o m 1994 omfattande ca 500 000 kr per år.

För etanolforskningen i Lund innebär samma resonemang att en reell bindning om ca 1 500 kr per år förutom mellantjänsten föreligger.

För delområdet alternativa drivmedel betyder detta att det finns formella eller reella bindningar för finansiering av forskning och utveckling inom högskolan motsvarande ca 2,5 milj kr per år t o m 1994.

FÖRSLAG TILL FORSKNINGSPROGRAM 1990--1993

Målet på kortare och längre sikt

Statens energiverk fick i juni 1987 tillsammans med styrelsen för teknisk utveckling och transportforskningsberedningen i uppdrag att utarbeta program för energirelaterad forskning och utveckling inom transportsektorn. En första lägesrapport överlämnades till regeringen den 7 april 1988.

Statens energiverk har det övergripande ansvaret för genomförandet av gällande introduktionsplan för alternativa drivmedel, som utarbetades av dåvarande oljeersättningsdelegationen och antogs av riksdagen 1983. Målet för denna plan var att mot slutet av 1980-talet kunna redovisa ett underlag för att kunna ta ställning till en eventuell introduktion av alternativa drivmedel i begränsade fordonsflottor.

Förutsättningarna för introduktionsplanens fortsatta genomförande har ändrats genom att:

- oljepriserna mer än halverats
- prognoserna för bränsleförsörjningen nu är betydligt ljusare
- blyfri bensin och katalytisk avgasrening införs fr o m 1989-års personbilsmodeller
- viss avgasrening av dieseldrivna lastbilar och bussar införs från 1990-talets början.

Enligt myndigheternas gemensamma uppfattning bör det långsiktiga målet med det fortsatta arbetet vara att genom forsknings- och utvecklingsarbete undersöka möjligheterna till att diversifiera den ensidiga energiförsörjningen inom transportsektorn.

Utan särskilda åtgärder kommer avgasutsläppen från den svenska personbilsparken åter att börja öka mot slutet av 1990-talet till följd av bilparkens tillväxt. De nuvarande utsläppen från dieseldrivna fordon som utgör ett allvarligt miljöproblem samt målet att det svenska energisystemet inte bör bidra till någon ökning av utsläppen av koldioxid till atmosfären innebär att även på kortare sikt vissa åtgärder bör vidtagas.

Mer närliggande mål bör därför vara att av miljöskäl utveckla och prova alternativa drivmedel i anpassade motorer med låga emissionsnivåer. Detta gäller i första hand motorer i bussar för tätortstrafik samt vidareutvecklade personbilsmotorer. Verket har i mars 1988 i delrapporten det programarbete som bedrivs tillsammans med STU och transportforskningsberedningen över ett övergripande transportforskningsprogram föreslagit prov med motorgasdrivna bussar samt ett FoU-program för bl a användning av naturgas som fordonsbränslen. I första hand bör motorutveckling prioriteras framför omfattande flottförsök.

Verket har tidigare givit uttryck för att det fortsatta arbetet avseende både tillförsel och användning bör bedrivas på en bred bas där FoU-arbetet samt demonstrationsprogrammen bör innefatta såväl alkohol som naturgas och eventuell motorgas.

MÅLBESKRIVNING

På lång sikt (20 år) bör det svenska forskningsprogrammet avseende tillförsel av alternativa drivmedel ha löst problemen med att framställa etanol från cellulosahaltiga inhemska råvaror (skogsavfall, energiskog och halm). Utvecklingen bör dessutom ha kunnat drivas så långt att pilotanläggningar har uppförts och testats. Etanol produceras i mindre skala i anslutning till flera sulfatmassafabriker och delar av produktionen används som motoralkohol. Både kemisk och bioteknisk teknik används vid nedbrytningen av cellulosan.

På kortare sikt (6 år, till 1996) har forskningsprogrammet löst problemen med att jäsa pentoser och genom mycket effektiva separationsmetoder har processen optimerats i laboratorieskala. Nära 100% utbyte av socker erhålles från cellulosan och en mindre pilotanläggning förberedes efter tester i en fransk anläggning.

På kort sikt (3 år, till 1993) har förståelsen för de mikrobiologiska processerna fördjupats. Nya idéer avseende pentosjäsning håller på att testas. Dessa baseras på nya jästsvampar som erhållits efter en kombination av traditionell genetisk förädling och moderna metoder för överföring av genetiskt material mellan organismer. Metoder för enzymproduktion har vidareutvecklats dels inom högskolan dels inom företag för användning inom andra områden vilket även kommer drivmedelsforskningen till del. Nya metoder för recirkulering av enzymmaterial har utvecklats och membrantekniken har förfinats så att sockerlösningarna kan koncentreras med små energiförluster. Membrantekniken har vidare utvecklats så att en kombinerad teknik av membranfiltrering och ångkompression håller på att utvecklas för en absolutering av slutprodukten etanol.

Resursbehov och inriktning

Under den kommande treårsperioden kommer forskningen alltfort att inriktas på att grundläggande forskning avseende enzymatiskt baserad produktion av etanol från cellulosa från inhemska råvaror, främst skogsavfall och halm. Forskningen inriktas på teknisk mikrobiologi, biokemi och kemisk apparatteknik för att lösa problem i samband med förbehandling av råvaran för att öppna strukturen för en fortsatt bearbetning, enzymatisk nedbrytning av cellulosa till enkla sockerarter, framtagning av nya produktionsmetoder för enzymframställning och - recirkulation samt utveckling av metoder för att jäsa pentoser till etanol. Resursbehovet för den beskrivna verksamheten beräknas utifrån pågående verksamhet vid Lunds universitet uppgå till ca 8,5 milj kr för treårsperioden.

Verksamhet inom området direktförvätskning av torv och biomassa beräknas fortsätta i form av vetenskaplig teknikbevakning med kompetensbevarande verksamhet. Arbetet förläggs till högskolan på så sätt att synergieeffekter genom samarbete med förgasningsforskning erhålles. Genom denna samordning av forskningsinsatserna kan ökad förståelse för det biologiska materialets egenskaper och reaktioner vid både höga tryck och temperaturer erhållas. Resursbehovet för den skisserade verksamheten består av kostnaderna för en forskarstuderande med viss laboratoriehjälp och utrustning. Kostnaderna beräknas till totalt ca 1,5 milj kr för treårsperioden.

Det totala resursbehovet för treårsperioden för delområdet alternativa drivmedel beräknas därför uppgå till 10 milj kr.

Grundläggande kompetensutveckling - utvecklingsinsatser

Genom områdets karaktär kommer den bedrivna forskningen att vara huvudsakligen inriktad mot att bygga upp grundläggande kunskaper vid några högskoleinstitutioner. Den mikrobiologiska forskningen kommer ha vissa inslag av utveckling när det gäller metoder och mikrobiologiska system som kan appliceras på ett flertal olika problemområden.

Långsiktiga bindningar (tjänster)

För närvarande finns en sexårig forskartjänst (s k mellantjänst) vid Kemicentrum i Lund. Under perioden kan ytterligare en sådan tjänst aktualiseras när utvecklingsarbetet kommer in i en mer intensiv period då dels dagens forskarstuderande examinerats och kompetens behöver säkras dels tekniken med nya mikroorganismer behöver skalas upp för pilotförsök både i Sverige och i samarbete med franska forskare.

Samband mellan FoU-programmet och andra statliga insatser

I det tidigare har berörts frågan om den sammanhållna forskningsprogrammet för energirelaterad forskning och utveckling inom transportsektorn. De statliga insatserna på motorområdet kommer att få stor betydelse för efterfrågan på resultat från forskningen som rör tillförselfrågor.

I ett inledningsskede kan bränsle tillförsäkras genom import varför möjligheten att genomföra flottförsök inte kommer att bero av hur den här aktuella forskningen lyckas eller på om tidsskillnader i utvecklingshänseende uppstår. På längre sikt kommer forskningen om inhemsk produktion av etanol att bli avhängig en utveckling av nya transportsystem eller av en utveckling av etanolbaserad kemiindustri.

Internationellt samarbete

Internationellt samarbete och informationsutbyte som avser forskning och utveckling av metoder för omvandling biobaserade råvaror till drivmedel, bedrivs inom ramarna för IEA:s program för forskning, utveckling och demonstration inom biobränsleområdet - IEA Bioenergy. Ett särskilt delområde behandlar omvandlingsprocesser. Inom delområdet finns ett antal projektområden som innehåller några aktiviteter som berör drivmedelsfrågor.

Ett område är termisk omvandling av bränslen med ett delprojekt Direct Biomass Liquefaction. I projektet samarbetar ett antal forskargrupper för att ge en teknisk/ekonomisk analys av de metoder för direktförvätskning som studeras i de olika länderna. I Sverige deltar/har deltagit grupper från KTH ocn CTH med tekniska data från pågående projekt.

Ett annat område är biologisk omvandling som behandlar dels bioomvandling av lignocellulosa, dels anaerob nedbrytning av biomassa till metan.

Tekniskt intresse har visats i flera länder för etanolproduktion även utanför IEA-samarbetet. Frankrike har byggt en stor pilotanläggning i Soustons under ledning av Jacques Pourquie som har nära kontakter med IEA-ländernas forskare.

I projekten som nämnts ovan har "nyckelprocessen", nedbrytning av cellulosa, baserats på en enzymatisk process som leder till fermenterbart socker. I en liknande process som baseras på syrakatalyserad nedbrytning har Stiftelsen Svensk Etanolutveckling ett utvecklat samarbete med Tennessee Valley Authority, USA och St Lawrence Reactors Ltd i Canada. I TVAs pilotanläggning har prov med svenskt material genomförts som bl a återförts till svenska forskares undersökningar.

Metanen i naturgas men också från biologisk nedbrytning av biomassa eller avfall kan utgöra en råvarubas för metanolproduktion via ett syntesgassteg. Metan kan också användas direkt i motorer och försök pågår med elproduktion i små anläggningar. Ett nordiskt samarbete inom det Nordiska Ministerrådets regi pågår där Sverige finansierar forskning vid SLU/JTI som rör mikrobiologiska processteg vid biogasproduktion.

Internationellt forskningssamarbete med inriktning på drivmedel pågår även inom ett speciellt IEA-projekt IEA-Pyrolysis. Samverkande länder är här förutom Sverige England och Västtyskland och mycket av arbetet är knutet till en liten försöksanläggning vid Bergbau Forschung i Västtyskland. De flesta pyrolysstudierna har gjorts på kol men även svensk torv har provats. Förutom en torvkolsprodukt och gaser, t ex metan, upp till kolväten med 3-4 kolatomer, ger pyrolysen en tjärliknande produkt som kan upparbetas till drivmedel.

För svensk del finns genom kontakter mellan både forskare och olika organisationer utbyggda informationskanaler och aktiva samarbetspartner.

Förväntade energi- och miljömässiga resultat

Som diskuterats tidigare kommer resultaten från den här aktuella forskningen att ge utslag på den svenska energibalansen först efter en mycket lång utvecklingsperiod och är då också beroende av om nya motorer och bränslesystem utvecklas och kommer till mer allmänt utnyttjande. Miljömässigt kan en övergång till biobaserade drivmedel ge utslag dels inom distributionsledet, dels genom en förbättrad utsläppsbild från fordonen framför allt inom tätorter, dels på koldioxidbalansen genom att använda ett bränsle som ingår i en sluten biologisk krets.

FÖRBRÄNNINGS- OCH FÖRGASNINGSFORSKNING

Energi- och miljömässig betydelse

Förbränning svarar för den större delen av värmeproduktionen i Sverige. I nedanstående tabell anges förbrukningen av bränslen inom industri, värmeverk samt bostäder under år 1987. Förbränningen av avfall, som ej är med i tabellen, motsvarar idag drygt 4 TWh. Därutöver används bränslen även för elgenerering i kondenskraftverk vid hög efterfrågan på el.

Inklusive interna energiråvaror förbränns således bränslen som innehåller närmare 200 TWh energi. Drygt hälften av dessa är flytande och gasformiga, i huvudsak oljebaserade. Knappt 15 % utgörs av avlutar i massaindustrin. Resten är fasta bränslen, i huvudsak kol, trä, bark och torv.

Förbrukning av bränslen (TWh), 1987

	Tillverknings-industri	Värmeverk	Bostäder, m m
Kol	5	12	-
Torv	-	2	-
Trädbränsle	44	3	12
Olja	24	11	48
Naturgas	2	1	-

I det korta perspektivet bedöms strukturen i bränsleanvändningen förbli densamma. En fortsatt måttlig tillväxt i fastbränsleförbrukningen är trolig. Inför kärnkraftavvecklingen ökar emellertid förbränningen ytterligare i betydelse.

De miljömässiga kraven vid förbränning har accentuerats under de senaste decennierna. Medan förbränningstekniken utvecklats empiriskt sedan lång tid tillbaka har däremot olika miljöskyddande åtgärder studerats under relativt

kort tid. Problemen är numera tämligen väl kända: emissioner av stoft, svavel (SO_x), kväveoxider (NO_x), kolväten, dioxiner (PCDD) och andra liknande substanser, metaller (kvicksilver, kadmium m fl) samt tillförsel av koldioxid (CO_2) till atmosfären vid förbränning av fossila bränslen.

Riksdagen har beslutat om vissa mål rörande begränsning av svavel- och kväveoxidutsläppen. Beslutet innebär bl a att de svenska svavelutsläppen till luft skall reduceras med 65 % till år 1995 samt med 80 % till år 2000 räknat från 1980 års nivå. Kväveoxidutsläppen skall reduceras med 30 till år 1995. Vidare skall möjligheterna att halvera utsläppen av kväveoxider utredas. Koldioxidutsläppen bör enligt riksdagen inte öka utöver dagens nivå. Ett program skall utarbetas för att minska utsläppen till den nivå naturen tål. En strategi för reduktion av kolväteutsläppen skall även utarbetas. Kraven på begränsning av emissionerna vid koleldning vad gäller svavel- och kväveoxider har skärpts.

Frågan om utsläpp och bildning av klimatpåverkade gaser främst koldioxid, ozon (O_3), metan (CH_4), lustgas (N_2O) och klorfluorkolväten (CFC) har tilldragit sig stor uppmärksamhet. Det är nu allmänt accepterat att om koncentrationen av dessa gaser i atmosfären (troposfären) fortsätter att öka kommer detta att leda till att medeltemperaturen på jorden stiger. De långsiktiga konsekvenserna av detta kan bli allvarliga med ökad torka i känsliga områden och en stigande havsnivå.

Under de senaste åren har förändringar i ozonskiktet i stratosfären kunnat konstateras, bl a årligen återkommande variationer över Antarktis. Även de globala halterna av ozon i stratosfären förefaller att minska. Uttunningen är kraftigare på höga latituder och vintertid. Den viktigaste orsaken till dessa förändringar misstänks vara utsläppen av CFC, men även de antropogena utsläppen av lustgas har sannolikt en inverkan.

Förgasning av biomassa för bränngasframställning har f n liten omfattning i Sverige, mindre än 1 TWh/år. Principiellt innebär förgasningstekniken förädling av energiråvaran till högvärdigt bränsle. Bränngasen kan göras fri från aska, svavel samt föreningar som kan bilda kväveoxider från bränslet s k bränsle-NO_x. Förgasningstekniken i kombination med gasbehandling kan även komma att erbjuda goda möjligheter att omhänderta sämre energiråvaror som avfall på ett miljövänligt sätt. Miljömässigt erhålls således betydande fördelar. Askfritt gasbränsle kan ersätta olja och så sker för närvarande vid några massafabriker, där mesaugnarna eldas med bränngas. Denna bränngas är framställd ur bark och ved i fluidbäddsförgasare.

Förgasningen av biobränsle ger bränngas som även kan användas för elgenerering i dieselaggregat eller i "kombicykler" vilket möjliggör högre elutbyten än vid konventionell förbränning/ångteknik. Potentialen är flera tiotals TWh/år.

Konkurrenskraften avgör naturligtvis i vilken utsträckning potentialen kan utnyttjas. Med ett framtida bränslepris om 90 kr/MWh erhålls en gasbränslekostnad av storleksordning 130 kr/MWh (för stora enheter). Detta skall jämföras med priserna för olja eller naturgas som är konkurrerande bränslen.

Struktur

Aktörer

Till förbränningsteknikens aktörer hör såväl bränsleförsäljare, panntillverkare som leverantörer av miljöteknisk utrustning. Vidare ingår de som hanterar restprodukter.

Förbränningsteknisk utrustning säljs idag i Sverige av såväl inhemska som utländska tillverkare. Större enheter kan levereras av två svenska företag och mindre enheter av en handfull tillverkare. Branschen är pressad särskilt när det gäller stora anläggningar. Den västeuropeiska marknaden präglas f n av överkapacitet. Avsevärda utvecklingsinsatser har genomförts av de svenska företagen, vilket medfört att de internationellt sett ligger väl framme.

Till förbränningstekniken kan också räknas de miljöskyddsanordningar som installeras. "Externt" miljöskydd - stoftrening, svavelrening i rökgaser, etc - har utvecklats och levererats av företag utanför panntillverkarnas krets och dessa utgör alltså ytterligare en aktörsgrupp. Dessa företag är specialister på reningsteknik och har traditionellt en förhållandevis intensiv utvecklingsverksamhet.

Tillverkare av förbränningsteknik utnyttjar i sin tur ett antal underleverantörer som ståltillverkare, tillverkare av reglerteknik och leverantörer av materialhanteringsutrustning. Här finns också en viss utvecklingsverksamhet även om energisektorn för dessa aktörer endast är en av flera marknader.

Restprodukterna från förbränning - aska, slagg och eventuellt rökgasreningsavfall - omhändertas i första hand genom deponering. Utvecklingsinsatserna har i allmänhet varit små inom detta område.

Användarna av (större) förbränningsteknik - dvs kraftföretag, värmeverk, industri, etc - har tidigare varit måttligt engagerade i FoU-verksamhet. Utvecklingsengagemang finns dock i t ex Kraftindustrins forskningsstiftelse VAST och Stiftelsen värmeteknisk forskning (Värmeforsk). Genom

bildandet av Svensk energiutveckling AB (SEU) har en stark aktör kommit till inom energiområdet. SEU skall medverka till att utveckling och demonstration kommer till stånd bl a rörande miljövänlig förbränning.

Verksamheten kring förgasning har i huvudsak bedrivits av utvecklingsaktörer. Först under de senaste åren har massaindustrin efterfrågat förgasningsteknik och även i detta skede har aktiviteterna i första hand funnits hos teknikleverantörerna (utvecklarna). Med de i dag rådande oljepriserna är det mycket liten efterfrågan på ytterligare förgasare inom den svenska industrin.

Till stor del förväntas denna situation bestå, även om Vattenfall, Sydkraft och vissa kommunala energiverk som avnämare nu visar ett ökande intresse för förgasningstekniken. Vattenfall deltar även som medfinansiär i FoU-insatser på området med inriktning mot elgenerering.

Ansvarsfördelning

Flera statliga myndigheterna har ett sektorsansvar inom energiområdet. Några egentliga oklarheter beträffande ansvarsfördelningen finns knappast. Däremot finns med nödvändighet zoner med viss överlappning. Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR) tangerar inom sitt insatsområde - energirelaterad grundforskning - de delar av förbränningsprogrammet som kan karaktäriseras som grundläggande naturvetenskaplig förbränningsforskning. Att projektgrupper inom högskolan i några fall finansieras med medel från både verket och NFR har inte befunnits vara något problem. Gränsdragningen är relativt tydlig och en delad finansiering har skett med utgångspunkt från skilda inriktningar inom samma projekt.

Även gentemot STU finns viss överlappning. STUs ansvar för förbränningsforskningen med fordonsanknytning och inriktningen mot industriella applikationer utgör här en skiljelinje. Behovet av grundforskningsbetonade insatser, har dock inneburit viss samfinansiering av högskoleprojekt. Detta har inte varit förenat med några egentliga problem.

SEU kommer att delta i och genomföra förstudier och utvärderingar av prototyp- och demonstrationsanläggningar i samarbete med anläggningsägarna. Samfinansiering mellan statens energiverk och SEU kan bli aktuell i vissa utvecklingsprojekt. Exempel på gemensamma åtaganden, är projekt med inriktning mot att minska utsläppen av kväveoxider dels i kolpulvereldade anläggningar, dels i fluidiserade bäddar. Gränsdragningen mot SEU är dock förhållandevis tydlig. Verkets stöd till forskning och utveckling riktas företrädesvis till de tidiga leden i utvecklingskedjan medan tyngdpunkten i SEUs verksamhet ligger vid demonstration.

Gemensam finansiering av forskning och utveckling med direkt deltagande från kraftindustrin kan aktualiseras. Förestående sådana insatser där detta övervägs är uppförandet av en ny forskningspanna vid tekniska högskolan i Stockholm (KTH). Exempel på tidigare samverkan är den cirkulerande bädden som nu byggs vid Chalmers tekniska högskola (CTH) med stöd från statens energiverk, Vattenfall, Götaverken och Energiverket i Göteborg

Statens energiverk lämnar bidrag till det forsknings- och utvecklingsarbete som bedrivs inom ramen för Stiftelsen för Värmeteknisk forskning (Värmeforsk). Med tiden har en klar arbetsfördelning etablerats.

Kunskapsläget

Effektivitetsmässigt har dagens förbränningstekniker för eldning av fasta, flytande och gasformiga bränslen mycket goda prestanda. Omsättningen av bränslet är nära 100 % och den termiska verkningsgraden kan ligga på över 90 %. Förlusterna härrör huvudsakligen från rökgaserna, som släpps ut vid förhållandevis hög temperatur.

Utvecklingen av fluidiserade bäddar för förbränning inleddes på allvar under 1970-talet med betydande insatser internationellt och i Sverige. Utvecklingen har gått fort med en hög uppskalningstakt. De största anläggningarna som nu tas i drift är på över 300 MW termisk effekt. Vidare har på kort tid olika systemlösningar kommit att utkristalliseras. Man talar i dag om stationära och cirkulerande fluidiserade bäddar, multibäddar och trycksatta fluidiserade bäddar. Utvecklingsmässigt har anläggningar i storleksklassen upp mot 100 MW nått kommersiell mognad, medan större anläggningar fortfarande befinner sig i en demonstrationsfas. Utvecklingen av trycksatt fluidiserad förbränning är inriktad mot uppskalning samt kombinationer med delförgasning.

Rost- och pulvereldning för kol samt olja- och gaseldning har utvecklats under lång tid. Tillgängligheten är hög och behovet av underhåll förhållandevis begränsat. Övergången till eldning av inhemska bränslen var i början förenat med tekniska svårigheter. Förbränningstekniken var inte anpassad till biobränslen och torv vilket ledde till driftstörningar. I huvudsak kunde dessa störningar hänföras till hanteringsanordningarna utanför pannan. De samlade drifterfarenheterna idag tyder på att dessa problem i stor utsträckning har avhjälpts. Fortfarande återstår dock mycket att göra för att få god effektivitet och därmed låg miljöpåverkan vid varierande bränslekvalitet.

Trots att förbränning förefaller att vara en enkel process är de kemiska och fysikaliska förloppen vid förbränning och förgasning mycket komplicerade. Ett stort antal ämnen bildas under förbränningen och växelverkar i en mångfald

kemiska reaktioner och diffusionsprocesser. Det är idag möjligt att genom reglering av förbränningsförloppet och genom rökgasrening nå betydande begränsningar av utsläppen av svaveloxider, kväveoxider, oförbrända kolväten m m. Detta har blivit möjligt bl a tack vare ökade kunskaper om de kemiska reaktionerna och fysikaliska förlopp som styr bildningen och nedbrytningen av olika föroreningar.

Även om kunskaperna om de grundläggande fenomenen har ökat betydligt under de senaste åren finns påtagliga kunskapsluckor. Exempel på sådana kunskapsbrister är bl a att man f n inte vet hur och exakt under vilka betingelser dioxiner bildas vid bl a avfallsförbränning, varför utsläppen av lustgas ökar vid fluidiserad förbränning, sotbildningen sker etc. Vidare saknas kännedom om vissa av de reaktioner som styr bildningen och nedbrytningen av kväveoxider, liksom hur svavelbindningen på kalkpartiklar sker. Kunskaper om dessa förlopp utgör en förutsättning för vidare utveckling av förgasnings- och förbränningstekniken mot bättre verkningsgrader och minskade utsläpp av miljöstörande ämnen.

Förgasningsteknik för kol finns internationellt tillgänglig. Betydande utvecklingsarbete pågår internationellt framför allt med inriktning mot förgasning av kol för kolanvändning i en kombination med gasturbin/ångturbin (IGCC). Detta utvecklingsarbete sker bland annat i USA och Västtyskland.

I Sverige har förgasningstekniken utvecklats för syntesgasproduktion för framställning av metanol, syntetisk naturgas, ammoniak, m m baserad på torv och biomassa som råvara.

Enkel bränngasproduktion i större skala ur inhemska råvaror är kommersialiserad. Däremot saknas tillförlitlig och effektiv teknik för småskalig förgasning. Mer avancerad bränngasproduktion (tjär- och stoftfri) är under utveckling och tekniken röner ett allt större intresse.

Nuvarande energiforskningsprogram

Nuvarande inriktning och omfattning

Under innevarande treårsperiod har en tydlig markering gjorts avseende långsiktighet, fördjupning och kvalitet i forskningsprogrammet. Det har fört med sig ökad kontakt och vilja från verkets sida att etablera sammanhållna forskningsprojekt på högskolan och också ta ett vidare ansvar för högskoleforskare uttryckt bl a i de sex-åriga forskartjänsterna som tillskapats. En åtgärd som på sikt också bör kunna komma den förbränningstekniska industrin till godo. Markeringen av grundläggande forskning står fast.

Vid de tekniska högskolorna i Göteborg (CTH) och Lund (LNTH) har forskargrupper som arbetar med grundläggande reaktionskemiska och processtekniska moment formerats. Ambitionen är att med avancerad teknik som t ex laserspektroskopi klarlägga reaktionsvägarna i första hand vid "enkel förbränning" av naturgas, därnäst med mer komplexa bränslen. På motsvarande sätt behandlas kinetiken, strömningsförhållandena och värmeöverföringen i avsikt att utarbeta modeller för en förbränningszon. Grundläggande kunskap om kväveoxidbildning, svavelreduktion, m m söks samtidigt.

Relativt omfattande studier både av grundläggande och tillämpad karaktär kring olika processer för svavel- och kväveoxidrening bedrivs bl a av forskargrupper vid LNTH.

Ytterligare grundläggande arbeten genomförs kring fluidiserade bäddar, både atmosfäriska och trycksatta. De utgör exempel på grundläggande forskning inom ett tillämpat område, där arbetet inriktas mot svavel- och kväveoxider samt gas- och partikelrörelserna i en fluidbädd. Arbetet bedrivs i nära samverkan med Götaverken respektive ABB Carbon som är direkta avnämare till resultaten. Sambanden kalk-svaveloxider-kväveoxider i fluidbäddar ägnas särskild uppmärksamhet eftersom kalktillsatsen kan öka kväveoxidutsläppen. Bildningen av lustgas vid fluidbäddsförbränning kräver i första hand förståelse för fenomenen innan tekniska åtgärder kan sättas in.

Mekanismerna för bildning av dioxiner och andra organiska föreningar är bristfälligt kända. Metod- och analysarbete bedrivs inom olika samarbetskonstellationer mellan institutioner i Umeå, Lund, Göteborg och Studsvik.

Förbränningsforskning med viss inriktning mot pulverteknik och rosteldning bedrivs vid bl a Studsvik och försvarets forskningsanstalt.

En modell för svavelabsorption på kalkmaterial tas fram vid KTH. I tidigare arbeten har svavelreduktion med natriumbaserade sorbenter studerats. Vid LNTH pågår reaktionskinetiska studier av avsvavling med kalk.

Vid KTH har nyligen ett förbränningstekniskt kollegium bildats, med intentionen att sammanföra högskolans kompetens inom området. F n projekteras en forskningspanna vid KTHs värmecentral.

De statliga forsknings- och utvecklingsinsatserna inom förgasningsområdet har varit omfattande. Tidigare var målet att ta fram processer som skulle kunna ge en snabb oljeersättning. Denna inriktning påverkade insatserna vid högskolorna. Numera prioriteras forskning av mer grundläggande karaktär, avseende pyrolys, förgasning, bränslereaktivitet, tjärbildning samt termisk och katalytisk gasbehandling.

I dag pågår grundläggande förgasningsforskning vid de tekniska högskolorna i Stockholm, Lund och Göteborg. Processutveckling har skett vid Studsvik, Götaverken och Stiftelsen för metallurgisk forskning i Luleå (Mefos). Vid Studsvik pågår utveckling av atmosfärisk förgasning i kombination med dieselmotordrift och elgenerering samt grundläggande forskning vad gäller avfallsförgasning och katalytisk gasbehandling.

Existerande långsiktiga bindningar samt högskolans andel av forskningen

Inom de pågående forskningsprogrammen för förbränningS- och förgasningsteknik har ett flertal grupper vid institutioner inom högskolan byggts upp. Stödet till dessa grupper har lämnats både genom bidrag till tidsbegränsade projekt och till inrättande av sexåriga forskartjänster.

Av dagens totala ekonomiska insatser lämnas f n 80 % inom förbränningsforskningen till universitet och högskolor. För förgasningsforskningen är motsvarande siffra 50 %. Inom förgasningsområdet sker även betydande forskning av grundläggande karaktär vid Studsvik. Sammantaget utgör andelen grundläggande förgasningsforskning ca 80 %.

Inom projekten har ofta arbetet bedrivits i former som bestämts av högskolans arbetssätt vilket inneburit att en stor del av forskningsutförandet genomförts som doktorandarbete under ledning av projektledaren som haft en fast tjänst vid högskolan eller har varit innehavare av en forskartjänst. Under senare år har denna arbetsform blivit allt mer vanlig, bl a genom en uttalad strävan från verket att på detta sätt stärka kompetensuppbyggnaden.

Arbetsformerna innebär att det både finns formella och informella (men reella bindningar), inför framtiden.

De formella bindningarna sätts av längden på det projekt som verket fattat beslut om. Vad gäller forskartjänsterna inrättades de första i juli 1985. Planeringen för dessa är att innehavaren av sådana tjänster skall kunna arbeta under två treårsperioder varefter finansieringen av den enskilda tjänsten beräknas övergå till universitetet eller att innehavaren övergår till annan verksamhet. Det senare kan innebära antingen ett avancemang inom högskolan eller övergång till annan verksamhet i t ex näringslivet. Den enskilde forskaren ges därmed möjlighet att under en period av totalt sex år bedriva forskning och därmed också få utrymme för meritering för en fortsatt karriär.

De ekonomiska bindningarna för de först inrättade tjänsterna samt en som f n är under tillsättning uppgår till närmare 10 miljoner kronor. Vidare finns en särskild forskartjänst inrättad inom det nordiska samarbetet som beräknas kräva finansiering under lång tid. Totalt uppgår bindningarna under sexårsperioden 88/94 till något över 15 miljoner kronor.

Långsiktiga ekonomiska bindningar vid högskolor (tkr)

År	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
Forskartjänster	2 450	2 810	2 860	1 040	520	260
Nordiskt samarb	868	900	900	950	950	1 000
Summa	3 318	3 710	3 760	1 990	1 470	1 260

De informella bindningarna har sitt ursprung i att verket har ett ansvar för att arbetet inom långsiktiga forskningsprojekt får slutföras på ett för alla inblandade parter acceptabelt sätt. Orsaken till detta informella sociala ansvar - "ställföreträdande arbetsgivaransvar" - återfinns i verkets stävan att engagera högt kvalificerad forskningspersonal.

Vid avveckling av långsiktiga projekt vid universitet och högskolor bör man därför räkna med en minsta tid av 1 år, i många fall en avvecklingstid av 2 år och i några få fall 3 år.

En genomgång av pågående forskningsverksamhet inom högskoleväsendet visar att förutom de formella bindningarna i forskartjänster finns informella bindningar vid ingången av nästa treårsperiod för 1990/91 uppgående till 35 milj kr, för 1991/92 20 milj kr samt för 1992/93 15 milj kr.

Det totala ansvarstagandet från verkets sida avseende förbrännings- och förgasningsforskning vid högskolan uppgår därför till sammanlagt 77 milj kr för treårsperioden 1990-93 vid dess start.

Behov av forskning och utveckling

Mål

Den tekniska utvecklingen inom förbrännings- och förgasningsområdet drivs i stor utsträckning fram av kraven på en miljövänlig energiproduktion. Miljöfrågorna får därmed en framskjuten ställning inom den förbrännings- och förgasningsrelaterade forskningen. Försurningsfrågorna har hittills dominerat, liksom frågor som hänger samman med avfallsförbränning. Insikterna om kväveoxidernas vidare betydelse i miljösammanhang bl a vad gäller den tilltagande eutrofieringen (övergödningen) samt förändringar i klimatet

till följd av utsläppen av koldioxid och vissa andra spårgaser understryker behovet av grundläggande och uthållig förbrännings- och förgasningsforskning.

Det är inte sannolikt att koldioxidutsläppen på kort tid kan skäras ned i någon nämnvärd utsträckning vare sig i Sverige eller omvärlden. Övergång och anpassning till alternativa energiproduktionsprocesser och energisystem måste ske successivt. Ett viktigt led i en mer långsiktig lösning blir i detta perspektiv att vinna tid och skapa handlingsfrihet. Detta kan åstadkommas genom att åtgärder vidtas för att begränsa utsläppen av andra klimatpåverkade gaser än koldioxid.

Särskilt uppmärksamhet bör därvid riktas mot bildningen och begränsningen av vissa klimatpåverkande föroreningar i atmosfären. Det gäller bl a bildningen av marknära ozon, där kväveoxider, kolväten och koldioxid samverkar i komplicerade atmosfärskemiska förlopp samt bildningen av lustgas, som misstänks kunna ske genom reaktioner mellan svavel och kväveoxider. Även frågan om begränsning av metangasutsläppen från småskalig förbränning samt från deponier får ökad tyngd.

Viktiga inslag i tidigare energiforskningsprogram har varit att skapa förutsättningar för en minskad oljeanvändning. Betydande insatser har gjorts för att vidareutveckla både förbrännings- och förgasningstekniken för inhemska bränslen, vilket bl a omfattat den fluidiserade bädden. Frågan om användning av biobränslen får ökad betydelse i perspektivet av befarade klimatförändringar. Detta understryker vikten av sådan energiforskning till förmån för bränslen som inte ger något nettotillskott av koldioxid eller andra klimatpåverkande spårgaser. Även konvertering till bränslen som ger mindre koldioxidutsläpp får ökad betydelse, vilket bl a lyfter fram naturgasforskningen.

Frågan om klimatpåverkande gaser skärper även kraven på energieffektiva produktionsprocesser. Potentialen för att öka den termiska verkningsgraden vid värmeproduktion är begränsad, men rökgaskondensering erbjuder en möjlighet att förbättra verkningsgraden vid i första hand eldning av inhemska bränslen och naturgas. De stora energivinsterna ligger dock i en vidareutveckling av processerna för elproduktion, bl a mot sk kombinerade cykler. Särskilt PFBC-tekniken och förgasningsprocesser för biobränslen kan komma att få ökad betydelse i framtiden.

Vikten av statlig forskning är särskilt tydlig inom förgasningsområdet. Med hänsyn till strukturen inom området och de svaga marknadsförutsättningarna i närliggande tid sker knappast någon mer omfattande utveckling utan statliga insatser. I dagsläget finns inte heller sådana marknadsförutsättningar som stimulerar privata företag till långsiktig forskning och utveckling eller ens ny processutveckling.

Resursbehov och inriktning

Den ökade förståelsen för de primära processerna inom förgasnings- och förbränningstekniken samt den pågående teknikutvecklingen har visat att det finns fördelar med närmare samordning av förbrännings- och förgasningsforskningen. Detta accentueras ytterligare av den ökade satsningen på studierna av förbränning och förgasning av biobränslen.

Förbrännings- och förgasningsforskningen har utifrån dessa överväganden indelats i fyra delområden:
- Förgasnings- och förbränningskemi
- Förgasningsteknik
- Förbränningsteknik
- Emissionsrelaterad forskning

Tre olika alternativa insatsnivåer för perioden 1990-93 redovisas. Alternativ II svarar i huvudsak mot ett fullföljande av dagens insatser. Vidare redovisas en lägre ambitionsnivå, som kommer att medföra vissa nedskärningar samt en högre nivå, som möjliggör vissa ytterligare insatser. En bedömning har också gjorts avseende framtida teknikutvecklingsinsatser.

FÖRGASNINGS- OCH FÖRBRÄNNINGSKEMI

Inom detta område som omfattar den mer grundläggande forskningen om både förgasnings- och förbränningstekniken kan en indelning göras på följande delområden:

- pyrolys och förgasning
- förbränning
- modellering
- mätning
- katalys

För att förbränning av fasta bränslen skall kunna ske måste först bränslet överföras i gasfas. Detta sker i förbränningsanläggningar redan i det initiala skedet. I förgasningsanläggningar är detta huvudsyftet. Den bildade gasen används i ett senare skede till förbränning antingen i en panna eller i en motor/gasturbin.

Studierna inom den grundläggande förgasnings- och pyrolysforskningen är inriktad mot att ta fram kunskap om hur pyrolyssteget sker på molekylär nivå, vilka de primära kemiska reaktionerna är och hur kinetiken för nedbrytningen av de stora bränslemolekylerna varierar med tryck och temperatur. Kunskaperna om dessa processer och hur reaktioner sker med kväve, svavel och eventuella metaller har stor betydelse för förståelsen av hur föroreningar i den slutliga förbränningsprocessen bildas (NO_x och SO_x). Genom rening av de bildade gaserna i en reducerande atmosfär öppnas nya möjligheter till att undvika emissioner av svavel- och kväveoxider.

Behovet för forskningsområdet har för den kommande treårsperioden beräknats till 17 milj kr och avser huvudsakligen grundläggande forskning vid de tekniska högskolorna.

Den grundläggande processen som sker vid förbränning är oxidation av bränslet med luftens syrgas. Förbränningen innebär att bränslet oxideras i en serie delreaktioner under värmeutveckling varvid ett stort antal reaktiva radikaler bildas. Dessa genomlöper en lång rad kedjereaktioner till en slutlig produktion av koldioxid och vatten. Den övervägande delen av denna process äger rum i gasfas även vid förbränning av fasta bränslen.

Önskemålet om större energieffektivitet och behovet av att minska omgivningspåverkan vid förbränning har ställt stora krav på förståelsen av de processer som i mikroskala i förbränningsrummet styr förloppen. Detta gäller både de kemiska reaktioner som äger rum och hur dessa samverkar under de varierande dynamiska förhållanden som råder.

Den centrala delen i all förbränning är därmed kemiska reaktioner i gasfas. Målet för forskningen inom förbränningskemin blir därför att

- identifiera de olika reaktionsstegen
- bestämma reaktivitet eller sannolikhet för reaktion som funktion av temperatur och av tryck
- sammanställa ett schema för processen så att den kan beskrivas i en reaktionsmekanism

Genom att reaktionerna måste studeras över stora temperaturintervall och även vid varierande tryck för att en bra beskrivning skall kunna erhållas ställs stora krav på de metoder som används. Komplicerade problem kan ofta lösas genom att man studerar delreaktioner. Problemet här är att de reaktanter som behöver undersökas är fria radikaler eller stora komplicerade molekyler som är svåra att framställa. De fria radikalernas stora reaktivitet medför dessutom att sekundära reaktioner får betydelse.

För de allra enklaste gasformiga kolvätena finns idag mekanismer för reaktionerna publicerade. Kunskapen är därför relativt god för förbränningen av naturgas. Svenska försök med t ex metanol har utförts i speciella flamförsök och analyserats med massspektrometriska metoder. En förenklad mekanism för beskrivning av det kemiska förloppet vid förbränning av metanol innehåller 18 kemiska föreningar/radikaler samverkande i 56 reaktioner. Mekanismen för förbränningen av större organiska föreningar som oktan kan beskrivas med en modell som innehåller 60 föreningar/radikaler och 360 reaktioner. Detta illustrerar komplexiteten i förbränningsprocessen.

Mekanismerna för liknande och mer komplicerade processer kommer i fortsättningen att studeras och resursbehovet uppskattas till 8-10 milj kr under treårsperioden.

Förbränningsreaktionerna sker under stor dynamik - en samtidig värmeutveckling och volymökning - i ett öppet system med kontinuerlig tillförsel av bränsle och syrgas. Detta betyder att både experimentella och teoretiska kunskaper om de fysikaliska fenomenen i strömmande gaser behöver utvecklas. Modeller som beskriver transportprocesser både i laminära och turbulenta system håller därför på att utvecklas.

Både i Sverige och internationellt pågår ett intensivt arbete för att med numeriska modeller beskriva enklare förbränningsförlopp. Ett exempel är metanförbrännning i en flamma som beskrivits med ett detaljerat reaktionskinetiskt schema inkluderande 60 reaktanter och 400 reaktioner med hjälp av teorien för turbulent strömmning. Vidareutveckling av de matematiska modellerna för förbränningsprocessen på det grundläggande planet planeras fortsätta under nästa period och resursbehovet beräknas till 6 milj kr.

Internationellt samarbete inom IEA pågår inom dessa områden med deltagande från några svenska laboratorier.

Inom förbränningsforskningen är det nödvändigt att kunna genomföra en mängd olika mätningar. Dessa mätningar omfattar analyser av ingående kemiska föreningar, som genom processernas natur ofta är mycket kortlivade samt temperaturmätningar och mätningar av fysiska förlopp som strömning.

Den kemiska analysen kräver, genom att processerna sker vid höga temperaturer, utveckling av speciell teknik. Detta har hittills inneburit att den senast utvecklade tekniken inom flera områden har mäst utnyttjas. Ett exempel på detta är den nya lasertekniken som genom specialanpassning har kunnat användas till mätning av både reaktiva radikaler i förbränningsförloppet och temperaturen i olika delar av t ex en flamma. En fortsatt utveckling på detta speciella område förutses vara nödvändig för att ytterligare öka möjligheterna att följa förloppen i både förgasnings- och förbränningsprocesserna.

Inom katalysområdet tillämpas modern mikroskopi för att studera de aktiva ytornas egenskaper. Här förutses en fortsatt utveckling mot tillämpningar av kombinationer av ny teknik typ ESCA och AUGER-spekroskopi.

Dessa moderna tekniska mätmetoder kombineras med traditionella kemiska analysmetoder för att belysa reaktionssamband i förbränningsprocessen.

Genom det stora totala antalet reagerande species och det stora antalet möjliga reaktionsvägar krävs också kraftfulla beräkningsmetoder för att hantera och evaluera de olika reaktionernas betydelse.

Behovet för den fortsatta utvecklingen inom mätområdet som genomförs i samverkan med STU beräknas för treårsperioden till 8 Mkr.

Katalysatorteknik kan beskrivas som energiteknik på molekylär nivå . Katalysatorer kan få stor betydelse vid utformning av processer som innebär att man selektivt och nyanserat styr in kemiska reaktioner på vägar som leder till bestämda slutprodukter och gör att oönskade biprodukter, t ex miljöföroreningar, undviks.

Exempel på tillämpningsområden är bränsleomvandling, styrning av förbränningsprocessen, gasbehandling och rökgasrening. Katalytisk nedbrytning av tjäror, som erhållits vid förgasning av biobränslen, är ett betydelsefullt processteg vid produktion av bränngas för tillämpningar där ren gas krävs. Katalytisk denitrifiering är en av flera metoder att reducera bildade kväveoxider till kvävgas och vatten. Vidare kan katalytisk förbränning vara ett alternativ till flamförbränning av gasformiga bränslen.

Flera av de grundläggande problemen är kopplade till bärarmaterialets egenskaper, fixering av katalysatorer på bärarna och ersättning av dyra ädelmetaller som aktiv substans. För att förstå dessa problem är det viktigt att känna till hur katalysatorns struktur påverkar den katalytiska effekten. Katalytiska mekanismer, aktivering, förgiftning och växelverkan katalysator - bärare är därför centrala frågor.

Den grundläggande forskningen bör i framtiden inriktas mot att ta fram kunskap om katalysatorernas funktion, utveckling av modeller för reaktionerna samt att lösa problemen med deaktivering och förgiftning av katalysatorerna.

Statens energiverk och STU driver sedan 1987 gemensamt ett program för grundläggande energirelaterad katalysforskning. Inledningsvis har verksamheten givits en bred inriktning för att underlätta en generell kunskapsuppbyggnad på området. Programmet kommer att utvärderas 1990 och planeras fn att drivas ytterligare två år då de ingående projektens energiinriktning ska göras mer tydlig.

Resursbehovet för kommande treårsperiod kan ses utifrån en varierad ambitionsnivå inom 9-16 milj kr. Den lägsta nivån motsvarar en fortsättning av delar av den pågående forskningen medan en högre nivå om 12 milj kr direkt motsvarar en fortsättning av pågående forskning. Den högsta nivån motsvarar en utökad ambitionsnivå som mer motsvarar de möjligheter till en förbättrad teknik som kan skönjas inom området.

Sammanställning av olika insatsnivåer rörande förgasnings- och förbränningskemi

Område	FoU Mkr	Teknikutveckling
Pyrolys och förgasning	17	-
Förbränning	8-10	-
Modellering	6	-
Mätning	8	-
Katalys	9-12-16	-
Summa	48-53-57	0

FÖRGASNINGSTEKNIK

Bränngastekniken behöver utvecklas vidare i syfte att åstadkomma en energimässigt bättre och miljövänligare bränngas. Aktuella bränslen är biomassa och avfall. Kunskap om de fundamentala reaktionerna vid förgasning samt modeller över förloppen ger en grund för förgasarutformning, samtidigt erfordras utvecklingsarbete i försöksapparatur för utformning av förgasare, kracker och exempelvis luft/syretillförseln.

Gasbehandling är ett centralt forskningsområde med inriktning mot en vidare förädling av bränngasen till sådan renhet att den kan användas i gasmotorer i samband med elproduktion. Insatserna inriktas mot att studera de kemiska och processtekniska förutsättningarna för pyrolys och förgasning av biomassa och avfall. Betydande insatser görs avseende gasbehandling för att erhålla en gas som ger möjlighet till en miljövänligare förbränning. Gasbehandlingen omfattar såväl termisk som katalytisk tjärnedbrytning. Gasbehandlingen ger också möjlighet till omhändertagande av kväve- och svavelföreningar samt spårämnen. Dolomit är en av de katalysatorer som förutses få stor betydelse inom förgasningsområdet.

Hantering av avfall är ett växande problem både internationellt och i Sverige. Det finns behov av teknisk utveckling med inriktning mot system anpassade till morgondagens avfallshantering med ökad sortering och återvinning. Förgasning inklusive gasbehandling kan utgöra en framtida teknisk lösning som ger en acceptabel ekonomi och en miljövänlig behandling/omhändertagande av sorterat avfall. Detta förutsätter emellertid betydande satsningar på såväl forskning som utveckling.

Sammanställning av olika insatsnivåer rörande förgasningsteknik

Område	FoU Mkr	Teknikutveckling
Katalytisk, termisk gasbehandling	3-5-5	
Biomassförgasning - elgenerering	5	0-40
Avfallsförgasning	4-7-9	0-70
Trycksatt biobränsle förgasning		0-5
Utvärdering och systemstudier	1	
Summa	13-18-20	0-115

FÖRBRÄNNINGSTEKNIK

Forskningen om fluidiserad förbränning bör liksom hittills prioriteras. Tekniken är ung i förbränningssammanhang samtidigt som förutsättningarna för en vidare utveckling bedöms vara goda. Den ganska omfattande satsningen motiveras bl a av att utsläppen av svavel- och kväveoxider vid fluidiserad förbränning på ett förhållandevis enkelt sätt kan begränsas samt att bränslen med olika egenskaper kan eldas i samma panna vilket får betydelse för användningen av inhemska bränslen.

I huvudsak riktas verkets stöd till redan existerande forskargrupper vid högskolan, i första hand vid Chalmers tekniska högskola. Basen för verksamheten rörande atmosfärisk fluidiserad förbränning utgörs av den nya forskningspannan av cirkulerande typ som nu uppförts vid högskolan.

Forskningen om atmosfärisk och trycksatt fluidiserad förbränning har karaktären av både grundläggande och tillämpad forskning och inriktas mot att klarlägga de fysikaliska förloppen, svavel-och kväveoxidernas kemi samt studier av hur de förbränningskemiska och -fysikaliska förloppen samverkar. Verksamheten omfattar också additiv och partikelkatalyserade reaktioner avseende kväveoxidreduktion. Särskild uppmärksamhet kommer att ägnas frågan om bildning av lustgas (N_2O).

Stöd till företagsanknuten forskning och utveckling lämnas huvudsakligen via energiteknikfonden. Det kan bl a gälla försök i pilotanläggningar rörande trycksatt fluidiserad förbränning med delförgasning samt hetgasrening.

Rost- och pulvereldning är väl etablerade tekniker. Rosttekniken har utvecklats och anpassats för olika bränslen som kol, inhemska bränslen och avfall. Pulvereldning medger högre eldstadsbelastning än rosteldning samt goda reglermöjligheter. Pulvertekniken har främst utvecklats utomlands med inriktning mot kol.

Forskningen inriktas i första hand mot de förbränningskemiska och -fysikaliska förloppen av betydelse för begränsning av utsläppen av svavel- och kväveoxider. Strömningsfälten är komplicerade, men samtidigt helt avgörande för utbränningsgraden, utsläppen av kolväten och koloxid, bildningen och nedbrytningen av kväveoxider samt infångning av svaveloxider med absorbenter. Studier av dessa fenomen kräver noggrant kontrollerade försöksbetingelser. En mindre experimentpanna i första hand för undersökning av rostförbränning övervägs inom ramen för energiteknikfonden.

Grundläggande studier av reaktionsmekanismer, värmeöverföring och strömningsfenomen i pulverflammor betonas, med inriktning mot inhemska bränslen. Någon fortsatt utveckling av kolpulverförbränning kommer inte att stödjas.

Småskalig eldning (<2 MW) av ved och olja kan ge betydande utsläpp av miljöstörande ämnen framför allt stoft och kolväten.

Insatser för att ta fram pannor och brännare som har bättre miljödata är därför angelägna. Särskild uppmärksamhet ägnas frågan om utsläpp av metan och andra oförbrända kolväten. Ackumulatorsystem för i första hand ved- och vedkombipannor kan möjliggöra en effektivare och miljömässigt bättre förbränning. Studier för att optimera ackumulatorsystem med avseende på effektivitet och emissioner från förbränningen planeras. Insatser för att utveckla ackumulatorsystem baserade på nya principer kan även bli aktuella.

Insatser inom området småskalig förbränning bör, om de ska få någon effekt, bedrivas tillsammans med branschen. Branschen består här av många små företag som var för sig har mycket små möjligheter att bedriva forsknings- och utvecklingsverksamhet. Projekt av allmängiltig karaktär kan i ett inledande skede drivas med hög andel statlig finansiering vid en eller flera högskolor eller företagsoberoende forskningsinstitut men under ett aktivt referensgruppsarbete där de tillverkande företagen uppmanas att ingå.

Förbränning av energiskog i buntar samt halmförbränning är exempel på områden där teknikutveckling för pannor i intervallet kring 2 MW kan bli aktuell. Även utveckling av förbränningsanläggningar för pelletter och briketter i effektintervallet kan behöva stödjas.

Naturgasen får ökad betydelse i Sverige. Utomlands bedrivs omfattande forskning och utveckling bl a med inriktning mot att begränsa utsläppen av kväveoxider. En viktig uppgift är att ta del av detta kunnande och bygga upp svenska erfarenheter. På kort sikt finns därför ett behov av att prova olika förbränningstekniska koncept och systemlösningar. Huvudansvaret för att sådan provning kommer till stånd vilar i först hand på gasbranschen, anläggningsägarna och industrin, men vissa statliga insatser inom ramen för energiteknikfonden kan även komma i fråga. De statliga forskningsanslagen bör i första hand riktas mot insatser som syftar till mer långsiktig teknikutveckling. Exempel på sådana forskningsområden som kan behöva förstärkning är katalytisk förbränning, utveckling av keramiska brännare samt vidare utveckling av låg-NO_x-tekniken.

Katalytisk förbränning är ett alternativ till flamförbränning av framför allt gasformiga (förgasningsbara) bränslen. Katalytisk förbränning kan bli intressant i samband med användning av naturgas, men också vid förbränning av andra bränslen samt i gasturbinsammanhang. Drivkraften för utvecklingen är i första hand kraven på en allt kraftigare begränsning av utsläppen av kväveoxider, men också strävan efter att minska utsläppen av oförbrända kolväten t ex vid småskalig eldning. De insatser som görs i Sverige inom området har hittills varit begränsade. I perspektivet av en långsiktig utveckling av förbränningstekniken i Sverige bör också forskning och forskarkompetens byggas upp avseende katalytisk förbränning.

Förståelse av förbränningsförloppet i fullstora anläggningar kräver en översiktlig kunskap om detaljerna i förbränningskemin men också hur de fysiska förloppen med materialtransport samt värme- och strålningsutbyte med omgivande media sker. Strömningsteorin har här tagits till hjälp för att beskriva både laminära och turbulenta flöden i ett modelleringsarbete. Detta instrument används till att beskriva hela processens förlopp men behöver vidareutvecklas för att kunna bli ett användbart verktyg för design av brännare och pannor.

Modelleringsarbetet kan förutses få en allt större betydelse för den tekniska utformningen av pannor i vilka ett varierande bränsle skall kunna förbrännas. Betydelsen av forskningen kommer med andra ord att bli störst för system som utformas för förbränning av biobränslen och eventuellt avfall.

För att kunna styra förbränningsförloppet mot hög förbränningseffektivitet och små utsläpp av föroreningar krävs övervakning och reglering. I första hand behövs mätutrustning som med önskad snabbhet och noggrannhet kan registrera ett antal olika parametrar. Det finns också behov av utveckling av teknik för dokumentation av utsläppen från mindre anläggningar.

För att utnyttja mättekniken för regleringsändamål kommer tekniken att behöva vidareutvecklas så att snabb och säker respons erhålles för t ex variationer i bränslet. Tidigare erfarenheter visar på svårigheter att styra förbränningen av bränslen med höga fukthalter. En fortsatt utbyggnad av användningen av biobränslen kommer att ställa krav på teknikens tillförlitlighet och snabbhet.

En särställning i verkets stöd till energiforskning intar Stiftelsen för värmeteknisk forskning (Värmeforsk). Insatserna inom ramen för Värmeforsk har huvudsakligen karaktären av provning och utveckling. Med hänsyn till verksamhetens art förefaller det lämpligt att stöd till Värmeforsks insatser inom områdena bränsleteknik och naturgas lämnas via energiteknikfonden.

Sammanställning av olika insatsnivåer rörande förbränningsteknik

Område	FoU Mkr	Teknikutveckling
Fluidiserad förbränning	23-27-34	3-5
Rosteldning samt småskalig eldning	3-4-6	1-5
Pulverförbränning	1-2-2	
Naturgas	1-2-4	3-5
Katalytisk förbränning	0-2-2	
Förbränningsmodellering	2-3-4	
Reglering	2-3-4	3
Värmeforsk		10
Summa	32-43-56	20-28

EMISSIONSRELATERAD FORSKNING

Utsläppen av svavel- och kväveoxider kan begränsas genom rökgasrening i särskilda anläggningar eller genom att additiv doseras i förbränningsrummet, pannans konvektionszon eller rökgasstråket. Kalk är den vanligaste absorbenten för att binda svavel, men även andra additiv är tänkbara.

Forskningen rörande svavelabsorption i pannor har tidigare huvudsakligen genomförts som fullskaleförsök. Studier av kalcinerings- och sulfateringsförloppen pågår sedan några år vid högskolorna i Stockholm och Lund, liksom studier av de kemiska reaktionerna med anknytning till den våt-torra processen. Arbetet omfattar bl a modellering av reaktionsförloppen. Den högskoleinriktade forskningen bör i huvudsak fortsätta med samma inriktning som hittills, men utrymme bör även skapas för högskoleinsatser avseende andra reningsmetoder, bl a nya additiv, regenerativa och katalytiska processer. Reningsmetoder som bygger på upparbetning av svavlet väntas få ökad betydelse med hänsyn till de problem som är förenat med restprodukthantering. De storskaliga försöken kan sannolikt begränsas och i huvudsak finansieras via energiteknikfonden. Det kan bli aktuellt att via energiteknikfonden finansiera försöksutrustningar och pilotförsök avseende nya processer.

Ett flertal metoder för reduktion av kväveoxider har redovisats, men endast ett fåtal har nått kommersiell mognad. I huvudsak gäller det katalytisk reduktion med ammoniak och icke- katalytisk reduktion baserad på olika ammoniakföreningar (eventuellt) med vissa tillsatser. I Sverige bedrivs sedan flera år högskoleforskning i avsikt att klarlägga kinetiken och reaktionsförloppen vid katalytisk reduktion. Vidare bedrivs både grundläggande forskning och industriutveckling avseende katalysatorer som arbetar vid lägre temperatur. Utvecklingen siktar i första hand mot mindre och medelstora förbränningsanläggningar. Katalysforskningen bör även fortsättningsvis stödjas.

De selektiva, icke- katalytiska processerna med olika additv betraktas främst som ett komplement till förbränningstekniska åtgärder. Erfarenheterna är begränsade i Sverige, men det är troligt att metoderna blir ett viktigt hjälpmedel i framtiden för att minska utsläppen från mindre anläggningar. Laboratoriestudier rörande olika additiv bör inledas och bl a omfatta reaktionskemin samt bildningen av eventuella sekundära föreningar (t ex N_2O, och HCN).

Flera olika processkoncept för samtidig avskiljning av svavel- och kväveoxider finns redovisade. I många fall är det frågan om mycket komplicerade processer. Kombinerade system kan dock erbjuda fördelar och intresset internationellt är stort. Forskning bör också genomföras i Sverige kring en eller flera metoder för samtidig avskiljning av svavel- och kväveoxider.

Forskning med anknytning till avfallsförbränning, framför allt rörande dioxiner och kvicksilver, har på kort tid vuxit i omfattning vid högskolor och universitet. De insatser som har inletts är huvudsakligen av långsiktig karaktär, och bör fortsätta för att vara meningsfulla.

Forskningen omfattar studier i laboratorieskala avseende olika processparametrars betydelse för dioxinbildningen, studier avseende bildnings- och nedbrytningskinetiken för dioxiner, reaktionsmekanismerna för bildning av enkla klorerade organiska föreningar, förbränningsteknisk modellering samt studier av kvicksilvrets kemi m m.

Det är i dagsläget svårt att förutsäga i vilken mån teknikdemonstration kan bli aktuell inom en kommande femårsperiod. Stor osäkerhet kännetecknar avfallsområdet och tveksamheten inför avfallsförbränning är fn stor.

Rökgaskondensering erbjuder en elegant möjlighet att utnyttja bränslen effektivare vid förbränning, samtidigt som vissa gasbundna emissioner kan reduceras. Metoden har fått aktualitet i samband med rökgasrening vid avfallsförbränning. Nya systemprinciper som möjliggör att den energi som utvinns direkt kan utnyttjas för fjärrvärme utan uppgradering i en värmepump har demonstrerats.

Betydande utveckling har på kort tid skett vid flera företag. Högskoleforskning har också inletts i viss samverkan med företagen. Behovet av fortsatt grundläggande forskning är påtagligt. Kunskaperna om hur kondensering sker i en inert gas (rökgas), om värmeöverföring mellan gas- och vattenfas och mellan kylytor och gas är i fler avseenden bristfälliga. En sexårig forskartjänst övervägs inom området.

Vad gäller teknikutveckling är det av intresse att demonstrera energieffektiv rökgaskondenseringsteknik såväl vid konventionell hetvattenproduktion som vid kraftvärme.

Vid all förbränning bildas stoftpartiklar som avgår med rökgaserna. Dessa har en nedsmutsande effekt. Allvarligare är dock att de kan innehålla tungmetaller samt ämnen som PAH och dioxiner. Rökgaserna kan renas från stoft i t ex cyklon, textilfilter eller elektrofilter.

De miljöskadliga komponenterna anrikas troligen på de mindre stoftpartiklarna p g a deras större yt/volym-förhållande. Hur partiklarnas storleksfördelning påverkas av bränsle, förbränningsprocessens utformning och stoftreningssystem bör klargöras.

Nya riktlinjer för högsta tillåtna stoftutsläpp från små fastbränsleeldade anläggningar träder i kraft 1991. Insatser av teknikutvecklingskaraktär kan därför behövas för utveckling och demonstration av ny teknik.

Förbränning ger upphov till restprodukter i form av bottenaska och flygaska. Även processerna för rökgasrening t ex avsvavling och rökgaskondensering ger restprodukter. Restprodukternas sammansättning, egenskaper och mängd bestäms av bränslets kemiska och fysikaliska sammansättning, samt av förbränningsteknik och rökgasreningssystem.

Den idag vanligaste metoden för att ta hand om restprodukter är deponering. Höga kostnader och svårigheter att hitta lämpliga platser för deponering har ökat intresset för alternativa användningssätt.

Forskning och utveckling om restprodukternas användning och hantering finansieras idag från flera olika organisationer, bl a Reforsk och Värmeforsk. Visst utvecklingsarbete inom restproduktområdet utförs också av företag som marknadsför förbränningsanläggningar samt av cementindustrin. I första hand är det fråga om storskalig användning som fyllnadsmaterial, syntetiskt grus och material för marktäckning. Insatser för att demonstrera och utveckla ny teknik för nyttiggörande av restprodukter kommer att krävas.

Särskilt egenskaperna hos restprodukter från avfallsförbränning är bristfälligt kartlagda. Forskningsinsatser inom området är aktuella. Insatser för att rena och omhänderta restprodukter från rökgaskondensering kommer också att prioriteras.

Sammanställning av olika insatsnivåer rörande emissionsrelaterad forskning

Område	FoU Mkr	Teknikutveckling
Svaveloxider	3-4-7	2-7
Kväveoxider	8-9-15	10-35
Dioxiner, kvicksilver	9-12-13	0-17
Rökgaskondensering	5-6-6	5-6
Restprodukter	1-3-3	2-5
Stoft	1-2-3	13-15
Summa	27-36-47	32-85

Behovet av långsiktiga bindningar

Den grundläggande forskningen inom både förgasnings- och förbränningsområdena är av fundamental betydelse. För att åstadkomma ökad långsiktighet i forskningen samt ge forskarna ökad trygghet har verket lämnat medel för inrättande av nio forskartjänster samt en särskild nordisk professur. För den kommande perioden bedöms behovet av dessa tjänster kvarstå. Dessutom har verket identifierat ytterligare behov.

Mot bakgrund av framtida behov av ny elproduktionskapacitet samt att ny bränsleanvändning inte bör ge ökad koldioxidproduktion framstår förgasning av biobränslen som en viktig utvecklingslinje. Inom förgasningsområdet förutses därför ytterligare behov av forskarkapacitet.

Biobränsleanvändning och förbränningens effektivisering visar på ett behov av ökade insatser inom området rökgaskondensering. Genom förbättrad teknik som bygger på grundläggande insatser inom värmetransportforskningen bedöms effektiviteten av bränslets omvandling till termisk energi kunna höjas. Den pågående utvecklingen av lågtemperaturteknik inom fjärrvärmeområdet stärker dessutom ytterligare rökgaskondenseringsteknikens utvecklingsmöjligheter.

Vidare planeras en högre forskartjänst med inriktning mot grundläggande förbränningskemi och -fysik samt övervägs en sexårig forskartjänst inom katalysområdet.

Inom förgasnings- och förbränningsområdet förutses därvid sammantaget ett behov av 14 forskartjänster under kommande treårsperiod inklusive den nordiska professuren.

Internationellt samarbete

Det internationella samarbetet inom förgasnings- och förbränningsområdet beräknas under den kommande treårsperioden fortgå i minst samma omfattning som hittills.

På nordisk bas finns ett samarbete som innebär att det vid Chalmers tekniska högskola finns en särskild professur i förbränningsteknik. Innehavaren av tjänsten driver några olika projekt med finansiering från förbränningsprogrammet. En fortsättning bedöms som viktig utifrån både vetenskaplig synpunkt och det påbörjade nordiska samarbetet.

Inom IEA-samarbetet återfinns projekt under de tre huvudrubrikerna

- Energy end-use technology
- Fossil energy
- Renewable energy

Inom end-use technology finns ett samarbete med svenskt deltagande. Arbetet omfattar delområdena avancerade kolvmotorer, ugnar och pannor samt grundläggande studier. STU är huvudman för den svenska delen, men forskare med anslag från statens energiverk deltar i det internationella samarbetet.

Inom fossil energy deltar Sverige i några delprojekt:

- Atmosfärisk fluidbäddförbränning där forskningsverksamheten och pannan vid Chalmers tekniska högskola utgör Sveriges bidrag.

- Pyrolys av kol där Sverige, Västtyskland och England samarbetar genom ett projekt vid Bergbau-Forschung i Essen för att undersöka pyrolysprocessen av kol och torv vid högt tryck och temperatur vid närvaro av varierande gaser.

- Kolvätskeblandningar har studerats i ett gemensamt projekt som bearbetat ett flertal olika aspekter av denna nya bränsletyps egenskaper. Bl a har en svensk panna testats under en längre tidsperiod.

- En internationell expertgrupp har tillsatts i avsikt att klarlägga förutsättningarna för IEA-samarbetet rörande trycksatt fluidiserad förbränning. Gruppen leds av en svensk ordförande från Chalmers tekniska högskola.

Inom renewable energy har delområdet bioenergy conversion innehållit ett samarbete som inriktats mot säkerhetsaspekter vid eldning i små vedeldade pannor. Arbete har också utförts för att klarlägga omfattningen av oönskade utsläpp vid eldning från mindre anläggningar samt hur dessa skall mätas.

Under den kommande treårsperioden planeras en stor del av de pågående arbetena att fortsätta. Den exakta samarbetsformen kommer i varje enskilt fall att bli föremål för överläggningar inom IEA.

Vetenskapligt samarbete med forskare och laboratorier inom EG har förekommit utifrån normala utbyten mellan forskare. Särskilt stöd har hittills endast i enstaka fall utgått för sådana kontakter. Under nästa treårsperiod beräknas nya möjligheter ha öppnats för samarbete med EG-kollektivet genom de nya forskningsprogrammen Science och Joule.

Sammanfattning och förslag

Tre olika planeringsnivåer redovisas rörande verkets insatser under perioden 1990-93 inom förbrännings- och förgasningsområdet.

Område	FoU I	FoU II	FoU III	Teknikutveckling,
			Mkr	
Förgasnings-och förbränningskemi	48	53	57	0
Förgasningsteknik	13	18	20	0-115
Förbränningsteknik	32	43	56	20-28
Emissionsrelaterad forskning	27	36	47	32-85
Summa	120	150	180	ca 50-200

1016L

Forskningen inom förbränningS- och förgasningsområdet har byggts ut successivt. Långsiktiga insatser vid universitet och högskolor har initierats och fått stöd av verket. Vidare har forskarmiljöer uppmuntrats där samarbete mellan grundforskningsbetonade och tillämpade kompetenser bedrivits. FörbränningS- och förgasningsforskningen beräknas under innevarande treårsperiod 1987-90 få en omfattning av ca 150 miljoner kronor. Av dessa utgör ca 120 miljoner kronor anslag till universitet och högskolor, huvudsakligen avseende projekt av långsiktig karaktär. Flera av högskoleprojekten har sin utgångspunkt i problem grundade på företagens erfarenheter. En god samordning har vuxit fram mellan den högskolebaserade forskningen och industrins forskning och utveckling. Profileringen mot grundläggande forskning står fast även under nästa treårsperiod. Sammantaget beräknas ca 80 % av verkets forskningsanslag komma att riktas mot universitet och högskolor.

För att både säkra och förstärka forskarkompetensen vid högskolan har verket finansierat ett antal forskartjänster. Dessa beräknas få ökad betydelse för forskningen under den kommande perioden. Verket planerar här en utökning för att stärka den pågående forskningen.

Miljöfrågorna intar en dominerande ställning. Det gäller såväl den grundläggande naturvetenskapligt orienterade forskningen, som den teknikrelaterade forskningen. Frågan om begränsning av utsläppen av klimatpåverkande gaser har hittills inte varit särskilt väl uttalad i verkets planer, men den faktiska verksamheten är till betydande del inriktad mot dessa frågor. Det gäller både verksamhetens inriktning i stort mot biobränslen och effektivare värme- och elproduktionsprocesser (rökgaskondensering, förgasning, PFBC etc) och specifika insatser rörande klimatpåverkande gaser, bl a lustgas.

För perioden 1990-93 görs en tydligare markering av forskningen som knyter an till de långsiktiga klimatfrågorna. Det medför en viss förskjutning av verksamheten från kolförbränning till biobränsleförbränning. Detta kommer bl a till uttryck i satsningarna inom området fluidiserad förbränning och småskalig eldning. En särställning i detta sammanhang intar satsningarna rörande förgasning av biobränslen. Förgasning baserad på biobränslen bedöms kunna få framtida betydelse i samband med utbyggnaden av ny elproduktionskapacitet.

Vissa satsningar inom kolområdet kommer att finnas kvar även under perioden 1990-93. I huvudsak är dessa inriktade mot svavelproblematiken eller av generell kunskapskaraktär. Ett undantag utgör forskningen inom området trycksatt fluidiserad förbränning (PFBC). PFBC-tekniken är i första hand anpassad till kol. Andra bränslen är knappast aktuella i de koncept som nu utvecklas och studeras inom industrin. Motivet för fortsatt stöd till forskning och teknikutveckling är att nästa generation PFBC med delförgas-

ning möjliggör kolbaserad elproduktion med hög elverkningsgrad (upp mot 50%) samt att det finns en stark svensk industri som är teknikledande. Internationellt är kolbaserad elproduktion en av de dominerande produktionsformerna för el och mycket pekar på att kolet även i ett längre perspektiv kommer att inta en stark ställning. Möjligheterna att producera el med hög verkningsgrad blir i det sammanhanget en väsentlig fråga bl a från klimatsynpunkt.

En insatsnivå under perioden 1990-93 enligt alternativ II, motsvarande ca 150 miljoner, innebär att den forskning som idag bedrivs vid högskolor och universitet i huvudsak kan fullföljas. Vissa förändringar och omprioriteringar behöver dock genomföras. Det kan bli aktuellt att avbryta vissa pågående högskoleinsatser bl a rörande trycksatt fluidiserad förbränning och förbränningsmodellering till förmån för insatser avseende katalys, kväveoxidreduktion, kolväten samt restprodukthandering.

Alternativ II medger begränsade insatser rörande katalys, avfallsförgasning och naturgasförbränning. Möjligheterna att inleda teknisk forskning rörande katalytisk förbränning, nya koncept för svavel- och kväveoxidreduktion samt nya metoder för rökgasrening vid avfallsförbränning minskar betydligt.

En högre ambitionsnivå enligt alternativ III innebär att bidrag även kan lämnas till långsiktig utveckling rörande sådana tekniker som i ett något längre perspektiv bedöms få ökad betydelse. Nivå III kan således sägas uttrycka en hög ambitionsnivå vad gäller forskningens omfattning och inriktning. Möjligheterna att expandera forskningen i enlighet med alternativ III begränsas dock i viss mån av tillgången på kompetens vid högskolor och universitet, samt industrins vilja att inleda långsiktig teknikutveckling. Från vetenskapliga, tekniska och miljömässiga utgångspunkter förordas därför att förbränningsforskningen under perioden 1990-93 får en omfattning som ligger mellan nivå II och III.

Nivå I, motsvarande ca 120 miljoner kronor, leder till nedskärningar i den redan löpande forskningen vid högskolor och universitet.Den grundläggande förgasnings- och förbränningskemiska forskningen bibehålls. Däremot måste vissa högskoleinsatser rörande fluidiserad förbränning, avfallsförgasning- och förbränning avbrytas. Den miljörelaterade forskningen betonas även fortsättningsvis.

I vilken utsträckning anslagsnivån får konsekvenser för industriforskningen är oklart. Det hänger samman med de enskilda företagens riskbenägenhet samt möjligheterna att lösa finansieringsfrågan.

Planeringen av de olika alternativen utgår från att medel till den forskning och utveckling som bedrivs inom ramen för Värmeforsks verksamhet kommer att lämnas via energiteknikfonden. Vidare har antagits att STU liksom tidigare kommer att kunna finansiera delar av den grundläggande naturvetenskapligt inriktade förbränningsforskningen.

Det stora intervallet som redovisas beträffande medelsbehovet för teknikutvecklingsinsatser är i första hand ett uttryck för att det f n råder stor osäkerhet beträffande möjligheterna att demonstrera ny avfallsteknik.

Den långsiktiga kompetensutvecklingen inom förgasnings- och förbränningsforskningen betonas i verkets förslag till insatser under den kommande treårsperioden. Samtidigt bör framhållas att resultaten från forskningen och utvecklingen får betydelse redan på kortare sikt, dvs inom 5-10 år. Resultat från den grundläggande forskningen beräknas ge möjligheter till förbättrad teknik som innebär både lägre miljöbelastning och ökad effektivitet vid energiomvandlingen.

Teknikutvecklingsinsatser rörande utrustning för förbränning och förgasning av biobränslen och avfall samt studier av de problem som sammanhänger med användning av dessa mer komplicerade bränslen beräknas ge resultat både vad avser småskalig och storskalig tillämpning. På medellång sikt bedöms också resultat ha kommit fram avseende teknik och systemlösningar som möjliggör en effektivare och miljövänligare småskalig förbränning av biobränslen.

Den tekniska utvecklingen förväntas inom tio år ge möjligheter till en betydande begränsning av miljöbelastningen framför allt genom ny reningsteknik för att reducera utsläpp av svavel- och kväveoxider men också genom en effektivisering av förbränningen bl a genom ny teknik för utnyttjande av restenergi i rökgaser (rökgaskondensering).

Vidare beräknas förgasningstekniken ha utvecklats och testats i ett flertal applikationer för el- och värmeproduktion i gruppbebyggelse och fjärrvärmenät. Ny teknik för gasrening bör samtidigt ha demonstrerats, vilket ger förutsättningar för användning av avfallsbränslen för elproduktion baserad på motordrift.

STATENS ENERGIVERK
El- och värmeteknikbyrån
Ingvar Ö Andersson/eo

1988-12-05

Bilaga 8

Underlag till EFU

Plan för FoU inom området

VÄRMEKRAFT/KRAFTVÄRME

1. Området Värmekraft/kraftvärme

Området Värmekraft/kraftvärme avser FoU inom teknik för produktion av elkraft och kombinerad el och värme ur bränslen i termiska processer. FoU-programmet inom värmekraftteknik startade under perioden 1984/87. Inriktningen har varit att medverka till ökad kunskapsuppbyggnad och tillämpad forskning vid högskolor inom ämnesområden som har betydelse för den framtida omställningen av energisystemet. Stöd har företrädesvis lämnats till forskar- och doktorandtjänster.

Inom ett annat av energiverkets forskningsprogram, Förbränningsteknik behandlas också frågor av stor betydelse för den framtida elproduktionen. Verkets insatser inom förbränningsteknik redovisas i en motsvarande plan.

2. Energimässig och miljömässig betydelse

Det svenska kraftsystemet hade år 1987 följande produktionsdata

	1987, TWh/år	
	Produktionsförmåga	Faktisk leverans
Vattenkraft	63 (normalår)	71
Kärnkraft	63-71	64,5
Kraftvärme	10	6
Oljekondens	20	0,5
Gasturbiner	3	0,1

Vid sidan av kärnkraften består värmekraftproduktion fn huvudsakligen av kraftvärme i fjärrvärmeverk och i industrins mottrycksanläggningar.

0973r

De förändringar i elproduktionssystemet som planeras med avveckling av två reaktorer under åren 1995 och 1996 leder till följande bedömningar om utbyggnadsmöjligheterna för värmekraft om det behövs ytterligare elkraft:

	Utbyggnad till 1997, TWh/år	
	Teknisk potential	Bedömning
Kraftvärme	7	2
Baskraft	5	2-5
Gasturbiner	3	0,6
Demonstrationsanläggningar	3	1-3
Projektreserv	2	0

Omställningen av energisystemet innebär alltså att ny värmekraftkapacitet behöver förberedas. För att uppfylla de krav som måste ställas bl a på grund av miljöhänsyn är forskning, utveckling och demonstration inom värmekraftteknik en angelägen uppgift.

FoU-programmet och energiteknikfonden för stöd till demonstrationsprojekt skall samordnas för att utveckla och utvärdera ny energiteknik.

De av regering och riksdag under 1988 angivna skärpta kraven på utsläppsnivåerna för svavel- och kväveoxider kommer att innebära behov av utvecklingsinsatser inom miljöteknik för kraftvärme särskilt vad gäller de mindre systemen.

3. Struktur och aktörer

Kraftföretagen har ett ansvar för att planera och utveckla kraftsystemet så att landets behov av el kan tillgodoses. Med kraftvärmens koppling till fjärrvärmenäten är kommunala värmeverk en viktig aktör. Industrins mottrycksproduktion finns i ett 70-tal anläggningar. Massaindustrin har den dominerande delen av elproduktion.

Vattenfall har ett sektorsansvar för forskning inom elkrafttekniska området. De stora kraftföretagen och kraftverksföreningens utvecklingsstiftelse (VAST) stöder och bedriver FUD-verksamhet inom eltillförsel och elanvändning.

Landets kraftproducerande företag och energibranschföreningar har bildat Svensk Energiutveckling AB (SEU) för satsning på utveckling och demonstration av energiteknik som behövs för att ersätta kärnkraften.

Utrustningstillverkande industri inom förbränningsteknik, elmaskinteknik, elteknik och miljöteknik gör insatser för produktutveckling. Industrin har i ökande grad samarbete med högskolornas forskning för teknikutveckling.

Värmeforsk genomför ett kollektivforskningsprogram. Flera av delprogrammen innehåller projekt inom område värmekraftteknik.

STU:s forskningsprogram för effektivare energiteknik inom industrin inrymmer möjligheter att stödja utveckling av ny elproduktionsteknik som utgör en integrerad del av industriella processer.

Det är angeläget med hög grad av samordning och samverkan mellan de olika aktörerna och stödgivarna. En viktig uppgift för statens energiverk är att stärka högskoleforskningen inom området. Det är därvid angeläget att åstadkomma en nära samverkan mellan forskningen och verksamhet i de senare leden i utvecklingskedjan främst SEU:s verksamhet och de utvecklingsinsatser som genomförs med stöd av energiteknikfonden.

4. Kunskapsläget

Värmekraftteknikens utvecklingsfront internationellt och nationellt riktas mot effektivisering av omvandlingen från bränslen till elkraft samtidigt som höga miljökrav ställs. Kol och naturgas är de bränslen som har störst betydelse i den internationella utvecklingen. För Sverige är de inhemska bränslena, främst biobränslen, av stor betydelse.

Den storskaliga värmekrafttekniken som är aktuell för 1990-talet är

- kolpulvereldning med höggradig rökgasrening
- atmosfärisk fluidbäddsteknik (AFBC)
- trycksatt fluidbäddsteknik (PFBC)
- kolförgasning med kombicykel (IGCC)
- naturgas med kombicykel (NGCC).

Utrustningstillverkande industri och kraftbolagen arbetar intensivt med den storskaliga tekniken. Svensk industri är framträdande inom AFBC-teknik och PFBC-teknik. Anläggningar under uppförande är kraftvärmeverk i Örebro 60 MWe/165 MWv (AFBC) och i Värtan 130 MWe/210 MWv (PFBC). Naturgaskombiverk i större anläggningar projekteras av industrin.

Demonstration av ny kolkraftteknik planeras av Vattenfall, varvid de olika alternativen ingående studeras i förprojekteringsarbetet. Naturgaseldade kombikraftverk förbereds av Vattenfall och Sydkraft.

Forskning och utveckling inom ny storskalig elproduktionsteknik har starka aktörer inom industrin och kraftbolagen. De statliga insatserna inom området värmekraft för storskalig teknik omfattar mindre insatser främst riktade till högskolorna för samverkansprojekt mellan högskola och industri inom tillämpad teknisk forskning och utveckling.

Kraftvärmeteknik är viktigt för Sverige. De stora värmeunderlag som finns i fjärrvärmenät och industrins processer skapar goda förutsättningar. Den tekniska potentialen för utbyggnad av kraftvärme är stor. Mindre kraftvärmeanläggningar under 25 MWe kan få stor betydelse. Inhemska bränslen och naturgas blir de bränslen som främst skall användas.

Fastbränslepannor med ångturbinteknik har förutsättningar att bli konkurrenskraftiga i effektområdet över 3 MWe. Tekniken demonstreras i ett kraftvärmeverk i Hallsberg, 4,7 MWe/12 MWv som kan eldas med kol eller förädlade biobränslen. Ett kraftvärmeverk för inhemska bränslen uppförs i Nässjö, 8 MWe/20 MWv. Båda anläggningarna har erhållit statligt PoD-stöd för att demonstrera och utvärdera miljöegenskaper och systemfunktioner.

Förgasat fastbränsle möjliggör kraftvärmeproduktion med högt elutbyte. Ett större projekt får statligt stöd för utveckling av teknik med förgasning av biobränslen och förbränningsmotor. Planer på uppförande av en PoD-anläggning finns.

Naturgasanvändning ger möjligheter till effektiv kraftvärmeproduktion i ett brett effektområde. En första anläggning, 8 MWe, en sk gaskombi med gasturbin och ångturbin i serie, uppförs nu vid en pappersindustri i Väst-Sverige. En gasoleldad kraftvärmesystem med förbränningsmotordrift 0,6 MWe uppförs i Stenungsund.

På längre sikt kan värmeunderlag som är mindre än 1 MW komma ifråga för kraftvärmeproduktion. Fortsatt teknikutveckling krävs främst för att klara miljökraven.

0973r

Högskolornas forskning inom värmekraftteknik blir en viktig resursbas för att genomföra framtida nödvändiga förändringar i energisystemet. FoU-programmet har hittills utnyttjats för att ge stöd till ett drygt tiotal forskar- och doktorandtjänster inom bl a värmeteknik, turbinteknik och materialteknik systemoptimeringar mm. Högskoleinstitutioner med utvecklad samverkan med industrin har i första hand fått stöd till dessa tjänster.

5. Nuvarande energiforskningsprogram

Delprogrammet Värmekraft/kraftvärme för perioden 1987/90 omfattar insatser för:

Högskoleforskning	14 Mkr
Teknikutveckling	11 Mkr
SUMMA	25 Mkr

Målet för programmet är att utveckla kunskap om sådan ny teknik för elproduktion som kan främja omställnigen av energisystemet och som kan minska miljöpåverkan. Kraftvärmeteknik och användning av inhemska bränslen för elproduktion betonas. Naturgasens utnyttjande för effektiv och miljövänlig elproduktion ingår också.

Den grundläggande kunskapsuppbyggnaden och stöd till tillämpad forskning vid högskolorna är huvuduppgiften i programmet. Insatserna för teknikutveckling gäller kraftvärmeteknik för mindre system med inhemska bränslen eller naturgas och uppgiften är att överbrygga gapet som kan finnas mellan högskoleforskning och demonstrationsprojekt hos användare. Uppföljning och analys av pågående PoD-projekt samt teknikbevakning ingår också.

Stödet till högskoletjänster innebär långsiktiga bindningar på tre till sex år.

Forskar- och doktorandtjänsterna inom delprogrammet är f n följande:

Högskola	Antal tjänster Beslutade + planerade 88/89	
KTH	5	1
CTH	5	4
LTH	2	3
Totalt		20 tjänster

Enligt de utfästelser som energiverket gjort eller planerar under 88/89 kommer samtliga 20 tjänster att fortsätta in i perioden 1990-93. Om forskartjänster avbryts efter 6 år och doktorandtjänst efter 4 år så kommer det i slutet av perioden att finnas ca 16 tjänster enligt nuvarande plan. Beroende på i vilken utsträckning förnyelse sker av dessa avslutade tjänster blir bindningen för 1990-93 i intervallet 18-20 Mkr.

6. Behov av forskning och utveckling 1990-93

Målet för programmet är att utveckla kunskap om sådan ny teknik för elproduktion som kan främja omställningen av energisystemet vid kärnkraftavvecklingen och skapa tekniska förutsättningar för att minska miljö- och klimatpåverkan. Kraftvärmeteknik och användning av inhemska bränslen främst biobränslen för elproduktion betonas. FoU om naturgasens utnyttjande för effektiv och miljövänlig elproduktion skall ingå i programmet.

Insatserna skall fortsätta enligt inriktningen från programperioden 1987-90. Det blir viktigt att fortsätta och befästa den grundläggande kunskapsuppbyggnaden och den tillämpade forskningen vid ett antal högskoleinstitutioner. Någon egentlig utbyggnad av högskolesatsningen kan inte påräknas utan här föreslås insatser för den nivå som skapats.

Resursbehovet för perioden 1990-93 för att bibehålla den nivå på högskoleforskningen som byggts upp under innevarande period beräknas till 20 Mkr.

Följande institutioner och tjänster ingår i programmet:

KTH	Tjänster
Värmeteknik	2
Termisk energiteknologi	1
Elektriska energisystem	2
Metallurgi	1
CTH	
Tillämpad termodynamik och strömningslära	2
Metalliska konstruktionsmaterial	3
Energiteknik	3
Förbränningsmotorteknik	1
LTH	
Värme- och kraftteknik	3
Reglerteknik	1
Förbränningsmotorteknik	1

Teknikutvecklingsinsatser under perioden 1990-93 bör gälla stöd till verksamhet som leder till att resultaten från högskoleforskningen kan vidareutvecklas till PoD-stadiet. Insatserna förläggs alltså i fältet mellan forskning och industrins utvecklingsarbete.

Aktuella tekniska utvecklingsprojekt är:

- teknisk optimering av mindre kraftvärmesystem
- utprovning av miljöteknik för mindre kraftvärmesystem
- teknik för hög elverkningsgrad med användning av inhemska bränslen och naturgas.

I den statliga planeringen för FoU- och PoD-verksamheterna kan finnas behov av insatser för att påskynda eller säkerställa att vissa system provas. Det behövs då resurser för stöd till teknikutveckling. Aktörerna är högskoleforskare, konsulter, utvecklingsbolag, branschforskningsorgan, utrustningstillverkare, energiföretag eller användare.

För perioden 1990-93 beräknas inom FoU-programmet 5 Mkr för teknikutveckling.

Insatser för teknikutveckling görs också inom ramen för Energiteknikfonden. Stöd från fonden lämnas till projekt inom energiområdet som syftar till att utveckla, prova eller demonstrera ny teknik i försöks- eller fullskala. Även förprojekteringar, teknik- och marknadsanalyser kan stödjas. Det kan också gälla provning och utvärdering av demonstrationsanläggningar.

I energiverkets plan för insatser inom energiteknikfonden beräknas stöd om ca 125 Mkr under den närmaste femårsperioden för värmekraftområdet. Ett 20-tal projekt är aktuella huvudsakligen gällande mindre kraftvärmeanläggningar som utnyttjar inhemska bränslen eller naturgas. Teknikutvecklingen är inriktad mot effektivare användning av bränslena och förbättrade miljöprestanda. All verksamhet som skall kunna få stöd ur energiteknikfonden måste ha minst 50%-ig finansiering från en användareintressent. Teknikutvecklingsprojekten med stöd från fonden ligger normalt ganska nära i tiden (3-5 år) för marknadsintroduktion. Stöd till teknikutveckling från FoU-programmet skall kunna gälla även mer långsiktig teknik t ex mikrokraftvärme, ORC-teknik, avancerade cykler typ Kalina etc.

Internationellt samarbete bör ges hög prioritet. Inom IEA finns samarbetsavtal inom atmosfärisk och tryck-satt fluidbäddteknik. Förberedelser görs för IEA-samarbete inom kolförgasning. Det nordiska samarbetet och erfarenhetsutbytet är viktigt inom naturgasteknik och vid utnyttjande av biobränslen, torv och avfall. Insatser för internationell samverkan berör både högskoleforskning och teknikutveckling.

7. FoU-program i ett medellångt perspektiv (6-10 år)

Ett fortsatt angelägen uppgift för FoU-programmet är att bidra till kompetensuppbyggnad och forskning vid högskolorna. Den tillämpade forskningen vid de tekniska högskolorna kan med stöd av programorganen inriktas på för energiforskningen angelägna mål. Det är dock enbart genom relativt långsiktiga uthålliga satsningar (minst 6 år) som det går att härigenom få goda resultat.

De satsningar inom ny elproduktionsteknik som görs inom teknikområdena Värmekraft/Kraftvärme och Nya elprocesser för elproduktion under 87/90 bör fortsätta långt in på 90-talet. Det gäller ca 40 personer/år fördelade på ett 20-tal olika institutioner.

De viktigaste utvecklingslinjerna gäller:

- naturgasbaserad elproduktion (gaskombi)
- småskalig kraftvärme med inhemska bränslen (förgasning m m)
- kraftproduktionssystemoptimering (inkl nya termodynamiska cykler)
- material och komponenter för ny elproduktionsteknik (turbiner, brännkammare)
- bränslecellteknik
- supraledning
- solenergi för el och bränsleproduktion
- teknikbevakningsverksamhet inom nya processer för elproduktion (vågkraft, vätgas, MHD, termojon etc)
- vindkraft (behandlas separat)

Kostnaderna för fullföljande av nuvarande satsning beräknas till ca 15 Mkr per år.

Det kan finnas goda skäl för att planera för utökade insatser inom elproduktionsteknik. En förstärkning av högskolans laboratorieresurser och prioritering av högskoleprojekt som utförs i samverkan med industri och användare behövs. Det skulle motivera att utöka budget för ny elproduktionsteknik väsentligt. En sådan ökning skulle kunna påbörjas under 90/93 och få full effekt 93/96.

En uppgift inom ny elproduktionsteknik är att demonstrera ny teknik. En bit in på 90-talet bör följande demonstrationer vara under utförande eller i drift:

- stora gaskombikondensverk
- pilotanläggning för kolförgasning och kraftproduktion
- mindre gaskombikraftvärmeverk med turbiner och motorer
- kraftvärmesystem med förgasat inhemskt bränsle, olika storlekar
- ORC-kraftverk
- vindkraft (olika storlekar, separat program)
- högtemperaturbränslecellsystem (några olika teknologier)

Sådana anläggningar tillkommer och finansieras utanför FoU-programmet men den tillämpade högskoleforskningen bör ha kopplingen till demonstrationprogrammet.

8. Sammanfattning

Totalt för insater inom teknikområdet värmekraft/kraftvärme under bå 1990/93 beräknas

Högskoleforskning	20 Mkr
Teknikutveckling	5 Mkr
SUMMA	25 Mkr

Alternativa insatsnivåer

1. Insatsnivå 35 Mkr

En ökning av insatsnivån med 10 Mkr för perioden 1990-93 från 25 Mkr till 35 Mkr inom värmekraft/kraftvärme innebär att statens energiverk kan medverka till utrustningsanskaffning vid de högskoleinstitutioner som har tilldelats tjänster. Det är det mest angelägna. Utrustningarna gäller mät- och övervakningsinstrumentering, mjuk och hårdvara för beräkningar, försöks- och pilotanläggningar inom mikro- och småskalig kraftvärmeteknik och miljöteknik mm. Det finns ett tiotal olika institutioner som skulle komma ifråga för ett utrustningsstöd.

2. Insatsnivå 20 Mkr

Om insatsnivån sänks med 5 Mkr för perioden 1990-93 från 25 Mkr till 20 Mkr inom värmekraft/kraftvärme skulle det få till resultat att programmet för innevarande period 1987-90 skulle få ändras. De utfästelser till högskolorna som har givits i förhandlingar kan inte hållas. Det är bekymmersamt eftersom flera institutioner håller på att bygga upp verksamhet baserad på den programskrivning som gäller.

STATENS ENERGIVERK
El- och värmeteknikbyrån
Ingvar Ö Andersson, kl

1988-11-14

Bilaga 9

Underlag till EFU

Plan för FoU inom området

NYA PROCESSER FÖR ELPRODUKTION

1. Området Nya processer för elproduktion

Nya processer för elproduktion avser ny elproduktionsteknik som befinner sig tidigt i utvecklingskedjan och som först på längre sikt kan få betydelse för svensk energiförsörjning eller svensk industri.

En förutsättning som gäller för svensk forskning inom området nya elproduktionsprocesser är normalt att de stora insatserna för utveckling av tekniken görs i utlandet. Vanligen gäller också att industrins intresse är svagt eftersom en eventuell marknad ligger långt fram i tiden. Energiforskningsprogrammet skall här kunna initiera och stödja forskning för att bygga upp kunskap och göra det möjligt att värdera och utveckla olika alternativ.

Insatser kan göras vid olika ambitionsnivåer. Tre typfall kan anges. Insatserna kan vara stora och inrymma egen forskning med en grupp eller grupper av forskare, minimum 4-5 personer oftast knutna till högskola eller forskningsorganisation (nivå 1). Nästa nivå är projekt där enstaka (1-2) personer forskar inom ett teknikområde helst i anknytning till en institution med näraliggande verksamhet (nivå 2). Verksamheten medför att man följer utvecklingen inom teknikområdet. Lägsta nivå blir när konsulter eller forskare engageras för att göra enstaka tekniköversikter (nivå 3).

En kanal för insamlande av kunskap om nya processer är deltagande i internationellt samarbete, t ex inom IEA eller EG. Det knyts vanligen till egen forskning inom området enligt nivå 1. Sveriges tekniska attachéer (STATT) utnyttjas också för bevakning och rapportering om internationell forskning.

2. Energimässig och miljömässig betydelse

Nya processer för elproduktion gäller teknik som först om 10-15 år kan beräknas få påtaglig betydelse för svensk energiförsörjning. Det finns en omfattande uppsättning av tänkbara alternativ för framtida energiomvandlingssystem. Vid valet av vilka som skall ingå i programmet skall de viktiga kriterierna vara att potentialen för utnyttjande i Sverige skall vara av viss betydande storlek nationellt sett samt att miljöprestanda skall kunna motsvara framtida högt ställda krav.

3. Struktur och aktörer

Kunskap om framtida alternativ för elproduktion behövs på många håll i samhället och främst inom energibranschen och i industrin. Eftersom det gäller långsiktiga alternativ är det antal aktörer som satsar på FoU dock starkt begränsat. Industrin finns med i speciella fall men gör normalt bara bevakningsinsatser. Exportindustrin kan finna marknader utomlands för energiteknik tidigare än introduktion hemma. Det kan medföra utveckling inom för Sverige långsiktig användbar teknik. Det skulle kunna gälla t ex solkraft och vågkraft.

Statens energiverk har valt att bedriva FoU samt bevakning av nya processer genom att huvudsakligen stödja projekt som knyts till högskolor där det finns för ändamålet lämplig forskarkompetens och forskarmiljö. De institutioner som deltar skall skapa goda kontaktkanaler med kraftindustrin, användare och utrustningstillverkare genom att ha kontaktgrupp eller referensgrupp i anslutning till verksamheten.

4. Nuvarande energiforskningsprogram

Området Nya processer för elproduktion innehåller projektverksamhet som under perioden 1984/87 bedrivits inom två program kallade Ny elproduktionsteknik och Teknikbevakning. Statens energiverk övertog från Efn den 1 juli 1987 ansvaret för ett femtontal pågående projekt inriktade på nya elproduktionsprocesser.

Under innevarande period 1987/90 bedrivs FoU inom ett tiotal teknikområden. Insatserna styrs av tillgången på kompetens och av den betydelse som en teknik bedöms få för Sverige.

Insatsplanen för 1987/90 upptar 23 Mkr med fördelning:

Delområde	Mkr
Solceller	8
Bränsleceller	7
Teknikbevakning inom solkraft, vågkraft, supraledning, MHD, termojon, fotokemi, ellagring m m	6
Elsystem	2
Summa	23 Mkr

Verksamheten vid högskolorna är inriktad på långsiktiga, uthålliga projekt med anknytning till forskar- och doktorandtjänster.

Inom teknikområdet Nya processer för elproduktion finns följande tjänster:

Teknik	Högskola	Antal tjänster	
		Beslutade + planerade 88/89	
Solceller	KTH	3	
Bränsleceller	KTH	2	+2
	CTH	0	+1
	LTH	4	
Vågkraft	CTH	1	
MHD-teknik	CTH/GU	1	
Termojonomvandling	CTH/GU	1	
Högtemperatur-supraledning	CTH	1	
	KTH	2	
	LuTH	1	
Totalt		19 tjänster	

Enligt de utfästelser som energiverket gjort eller planerar för 88/89 kommer samtliga 19 tjänster att fortsätta in i perioden 1990-93. Om forskartjänster avbryts efter 6 år och doktorandtjänst efter 4 år så kommer i slutet av perioden att finnas ca 16 tjänster enligt nuvarande plan. För forskningens kontinuitet bör dock tjänsterna återbesättas. Beroende på i vilken utsträckning förnyelse sker av dessa avslutade tjänster blir bindningen för 1990-93 i intervallet 16-19 Mkr.

5. Behov av forskning och utveckling 1990-93

Målet för programmet är att utveckla kunskap om sådan ny teknik som långsiktigt kan komma att få betydelse för svensk elproduktion. Särskild vikt skall läggas vid teknik som har möjlighet att sänka miljö- och klimatpåverkan från energisystemet.

Insatserna skall fortsätta enligt inriktningen från programperioden 1987-90. Forskning med hög ambitionsnivå (nivå 1) skall gälla bränslecellteknik, solcellteknik och högtemperatursupraledning. Insatser av enskilda forskare (nivå 2) skall gälla för vågkraft, vätgasteknik, MHD-teknik, termojonomvandling och ORC-teknik. Teknikbevakning med översikter och analyser (nivå 3) kan komma att gälla solkraft, batterier, ellagring, natriumceller, fotokemisk el- och bränsleproduktion, fusion, termoelektrisk omvandling m m.

Resursbehovet för perioden 1990-93 för att bibehålla den nivå på högskoleforskningen som byggts upp under innevarande period beräknas till 20 Mkr.

Följande institutioner och tjänster ingår i programmet:

	Tjänster	Inriktning
KTH		
Kemisk teknologi	2	Bränsleceller
Teknisk elektrokemi	2	Bränsleceller
Fasta tillståndets elektronik	4	Solceller, supraledning
Metallografi	1	Supraledningar
CTH		
Fysik	2	Bränsleceller, supraledning
Fysikalisk kemi	2	MHD-teknik, termojonomvandling
Vattenbyggnad	1	Vågkraft
LTH		
Analytisk kemi	1	Bränsleceller
Oorganisk kemi	3	Bränsleceller
LuTH		
Materialteknik	1	Supraledning
Totalt	19 tjänster	

Bränslecellforskningen föreslås få ökade resurser. Bränslecellteknik för kraft- och kraftvärmeproduktion erbjuder intressenter möjligheter för framtiden. Miljöegenskaper och elverkningsgrad kan uppvisa fördelaktiga värden. Moduluppbyggnad möjliggör att anläggningar för t ex naturgas kan uppföras i ett brett effektintervall, 10 kW-10 MW och med utmärkta dellastprestanda. Det är gynnsamt för småskalig kraftvärme. Den utökade forskningen skall inriktas mot högtemperaturbränsleceller som har särskilda möjligheter för storskaliga system med bränslen antingen naturgas eller förgasat fastbränsle.

Solcelltekniken för direktgenerering av el ur solenergi är internationellt föremål för stora utvecklingsinsatser. Det synes nu som det blir en teknik som kommer att få betydelse för nätansluten elkraftproduktion med början i solrika områden på jorden. Solceller för vätgasproduktion i storskaliga anläggningar med transport av vätgasen i flytande form är andra framtida alternativ som nu studeras.

Solcellltekniken beräknas inte få betydelse för svenska elproduktionssystemet i ett tjugoårigt perspektiv. Teknikbevakningen av området föreslås få fortsätta med grundläggande solcellforskning i ett samarbete mellan KTH och institutet för mikroelektronik.

Vätgastekniken ges uppmärksamhet på grund av miljöegenskaperna vid användningen och de möjligheter som finns att producera gasen miljövänligt t ex via solcellel och elektrolys av vatten. Vätgasen kan relativt snart komma till användning som bränsle för fordon där miljökraven är extrema t ex för drift av bussar i stadskärnor, gruvfordon etc. Insatser inom forskningsprogrammet bör göras för att studera möjligheterna för framtida utnyttjande av vätgas i svenska energisystemet. Stöd till grundläggande forskning görs inom STUs program. Teknikbevakning erhålles genom engagemang i det IEA-projekt inom vätgasområdet som f n handhas av STU.

Teknikutvecklingsinsatser inom området nya processer för elproduktion under perioden 1990-93 avser insatser som ej är forskning inom högskolans ram. Det gäller utveckling med sikte på demonstration och försök hos olika användare. Det kan också gälla ingenjörsarbete för teknikövеrsikter och analyser.

Ett mät- och utvärderingsprogram som skall utföras i anslutning till det första projektet för bränslecell-demonstration skall kunna stödjas inom programmet.

Aktörer vad gäller teknikutvecklingsinsatser är högskoleforskare, konsulter, utvecklingsbolag typ Studsvik, kraftindustri, tillverkningsindustri m fl. Samfinansiering av projekt är en vanlig form då det gäller teknikutvecklingsinsatser.

Internationellt samarbete skall ges hög prioritet. Inom bränslecellområdet finns samarbetsavtal med Japan (NEDO) och USA (DOE). Ett IEA-avtal för FoU av bränslecellteknik är under planering med sannolikt svenskt deltagande. Projektsamverkan inom EGs program har ställts i utsikt. EG-samarbetet med utväxling av erfarenheter av solcelldemonstrationsprojekt bör drivas vidare. Deltagande i IEA-SSPS Small Solar Power Systems föreslås få fortsätta för att få en bred teknikbevakning inom solenergiområdet. IEA-samarbetet inom vätgasområdet följs. Nordisk samverkan inom avancerad teknik för elproduktion skall eftersträvas.

Kostnaderna för det internationella samarbetet fördelar sig ungefär lika på högskoleforskningen och teknikutveckling.

Resursbehovet för perioden 1990-93 inom teknikutveckling beräknas till 5 Mkr.

Totalt för insatser inom teknikområdet Nya elprocesser för elproduktion under perioden 1990-93 beräknas:

Högskoleforskning	20 Mkr
Teknikutveckling	5 Mkr
SUMMA	25 Mkr

En fördelning på teknikkategorier blir på följande sätt:

Bränsleceller	10 Mkr
Solceller	5 "
Teknikbevakning	10 "
SUMMA	25 Mkr

Alternativa insatsnivåer

1. Insatsnivå 30 Mkr

En ökning av insatsnivån med 5 Mkr för perioden 1990-93 från 25 till 30 Mkr inom nya processer för elproduktion innebär att statens energiverk kan medverka till utrustningsanskaffning vid de högskoleinstitutioner - 10 till antalet - som ingår i programmet. Det är i första hand bränslecellforskningen inom den för Sverige nya utvecklingslinjen högtemperaturbränsleceller som behöver ny utrustning eftersom det gäller start av verksamhet.

2. Insatsnivå 20 Mkr

Om insatsnivån sänks med 5 Mkr för perioden 1990-93 från 25 Mkr till 20 Mkr inom nya processer för elproduktion blir resultatet av omprioritering och utsortering av några teknikalternativ. Högskolesatsningar vid några institutioner måste omprövas. Solcellprogrammet och bränslecellprogrammet behöver båda reduceras med 1 till 2 manårsinsatser.

STATENS ENERGIVERK
El- och värmeteknikbyrån
Staffan Engström, kl

1988-11-14

Bilaga 10

Forskning inom vindkraftsområdet 1990/93

1. Energimässig och miljömässig betydelse

Vindkraften i världen fördelade sig 1987 på 1500 MW i USA, 100 MW i Danmark samt upp till något tiotal MW i vardera Nederländerna, Storbritannien, Italien, Spanien, Grekland och Indien. Total vindkraftproduktion 1987 var ca 2 TWh.

I Sverige fanns det i slutet av 1988 omkring 8 MW vindkraft. Utöver de tidigare prototyperna i Maglarp och Näsudden (3 och 2 MW) tillkom under året kraftföretagens 750 kW-aggregat samt omkring tio danska aggregat om minst 100 kW. Produktion 1988 ca 0,01 TWh.

Miljömässigt utmärks vindkraften av att den inte ger upphov till några föroreningar eller andra allvarliga miljöstörningar. Bullret måste kontrolleras om vindkraft nära bostäder (300-500 m avstånd) skall bli acceptabelt. Vindkraftverk är väl synliga i landskapet.

Den statliga Vindkraftsutredningen presenterade 1988 förslag till lokaliseringsområden vilka, beroende på avstånd till bebyggelse och utnyttjningsgrad, kan ge 1,5-6,7 TWh vindkraft på land (bruttoyta 133 km^2) och ca 20 TWh till havs (1 370 km^2). Maximalt antal aggregat 3 900.

2. Struktur och aktörer

Då energiforskningsprogrammet inleddes 1975 fick staten på vindkraftsområdet svara för hela finansieringen av såväl aggregatutveckling som grundläggande forskning. Genom riksdagens energipolitiska beslut 1985 ålades kraftföretagen ett ansvar för utvecklingsverksamheten. I denna anda har kraftföretagen på olika sätt engagerat sig i upphandling av vindkraftaggregat, medan statens energiverk haft ett fortsatt ansvar för forskningsprogrammet. Denna uppdelning stämmer också väl med näringslivets respektive statens traditionella roller inom samhällsutvecklingen.

Det är inte realistiskt att andra aktörer skulle kunna ta över ansvaret för den grundläggande vindkraftsforskningen under kommande treårsperiod.

Främst genom Energiteknikfonden har statens energiverk en möjlighet att delta i finansieringen av ny energiproduktionsteknik, bl a vindkraft.

3. Kunskapsläget

Dagens kommersiella vindkraftverk är till stor del en produkt av empiriska erfarenheter och konservativ dimensionering. Med tilltagande storlek ökar trycket på att inte överdimensionera konstruktionerna. Därför tilltar behovet av en förbättrad kunskap om laster och påkänningar. Med de beräkningsmodeller som utvecklas inom bl a det svenska energiforskningsprogrammet förbättras beräkningsmöjligheterna. Mycket är dock fortfarande ofullständigt känt vad gäller den ostörda vindens struktur, och strömningen i vaken bakom turbinen, samt deras koppling till vindkraftverkets prestanda och laster.

Vindkraftverk är unika på det sättet att antalet dimensionerande lastcykler är mycket större än för andra typer av konstruktioner (10^8). Konstruktionsmaterial måste väljas och provas med hänsyn till denna egenhet.

Utveckling av teknik och kostnader på kraftelektronikområdet öppnar nya möjligheter för varvtalsvariabla system, vilka är särskilt fördelaktiga på vindenergiområdet. Varvtalsvariabla system kräver särskilda insatser av reglerteknisk natur.

På miljöområdet krävs fortsatta insatser främst vad gäller buller. Vindkraftens möjliga inverkan på telesystem för television, flyg och försvar behöver undersökas ytterligare.

Tack vare forskningsprogrammet har Sverige, trots avsaknaden av egen aggregatutveckling under senare år, kunnat bibehålla en internationellt sett hög kompetens. Under 1988 doktorerade tre forskare inom vindkraftsområdet.

4. Nuvarande energiforskningsprogram

Under innevarande treårsperiod 1987/90 är verksamheten inriktad mot grundläggande vindkraftsteknisk forskning, avsedd att åt tillverkande industri och kraftindustri tillhandahålla det kunnande och de beräkningsverktyg som krävs för att kunna genomföra utveckling av fysiska anläggningar.

Andelen långsiktigt motiverad forskning är omkring 15 %.

Större delen av arbetet bedrivs vid högskolor och andra statliga forskningsinstitutioner. Flygtekniska försöksanstalten svarar för den största verksamheten (nio forskarår/år). FFA är engagerat i studier av vindens struktur, aerodynamik, beräkningsmodeller, material, buller samt säkerhets- och normfrågor. Meteorologiska institutionen vid Uppsala universitet (två forskare) undersöker vindens struktur på grundforskningsnivå. Institutionen för elmaskinteknik och kraftelektronik, CTH, studerar elsystem för vindkraft samt driver försöksstationen på Hönö (sju forskare). Försvarets forskningsanstalt studerar reglersystem för vindkraft (två forskare).

Medlen fördelas normalt på ett år långa projektetapper. En sexårig forskartjänst finansieras vid Institutionen för elmaskinteknik och kraftelektronik, CTH. Större ändringar av forskningsstödet måste vidtas med sådan förvarning att institutionerna kan anpassa sin planering. En renodlad avveckling skulle troligen ta 1-2 år att genomföra och kan innebära en medelsförbrukning motsvarande 1-1,5 år på nuvarande nivå.

Den fortsatta utvärderingen av prototyperna i Maglarp och Näsudden håller nu på att avslutas och rapporteras. Kostnaden för rutinmässig drift av anläggningarna belastar fortfarande energiforskningsprogrammet, medan driftsintäkterna krediteras detta. Ambitionen är att bägge anläggningarna skall kunna överföras till kraftföretagen under 1988.

FFAs forskningsverksamhet på vindkraftsområdet utvärderades under 1988 av en fristående utländsk forskare. Det sammanfattande omdömet blev att FFAs forskning står sig väl i en internationell jämförelse. Granskningen, som inbegrep kontakter med svenska avnämare, nämner möjligheten av att det fortsatta arbetet i högre grad ägnas åt konstruktionsstudier samt vindens struktur, buller och säkerhetsrelaterade frågor (normfrågor). Granskaren pekar också på de generella svårigheterna att åstadkomma god kommunikation mellan forskare och praktiskt arbetande ingenjörer.

5. Förslag till forskningsprogram 1990/93

Målet för verksamheten bör vara att bedriva sådan grundläggande kompetensuppbyggnad, som kan förbättra möjligheterna att upphandla, konstruera, tillverka och driva ekonomiska och miljömässigt acceptabla vindkraftverk.

Under 1988/89 har volymen av den grundläggande kompetensuppbyggnaden ökat med 10-20 % jämfört med 1987/88 och tidigare. En rimlig utgångspunkt är att den grundläggande forskningen skall kunna fortsätta på 1987/88 års nivå i ett grundalternativ. För treårsperioden 1990/93 kostar detta 47 Mkr i löpande utbetalningar.

Utveckling av två nya aggregat i storlek 1 och 3 MW avses inledas under 1988. Tidigare under året har ett 200 kW projekt startat. Dessa projekt hade inte kunnat komma till stånd utan den bakgrund av kunskaper och erfarenheter som energiforskningsprogrammet har givit. En likartad koppling förutses i framtiden. Från 1991 kan demonstrationsprojekt med grupper av aggregat inledas. Ett havsbaserat vindkraftaggregat kan också tillkomma under perioden. Finansieringen av de nya utvecklingsprojekten blir huvudsakligen från andra källor än energiforskningsprogrammet och energiteknikfonden.

Under perioden är mät- och utvärderingsprogram i första hand aktuella för 1 och 3 MW-projekten. Det är lämpligt att dessa genomförs med bidrag från energiforskningsprogrammet. För detta ändamål beräknas 5 Mkr för vardera projektet.

En förstärkning av insatserna på miljösidan (främst buller) med 3 Mkr bedöms vara lämpligt. Volymen på programmet skulle därmed bli 60 Mkr. Hela verksamheten har karaktär av grundläggande kompetensuppbyggnad (ingen utvecklingsverksamhet). Av insatserna beräknas att 19 Mkr skulle falla på högskolor och universitet och resterande 41 Mkr på övriga forskningsinstitutioner.

Nu pågående internationellt samarbete inom IEA, EG och IEC avses fördjupas, med tonvikt på EG.

Vindkraftsutredningens (SOU 1988:32) förslag till forskningsverksamhet har utnyttjats som underlag då förslaget för kommande treårsperiod utarbetats.

Resursplan

	Insatser 1990/93 Mkr
Vindunderlag för dimensionering	3,6
Förbättrad beskrivning av strukturen i den naturliga vinden och i turbinvaken. Förbättrad beskrivning av vaken ur energisynpunkt.	
Vindenergitillgångar	3.0
Fortsatta klimatologiska mätningar vid Maglarp och Näsudden. Topografiska effekter. Vindtillgångar till havs.	
Utveckling och verifiering av beräkningsmodeller	5,0
Fortsatt utveckling/anskaffning och verifiering av datorbaserade beräkningsmodeller avsedda för dimensionering m m av vindkraftverk.	
Aerodynamiskt underlag	6,5
Kartläggning av tredimensionell strömning på turbinblad, inverkan av snedanblåsning, uppträdande vid stora anfallsvinklar.	
Instationära effekter	
Bladprofilutveckling och metoder för gränsskiktskontroll.	

	Insatser 1990/93 Mkr
Material m m	4,8
Studier och prov med fiberarmerade bladmaterial (glasfiber, kolfiber, trä) bl a med utmattningsspektrum från IEA-samarbete.	
Utformning och prov med bladinfästningar.	
Dimensionerings- och säkerhetsfrågor	4,0
Inspektionsmetoder för fiberarmerade material.	
Dimensionering av bladinfästningar.	
Säkerhets- och normfrågor (inklusive internationella kontakter).	
Elsystem	7,6
Studier av elkrafttekniska system och komponenter för stora vindkraftverk, speciellt med inriktning på variabelt varvtal. Provstation.	
Vind/diesel	1,5
Utvärdering av vind/dieselanläggning.	
Reglerteknik	5,0
Reglerteknisk utveckling med avseende på stora vindkraftverk.	
Tillämpningsstudier	3,0
Fristående optimeringsstudier för medelstora-stora vindkraftverk.	
Konstruktionsstudier för aggregat med okonventionell utformning.	
Studier av tillgänglighet på komponent- och systemnivå.	
Teknikstudier för fundamentering m m för havsbaserad vindkraft.	
Blixt- och erosionsskydd.	

	Insatser 1990/93 Mkr
Miljöfrågor	5,0
Metodik för att beräkna aerodynamiskt och maskinellt buller från vindkraftverk. Underlag för bedömning av maskeringseffekter av vindbrus.	
Fortsatt uppföljning av vindkraftverks inverkan på fågellivet (samråd SNV).	
Undersökning av störningar av telesystem för television, flyg och försvar.	
Undersökning av inverkan på fisk och fiske (förutsatt att havsbaserad anläggning tillkommer under perioden).	
Prototyputvärderingar	10,0
Mät- och utvärderingsprogram för 1 och 3 MW projekt.	
Övrigt	1,0
Utvärderingar av teknik och ekonomi.	
Internationellt samarbete inom IEA, EG och IEC.	
SUMMA	60,0 Mkr

6. Alternativa insatsnivåer

1. Insatsnivå 50 Mkr

Vid en minskning av insatsnivån är det f n svårt att peka ut områden där nedskärning kan göras med mindre olägenhet än på andra ställen. Det nära samarbetet mellan FFAs verksamhet och utvecklingen inom industrin gör det olämpligt att under de närmaste åren försöka överföra mer än begränsade delar av denna forskning till högskolan. En nedskärning förutses därför till vidare behöva göras proportionellt.

2. Insatsnivå 40 Mkr

Vid en ev ytterligare minskning av insatserna till 40 Mkr förutses fortsatt proportionell nedskärning, där det dock blir nödvändigt att beakta att verksamheten vid ett par institutioner då hotar att bli alltför liten. Det kan därför bli nödvändigt att endera helt lägga ned denna verksamhet eller överföra resurser från de större institutionerna.

STATENS ENERGIVERK
El- och värmeteknikbyrån
Ad Ingvar Enqvist
Ad Carin Åberg/eo

1988-11-15

Bilaga 11-15

Värmeteknisk forskning 1990-1993, underlag till EFU

Inom kunskapsområdet värmeteknik behandlas frågor som rör produktion, lagring och distribution av värme. Forskningen omfattar såväl effektivisering av etablerade tekniker som utveckling av nya områden. De teknikområden som ingår är fjärrvärme, solvärme och lagring, värmepumpteknik, naturgasdistribution och naturgaslagring samt geotermi.

Fjärrvärmeteknik

De utvecklingsfrågor som är aktuella inom fjärrvärmeområdet rör i huvudsak systemteknik, distributionsteknik samt abonnentcentral- och mätteknik.

Energi- och miljömässig betydelse

I fjärrvärmesystemen produceras och distribueras ca 35 TWh värme per år till bostäder m m. Detta motsvarar knappt 35 % av den totala bostadsuppvärmningen och utgör ca 10 % av hela energiförbrukningen i Sverige. Anslutning av enskilda byggnader till fjärrvärme har inneburit en minskad miljöbelastning. Förutsättningarna för fortsatta miljöbefrämjande åtgärder är också goda dels genom att "problemen är centraliserade" dels genom att personalen som handhar de relativt stora fjärrvärmesystemen generellt sett har hög kompetens.

Struktur och aktörer

Fjärrvärmeverksamheten är en etablerad, kommersiell verksamhet med aktiva aktörer i såväl energiförsörjning (kraftvärmeverk och värmeverk) som utrustningstillverkning (rörtillverkare, anläggare, etc).

Trots att ett större antal kommersiella aktörer finns inom fjärrvärmeområdet är dock inte förhållandet det att de genomför någon mer omfattande långsiktig FoU-verksamhet. Om ingen förändring sker härvidlag så skulle fjärrvärmetekniken utan statliga forskningsinsatser stanna på ungefär dagens tekniknivå.

De statliga insatserna har f n också den effekten att de säkerställer en befintlig FoU-kompetens. Om de grupper som idag etablerats vid främst högskolor försvinner, så försvåras branschens egna möjligheter till utveckling i framtiden.

0974r

Kunskapsläget

Fjärrvärmetekniken har några decenniers praktisk verksamhet bakom sig och funktionell teknik finns. De forsknings- och utvecklingsfrågor som idag diskuteras rör effektiviteten i hela fjärrvärmesystem, underhåll och renovering av kulvertsystem, optimal temperaturnivå: systemen och abonnentcentralernas effektivitet.

En annan fråga som är väsentlig är kulvertisoleringen. Dagens fjärrvärmerör är isolerade med CFC-blåst polyuretanskum. I och med att CFC skall undvikas av miljöskäl finns behov av ny isolerteknik för distributionen.

Sett i ett internationellt perspektiv är kunskapsnivån inom den svenska fjärrvärmerörelsen hög.

Nuvarande forskningsprogram

En stor del av den tidigare statligt finansierade forskningen har genomförts i specifika projekt. Större sammanhållna FoU-insatser har dock gjorts vid Studsvik, CTH, LTH och Umeå universitet. Insatserna har i huvudsak varit inriktade på distributionsteknik och teknik kring abonnentcentralers funktioner samt systemteknik. En viss branschgemensam forskning har bedrivits inom Värmeforsk.

Nuvarande verksamhet - som syftar till att dels effektivisera befintliga system dels utveckla nya system och komponenter - omfattar även systemtekniska och distributionstekniska frågor samt mätarteknik och teknik kring abonnentcentralers funktion. Insatserna avser såväl grundläggande forskning i form av ramprogram - vid LTH, CTH, Studsvik och Umeå universitet - som forskning och utveckling i specifika projekt. Dessutom bedrivs arbete i kollektiv FoU-verksamhet och internationellt samarbete inom ramen för IEA och Nordiska rådet.

Mindre än hälften av forskningen utgörs av insatser som kan karakteriseras som grundläggande kompetensuppbyggnad (grundläggande fjärrvärmeforskning). Utöver dessa långsiktiga bindningar - som i huvudsak getts formen av ramprogram - så finansieras dels en sexårig forskningstjänst vid Umeå universitet, dels en adjungerad professur i fjärrvärmeteknik vid LTH. Övriga insatser utgörs av tillämpad forskning.

Under perioden 1987-90 beräknas den totala omfattningen på fjärrvärmeforskningen uppgå till ca 25 miljoner kronor.

Forskning och utveckling 1990-93

Det är i huvudsak två frågeställningar som är av vikt för fjärrvärmeforskningen. Den ena gäller fjärrvärmesystemens strategiska roll för realiserandet av delar av den svenska energipolitiken (elpolitikens kraftvärmesatsning och bränslepolitikens satsning på inhemska bränslen). Den andra gäller bevarande- och förnyelsestrategier för de många centraliserade värmedistributionssystem som under 90-talet når en ålder av 20-30 år och som därmed blir mogna för teknisk revision.

Tidigare påbörjad uppbyggnad av kunskapscentra inom det fjärrvärmetekniska området bör fortsätta och konsolideras. De centra som avses är Institutionen för värme och kraft vid Lunds tekniska högskola (LTH), Institutionen för installationsteknik vid Chalmers tekniska högskola (CTH), avdelningen för tillämpad fysik vid Umeå universitet (UmU) samt Studsvik Energiteknik (Studsvik). Avsikten är att dessa centra - som efter hand sammantaget avses täcka större delen av forskningsområdet - skall svara för samhällets behov av grundläggande kompetensuppbyggnad inom teknikområdet såväl på kort (3-6 år) som lång (15-20 år) sikt. Under perioden 1990-93 finns behov att etablera en extra professur i värmedistributionsteknik och ytterligare två sexåriga forskartjänster.

Behovet av mer tillämpningsinriktad forskning behöver sannolikt även på kort sikt till stor del tillgodoses genom statliga insatser - via de tekniska högskolorna och kollektivforskningen. På längre sikt bör dock branschen ta ett större ansvar än idag för de mer tillämpningsinriktade forskningsinsatserna.

Under kommande treårsperiod bör insatserna inriktas på effektivisering av befintliga system men också på utveckling av nya tekniker och system. Många av dagens fjärrvärmesystem börjar som nämnts under 90-talet snart nå en sådan ålder att det är dags att väga underhålls- och reparationskostnaderna mot insatser för renovering och fullständig förnyelse.

De insatser som kan bli aktuella är utveckling av metoder och tekniker för att diagnostisera kulvertars status, utveckling av nya isoleringstekniker och forskning kring metoder att effektivisera distributionen genom olika tillsatser i värmedistributionssystemet, systemteknisk utveckling speciellt med inriktning mot lågtemperatur samt forskning kring abonnentcentralers effektivitet.

Resultaten av hittills gjorda insatser har i stor utsträckning varit av sådan karaktär att de skapat en grund för fortsatta forskningsinsatser. Under kommande period bör en större andel av resultaten kunna leda till mer tillämpad forskning och även ge upphov till utvecklingsinsatser som resulterar i pilot- och fullskaleanläggningar.

Teknikutvecklingsinsatser - i huvudsak finansierade via energiteknikfonden - som kan bli aktuella under perioden är provning eller demonstration av sk lågtemperatursystem och teknik för effektstyrning liksom ny teknik för effektivare distribution. Utveckling och provning av mätare och mättekniker kan även bli aktuella inom en tre- till femårsperiod. Det är också angeläget att resurser finns för utvärdering och kunskapsåterföring till forskningen från teknikutvecklingsfasen.

De forskningsinsatser som bör genomföras under perioden 1990-93 avser såväl grundläggande FoU-arbeten i form av ramprogram - vid LTH, CTH, Studsvik och Umeå universitet - som tillämpad forskning i specifika projekt. Dessutom bör bedrivas arbete i kollektiv FoU-verksamhet och internationellt samarbete.

Totalt för insatser inom teknikområdet fjärrvärme under bå 1990-93 beräknas

o	Grundläggande forskning	13 Mkr
o	Tillämpad FoU	5 Mkr
o	Teknikutveckling (17) *)	2 Mkr
	SUMMA	20 Mkr

*) Varav 15 Mkr finansieras via energiteknikfonden

Solvärme och lagring

De utvecklingsfrågor som är aktuella inom solvärme- och lagringsområdet rör i huvudsak system- och komponentteknik, mät- och materialteknik samt termohydraulik.

Energi- och miljömässig betydelse

Såväl värmelagring som solvärme har testats och demonstrerats i stor skala. Ingen av teknikerna kan emellertid sägas vara etablerad i det svenska energisystemet. Värmelagringen är ingen produktionsteknik utan en teknik att effektivisera värmeproduktion vid utnyttjande av icke styrbara källor. Solvärmeutnyttjande i Sverige är starkt beroende av värmelagring. Bortsett från markkonflikter i tätbebyggda områden finns egentligen inga miljöproblem i samband med solvärme eller värmelagring.

Struktur och aktörer

Verksamheten saknar starka aktörer och har hittills drivits huvudsakligen av forskare och konsulter som sökt utveckla tekniken. Ett litet antal mindre företag som installerar solvärmeanläggningar har också etablerats. För att solvärme och värmelagringstekniken skall kunna etableras fordras att kostnaderna blir mer konkurrenskraftiga och att lämpliga marknadsnischer kan identifieras.

Genom att under en övergångsperiod öka de statliga insatserna på forskning och teknikutveckling finns det en möjlighet att på sikt göra tekniken ekonomiskt konkurrenskraftig för vissa tillämpningar och därigenom öka medverkan från andra aktörer som bostadsföretag, värmeverk m fl.

Kunskapsläget

Solvärme innebär att energin i solstrålningen absorberas i ett värmemedium, lagras och används direkt ur lagret. Anläggningar för produktion av tappvarmvatten och för kombinationen varmvatten/uppvärmning i småhus liksom luftsolvärmeanläggningar för torkning av hö och spannmål i lantbruket finns kommersiellt tillgängliga.

Demonstrationsanläggningar för flerbostadshus, gruppcentraler och simbassänger har byggts. En funktionell teknik finns således kommersiellt tillgänglig. Däremot saknas långtidserfarenheter av hur värmemedia och lager fungerar.

Internationellt sett ligger Sverige långt framme när det gäller storskaliga solvärmesystem med högeffektiva plana solfångare och säsongslagring i framförallt bergrum. Även när det gäller takintegrerade solfångare med trycklösa lagringstankar för tappvarmvattenproduktion i flerbostadshus hävdar den svenska tekniken sig väl.

Utveckling av solvärmesystem för småhus finns till viss del i Sverige men satsningen på denna teknik är mer omfattande och långsiktig i framförallt EG-länderna.

Solvärmetekniken bedöms ha en avsevärd potential för effektivisering och kostnadssänkningar när det gäller material, solinfångning, systemoptimeringen och utveckling av rationella industriprocesser.

Inom tekniken för värmelagring finns framförallt ett behov av ökade kunskaper om och utveckling av groplager och extrema lågtemperaturlager.

Nuvarande energiforskningsprogram

Praktiskt taget all FoU-verksamhet inom dessa tekniker är statligt finansierad. Arbeten vid CTH, KTH, LNTH, LuTH, Studsvik, Vattenfalls Älvkarlebylaboratorium och högskolan i Falun/Borlänge täcker större delen av teknikfältet från anläggningen till hantering av system. Vidare arbetar SGI med förutsättningarna för och konsekvenserna av utvinning och lagring av energi i jord och berg.

I arbetet med de test- och demonstrationsanläggningar som byggts har utvecklingsverksamhet också skett hos konsulter och vissa tillverkande företag.

Huvudinriktningen i statens energiverks energiforskningsprogram är långsiktig kunkskapsutveckling inom både värmelagring och solvärme och omfattar arbeten inom områdena termiska analyser, hydrokemi, material, optik och mätningsteknik.

När det gäller tillämpad FoU är insatserna koncentrerade till provning av installerad teknik och i viss mån även teknisk utvärdering av nyutvecklad teknik.

Under perioden 1987-90 beräknas den totala omfattningen på forskningen inom solvärme och lagring uppgå till ca 10 miljoner kronor.

Större delar av nuvarande insatser utgörs av grundläggande forskning om solvärme och lagring.

De långsiktiga bindningarna idag är: LNTH Markvärmegruppen, Högskolan i Falun/Borlänge SERC, CTH Inst för fysik, Uppsala univ Teknikum, LBT.

Forskning och utveckling 1990-93

Målet för verksamheten är ökad effektivitet och ekonomisk konkurrenskraft för solvärme- och lagringsteknik inom de tillämpningsområden och i den utbyggnadstakt som passar tekniken bäst.

På kort sikt (3-6 år) bör satsningen gälla fortsatt kunskapsuppbyggnad inom både grundläggande och tillämpad FoU. En ökning av tillämpad forskning är nödvändig om inte teknikutvecklingen skall avstanna.

Det långsiktiga målet är att bidra till en kontinuerlig kunskapsutveckling och ett ökat informationsutbyte mellan forskare och användare av tekniken.

Tidigare påbörjad uppbyggnad av kunskapscentra inom områdena solvärme och lagring bör fortsätta och konsolideras. De centra som energiverket stödjer är Markvärmegruppen vid Lunds tekniska högskola (LNTH), SERC vid högskolan i Falun/Borlänge, Institutionen för fysik vid Chalmers tekniska högskola (CTH), LBT i Lund samt Teknikum vid Uppsala Universitet. Under perioden 1990-93 finns behov av att etablera en extra professur i markvärmelagring.

En ökad statlig satsning på tillämpade forskningsinsatser inom solvärmeområdet bedöms som angelägen, dels för att förbättra utnyttjandet av forskningsresultat vid utvecklingen av solvärmesystem och dels för att tillgodose behovet av opartisk utvärdering på laboratoriestadiet av olika tekniska utvecklingslinjer. Insatserna bör koncentreras till en högskoleinstitution med solvärme som huvuduppgift och med resurser för experiment i laboratorieskala, teoretiskt modellbyggande samt utvärderingar av fullskaleprojekt.

Provning av installerad teknik och utveckling av provningsmetoder vid statens provningsanstalt liksom framtagning och sammanställning av klimatdata vid SMHI är verksamheter som på kort sikt bör tillgodoses med huvudsakligen statliga insatser. På längre sikt bör dock övervägas om inte större delen av denna verksamhet skall bekostas av branschen.

Teknikutvecklingsinsatser - i huvudsak finansierade via energiteknikfonden - som kan bli aktuella under perioden är provning av nya typer av solfångare samt utveckling och demonstration av groplagringstekniken.

Totalt för insatser inom teknikområdet solvärme och lagring under bå 1990-93 beräknas

o	Grundläggande forskning	7 Mkr
o	Tillämpad FoU	2 Mkr
o	Teknikutveckling (6) *)	1 Mkr
	SUMMA	10 Mkr

*) Varav 5 Mkr finansieras via energiteknikfonden

Värmepumpteknik

Inom teknikområdet värmepumpar behandlas frågor som rör allmän värmepumpteknik och alternativa processlösningar samt frågor kring arbetsmedia.

Energi- och miljömässig betydelse

Värmepumpar svarar idag för en värmeproduktion om ca 8-10 TWh/år. Huvuddelen av denna produktion sker i kommunala fjärrvärmesystem. Resterande produktion sker inom industrin i blockcentraler och flerbostadshus. Idag är marknaden för större värmepumpar i stort mättad. Inom småhussidan finns en viss marknad i nybyggda hus som värmeåtervinningsutrustning. En presumtiv marknad kan ligga inom industrin och inom de blockcentraler som ej har förutsättningar att bli sammankopplade i ett fjärrvärmesystem.

Miljömässigt är en fortsatt och utvidgad användning av värmepumpar av godo eftersom det totalt sett innebär en minskad miljöbelastning genom minskade utsläpp vid förbränning i värmeproduktionsanläggningar. Detta accentueras i än högre grad om icke eldrivna värmepumpar får en ökad användning.

Struktur och aktörer

Värmepumpverksamheten har till stor del utvecklats av tillverkare och installatörer. Från avnämarsidan har t ex Vattenfall också varit aktiva med test- och teknikutvecklingsinsatser. Tillverkarna är ofta sedan tidigare etablerade företag inom kylteknikområdet. Det innebär att värmepumpstekniken har kunnat inordnas i äldre utvecklingsverksamhet. På grund av den äldre kyltekniken finns också vissa forsknings- och utvecklingsresurser inom befintliga institutioner inom universitet och högskolor.

Den snabba introduktionen av värmepumpar har inneburit att forskning och teknikutveckling i hög grad styrts utifrån presumtiva användares krav och förutsättningar med utgångspunkt från specifika tillämpningar. Erfarenheterna visar på att det nu är angeläget att öka insatserna inom forskningen kring termodynamiska och värmetekniska aspekter i själva värmepumpenheten.

De privata svenska aktörerna har knappast möjlighet eller intresse att finansiera långsiktig forskning inom värmepumpstekniken. Marknaden är osäker och kostnaderna stora.

En statlig FoU-verksamhet bidrar till att utveckla och säkerställa en hög kunskapsnivå i Sverige. Detta kan bl a möjliggöra en något tidigare introduktion av effektivare värmepumpteknik för svenska förhållanden.

Kunskapsläget

Den grundläggande teknologin för värmepumpar är hämtad från kyltekniken. En funktionell teknik är således etablerad sedan tidigare. Värmepumpsfunktionen är emellertid något annorlunda och med ökade krav på denna så passeras gränsen för befintlig teknik.

Kraven på teknisk utveckling innefattar i huvudsak nya arbetsmedia (den cirkulerande vätskan/gasen i värmepumpen), ny värmeväxlarteknik och nya processlösningar.

De CFC-föreningar "freoner" som för närvarande används som arbetsmedia måste av miljöskäl bytas ut. Genom svenska och internationella forsknings- och utvecklingsinsatser bör man på sikt kunna ersätta CFC i värmepumpar med andra arbetsmedia. Med stigande elpriser kan bränsledrivna värmepumpar få ökande aktualitet. Här saknas väsentligen praktiska erfarenheter.

Kunskapsnivån hos de svenska forskningsinstitutioner som arbetar med värmepumpteknik hävdar sig väl i ett internationellt perspektiv. Inom områdena arbetsmedia och värmetransformatorer ligger Sverige i den internationella forskningsfronten tillsammans med bl a Japan.

Nuvarande forskningsprogram

Tidigare FoU-verksamhet var i stor utsträckning fokuserad på studier kring olika värmekällor och systemaspekter som hänger samman med olika tillämpningar. Härigenom har forskningen kring termodynamiska och värmetekniska aspekter i själva värmepumpenheten i viss utsträckning eftersatts.

Under innevarande forskningsperiod har insatserna därför i större utsträckning än tidigare styrts mot mer grundläggande forskningsinsatser. Detta innebär att en ökad andel av forskningsresurserna går till högskolor och forskningsinstitut som bedriver en långsiktig och grundläggande kunskapsuppbyggnad. Denna ändrade inriktning har inneburit att resurser satsats på i huvudsak tre kunskapscentra nämligen institutionen för värmeteknik och maskinlära vid Chalmers tekniska högskola (CTH), institutionen för mekanisk värmeteori och kylteknik vid tekniska högskolan i Stockholm (KTH) samt vid Studsvik Energiteknik. Som komplement till dessa institutioner ges även stöd till institutionerna för kemisk apparatteknik dels vid Lunds tekniska högskola (LTH) dels vid CTH. Dessutom ges stöd för långsiktig kunskapsuppbyggnad vid institutionen för energiteknik vid tekniska högskolan i Luleå.

Forskningsinsatserna är inriktade på allmänna värmepumptekniska aspekter och alternativa processlösningar samt utvecklingsfrågor kring arbetsmedia. Syftet med nuvarande insatser är att klargöra förutsättningarna för effektivisering av befintlig teknik, utveckling av nya mer elsnåla processer och nya arbetsmedia samt utveckling av icke eldrivna värmepumpar.

Insatserna avser dels grundläggande forskning i form av ramprogram - vid CTH, KTH och Studsvik - dels forskning och utveckling i specifika projekt. Dessutom bedrivs ett omfattande internationellt samarbete inom ramen för IEA-verksamheten.

Insatserna inom teknikområdet avser till övervägande del långsiktigt motiverad forskning. Utöver dessa långsiktiga bindningar - som i huvudsak givits formen av ramprogram - utgörs övriga insatser av mer tillämpad forskning. Under perioden 1987-90 beräknas den totala omfattningen på värmepumpforskningen uppgå till ca 20 miljoner kronor.

Forskning och utveckling 1990-93

Med hänsyn till den på sikt förväntade höjningen av elpriset och problematiken kring användning av CFC-föreningar som arbetsmedia i värmepumpar kommer målet för forskningen att vara effektivisering av befintlig värmepumpteknik, utveckling av icke eldrivna värmepumpar samt nya miljövänliga arbetsmedier inklusive nya processer.

Den under innevarande forskningsperiod påbörjade ändringen i inriktning mot mer grundläggande insatser fullföljs. De kunskapscentra som under tidigare forskningsperiod har etablerats bör även fortsättningsvis stödjas. De centra som avses är Institutionen för värmeteknik och maskinlära vid Chalmers tekniska högskola (CTH), Institutionen för mekanisk värmeteori och kylteknik vid tekniska högskolan i Stockholm (KTH) samt Studsvik Energiteknik. Avsikten är att dessa centra - som efter hand sammantaget avses att täcka större delen av forskningsområdet - skall svara för samhällets behov av grundläggande kompetensuppbyggnad inom teknikområdet såväl på kort (3-6 år) som lång (15-20 år) sikt.

Under kommande forskningsperiod bör insatserna inriktas på att studera kombinerade kompressions/sorptionssystem liksom absorptionssystem och avancerade processer. Systemtekniska studier liksom utvecklingsinsatser inom området arbetsmedia är även mycket angelägna. Insatserna inom speciellt området arbetsmedia bör ökas och ske inom ramen för IEA-samarbetet.

Resultaten av hittills genomförd forskning har ofta varit delresultat inom mer långsiktiga projekt. Under kommande period förväntas en större andel av resultaten ge direkt tillämpning. Detta gäller bl a värmetransformatorn och blandningar av olika arbetsmedia som kan blir aktuella att testas i pilotskala.

De insatser som bör genomföras under perioden 1990-93 avser såväl grundläggande forskning i form av ramprogram vid CTH, KTH och Studsvik som tillämpad forskning i specifika projekt.

Totalt för insatser inom teknikområdet värmepumpar under bå 1990-93 beräknas

o	Grundläggande forskning	8 Mkr
o	Tillämpad FoU	4 Mkr
o	Teknikutveckling (5) *)	1 Mkr
	SUMMA	13 Mkr

*) Varav 4 Mkr finansieras via energiteknikfonden

Naturgas - distribution och lagring

Forskning- och utveckling rörande distribution och lagring rör i huvudsak system- och distributionstekniska frågor, komponent- och mätteknik respektive system- och anläggningstekniska frågor samt lagerteknik.

DISTRIBUTION

Energi- och miljömässig betydelse

Användningen av naturgas är för närvarande ca 4 TWh. En ökad användning planeras.

Som oljeersättande teknik ger naturgasen som regel en minskad miljöbelastning i alla dimensioner. Som elersättande teknik är miljövärderingen av naturgas mera komplicerad.

Inom distribution och lagring är miljöpåverkan i stort sett neutral jämfört med andra alternativ.

Struktur och aktörer

Någon klar forskningsstruktur kan knappast sägas ha etablerats ännu när det gäller naturgasdistribution. Projekt inom området har placerats och kommer att placeras vid institutioner med speciell kompetens inom t ex mätteknik, materialteknik eller systemteknik, Systematisk kompetensuppbyggnad i avsikt att etablera en eller ett par forskningsmiljöer planeras.

Den växande gasbranschen har relativt tidigt intresserat sig för uppbyggandet av en inhemsk forsknings- och utvecklingskompetens. Genom att staten nu engagerat sig i gasteknisk forskning har det ekonomiska bidraget från branschen till gasteknisk forskning ökat. För den distributionstekniskt inriktade forskningen är branschens förutsedda bidrag ganska måttligt, eftersom den prioriterar användningsinriktad och användningsbefrämjande forskning. Samma gäller i viss mån den forskningssatsning som ett mindre antal stora nordiska gasföretag och gasintressenter gjort inom ramen för Nordisk Gasteknisk Center.

Kunskapsläget

Inom Groupe Européen de Recherche Gaziéres (G.E.R.G) har belgiska, franska, västtyska, italienska, holländska och brittiska gasintressenter ett forsknings- och utvecklingssamarbete som bl a gäller gasdistribution. Samarbetet omfattar bl a forskningsinsatser vad gäller materialteknik,

bl a långtidshållfasthet och sprickutbredning i plaströr. Kunskapsutveckling av liknande slag bedrivs också i USA inom ramen för den forskning som Gas Research Institut finansierar.

Det väsentligaste kunnandet i Sverige när det gäller distribution av naturgas finns f n inom Sydkraft, Swedegas och Vattenfall. Även de kommunala energiverken i Malmö, Lund, Helsingborg, Göteborg och Stockholm har egna erfarenheter av distributionssystem. Forskning i egentlig mening vad gäller distributionsteknik förekommer inte, men företagen har via Svenska Gasföreningen en nära kontakt med Internationella Gasunionen och den internationella utvecklingen. Företagen bedriver dock viss utvecklingsverksamhet.

Nuvarande forskningsprogram

Inom det materialtekniska området görs insatser bl a av Studsvik Energiteknik AB, t ex vad gäller långtidshållfasthet hos plaströr. Bl a Vattenfall planerar utvecklingsinsatser avseende materialegenskaper hos plaströr. Inom ASEA-koncernen har ett nytt företag, ASEA-plast, bildats som arbetar med tryckkärl och rör i glasfiberarmerad plast för gasdistribution. Vidare genomförs bl a utvecklingsinsatser avseende plaströrs säkerhet och långtidshållfasthet.

Vid Drifttekniska högskolan i Malmö (inom Lunds universitet) har metoder för spårning av gasläckage i marknät liksom underhållstekniska och ekonomiska aspekter på läcksökning av gasnät studerats.

Ett polymercenter som skall arbeta med grundläggande frågor kring användning av plastprodukter har nyligen bildats vid Lunds tekniska högskola.

Inom Institutionen för värme och kraft vid Lunds tekniska högskola har påbörjats vissa insatser som rör det systemtekniska området. Forskning kring mätning av gasflöden har även påbörjats vid högskolan i Lund.

Det statligt finansierade forsknings- och utvecklingsarbetet - som skall ses som ett komplement till branschens FoU-arbete - kommer under perioden att vara inriktat på systemtekniska och distributionstekniska frågor samt frågor kring komponent- och mätteknik.

Under perioden 1988-90 beräknas den totala omfattningen på den statligt finansierade naturgasforskningen uppgå till mellan 5 och 10 miljoner kronor. Omfattningen beror på möjligheterna att få till stånd sådan forskning av god kvalitet.

Distributionstekniska forskningsinsatser 1990-93

Naturgasdistributionen i Sverige har internationellt sett exceptionella utvecklingsförutsättningar genom att den som regel måste byggas ut i samspel och konkurrens med sedan lång tid etablerade centraliserade energiförsörjningsystem som el och fjärrvärme. Marknadspenetrationen för naturgas kommer att bestämmas av hur väl naturgasen klarar denna roll, men viktiga faktorer för utvecklingen härvidlag utgör också den energipolitiska behandlingen av naturgas. Den internationella forskningen och utvecklingen när det gäller naturgasanvändning har de senaste åren kraftigt fokuserats på avancerad industriell användning med sikte på att uppnå processtekniska eller produktionstekniska fördelar. En effektiv distributionsteknik kan verksamt bidra till att denna internationella trend får utvecklingsförutsättningar också i Sverige.

Det långsiktiga forskningsmålet är att bidra till en kunskapsutveckling som kan göra att svensk naturgasdistribution sker på ett tekniskt/ekonomiskt effektivt sätt. På kort sikt är målet att åstadkomma en höjning av den naturgasinriktade distributionsforskningens metodiska och teoretiska nivå.

Den under innevarande forskningsperiod påbörjade uppbyggnaden av kunskapscentra bör fortsätta och förstärkas. De centra som avses är Studsvik och Lunds tekniska högskola; Institutionerna för elektrisk mätteknik, driftteknik samt värme och kraft.

Samhällets behov av grundläggande kompetensuppbyggnad inom teknikområdet bör kunna klaras av dessa kunskapscentra såväl på kort (3-6 år) som lång (15-20 år) sikt.

Behovet av tillämpningsinriktad forskning bör även på kort sikt till stor del tillgodoses genom statliga insatser via dessa centra. På längre sikt bör dock övervägas om inte branschen skulle kunna ta ett större ansvar för de mer tillämpningsinriktade forsknings- och utvecklingsinsatserna.

Det fortsatta forsknings- och utvecklingsarbetet bör inriktas på systemtekniska och distributionstekniska frågor samt frågor kring komponent- och mätteknik.

De insatser som kan bli aktuella inom systemtekniken rör systemutformning, utveckling av drift- och optimeringsstrategier, säkerhets- och normfrågor samt drifttekniska frågor. Inom distributions- och transmissionstekniken bör tyngdpunkten läggas på insatser inom områdena anläggnings- och materialteknik samt underhållsteknik. Vad gäller komponent- och mätteknik bör tyngdpunkten läggas på insatser som rör säkerhetsteknik, reglerteknik samt mät- och mätarteknik.

Under perioden bör en del av forskningsresultaten kunna ge upphov till utvecklingsinsatser som resulterar i pilotprojekt.

Teknikutvecklingsinsatser - i huvudsak finansierade via energiteknikfonden - som kan bli aktuella under perioden rör styr- och reglerteknisk utveckling och provning av mätteknisk utrustning.

De forskningsinsatser som bör genomföras under perioden 1990-93 avser såväl grundläggande kompetensuppbyggnad - vid LTH och Studsvik - som tillämpad forskning.

Totalt för insatser inom teknikområdet naturgasdistribution under bå 1990-93 beräknas

o	Grundläggande forskning	5 Mkr
o	Tillämpad FoU	2 Mkr
o	Teknikutveckling (4) *)	1 Mkr
	SUMMA	8 Mkr

*) Varav 3 Mkr finansieras via energiteknikfonden

LAGRING

Energi och miljömässig betydelse

Användning av gaslager förekommer för närvarande i mycket begränsad omfattning i Sverige. En mer omfattande introduktion av naturgas kommer dock att kräva ökade möjligheter att lagra gas.

Lagrens miljömässiga betydelse är kanske främst att de skapar sådana förutsättningar att fossileldning kan undvikas vid toppbelastning i värme- och elproduktionsanläggningar.

Struktur och aktörer

Vid sidan av högskoleforskningen - som i huvudsak bedrivs vid CTH - bedrivs utvecklingsarbete av Vattenfall samt några konsult- och entreprenadföretag inom bergbranschen.

Samverkan mellan högskolan och övriga aktörer pågår; högskolan ansvarar för grundläggande kompetensuppbyggnad (vilket kommer branschen tillgodo bl a i form av kompetenta tekniker) medan kraft- och byggnadsindustrins insatser avser mer tillämpad forskning samt ren teknik- och produktutveckling.

Kunskapsläget

De tekniker som används för storskalig lagring av naturgas utomlands är bl a lagring i salthorster och akvifärer, i tömda olje- och gasfält samt i form av LNG (flytande naturgas). LNG-lager är oberoende av geologiska förhållanden och kan därför i princip tillämpas även i Sverige. Däremot kan övriga tekniker inte utnyttjas pga att Sverige har andra geologiska förhållanden. Vår berggrund domineras av kristallina bergarter som granit och gnejs. Utvecklingen har därför, vad gäller storskalig lagring av naturgas i Sverige, inriktats tekniska lösningar för bergrumslagring.

Sett i ett internationellt perspektiv ligger Sverige i forskningsfronten när det gäller tekniska lösningar som baseras på bergrumslagring.

Nuvarande forskningsprogram

Forskning kring tekniken att spränga ut höga rum med långhålsborrning och sk skivpallar pågår idag vid gruvbolagen och vid högskolan i Luleå. Studier av lämplig utformning av vattenridåer runt bergrum på stort djup pågår vid Chalmers tekniska högskola. Forskning kring injekteringsteknik för finsprickigt berg pågår vid högskolan i Luleå samt vid tekniska högskolan i Stockholm och vid Chalmers tekniska högskola. Utvecklingsinsatser inom detta område görs även av Vattenfall. Forskning bedrivs vid högskolorna även av- seende sprutbetong med speciell armering, vidhäftning och dränering.

Inom Sydkraft och Vattenfall bedrivs utrednings- och utvecklingsverksamhet rörande gaslagring. En del av verksamheten är inriktad mot studier av olika typer av inklädda lager med avseende på täthet, deformation, tryckupptagningsförmåga, beständighet och dränering. Även säkerhetsfrågor och alternativa utformningar av inklädda lager studeras.

Det statligt finansierade forsknings- och utvecklingsarbetet - som skall ses som ett komplement till branschens FoU-arbete - kommer under perioden att vara inriktat på system- och lagerteknik. Vid institutionen för geoteknik inom CTH har inom ett av energiverket finansierat ramprogram påbörjats insatser av system- och lagerteknisk karaktär. Övriga forsknings- och utvecklinginsatser som inte enbart har relevans för gaslagring men ändå är av betydelse för naturgaslagring, t ex forskning kring injektering och armering i bergrum, finansieras på annat sätt. Huvuddelen av nuvarande forskningsprogram är av karaktären grundläggande kompetensuppbyggnad.

Lagertekniska forskningsinsatser 1990-93

Målet för forskningsverksamheten är att dels utbilda kompetenta tekniker och forskare som kan verka inom branschen, dels åstadkomma tekniklösningar för lagring av gas.

Påbörjad uppbyggnad av ett kunskapscentra vid CTH bör fortsätta och möjligen förstärkas något. Avsikten är att CTH - som tillsammans med övriga aktörer bör kunna täcka i stort sett hela forskningsområdet - skall svara för samhällets behov av grundläggande kompetensuppbyggnad inom teknikområdet såväl på kort (3-6 år) som lång (15-20 år) sikt.

Behovet av mer tillämpade forsknings- och utvecklingsinsatser bör till viss del tillgodoses via högskolorna men i huvudsak genom övriga aktörer som Vattenfall, Swedegas, Sydkraft m fl.

Internationellt samarbete kommer under perioden att ske med Norge och Finland, möjligen också Frankrike och USA.

Under kommande forskningsperiod bör insatserna inriktas på forskning kring naturgaslagring i oinklädda bergrum på stort djup med grundvattentryck, LNG i isolerade bergrum, naturgas i grunda tätade bergrum och kylda bergrum med högt tryck.

Under perioden kommer teknikutvecklingsinsatser att genomföras i syfte att testa olika tekniska lösningar.

De forskningsinsatser som bör genomföras under perioden 1990-93 avser såväl grundläggande FoU-arbeten, i form av ramprogram vid CTH, som tillämpad forskning i specifika projekt i samarbete mellan högskolan och andra aktörer.

o	Grundläggande forskning	3 Mkr
o	Tillämpad FoU	1 Mkr
o	Teknikutveckling (4) *)	1 Mkr
	SUMMA	5 Mkr

*) Varav 3 Mkr finansieras via energiteknikfonden.

Geotermi

Inom teknikområdet geotermi behandlas frågor kring HDR-teknik (Hot Dry Rock), krosszonteknik samt borrning i sedimentära lager.

Energi- och miljömässig betydelse

Geotermi utnyttjas i samband med värmepumpar i ett par kommersiella enheter i Sverige. Den energimässiga betydelsen för landet är liten.

Potentialen för värme som hämtas ur sedimentära bergarter är begränsad i Sverige. Utnyttjande av geotermi i kristallint berg kräver särskild teknik - HDR- och krosszonsteknik - men ger volymmässigt större potential.

Geotermi i kristallint berg kan ännu inte värderas ekonomiskt.

En ökad användning av geotermi för uppvärmningsändamål är miljömässigt av godo eftersom geotermin ersätter antingen fossileldning eller el.

Struktur och aktörer

Verksamheten saknar starka aktörer och drivs huvudsakligen av forskare och konsulter som söker utveckla teknik.

Geotermi i sedimentära bergarter är närmast etablerad och eventuellt vidare kommersialisering påverkas endast marginellt av statliga insatser.

Utvecklingen av geotermi i kristallint berg är helt avhängig av statlig FoU-verksamhet.

Kunskapsläget

FoU-insatserna inom teknikområdet har i huvudsak varit inriktade på den s k HDR-tekniken, krosszontekniken samt borrning i sedimentära lager.

Med HDR-teknik (Hot Dry Rock-teknik) avses en metod som används för att på konstgjord väg åstadkomma uppspräckning av torrt kristallint berg (granit och gnejs), dvs berg utan vattenförande sprickor. Genom det uppspräckta området leds vatten som tar upp den värme som produceras i jordskorpan - främst i samband med radioaktivt sönderfall av uran, torium och kalium. Tekniken är ännu outvecklad.

Krosszontekniken går ut på att söka upp vattenförande zoner med naturliga sprickor och på liknande sätt som i HDR-tekniken åstadkomma en värmeväxling mellan vatten och berg. Tekniken är ännu inte kommersiell.

Borrning i sedimentära lager (vattenförande sandsten) syftar till att via djupa borrhål utnyttja värmen i det vattenförande skiktet. Det varma vattnet leds via ledningar upp till en värmeväxlare där värmen utvinns. (Hittills har temperaturen varit så låg att värmepump erfordrats för praktisk tillämpning). Därefter leds det avkylda vattnet ner i injektionshål där det trycks tillbaka till ungefär samma djup som uttaget skedde. Tekniken har prövats i full skala.

Internationellt sett anses kunskapsnivån hos de svenska institutioner som arbetar med geotermi vara god.

Nuvarande forskningsprogram

Forskning inom området geotermi har hittills utförts främst vid CTH och LTH men också av konsultföretag.

Under innevarande forskningsperiod arbetar man vid CTH, institutionen för geoteknik med HDR-tekniken medan Sveriges geologiska AB (SGAB) tillsammans med Hagkonsult arbetar med krosszontekniken. När det gäller borrning i sedimentära lager så genomförs insatser vid LTH, avdelningen för teknisk geologi.

Huvudinriktningen inom HDR- och krosszontekniken är att grundläggande studera förutsättningarna för geotermi-teknik i kristallint berg. Detta innebär arbete inom mikroseismik, bergspänning, teknik för uppspräckning av berg, hydrogeologi mm. Vidare krävs utveckling av metoder för lokalisering av krosszoner. Avsikten med insatserna är att skapa underlag för utvärdering av kostnader och potential för tekniken.

För geotermin i sedimentära bergarter begränsas insatserna till utvärderingar och att följa den internationella utvecklingen.

Totalt beräknas ca 6 Mkr komma att anslås för forskningen om geotermi under perioden.

Forskning och utveckling 1990-93

Under kommande period bör insatserna avseende geotermiteknik i kristallint berg kunna minskas något men ha ungefär samma inriktning som nu. Det bör vara möjligt att CTH som svarar för nuvarande forskning inom HDR-området även svarar för insatserna inom krosszontekniken som har stora beröringspunkter med HDR-tekniken.

Insatserna avseende borrning i sedimentära lager bör ha samma omfattning och inriktning som under innevarande period.

Totalt för insatser inom teknikområdet Geotermi under bå 1990-93 beräknas

o	Grundläggande och tillämpad FoU	3 Mkr
o	Teknikutveckling	1 Mkr
	SUMMA	4 Mkr

Insatsplan värmeteknik

Insatserna inom kunskapsområdet värmeteknik som utgörs av fem teknikområden - kan karakteriseras dels som grundläggande forskning dels som tillämpad forskning dels som teknikutveckling.

Totalt för området värmeteknik under bå 1990-93 beräknas

o	Fjärrvärmeteknik	20 Mkr
o	Solvärme och lagring	10 Mkr
o	Värmepumpteknik	13 Mkr
o	Naturgasdistribution och lagring	13 Mkr
o	Geotermi	4 Mkr
		60 Mkr

Alternativa insatsnivåer - Värmeteknik

1. Insatsnivå 70 Mkr

En ökning av insatsnivån med 10 Mkr för perioden 1990-93 från 60 Mkr till 70 Mkr inom det värmtekniska området innebär att energiverket kan medverka till en uppbyggnad av laboratorieutrustning vid de institutioner som har ramprogram eller har tilldelats tjänster. Det är fråga om provningsapparatur och mätutrustning samt mjuk- och hårdvara för beräkningar och utvärderingar av pilotprojekt.

2. Insatsnivå 55 Mkr

Om insatsnivån sänks med 5 Mkr för perioden 1990-93 från 60 Mkr till 55 Mkr inom det värmetekniska området skulle det innebära att de institutioner, främst inom det naturgastekniska området - som för närvarande håller på att bygga upp sin verksamhet utifrån gällande forskningsprogram måste avbryta pågående rekrytering av forskare. Det är då tveksamt om tillräckligt många och kompetenta ingenjörer i tid kan utexamineras inom det expanderande gastekniska området.

En sänkning av insatsnivån med ytterligare 5 Mkr från 60 Mkr till 50 innebär att flera av de kunskapscentra som byggts upp under tidigare period blir för små för att kunna arbeta på ett rationellt sätt.

STATENS ENERGIVERK
Kraftbyrån
Lars Hydén/BT

1. Energimässig och miljömässig betydelse

Forskning om kommunal energiplanering berör alla de områden där kommunerna ansvarar för eller kan påverka energiplaneringen. Energitillförseln för fjärrvärmeproduktion är ca 45 TWh. Kommunerna distribuerar också 90 TWh el. Kommunernas energiplanering påverkar närmiljön, främst genom att påverka utsläpp till luften från fjärrvärmeproduktion och genom att kunna styra utformning av individuell uppvärmning i nybyggnation.

Struktur och aktörer

Energiforskningsnämnden, EFN, gjorde 1984 en utvärdering rörande forskning om kommunal energiplanering. Utvärderingen visade att många av de forskningsprojekt som dittills genomförts metodmässigt inte var av särskilt hög standard. Forskningsprojektens resultat var vidare också alltför sällan generaliserbara. Efn föreslog därför att de organ som på olika sätt var inblandade med finansiering av forskningsprojekt eller utredningsverksamhet inom energiområdet borde samverka för att närmare klargöra huruvida en fortsatt satsning inom området borde utföras och hur den i så fall skulle göras mer stringent.

Representanter för Statens energiverk, Efn och Byggforskningsrådet, BFR, träffades därför ett flertal gånger under 1984 och 1985 för att tillsammans med forskare och kommunala representanter diskutera hur forskningen borde utformas i framtiden.

Man kunde bland annat konstatera att Efn finansierade ett antal projekt som handlade om kommunal energiplanering, men att Efn inte disponerade över några ytterligare medel för studier inom detta område. Man kunde också notera att energiverket inte heller hade några forskningsmedel inom detta område samt att de medel som BFR förfogade över återfanns inom området kommunal planering, vilket innebar att medlen främst var avsedda för sådan energiplanering med koppling till den fysiska planeringen.

Det fanns en risk för att forskning om kommunal energiplanering inte kom till stånd i framtiden. Detta ledde till två konkreta slutsatser och åtgärder.

För det första att det fanns anledning att göra en samlad redovisning av kunskapsläget inom området kommunal energiplanering. Förslagsvis genom att tillsammans publicera en antologi om kommunal energiplanering. Så kom också att ske. Arbetet blev långvarigt och många engagerades i det. 1988 publicerades så antologin "Perspektiv på kommunal energiplanering - en antologi" Statens energiverk, Byggforskningsrådet, Energiforsknigsnämnden.

Men det fanns också anledning att förutom framtagandet av antologin se längre fram och ha siktet inställt på en viss fortsatt forskning om kommunal energiplanering. En forskning som borde bedrivas vid sidan av dels statens energiverks utredningsverksamhet, dels byggforskningsrådets mer bebyggelseanknutna planeringsforskning.

På grund av forskningsområdets karaktär fanns det inte forskningsmiljöer som under lång tid kunde bygga upp en kompetens inom området kommunal energiplanering. Däremot pågick forskningsprojekt inom flera samhällsvetenskapliga discipliner, exempelvis statsvetenskapliga institutioner, institutioner för organistions- och planeringsteori med mera, där energifrågorna utgjorde ett tillämpningsområde. Det ansågs beklagligt om man inom energisektorn helt skulle släppa de påverkansmöjligheter man hittills haft att initiera forskningsprojekt med inriktning på energi. För att främja den fortsatta forskningen om kommunal energiplanering ansågs det som angeläget att ett särskilt forskningsprogram skulle upprättas. Ett förslag till ett treårigt forskningsprogram togs fram under 1985. Efter detta hade man ett flertal möten där man diskuterade och förbättrade förslaget.

Ett informationsblad benämnt "Program för forskning om och för kommunal energiplanering" har tagits fram, vilket också bifogas. Efn och BFR har yttrat sig över programinnehållet. Varken Efn och BFR har haft några invändningar emot programbeskrivningen. Efn betonar dock att en förutsättning för ett fungerande samråd mellan myndigheterna är att beslutsprocessen för de enskilda ärendena inte får bli komplicerad eller ta lång tid.

Under innevarande forskningsperiod har anslaget varit 1 Mkr/år

3. Kunskapsläget

Forskning bedrivs och har bedrivits vid fler högskolor och universitet. Under 1987/88 och 1988/89 har några ansökningar inkommit till verket.

4. Nuvarande energiforskningsprogram

Forskningsområdet kommunal energiplanering har getts en vid tolkning. Häri ryms frågor om politik, planering, administration och beslut avseende kommunernas verksamhet inom energiområdet, liksom studier av utfallet av olika kommunala energiengagemang. De kommunala energifrågor som studeras bör alltså avse ett stort område, och i någon mening vara strategiska eller åtminstone relativt "politiknära".

Den samhällsekonomiska effektiviteten i energisystemet är en av utgångspunkterna för forskningsprogrammet. Forskningen kan härvid bli såväl beskrivande som föreskrivande. Den kan antingen handla om kommunal energiplanering, exempelvis kan man kartlägga ineffektiva inslag i den energiplanering som bedrivits, eller vara för kommunal energiplanering genom att man till exempel utvecklar metoder för att förbättra effektiviteten.

En viktig utgångspunkt för forskningen inom området bör vara att resultaten ska vara giltiga för flera kommuner. Kravet på generaliserbarhet gäller då särskilt den gren av forskningen som är ämnad att ta fram metoder och hjälpmedel för kommunernas planering.

5. Förslag till forskningsprogram 1990-93

Oförändrande insatser föreslås, d v s 1 Mkr/år. Inriktningen föreslås oförändrad och i enlighet med punkt 4. Under 3-årsperioden bör omfattningen av och inriktningen på forskningen inom detta område utvärderas.

TATENS ENERGIVERK
örbränningsbyrån
tefan Montin/LR

Bilaga 17

PLANERING AV ENERGIFORSKNINGEN MED BEAKTANDE AV KLIMATPÅVERKANDE GASER

Klimatförändringar och påverkan på ozonskiktet

Värmeutstrålningen från marken och haven är betydligt större än den värmestrålning som slipper ut mot universum. Det beror på att värmestrålningen på vägen upp genom atmosfärens nedersta luftlager (troposfären) absorberas av ett antal gaser som finns naturligen, främst vattenånga, koldioxid (CO_2) ozon (O_3), metan (CH_4) och lustgas (N_2O).

Koncentrationen av dessa gaser, bortsett från vattenånga, ökar i atmosfären på grund av mänskliga aktiviteter. Till detta kommer utsläppen av klorfluorkolväten (CFC), en gas med värmeabsorberande egenskaper, helt framställd av människan.

Det är nu allmänt accepterat att om koncentrationen av dessa s k växthusgaser fortsätter att öka i atmosfären kommer detta att leda till att jordens medeltemperatur stiger. Konsekvenserna kan bli allvarliga med en förskjutning av klimatzoner, ökad torka i känsliga områden och en höjning av havsnivån.

Förändringarna kan komma snabbt. Hittills har havens trögh et, dvs förmåga att lagra värme, fördröjt processen. Redan under de närmaste åren fram till sekelskiftet kan de verkliga följderna av de ökade utsläppen komma att visa sig.

Olika modeller för beräkning av förändringar i temperaturen har utarbetats. Modellberäkningarna är dock osäkra och temperaturförändringen svår att förutsäga. Klimatet är ett komplicerat system och jorden rymmer många skilda klimatzoner. Det är också oklart hur känslig naturen är. Olika scenarier har därför redovisats.

I en sammanfattande rapport (Beijerinstitutet) från två internationella workshop om klimatförändringar beskrivs tre tänkbara utvecklingslinjer fram till år 2100 (fig 1). Medelalternativet, som grundas på dagens utsläpp av klimatpåverkande gaser, en reduktion av CFC i enlighet med Montrealöverenskommelsen och en måttligt klimatkänslighet antas medföra en temperaturökning med 0,3°C per årtionde. Högeffektalternativet, som utgår från större utsläpp av klimatpåverkade gaser än i dag och att klimatet är starkt känsligt för störningar, antas leda till en global temperaturökning med 0,8°C per årtionde. Lågeffektalternativet, som baseras på en kraftig begränsning av emissionerna och liten klimatkänslighet, antas ge en temperaturökning med 0,06°C per årtionde.

Den kraftigaste förändringen i temperaturen sker sannolikt vintertid, vid höga latituder på norra halvklotet. Till mitten av nästa århundrade kan medeltemperaturen vintertid vid våra breddgrader vara 5°C högre än i dag eller ännu mer. Förändringar i nederbörden kan komma i form av ökad nederbörd vintertid vid höga latituder, intensiv regn i tropiska områden och minskad nederbörd i varma och torra områden.

Som en följd av högre medeltemperatur väntas havsnivån stiga. Beräkningar tyder på att havsnivån vid mitten av nästa århundrade kan ha höjts med 30 cm, men ökningen kan bli så mycket som 1,5 m (fig. 2).

Sedan mitten av 1800-talet uppskattas jordens medeltemperatur ha ökat med 0,7°C. Man vet inte om detta är naturliga variationer eller en konsekvens av de antropogena utsläppen. Modellberäkningar (Bolin) antyder att koncentrationen av klimatpåverkande gaser i atmosfären idag skulle ge en global temperaturökning med 1,5°C. Det är dubbelt så mycket som observerats. Förklaringar till skillnaden kan vara att ökningen i temperatur förskjuts i tiden till följd av havens förmåga att lagra värme. Det skulle i så fall betyda att jordens medeltemperatur kommer att fortsätta att öka även om de antropogena utsläppen av klimatpåverkade gaser upphör.

I troposfären, dvs atmosfärens nedersta luftlager mellan 0-10 km, påverkar ozon värmeutstrålningen från jorden. Förhöjda halter ozon kan här också leda till skador på växtligheten. I stratosfären, skiktet mellan 10-50 km, utgör ozon däremot ett livsviktigt skydd genom att absorbera den ultravioletta strålningen från solen.

Ozon bildas i stratosfären genom att solstrålningen sönderdelar syremolekyler till syreatomer. Dessa förenar sig sedan i sin tur med syremolekyler och bildar ozon. Ungefär 90 % av ozonet i atmosfären finns i ett skikt mellan 15 och 20 kilometer.

Under de senaste åren har förändringar i ozonskiktet i stratosfären kunnat konstateras. Över Antarktis bildas årligen hål i ozonskiktet. Uttunningen varar under en 4-6 veckors period från början av september. Vid slutet av september börjar hålet fyllas ut genom att ozon från södra halvklotet transporteras till sydpolen. Även utanför den antarktiska regionen minskar ozonskiktet i stratosfären. På breddgrader mellan 30° N och 64° N beräknas halten ha minskat med mellan 1,7 och 3 %. Förändringen är störst vintertid vid höga latituder.

Den viktigaste orsaken till dessa förändringar tros vara kemiska reaktioner med klor från klorfluorkolväten (CFC). Atmosfärslivslängden för de viktigaste CFC-föreningarna ligger mellan 80 och 170 år. Det betyder att inverkan på ozonskiktet kommer att kvarstå även om utsläppen upphör. Även kvävemonoxid kan kemiskt bryta ned stratosfäriskt ozon. Kvävemonoxid bildas i statosfären från lustgas (N_2O) som har tillräcklig kemisk stabilitet för att kunna transpor- teras högt upp i atmosfären.

I september 1987 skrev representanter från mer än 30 nationer under det sk Montreal-protokollet. Det innebär att CFC-produktionen kommer att frysas vid 1986 års nivå efter 1989 och produktionen halveras före 1999. Sverige har beslutat att CFC-användningen skall halveras till 1990 och helt upphöra vid all nyproduktion av varor och anläggningar vid utgången av 1994.

Olika spårgasers betydelse

De olika spårgasernas inverkan på jordens värmebalans bestäms av de specifika utsläppens storlek och gasernas värmeabsorberande egenskaper. De enskilda gasernas relativa betydelse när det gäller förändringar i medeltemperaturen redovisas i tabell 1 (Bolin). Bedömningen baseras på en uppskattning av de antropogena utsläppen idag och i en framtid.

Tabell 1.

År	Relativ inverkan på temperaturen (%)				
	CO_2	CH_4	O_3	N_2O	CFC
1988	55	24	6	3	12
2030	51	16	7	5	21

Det största bidraget härrör från ökningen av koldioxidkoncentrationen i atmosfären (vattenånga undantaget). Därnäst kommer metan och klorfluorkolväten.

Vattenånga är den viktigaste atmosfäriska växthusgasen. Vattenångkoncentrationen i atmosfären (troposfären) styrs av atmosfärens temperatur och av förångnings- och kondensationscykeln. Koncentrationen av atmosfärisk vattenånga tycks inte förändras av mänskliga aktiviteter, som fallet är med övriga klimatpåverkade spårgaser.

Koldioxid bildas vid biologisk respiration till lands och i haven, nedbrytning av biologiskt material samt vid förbränning av material innehållande kol. Naturliga sänkor för koldioxid omfattar upptagning och införlivande av koldioxid i den levande biosfären via fotosyntes. Vidare löser sig koldioxid i haven med påföljande bildning av karbonatmineraler, t ex kalksten och dolomit. Koldioxid är kemiskt inaktiv i atmosfären vilket betyder att det inte finns några egentliga atmosfäriska sänkor.

Koldioxidkoncentrationen i atmosfären ökar med ca 0,4 % per år. Koncentrationen uppgår idag till ca 345 ppm. I mitten av förra århundradet var koncentrationen mellan 265 och 285 ppm. De viktigaste orsakerna till dessa förändringar är förbränning av fossila bränslen samt skogsavverkning.

Energianvändningen i världen (1986) fördelas på kol 24 %, olja 41 %, naturgas 17 %, vattenkraft 2 %, kärnkraft 2 % samt biobränslen 15 %. Världens nuvarande energikonsumtion täcks således till 80 % av fossila bränslen. Den årliga emissionen av koldioxid från förbränning av kol, olja och gas har uppskattats till totalt 5,1 GtC per år (GtC = 10^9 ton kol). Uppskattningarna avseende bidraget från skogsavverkning är osäkra. Avverkning av bl a den tropiska regnskogen och förändrad markanvändning beräknas leda till koldioxidutsläpp motsvarande mellan 0,8 och 2,4 GtC per år. Andra källor är cementtillverkning, som bidrar med ca 0,5 GtC per år.

Utsläppen av koldioxid i Sverige har beräknats av naturvårdsverket tabell 2. (I beräkningarna ingår inte förbränning av biobränslen.) De totala utsläppen beräknas till ca 17 miljoner ton per år. Det motsvarar ungefär 0,2 % av de antropogena utsläppen i världen.

Tabell 2.

Källa	Milj ton C/år
Mobila källor	6.1
Industrins förbränning	3.9
Fjärrvärme och el- produktion	2.7
Bostäder och service	3.4
Industrins processer	0.7
Summa	16.8

Utsläppen av koldioxid är relaterade till bränslenas kemiska sammansättning. Räknat som gram CO_2/MJ är utsläppen från förbränning av naturgas 51 g, olja 78 g, kol 92 g, torv 95 g samt deponigas 95 g. En övergång från kol- och oljeeldning till naturgas skulle således minska koldioxidutsläppen. Om all kol- och oljeeldning hypotetiskt skulle ersättas med naturgas minskar koldioxidutsläppen med ca 30 %. Modellberäkningar antyder att en sådan åtgärd skulle minska temperaturstegringen mellan åren 1988 och 2030 med ca 0,3°C (Bolin).

Frågan om hur klimatet skulle påverkas av en snabb kärnkraftavveckling har studerats av Meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet (Rodhe). Modellberäkningar visa att en omedelbar övergång från kärnkraft till kolkondenskraft skulle få mycket liten effekt på klimatet i Sverige och världen. Bara en tusendels grads förhöjning av medeltemperaturen år 2010. Om hela världens kärnkraft snabbavvecklas samt en tänkt framtida satsning på kärnkraft uteblir och ersätts med koleldning skulle troligen den globala medeltemperatur år 2025 ha ökat med ca 0,1°C.

Klorfluorkolväten används i många olika sammanhang bl a för rengöring, som arbetsmedia i kylskåp och värmepumpar, vid tillverkning av skumplast och som drivgas i sprayflaskor. Koncentrationen av CFC i atmosfären har ökat och var för de två CFC-föreningarna CFC-11 och CFC-12 år 1985 ca 0,22 ppb respektive 0,39 ppb. Ökningstakten är 5-6 % per år, men väntas minska som ett resultat av överenskommelsen om en internationell begränsning.

Metan bildas naturligt genom olika biologiska processer. De antopogena utsläppen har dock ökat kraftigt. Mätningar gjorda i isprover visar att koncentrationen av metan i atmosfären har ökat exponentiellt från 0,7 ppm under 1700-talet till ca 1,6 ppm idag. Livslängden för metan i atmosfären uppskattas till ca 10 år.

De huvudsakliga källorna till metan är djurhushållning, risodling, naturliga sumpmarker, biomassabränder, fyllnadsmassa, deponier samt utvinning av gas och kol. Uppskattningarna avseende de enskilda bidragen är osäkra. Risodling bedöms vara en betydande källa. Ungefär 10 % kan härröra från gas och kolutvinning. Möjligheterna att minska metanutsläppen är begränsade eftersom utsläppen i hög grad hänger samman med befolkningstillväxten. Utsläppen i samband med naturgasutvinning och från deponier skulle dock i viss utsträckning kunna kontrolleras.

Lustgas påverkar liksom klorfluorkolväten både jordens värmebalans och ozonskiktet i statosfären. Lustgas förekommer naturligt och bildas genom biologiska processer i mark och hav. På senare tid har man uppmärksammat att koncentrationen i atmosfären ökat. De globala utsläppen av lustgas beräknas idag till mellan 9 och 22 miljoner ton kväve (N) per år. De naturliga utsläppen bedöms uppgå till 5-13 miljoner ton och de antropogena till 4-10 miljoner ton årligen. De antropogena utsläppen härrör från förbränning av fossila bränslen, biomassabränder, omvandling av land till jordbruksmark samt konstgödning. Utsläppen från fossileldning har tidigare bedömts vara betydande. Dessa bedömningar börjar nu ifrågasättas sedan man konstaterat felaktigheter i utsläppsmätningarna.

Koncentrationen av lustgas i atmosfären ökar med ca 0,3 % per år. Vid mitten av 1800-talet beräknas halten har varit omkring 280 ppb. År 1960 hade koncentrationen ökat till 290 ppb. Nivån idag ligger strax över 300 ppb.

Lustgas är en stabil förening. Till skillnad från NO och NO_2 har lustgas en förmåga att tränga upp i stratosfären. Beräkningar tyder på att 5 % av lustgasutsläppen når stratosfären. Livslängden i atmosfären är lång, omkring 100 år.

I stratosfären fotooxideras N_2O med fria syreradikaler och bildar NO, som i sin tur sönderdelar ozon. Reaktionen bildar ett kretslopp där ozon bryts ned till vanliga syremolekyler utan att kväveoxiden förbrukas. Modellberäkningar indikerar att en fortsatt ökning av lustgaskoncentrationen i atmosfären kommer att leda till att ozonskiktet minskar med 1,5 % under en femtioårsperiod.

Mätningar gjorda i Sverige (IVL) 1988 visar att utsläppen av lustgas kan bli stora vid förbränning i fluidiserade bäddar, ungefär 5 gånger högre än vid förbränning i andra typer av anläggningar.

Ungefär 10 % av atmosfärens ozon finns i troposfären. Under naturliga förhållanden bildas ozon i de högre luftlagren för att transporteras ned till jordytan och där sönderdelas. Koncentrationen av ozon i troposfären ökar idag till följd av komplicerade atmosfärskemiska reaktioner där kolväten, kväveoxider och kolmonoxid ingår. Koncentrationen av ozon i troposfären beräknas öka med 0,25 % per år.

Handlingslinjer inför framtiden

Det finns, som redan framgått en lång rad olika orsaker till att koncentrationen av klimatpåverkande gaser ökar i atmosfären. Bidragande orsaker är bl a det moderna samhällets behov av energi, befolkningstillväxten, förändrad markanvändning och en ohämmad skogsavverkning. Utsläppen av klimatpåverkade gaser är f n så stora att en förändring i jordens värmebalans förefaller oundviklig. Det är inte heller sannolikt att utsläppen av koldioxid och vissa andra spårgaser på kort tid kommer att kunna skäras ned i någon väsentlig omfattning.

Handlingsalternativen inför framtiden består både av anpassning till de förändringar som kan komma och kraftfulla åtgärder för att successivt skära ned de antropogena utsläppen av klimatpåverkade gaser. I båda fallen kommer de åtgärder som måste vidtas att bli mycket kostsamma.

En anpassning till förändringar i klimatet och havsnivån omfattar en lång rad åtgärder. Det kan röra sig om tekniska åtgärder för att skydda kuster och landområden, byggande av bevattningsanläggningar och förändringar i infrastrukturen. Det kan också röra sig om förändringar i jordbruks- och skogsproduktionen, övergång till andra grödor etc. I värsta fall kan befolkningsomflyttningar bli nödvändiga. Exakt vilka åtgärder som är aktuella och när dessa måste vidtas kan inte anges i dag.

Frågan om en begränsning av utsläppen av klimatpåverkande gaser börjar nu diskuteras även utanför en mer vetenskaplig krets. Politiska beslut har fattats. Internationellt har överenskommelse träffats om begränsning av användningen av klorfluorkolväten. Sverige har i detta avseende gått längre. I Sverige har riksdagen också nyligen uttalat att utsläppen av koldioxid inte bör öka över dagens nivå. Ett program skall utarbetas för att minska utsläppen till den nivå som naturen tål. Regeringen har aviserat om avgifter på koldioxidutsläpp.

I vissa vetenskapliga arbeten har man försökt uppskatta vilka utsläppsbegränsningar som är nödvändiga för att temperaturökningen inte skall överstiga en viss nivå (Beijerinstitutet). Ansträngningar att begränsa temperaturökningen till under 0,1 °C per årtionde omfattar åtgärder riktade både mot utsläppen av koldioxid och övriga växthusgaser. För att nå en sådan begränsning måste utsläppen skäras ned med upp mot två tredjedelar. Utsläppen av koldioxid från förbränning skulle troligen behöva minskas från dagens 5 GtC till 2 GtC per år.

Realismen i de bedömningar som görs beträffande möjligheterna att minska utsläppen och därmed mildra klimateffekterna är långt ifrån självklar. Tekniska, ekonomiska, sociala och politiska faktorer kommer att avgöra hur långt man i praktiken når. Uppenbart är dock att forskning och teknisk utveckling inom energiområdet har en nyckelroll i detta sammanhang.

Det mesta tyder på att fossila bränslen kommer att finnas kvar i de internationella energisystemen under lång tid. Frågan om utveckling av effektivare elproduktionsprocesser och energisnålare teknik får därvid särskild betydelse. På längre sikt kan alternativa elproduktionsprocesser baserade på förnybara energikällor och övergång till bränslen som inte ger något nettotillskott av koldioxid få stor betydelse.

Energiforskningens nuvarande omfattning och inriktning

I det följande görs en genomgång av verkets energiforskning med utgångspunkt från klimatfrågorna.

Forskningsinsatserna inom statens energiverks ansvarsområde beräknas för perioden 1987-1990 komma att få en omfattning motsvarande ca 470 miljoner kronor. Verksamheten är indelad i 15 teknikområden på följande sätt.

Trädbränslen	40 Mkr
Torvbränslen	40
Energiodling	50
Kol	10
Alternativa drivmedel	15
Förbränningsteknik	110
Förgasningsteknik	40
Fjärrvärmeteknik	25
Värmelagring, sol	10
Geotermi	5
Värmepumpsteknik	20
Naturgasdistribution och lagring	10
Värmekraftteknik	25
Vindkraftteknik	45
Nya processer för elproduktion	23
Summa ca	470 Mkr

Ungefär hälften av dessa insatser avser forskning och utveckling inom sådana energitillförselområden som inte ger något nettotillskott av koldioxid. Även forskningen inom övriga områden har i ett eller annat avseende betydelse för klimatfrågorna, eftersom forskningen huvudsakligen är inriktad mot att öka energieffektiviteten, underlätta övergången till bränslen som är fördelaktiga ur koldioxidsynpunkt (biobränslen, naturgas) samt mot att minska utsläppen av olika föroreningar bl a vissa klimatpåverkade spårgaser.

Bränslerelaterad forskning

Forskningen om trädbränslen och energiskog är bl a inriktad mot de långsiktiga ekologiska förutsättningarna för trädbränsleuttag från skogen, studier av miljöeffekterna vid energiskogsodling, studier av odlingsmaterial och odlingsmetoder, systematisk växtförädling samt teknisk utveckling av processer och maskiner för bl a skörd, torkning, lagring etc. Vad avser energigrödor är i första hand forskningen inriktad mot halm. Förbränning av trädbränslen, energiskog och energigrödor ger ingen nettoökning av koldioxidkoncentrationen i atmosfären under förutsättning att energiuttaget inte är större än återväxten.

De statliga forsknings- och utvecklingsinsatserna inom torvområdet har varit betydande. Förutom teknikutvecklingsinsatser har efterhand också grundläggande kunskapsutveckling finansierats. I dag är forskningen i första hand inriktad mot kunskapsutveckling kring torvbrytning, torvavvattning, studier av torvens materialegenskaper för att möjliggöra utveckling av bättre torvbränslen samt teknisk utveckling avseende brytningsmetoder och bränsleberedning.

Kolpulvertekniken är kommersiellt etablerad i Sverige och i huvudsak baserad på importerad teknik. Den statligt finansierade forskningen inom kolområdet har varit inriktad mot att bygga upp kompetensen i landet vad gäller karaktärisering av kol, utveckla kol-vattenblandningar samt deltagande i internationell utvecklings- och testverksamhet. Under innevarande programperiod är verksamheten inriktad mot att klarlägga mekanismerna och sambanden mellan bränsleegenskaper och bildningen och kontrollen av föroreningar. Totalt utgör kolbränsleforskningen ca 2 % av verkets sammanlagda forskningsbudget.

Etanolproduktionen ur spannmål och andra jordbruksprodukter kan ske med etablerad teknik. Forskningen inom verkets ansvarsområde är i huvudsak inriktad mot etanolproduktion genom hydrolys av cellulosa och efterföljande jäsning av socker. Här finnas en potential för både teknisk och ekonomisk utveckling. En successiv övergång från fossila drivmedel till alternativa drivmedel producerade ur biobränslen kan på sikt få viss betydelse.

Förbränning och förgasning

Förbrännings- och förgasningsforskningen omfattar grundläggande naturvetenskaplig förbrännings- och förgasningsforskning, katalysforskning samt miljö- och teknikrelaterad forskning. Den grundläggande naturvetenskapliga forskningen är inriktad mot att skapa förståelse rörande pyrolys- och förbränningsförloppet på atomär och molekylär nivå, studier av reaktionskinetiken samt energi- och masstransporter, modellering av kemiska och fysikaliska förlopp etc. Kunskaperna är ofta av allmängiltig natur och tillämpbara på ett flertal tekniker och bränslen. En inte oväsentlig del av den grundläggande förbränningsforskningen utgår dock från studier av metan som modellbränsle. Naturgasen får därmed en något framskjuten ställning.

Katalytiska fenomen är av stor betydelse för möjligheterna att selektivt och nyanserat styra in kemiska reaktioner på vägar som leder till bestämda slutprodukter och gör att oönskade biprodukter t ex miljöföroreningar undviks. Den forskning som statens energiverk stöder är dels av grundläggande förståelsekaraktär, dels inriktad mot både grundläggande och tillämpad forskning rörande katalytisk reduktion av i första hand kväveoxider. Vidare kan forskning som berör katalytisk reduktion av svaveloxider och katalytisk förbränning förutses.

Vikten av att förbränningen sker på ett miljöriktigt sätt är uppenbar. Utsläppen av bl a svavel- och kväveoxider, kvicksilver, kolväten av olika slag t ex klorerade kolväten (dioxiner etc) kan orsaka allvarliga skador i miljön och påverka människors hälsa. Flera av dessa föroreningar ingår dessutom i komplicerade atmosfärskemiska reaktionsförlopp som leder till bildning av sekundära föroreningar. För att utsläppen skall kunna begränsas påtagligt krävs en bättre förståelse rörande reaktionsmekanismerna och kinetiken i samband med bildning, omvandling och nedbrytning av olika föreningar i förbränningsprocessen och i rökgasreningssystem.

Miljöfrågorna har en klar dominans i verkets forskningsprogram. Särskild tonvikt har lagts vid forskning som syftar till att begränsa utsläppen av kväveoxider, svaveloxider samt föroreningar förknippade med avfallsförbränning. Under senare tid har speciell uppmärksamhet riktats mot frågan om bildning av lustgas vid förbränning. Flera forskningprojekt har inletts inom detta område, i första hand med inriktning mot fluidiserade bäddar.

Den tekniska forskningen och utvecklingen avseende olika förbränningstekniker drivs i huvudsak fram av kraven på att kunna elda olika bränslen på ett miljöriktigt sätt.

Förbränningsforskningen omfattar olika bränslen och förbränningstekniker. Kol har hittills intagit en förhållandevis stark ställning, men forskningen har primärt varit inriktad mot begränsning av utsläppen av svaveloxider. Ett undantag utgör verkets stöd till forskningen som syftar till en vidareutveckling av trycksatt fluidiserad förbränning (PFBC).

PFBC-tekniken är i första hand anpassad till kol. Andra bränslen är knappast aktuella i de koncept som nu utvecklas och studeras inom industrin. Motivet för fortsatt stöd till forskning och teknikutveckling är att nästa generation PFBC med delförgasning möjliggör kolbaserad elproduktion med hög elverkningsgrad (upp mot 50%) samt att det finns en stark svensk industri som är teknikledande. Internationellt är kolbaserad elproduktion en av de dominerande produktionsformerna för el. Mycket pekar på att kolet även i ett längre perspektiv kommer att inta en stark ställning. Möjligheterna att producera el med hög verkningsgrad blir i det sammanhanget en väsentlig fråga bl a från klimatsynpunkt.

Rökgaskondensering har idag viss prioritet inom förbränningsforskningen. Tekniken är aktuell vid förbränning av fuktiga bränslen eller bränslen med hög andel väte (t ex naturgas) i samband med värmeproduktion. Genom att kondensera vattnet i rökgaserna och ta till vara energin som frigörs kan totala verkningsgraden förbättras påtagligt. Rökgaskondensering erbjuder således en möjlighet att minska bränsleåtgången och därmed också utsläppen av föroreningar.

Förgasning för omvandling av fasta material till gasformiga och vätskeformiga är en gammal teknik, som i samband med oljeprishöjningarna under 1970-talet fick förnyad aktualitet. Förgasningstekniken har dock haft svårt att visa sin tekniska och ekonomiska konkurrenskraft gentemot andra etablerade processer. I samband med elgenerering och andra industriella processer kan såväl prestanda som kostnader komma att bli fördelaktiga. Vid produktion av kraftvärme baserat på fasta bränslen, t ex biobränslen ger förgasningsprocessen möjligheter till höga elverkningsgrader i system utformade som kombinerade cykler. Från miljösynpunkt erbjuder förgasning också betydande fördelar.

Även om förgasningtekniken tillämpats sedan länge är de grundläggande reaktionssambanden fortfarande okända. Detta har motiverat förhållandevis stora insatser från verkets sida. Avsikten är att ta fram underlag som möjliggör en vidare utveckling där förgasningens potential till fullo kan utnyttjas. I detta arbete ingår bl a studier av gasrening och tjärnedbrytning vilket har betydelse för möjligheterna att producera el i gasmotorer. Sammantaget är forskningen inom förgasningsprogrammet huvudsakligen inriktad mot grundläggande forskning och teknisk utveckling av generell karaktär. Det finns också en tydlig markering av inriktningen mot inhemska bränslen och avfall. Kol spelar en underordnad roll.

El-och värmeteknik

Inom kunskapsområdet värmeteknik behandlas frågor som rör produktion, lagring och distribution av värme. De teknikområden som ingår är fjärrvärme, geotermi, solvärme, värmelagring, värmepumpteknik samt naturgasdistribution och naturgaslagring. Samtliga dessa områden har på ett eller annat sätt betydelse för möjligheterna att minska utsläppen av klimatpåverkande gaser. Störst betydelse på kort sikt har insatserna som omfattar värmepumpar och naturgas. På längre sikt kan solvärme och geotermi komma att få viss betydelse i det svenska energisystemet.

Inom värmepumpområdet behandlas allmän värmepumpteknik, alternativa processer och arbetsmedier. I huvudsak syftar insatserna till effektivisering av befintlig värmepumpteknik och utveckling av icke eldrivna värmepumpar samt nya miljövänliga medier. Särskilt den sista frågan har hög prioritet.

De utvecklingsfrågor som är aktuella inom fjärrvärmeområdet rör i huvudsak systemteknik, distributionsteknik samt abonnent- och mätteknik. Insatserna inom området syftar till att dels effektivisera befintlig teknik, dels utveckla nya system och komponenter.

Forskningen avseende geotermi behandlar HDR- och krosszonteknikerna samt djupborrning i sedimentära lager. Syftet är, förutom att åstadkomma en långsiktig kunskapsuppbyggnad, att få fram ett underlag för bedömning av potentialen inom uppvärmningsområdet.

Inom solvärmeområdet behandlas system-, komponent- och mättekniska frågor. Inom lagringsområdet behandlas i huvudsak termohydrauliska frågor. Insatserna inom dessa områden är i huvudsak av karaktären långsiktig kunskapsuppbyggnad.

Forskningen rörande naturgas är inriktad mot system- och distributionsteknik, mättekniska frågor samt lagerteknik. Insatserna har i huvudsak karaktären av långsiktig kunskapsuppbyggnad.

Värmekraft/kraftvärmeforskningen omfattar produktion av elkraft eller kombinerad el och värme ur bränslen med termiska processer. Målet är att utveckla kunskapen om sådan ny teknik för elproduktion, som kan främja omställningen av elsystemet vid kärnkraftsavvecklingen och skapa tekniska förutsättningar för att minska miljöpåverkan. Kraftvärmeteknik och användning av inhemska bränslen för elproduktion betonas. Forskning med inriktning mot användning av naturgas för elproduktion har startat under innevarande treårsperiod och kommer att utvecklas ytterligare. Sammantaget omfattar forskningen bl a studier av turbulent strömning och värmeöverföring i turbiner, högtemperaturmaterial, särskilt keramer, reglering av energisystem samt integration av ny elproduktion i elsystemet.

Området nya processer för elproduktion avser teknik som befinner sig tidigt i utvecklingskedjan och som först på längre sikt kan få betydelse. Verket stöder idag insatser rörande bränsleceller, solceller, termisk solkraft, vågkraft, termojonomvandling, MHD och vissa övriga tekniker.

Tyngdpunkten i verkets satsningar rörande nya processer ligger inom området bränsleceller. Sverige har här en lång tradition. Såväl staten som industrin har stött utvecklingen, främst inom alkalicellområdet. Bränslecelltekniken för kraft- och kraftvärmeproduktion erbjuder intressanta möjligheter i framtiden. Naturgas är ett lämpligt bränsle. Miljöegenskaperna är fördelaktiga och elverkningsgraden hög. Moduluppbyggnad möjliggör att anläggningar för t ex naturgas kan uppföras i ett brett effektintervall, 10 kW-10 MW, vilket är gynnsamt för småskalig kraftvärme.

Ett tioårigt statligt engagemang i utveckling och utvärdering av stora vindkraftaggregat har lett till att Sverige har god kompetens inom området. Forskningen syftar till att bl a förbättra kunskaperna rörande beräkningsmodeller, aerodynamiken, materialhållfasthet samt att stärka den industiella kompetensen för att upphandla, konstruera, tillverka och driva stora vindkraftsverk. I verksamheten ingår stöd till fortsatt aggregatutveckling.

Viss förstärkning av energiforskningen med anknytning till klimatfrågor

Utgångspunkter

Det svenska energisystemet står inför betydande strukturförändringar. Inriktningen är klart uttalad, men vi känner inte den framtida utformningen i detalj. Flera faktorer kommer att bli styrande för utvecklingen. Dessa griper in i varandra, samverkar och motverkar, kan ibland förutsägas men inträffar många gånger oväntat.

Avvecklingen av kärnkraften kommer utan tvekan att få genomgripande konsekvenser. Andra viktiga faktorer för energisystemets utformning i början av 2000-talet är bl a energianvändningens utveckling, kraven på frysning (och eventuell framtida reduktion) av koldioxidutsläppen, kraven på reduktion av emissionerna av svavel- och kväveoxider och andra miljöstörande ämnen, strävandena att begränsa användningen av kol (och olja), introduktionen av naturgas, kostnadsutvecklingen vad gäller inhemska bränslen och importbränslen.

Energiforskningen syftar till att skapa förutsättningar för en vidare utveckling mot ett energieffektivare och miljövänligare energisystem, med beaktande av de ovannämnda aspekterna. I den forskning som energiverket stöder ges särskild tyngd åt insatser rörande biobränslen, miljövänlig förbränning och ny elproduktionsteknik. Frågan om begränsning av klimatpåverkande gaser är inte särskilt väl uttalad i energiverkets nuvarande program men den faktiska verksamheten är till betydande del inriktad mot sådana frågor.

Det gäller såväl forskningen som riktas mot specifika klimatpåverkade gaser, t ex N_2O och CFC till inriktningen av hela forskningsprogram. Exempel på det senare är programmen om trädbränslen, energiodling och vindkraft.

I detta sammanhang kan det också finnas skäl att nämna teknikupphandlingsprogrammet som nyligen introducerats. Inom programmet skall eleffektiva och elersättande produkter demonstreras. Utvecklingen av sådan teknik har på sikt direkt betydelse för möjligheterna att begränsa utsläppen av koldioxid.

Även om energiforskningen under innevarande period i huvudsak tillgodoser behovet av insatser rörande både de kort- och långsiktiga miljöfrågorna, så kan det finnas skäl att i vissa avseenden tydligare markera inriktningen mot klimatpåverkade gaser. I planeringen betyder det viss betoning av sådan forskning som syftar till:

- Utveckling av energieffektivare el- och värmeproduktionsprocesser

- Utveckling av (bränsle- och) elsnålare teknik
- Utveckling av elproducerande processer baserade på förnybara energikällor
- Produktion av bränslen som inte leder till en ökning av koldioxidkoncentrationen
- Underlätta övergången till bränslen som ger små eller inga utsläpp av koldioxid eller andra klimatpåverkade spårgaser
- Utveckling av reningsteknik etc

Övergången och anpassningen till nya energiproduktionsprocesser och energisystem måste ske successivt. Ett viktigt led i en mer långsiktig lösning blir i detta perspektiv att vinna tid och skapa handlingsfrihet. Detta kan åstadkommas genom att mer kraftfulla åtgärder vidtas vad gäller begränsningen av andra klimatpåverkade gaser än koldioxid. En sådan strategi bör komma till uttryck i forskningsprogrammet.

Vissa insatser inom det nuvarande forskningsprogrammet kan ifrågasättas mot bakgrund av klimatfrågorna. Det gäller speciellt viss forskning inom kolområdet (programmet kolbränslen). Vidare förefaller den ganska omfattande satsningen på torvbränslen inte lika självklar i ett långsiktigt miljöperspektiv.

Biobränslen

Användningen av skogsbränslen exkl avlutar uppgår till 34 TWh per år. Taket för användningen ligger mellan 50-70 TWh med de rekommendationer som finns för materialuttag ur skogen. En ökad användning är möjlig i värmeverk och på något längre sikt i samband med ny elproduktion. Tekniken att ta om hand och producera energi från skogsbränslen finns i stor utsträckning redan. En fortsatt ökad användning hämmas idag i första hand av konkurrensen gentemot andra bränslen, snarare än av bristen på teknik.

Den statligt finansierade forskningen inom trädbränsleområdet är betydande. Det förefaller mindre sannolikt att en forcering av forskningsinsatserna i dessa avseenden kommer att få någon avgörande betydelse för trädbränslenas konkurrenskraft på kort sikt. Däremot framstår prototyp- och demonstrationsinsatser rörande olika processer och systemlösningar som viktiga för att skapa en bas för en framtida utökad användning.

Bioenergipotentialen för svensk skogsmark uppges vara minst tre gånger större än vad nuvarande skogsproduktion antyder (Axelsson). Frågan om maximal produktion för gran, tall och björk och de ekologiska effekterna av ökad produktion blir på sikt viktig och bör tydligare komma till uttryck i den långsiktiga forskningen. Ökad biomassaproduktion är dessutom inte bara betydelsefull med hänsyn till att mängden biobränslen ökar (och kostnaderna kanske minskar) utan innebär samtidigt att en större andel koldioxid i atmosfären kan bindas i organiskt material. Ökningen har även en industripolitisk betydelse.

Odling av energiskog kan ses som en av de mer långtgående utvecklingslinjerna vad gäller möjligheterna att i Sverige begränsa utsläppen av koldioxid vid energiproduktion baserad på förbränning eller förgasning. Forskningen och utvecklingen har sedan 10 år varit tämligen intensiv. De kunskaper och erfarenheter som kommit fram är så goda att praktiskt inriktade odlingsförsök på jordbruksmark har kunnat påbörjas.

Kostnaderna för att framställa energiskogsbränslen är idag jämförbara med trädbränslen. Konkurrenssituationen är därmed svår både gentemot andra trädbränslen men framför allt gentemot fossila bränslen. Den framtida marknaden för energiskog bestäms av flera faktorer som möjligheten att pressa ned produktionskostnaderna, tillgången på åkermark, samt avkastningen per hektar.

Produktionen vid praktisk energiskogsodling på åkermark brukar anges till 12 ton TS (torrsubstans) per hektar och år vilket motsvarar ca 6 TWh per 100 000 hektar. Genom vidare förädling bedöms det vara möjligt att inom loppet av 5 till 10 år öka avkastningen till ca 15 ton TS per hektar och år, vilket anses medföra en kostnadsreduktion med mellan 5 och 10 %. På kort sikt förefaller dock de största kostnadsbesparingarna kunna göras genom en vidarutveckling av maskinparken. Besparingar på ca 20 % har angetts.

Frågan vad gäller den kortsiktiga forskningen inom energiskogsområdet blir därför närmast att åstadkomma en god avvägning mellan växtförädlingsforskning, miljöforskning och vidareutveckling och demonstration av teknisk utrustning. Svårigheten ligger i att få till stånd utveckling och demonstration med tillräckligt företagsengagemang vad gäller maskinsystem i tider med liten efterfrågan.

I ett längre perspektiv kan möjligheterna att väsentligt öka avkastningen vid odling av energiskog få stor betydelse. Laboratorieodlingar med optimerad närings- och vattentillförsel visar att det med dagens arter finns teoretiska möjligheter att öka avkastningen upp emot 35 ton TS per hektar och år. Fotosyntesprocessens begränsning ligger vid ännu högre avkastning. Allmänt sett bedrivs både i Sverig och internationellt omfattade kunskapsuppbyggande forskning bl a vad gäller fotosyntesprocessen men också inom genteknikområdet. Verkets stöd till sådan forskning har hittills varit blygsam, men forskningsområdena framstår som allt viktigare. Av särskilt intresse blir forskningen med inriktning mot naturlig kvävefixering hos olika arter av energiskog. Andra viktiga forskningsområden kan vara genteknisk forskning i syfte att föra över tillväxtegenskaper eller resistens mot skadedjur till ett visst växtslag.

Under en tioårsperiod har en lång rad olika jordbruksgrödor undersökts med tanke på användningen som bränsle. Slutsatsen är att det bland dessa bara är halm som kan hävda sig som ett konkurrenskraftigt bränsle.

Man beräknar att halmbränslen motsvarande cirka 2 TWh/år skulle vara möjlig att ta ut idag till ett pris som kan konkurrera med övriga inhemska bränslen. Uppskattningar avseende mängden halm som teoretiskt kan tas tillvara för energiändamål tyder på en potential motsvarande 10 TWh per år. Möjligheterna att utnyttja halmen begränsas dock av att upptagningsområdet inte får vara för stort med hänsyn till transportkostnaderna. Ny teknik för bärgning och balning kan komma att minska produktionskostnaderna och medge större upptagningsområden. Den forskning som staten energiverk stöder är inriktad mot teknisk utveckling och systemfrågor med beaktande av dessa aspekter. Någon förändring av denna inriktning eller förstärkning av insatserna förefaller inte motiverad.

De mobila källorna i Sverige svarade år 1987 för ca 35 % av de totala utsläppen av koldioxid i landet. Frågan om alternativa drivmedel kan i detta perspektiv på sikt komma att få ökad betydelse. Någon produktion av alternativa drivmedel pågår inte i Sverige. En försöksverksamhet med tillverkning av etanol ur jordbruksprodukter har genomförts. Utvärderingar av produktionskostnaderna för framställning av metanol och etanol ur svenska råvaror visar högre kostnader än internationellt tillgängliga produkter. Grundläggande forskning pågår för att förbättra tekniken baserad på etanolproduktion från cellulosa, i första hand för att utveckla pentosjäsningen och för att effektivisera hydrolysen. Sverige intar här en ledande ställning. Det är tveksamt om en förstärkning av forskningsresurserna inom detta område på ett påtagligt sätt skulle påskynda utvecklingen.

Förbränning och förgasning

Försurningsskadorna till följd av utsläpp av bl a svavel och kväveoxider har varit kända länge. Under senare år har man uppmärksammat att kväveoxider även i andra avseenden kan påverka miljön. Bl a diskuteras kväveoxidernas bidrag till den ökade eutrofieringen (övergödningen). Kväveoxiderna deltar också i komplicerade atmosfärskemiska reaktioner tillsammans med kolväten, vilket leder till en nettoproduktion av fotokemiska oxidanter, bl a ozon.

Utsläppen av lustgas (N_2O) har fått stor uppmärksamhet. Den koncentrationsökning av lustgas som uppmätts i atmosfären kan emellertid inte helt förklaras på basis av kända utsläppskällor. Det finns misstankar om att svavel- och kväveoxider kan samverka i atmosfärskemiska reaktioner som leder till en produktion av lustgas.

Samtliga dessa förhållanden understyker vikten av att forskningen rörande svavel- och kväveoxider behåller en stark ställning i forskningsprogrammet. Någon omfattande utökning av verksamheten förefaller dock inte motiverad och begränsas dessutom av tillgången på forskare. Forskningen som rör processer för samtidig avskiljning av svavel- och kväveoxider, samt additiv för reduktion av kväveoxider bör dock förstärkas.

Kolvätenas roll i samband med bildningen av marknära ozon liksom frågan om utsläpp av metan leder blicken mot småskalig förbränning och avfallsdeponering. Av de antropogena utsläppen av kolväten, exkl metan i Sverige uppskattas ca 15 % komma från småskalig förbränning. Hur stor andel av metangasutsläppen i Sverige som härrör från energisektorn och från avfallsdeponier är däremot oklart. Av flera skäl bör utsläppen av kolväten från småskalig förbränning minskas samt metangasen från avfallsdeponier tas om hand. Frågan om klimatförändringar understryker ytterligare detta behov. Vad avser småskalig förbränning är flera utvecklingslinjer av intresse. Det gäller bl a studier av katalytisk rening/oxidation av oförbrända kolväten liksom systemstudier rörande bl a ackumulatorer.

Metan från avfallsdeponier kan användas för elproduktion i gasmotorer. Här blir frågor om motorernas livslängd och prestanda, eventuell gasrening samt systemkombinationer avseende kombinerad el- och värmeproduktion av intresse.

Naturgas kan ersätta andra fossila bränslen som ger större utsläpp av koldioxid. Introduktionen av naturgas i Sverige har redan inletts och gasens marknadsandel väntas öka. Det finns betydande kunskaper utomlands och det pågår också internationellt omfattande forskning när det gäller utformningen av naturgasbrännare bl a med inriktning mot att begränsa utsläppen av kväveoxider. En viktig uppgift är att ta del av detta kunnande och bygga upp svenska erfarenheter. På kort sikt finns därför behov av att prova olika förbränningstekniska koncept och systemlösningar. Huvudansvaret för att sådan provning kommer till stånd vilar i först hand på gasbranschen, anläggningsägarna och industrin, men vissa statliga insatser inom ramen för energiteknikfonden kan också komma i fråga. De statliga forskningsanslagen bör huvudsakligen riktas mot insatser som syftar till mer långsiktig teknikutveckling. Exempel på sådana forskningsområden som kan behöva viss förstärkning är katalytisk förbränning, utveckling av keramiska brännare samt vidare utveckling av låg-NO_x-tekniken.

Utomlands har möjligheterna att avskilja den koldioxid som bildas vid förbränning tilldragits ökad uppmärksamhet och därmed förenkla omhändertagandet. Försöken har bl a inriktats mot att ersätta förbränningsluften med en blandning av CO_2/O_2 för att därigenom få rökgaser bestående av enbart koldioxid och därmed förenkla omhändertagandet. En del av den bildade koldioxiden recirkuleras i förbränningsprocessen och resten avskiljs för omhändertagande på något sätt. Vid praktiska försök i små koleldade anläggningar har man lyckats uppnå 95 % koldioxidkoncentration i rökgasen.

Olika möjligheter att ta om hand den avskiljda koldioxiden har föreslagits. Tänkbara alternativ är deponering i saltgruvor, haven eller oljekällor. Kostnaderna för att avskilja och deponera koldioxid uppges fördubbla kostnaderna för kraftproduktion (Steinberg).

Haven utgör en potentiell reservoar för deponering av koldioxid. Koldioxiden kan t ex transporteras i flytande form i rör och deponeras på djup större än 3000 meter. På sådana djup kommer koldioxiden att av sig själv sjunka till botten. En annan möjlighet som diskuteras är att lösa koldioxiden i haven på 500 meters djup. Investeringskostnaderna för att avskilja och deponera koldioxid i havet har för en 100 MW anläggning i USA uppskattats till ca 6 000 kr/kW. Energiförbrukningen i anläggningen väntas öka med 17-18 procent.

I länder med olje- och naturgastillgångar kan koldioxid användas för att öka utvinningen genom att koldioxiden pumpas ned i källorna. Koldioxiden som bildas vid förbränning har dock betydligt större volym än det ursprungliga bränslet och potentialen för att på detta sätt ta hand om koldioxiden är begränsad.

En alternativ metod att ta omhand koldioxid är att binda koldioxid i olika absorbenter. Sorbenter, som olika aminer och kalciumkarbonat kan vara aktuella och studeras nu bl a i USA.

Sammantaget kan konstateras att det i princip redan idag är tekniskt möjligt att avskilja koldioxid vid förbränning, även om den tekniska utvecklingen än så länge befinner sig på forsknings- och pilotstadiet. Potentialen för att utveckla nya koncept, kanske trycksatt förbränning, nya additiv etc är sannolikt stor. Den principiellt viktiga frågan i sammanhanget är dock om koldioxidrening över huvud taget kan bli ekonomiskt konkurrenskraftig och miljömässigt acceptabelt i Sverige. Alternativ till rening är övergång till biobränslen. Miljöeffekterna vid deponering av koldioxid i svenska vatten är dessutom långt ifrån klarlagda, men med största sannolikhet kommer det biologiska livet i haven att påverkas.

Dessa frågor har också betydelse för om energiforskningsmedel skall anslås till forskning inom området. Underlaget för ett ställningstagande både vad gäller foskningens omfattning och inrikning saknas dock f n. I ett inledande skede bör därför närmare belysas olika systemlösningar, möjliga tekniska utföranden, ekonomiska konkurrenskraften gentemot andra alternativ, miljöeffekter etc. Detta kan göras som ett forskningsprojekt vid en högskola där också internationell teknikbeskrivning kan ingå som uppgift.

Som helhet förefaller både förbrännings- och förgasningsprogrammet ganska väl avvägt också med hänsyn till de långsiktiga klimatfrågorna. Biobränslen kan dock behöva få en tydligare markering i forskningen. Det gäller både i satningarna inom området fluidiserad förbränning och småskalig förbränning samt utvecklingen av förgasningsteknik för elproduktion. Trycksatt förgasning kan komma att få förnyad aktualitet i elproduktionssammanhang.

El- och värmeteknik

Inom rubriken nya processer för elproduktion ryms bl a tekniker som bränsleceller, solenergi, MHD, ORC och vätgasanvändning. Vidare ingår effektiviseringsåtgärder i energisystemet, lastanpassning, supraledning, ny energilagringsteknik, etc. Gemensamt för dessa områden är att tekniken befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede och först på sikt kan komma att få betydelse för svensk energiförsörjning eller svensk industri. I huvudsak sker de stora utvecklingsinsatserna utomlands.

Med vissa undantag torde svenska forsknings- och utvecklingsinsatser inte påverka den internationella utvecklingen mer än marginellt. Undantagen finns inom de tekniker där tidigare väl utvecklad kompetens finns i Sverige. Detta gäller exempelvis bränsleceller.

Svenska FoU-insatser styrs främst idag av ambitionen att bevaka och delta i det internationell forskningsarbetet. En mer offensiv satsning avseende den långsiktiga forskningen inom vissa av dessa områden är motiverad bl a med hänsyn till att utvecklingspotentialen är mycket stor och att utvecklingen kan få stor betydelse för energisystemets utformning en bit in på 2000-talet. De områden som bör lyftas fram ytterligare är forskningen rörande fotokemi, fotosyntes, vätgas och supraledare. Vidare bör insatser rörande energisystemteknologi inledas.

Forskning internationellt om hur membranbundet protein är uppbyggt har lett till genombrott då det gäller att förklara hur "reaktorn" i fotosyntesen fungerar. Upptäckten av hur proteinets struktur är uppbyggt har öppnat dörren för vidare forskning i försöken att skapa en artificiell fotosyntes.

En tillämpning av solenergin i processer som utnyttjar ljusets foton/partikelkaraktär kan leda till produktion av el och/eller lagringsbara energirika kemikalier i sådana former att de kan utnyttjas som bränslen.

Den naturliga fotonassimileringen består av en lång kedja processer som äger rum i högt organiserade system i cellens kloroplaster. Processens teoretiskt möjliga verkningsgrad beräknat på det absorberade ljusets energi uppgår till 15%, men är i praktiken väsentligt lägre. Högproduktiva växter ger en biomassa med ett energiinnehåll av endast några få procent av vegetationsperiodens totala ljusinflöde mot den odlade arealen.

Fotokemiska processer som utnyttjar halvledarsystem har undersökts av ett stort antal forskargrupper. Inriktningen har varit att generera antingen elektricitet eller vätgas ur vatten. Även fotokemisk reduktion av koldioxid till energirikt bränsle, metanol, har studerats. Utvecklingen har ännu inte kommit så långt att kunskaperna kunnat omsättas till tekniska system. I några fall har långtidsförsök kunna startas för att undersöka stabilitet och reversibilitet. I inget fall har dock systemen uppvisat den "uthållighet" som krävs av ett tekniskt/ekonomiskt system. Huvuddelen av forskningen kommer därför under överskådlig framtid att vara av grundläggande karaktär för att ge kunskap om olika delprocesser som kan användas. Det gäller dels processer som kan absorbera solljuset och omsätta dess energi till primära energirika molekyl/molekylfragment, dels finna system som förhindrar återreaktion på den mikroskopiska skalan som leder till att den högvärdiga kemiska energin omsätts till lågvärdigt värme.

Genom tidigare insatser av både NFR och dåvarande nämnden för energiproduktionsforskning har en viss kompetens byggts upp vid några av landets högskoleinstitutioner. Den grundläggande forskningen kräver avancerad intrumentering vilken till vissa delar finns vid några få institutioner. En ökad satsning från svensk sida på den fotokemiska forskningen innebär dels att kunskapen kan vidareutvecklas inom ett område som kan få betydelse i framtiden, dels att internationell kunskap och kompetens kan tas tillvara inom de svenska vetenskapssamhället.

Internationellt görs stora forskningssatsningar inom vätgasområdet. Västtyskland har varit en av de ledande nationerna bl a vad gäller utvecklingen av högtemperaturelektrolys med nära 100 % verkningsgrad från el till vätgas. Ett stort program om vätgasdrift av fordon pågår. I Kanada studeras vätgasproduktion mot bakgrund av billig vattenkraftel.

I Sverige bedrivs forskning inom vätgasområdet främst vid universitet och högskolor. De insatser som är aktuella omfattar materialfrågor i samband med elektrokemisk framställing av vätgas, studier av termokemiska processer för vätgasproduktion, elektrokemiska processer i batterier och bränsleceller samt metallhydrider för lagring av vätgas. Vidare omfattas systemstudier rörande vätgasanvändning i bussar, materialfrågor och säkerhetsfrågor.

STU och NFR stöder idag insatser inom vätgasområdet. Totalt sett är dock verksamheten i Sverige relativt begränsad. De elektrokemiska processerna för omvandling av bränsle till el och vice versa bedöms få ökad betydelse i bränslecellsammanhang. Forskningsinsatserna inom detta område bör förstärkas.

Energisystemteknologi avser studier av de tekniska förutsättningarna i olika energisystem där hänsyn tas till faktorer som kan inverka i den kedja som innefattar tillförsel, distribution och användning av energi. Tekniska, miljömässiga och ekonomiska optimeringar av energisystem ingår som en central del i dessa studier. Inom varje teknikområde i forskningsprogrammet ingår frågor om systemoptimering, men det är önskvärt med mer övergripande analyser avseende energisystemen.

Exempel på uppgifter är

- beskrivning av energisystemen och miljöeffekterna med inriktning mot minimering av miljöpåverkan och kostnader

- analys av konkurrenssituationen för olika energialternativ och tekniker för tillförsel och användning

- analys av energisystemets utveckling i tiden och dess känslighet för påverkan.

Kompetens rörande energisystemstudier har byggts upp vid några högskoleinstitutioner med stöd från Efn. Det är dock önskvärt att energisystemstudier kan inledas med utgångspunkt från verkets ansvarsområde. Samspelet mellan energitillförsel och användning samt mellan energisystemets utformning och miljöeffekterna är centrala frågor både för verkets strategi för utvecklingssatsningar och för verkets utrednings- och prognosverksamhet. Behovet av sådana insatser understryks bl a av frågan om klimatpåverkan.

Förslag till vissa insatser

De forskningsinsatser med anknytning till klimatfrågorna som redovisats ingår i huvudsak som en naturlig del i redan existerande forskningsprogram. Omfattningen av verksamheten under perioden 1990-93 ingår i planeringen och redovisningen till energiforskningsutredningen (EFU). Det är även aktuellt att redan under innevarande period 1987-90 inleda eller förstärka verksamheten inom vissa av de redovisade områdena.

I några fall är de insatser som redovisas av sådan art att det kan finnas skäl att redovisa och samla verksamheten under ett särskilt program om klimatfrågor. Det gäller i första hand forskning med anknytning till fotokemi och fotosyntes, koldioxidrening, vätgas samt systemteknologi.

Inom området fotokemi till fotosyntes bör insatsnivån väljas så att två till tre forskare kan ägna sig åt de skisserade problemen. Dessutom bör möjligheter till förnyelse av teknisk apparatur finnas. Detta betyder en kostnadsnivå på 1,5 milj kr /år, dvs 4-5 milj kr för treårsperioden 1990-93.

Vad gäller forskning om koldioxidrening bör verksamheten i ett inledande skede ha karaktären av teknikanalyser och internationell teknikbevakning. Omfattningen av verksamheten under en treårsperiod uppskattas till motsvarande 1,5 miljoner kronor.

Energiverkets insatser inom vätgasområdet utgör en förstärkning och breddning av den pågående verksamheten vid högskolor och universitet. I första hand förutses en förstärkning av verksamheten med anknytning till bränsleceller. Ambitionsnivån bör här vara att etablera forskning i en omfattning motsvarande en till två forskare. Kostnaden beräknas till 1,5 - 3 miljoner under treårsperioden 1990-93.

Energisystemstudier med anknytning till verkets ansvarsområde bör ges en omfattning som möjliggör två till fyra forskar/doktorandtjänster. Medelsbehovet beräknas till 2-4 miljoner kronor under en treårsperiod.

Sammantaget innebär de insatser som redovisas rörande perioden 1990-93 behov av ytterligare medel motsvarande 9 till 13 miljoner.

TATENS ENERGIVERK
l- och värmeteknikbyrån
c Bo Assarsson, kl

1988-11-14

Bilaga 18

Miljöfrågornas behandling i energiforskningsprogrammet

1. Bakgrund

Energisystemet påverkar hälsa och miljö på olika sätt, bl a genom utsläpp av luft- och vattenföroreningar, radioaktivitet, buller och avfall samt inverkan på naturmiljön. Förutom mer eller mindre kontinuerliga utsläpp finns risker för större utsläpp. En viktig målsättning för energipolitiken är att utveckla ett energisystem med minsta möjliga påverkan på hälsa och miljö och i största, möjliga utsträckning baserat på varaktiga, helst förnybara och inhemska, energikällor. Stränga krav skall ställas på säkerhet och omsorg om hälsa och miljö vid användning och utveckling av all energiteknik.

Inom energisystemet kan hänsyn tas till hälsa och miljö på olika sätt. Ett sätt är att genom en övergripande bedömning konstatera att riskerna eller miljöpåverkan med ett visst energislag trots alla tänkbara utvecklingsinsatser är och förblir för stora men att andra möjligheter till energiförsörjning och hushållning finns. Sådana energislag bör inte utnyttjas eller vidareutvecklas. I stället bör forsknings- och utvecklingsinsatserna inriktas mot energislag och system som bedöms ha möjligheter att ge väsentliga energitillskott utan oacceptabel inverkan på hälsa och miljö. Av denna anledning ingår exempelvis i energiforskningsprogrammet stora insatser på förnybara energikällor som biobränslen och vindkraft men inga på kärnkraft och vattenkraft.

I andra fall är för energislag som idag betraktas som miljöstörande den övergripande bedömningen att det bör vara möjligt att utveckla och utnyttja teknik som begränsar olika utsläpp till så låga nivåer att riskerna för hälsa och miljö inte blir oacceptabelt stora. Även sådana insatser utgör en väsentlig del av energiforskningsprogrammet. Exempelvis har miljömålsättningar satts upp för de totala utsläppen i landet och därefter riktlinjer utarbetats för utsläppen från enskilda anläggningar. Dessa har sedan varit styrande för utvecklingen av bl a ny förbrännings- och reningsteknik. Energiforskningsarbetet är framåtsyftande också i detta avseende på så sätt att ett framtida behov av ytterligare minskade utsläpp förutsetts och fått styra forsknings- och utvecklingsinsatserna.

Vi skall nu diskutera i vilken utsträckning utvecklingen på miljöområdet ger anledning till ändrad inriktning av energiforskningsprogrammet.

2. Miljöfrågor med anknytning till energiförsörjningen

Det finns inte några enkla svar på frågan hur Sveriges energibehov skall tillgodoses under de närmaste årtiondena - ens om man bara skulle se till verkningar på hälsa och miljö. Alla de energislag som i detta tidsperspektiv kan spela en mer betydande roll är förknippade med negativa effekter som är eller kan bli ett hot mot vår hälsa eller vår miljö. Osäkerheten om vissa väsentliga risker och skadeverkningar är dock så stor att resultaten av fortsatta forskningsinsatser kan ge en annan helhetsbild från hälso- och miljösynpunkt än den nuvarande. I det följande görs trots detta en kort genomgång av de miljöfrågor med anknytning till energiförsörjningen som f n framstår som väsentligast. Vi bortser härvid från kärnkraft och vattenkraft, för vilken politiska beslut fattats beträffande det framtida utnyttjandet.

Utsläppen av luftföroreningar utgör den största belastningen på miljön av utnyttjande av bränslen. Utsläppen av svavelföreningar leder bl a till en fortgående försurning av mark och vatten, medan kväveoxidutsläppen också medför övergödning av mark och vatten samt bidrar till oxidantbildning. Utsläpp förekommer även av andra ämnen, t ex tungmetaller, som är av betydelse ur hälso- och miljösynpunkt.

Nedfallet från atmosfären av svavel- och kväveföreningar ligger f n över den nivå som naturen tål, varför ytterligare utsläppsminskningar måste ske både i Sverige och utomlands. Det internationella beroendet är stort på detta miljöområde liksom på många andra. Effekterna av luftföroreningar på det globala klimatet har uppmärksammats internationellt allt mer på senare tid. En orsak till detta kan vara att flera historiskt sett varma år inträffat på 1980-talet.

Mätningar visar att den globala medeltemperaturen har stigit med 0,3-0,7°C under det sista århundradet. Beräkningar med olika klimatmodeller ger en ökning av jämviktstemperaturen med 0,3-1,1°C genom de ökade koncentrationerna av växthusgaser, koldioxid, metan, ozon, dikväveoxid och CFC, i atmosfären. Att temperaturhöjningen inte blivit lika stor som den beräknade anses bl a bero på en fördröjning genom havens inverkan på klimatsystemet. Nuvarande ökningstakt för olika växhusgaser kan på samma sätt beräknas leda till en temperaturhöjning med 1,5-5,5°C efter år 2030. Temperaturhöjningen kan bl a medföra ökad torka i vissa delar av världen, vattenståndshöjning i haven och mer extrema vädertyper. Olika växthusgasers effekt framgår av Tabell 1. Som framgår av tabellen svarar de ökade koldioxidhalterna i atmosfären den största rollen, men metan- och CFC-halterna har också stor betydelse.

Tabell 1: Beräknad effekt på det globala klimatet av olika växthusgaser enligt Ramarathan et al. 1985 (se texten)

År	Temp.höjn. totalt, °C	Procentuellt bidrag till temp.höjn. CO_2	CH_4	O_3	N_2O	CFC
1950	0,15	92	8			
1988	1,55	55	24	6	3	12
2000	1,99	54	21	6	4	15
2030	3,57	51	16	7	5	21

I propositionen (1987/88:85) Miljöpolitiken inför 1990-talet redovisade regeringen förslag till fortsatt handlingsprogram mot luftföroreningar och försurning. I propositionen läggs bl a också fast ett program för avveckling CFC-användningen till mitten på 1990-talet samt ett handlingsprogram mot vattenföroreningar.

Riksdagsbeslutet om miljöpropositionen innebär bl a att de svenska svavelutsläppen i luften skall reduceras med 65 % till år 1995 samt med 80 % till år 2000 räknat från 1980 års nivå. Det senare är ett nytt beslut. Kväveoxidutsläppen skall reduceras med 30 % till år 1995 samt en halvering till sekelskiftet utredas. Koldioxidutsläppen bör enligt riksdagen inte öka över dagens nivå och ett program utarbetas för att minska utsläppen till den nivå naturen tål. En strategi för reduktion av kolväteutsläppen skall även utarbetas.

För att följa upp förslagen i miljöpropositionen och riksdagsbeslutet om handlingsprogrammet mot luftföroreningar har regeringen uppdragit åt naturvårdsverket att bl a utarbeta ett förslag till nytt program. En delrapport skall lämnas våren 1989 beträffande klimateffekterna av luftföroreningar samt olika åtgärdsmöjligheter.

Anläggningar för tillförsel, överföring och användning av energi medför även annan inverkan på miljön genom exempelvis buller, avfall, kylvattenutsläpp eller naturingrepp. Även dessa miljöaspekter behandlas inom energiforskningsprogrammet i den mån särskilda insatser bedöms erforderliga för att lösa potentiella miljöproblem. Det är härvid viktigt med en kontinuerlig dialog med miljöexperter för att identifiera eventuella miljöproblem och lämpliga lösningar.

3. Energiforskningsprogrammets nuvarande omfattning och inriktning

Forskningsinsatserna inom statens energiverks ansvarsområde är för perioden 1987-1990 indelad i 14 teknikområden på följande sätt.

Trädbränslen	40 Mkr
Torvbränslen	40
Energiodling	50
Kol	10
Alternativa drivmedel	15
Förbränningsteknik	90
Förgasningsteknik	35
Fjärrvärmeteknik	25
Värmelagring, sol	10
Geotermi	5
Värmepumpsteknik	20
Naturgasdistribution och lagring	10
Värmekraftteknik	25
Vindkraftteknik	45
Nya processer för elproduktion	23
	445 Mkr

Ungefär hälften av dessa insatser avser forskning och utveckling inom sådana energitillförselområden som inte medför väsentliga luftföroreningsutsläpp. Även forskningen inom övriga områden har i ett eller annat avseende betydelse för de långsiktiga miljöfrågorna, eftersom forskningen huvudsakligen är inriktad mot att öka energieffektiviteten, underlätta övergången till bränslen som är fördelaktiga ur bl a försurnings- och klimatsynpunkt (biobränslen, naturgas).

I forskningsprogrammet görs stora insatser på förgasningsteknik. I samband med elgenerering och andra industriella processer kan såväl prestanda som kostnader bli fördelaktiga. Vid produktion av kraftvärme baserad på fasta bränslen, t ex biobränslen, ger förgasningsprocessen möjligheter till höga elverkningsgrader i system utformade som kombinerade cykler. Från miljösynpunkt erbjuder förgasning betydande fördelar. Det finns i planeringen en markering av inriktningen mot inhemska bränslen och avfall.

Vikten av att förbränningen sker på ett miljöriktigt sätt är uppenbar. Utsläppen av bl a svavel- och kväveoxider, kvicksilver, kolväten av olika slag t ex klorerade kolväten (dioxiner etc), kan orsaka allvarliga skador i miljön och påverka människors hälsa. För att utsläppen av olika föroreningar påtagligt skall kunna begränsas krävs en djupare

förståelse rörande reaktionsmekanismerna och kinetiken i samband med bildning, omvandling och nedbrytning av olika föreningar i förbränningsprocessen eller i rökgasreningssystem.

Förbränning- och förgasningsforskningen omfattar grundläggande naturvetenskaplig förbränning- och förgasningsforskning, katalysforskning samt miljö- och teknikrelaterad forskning.

Miljöfrågorna har klar dominans i verkets forskningsprogram. Särskild tonvikt har lagts vid forskning som syftar till att begränsa utsläppen av kväveoxider, svaveloxider samt föroreningar förknippade med avfallsförbränning. Under senare tid har speciell uppmärksamhet riktats mot frågan om bildning av lustgas vid förbränning. Flera forskningprojekt har inletts inom detta område, i första hand med inriktning mot fluidiserade bäddar.

Forskningen om trädbränslen och energiskog är bl a inriktade mot de långsiktiga ekologiska förutsättningarna för trädbränsleuttag från skogen, studier av miljöeffekterna vid energiskogsodling studier av odlingsmaterial och odlingsmetoder, systematisk växtförädling samt teknisk utveckling av processer och maskiner för bl a skördning, torkning, lagring etc. Förbränning av trädbränslen, energiskog och energigrödor ger inga svavelutsläpp och inte heller någon nettoökning av koldioxidkoncentrationen i atmosfären under förutsättning att energiuttaget inte är större än återväxten.

Frågan om alternativa drivmedel i Sverige har utretts i flera omgångar. Produktionskostnaden i Sverige torde knappast kunna bli lägre än dagens internationella etanolpris. Detta i sin tur är högre än bensinpriset. Forskningen inom verkets ansvarsområde är i huvudsak inriktad mot etanolproduktion genom hydrolys av cellulosa och efterföljande jäsning av socker. En successiv övergång till drivmedel producerande ur biobränslen kan på sikt få betydelse för luftföroreningsutsläppen under förutsättning av motorerna förses med effektiv avgasrening.

Kolpulvertekniken är kommersiellt etablerad i Sverige och i huvudsak baserad på importerad teknik. Under innevarande programperiod är verksamheten inriktad mot att klarlägga mekanismerna och sambanden mellan bränsleegenskaper och bildningen och begränsningen av föroreningar.

PFBC-tekniken (trycksatt fluidiserad förbränning) är helt anpassad till kol. Verket stödjer en vidare utveckling av PFBC. Motivet till detta är att nästa generation PFBC med delförgasning möjliggör kolbaserad elproduktion med mycket hög verkningsgrad (upp mot 50 %) samt att det finns en stark svensk industri som är teknikledande. Internationellt

är kolbaserad elproduktion en av de dominerade produktionsformerna för el och mycket pekar på att kolet även i ett längre perspektiv kommer att inta en stark ställning. Möjligheterna att producera el med hög verkningsgrad blir då mycket väsentliga från miljösynpunkt och svenska forskningsinsatser kan komma att få betydelse i ett internationellt miljöperspektiv. Även om det svenska utnyttjandet av kol kommer att bli litet, kan svensk forskning på detta område bidra till en internationell utveckling som är positiv ur miljösynpunkt.

Rökgaskondensering har idag viss prioritet inom förbränningsprogrammet. Tekniken är aktuell vid förbränning av fuktiga bränslen eller bränslen med hög andel väte (t ex naturgas) i samband med värmeproduktion. Genom att kondensera rökgaserna och ta till vara energin som frigörs kan totalverkningsgraden förbättras påtagligt. Rökgaskondensering erbjuder således en möjlighet att minska bränsleåtgången och därmed också utsläppen av föroreningar.

Värmekraft/kraftvärmeforskningen omfattar produktion av elkraft eller kombinerad el- och värmeproduktion ur bränslen med temiska processer. Målet är att utveckla kunskapen om sådan ny teknik för elproduktion, som kan främja omställningen av elsystemet vid kärnkraftsavvecklingen och skapa tekniska förutsättningar för att minska miljöpåverkan. Kraftvärmeteknik och användning av inhemska bränslen för elproduktion betonas. Forskning med ny inriktning mot användning av naturgas för elproduktion har startat under innevarande treårsperiod och kommer att utvecklas ytterligare.

Området nya processer för elproduktion avser teknik som befinner sig tidigt i utvecklingskedjan och som först på längre sikt kan få betydelse. Verket stöder idag insatser rörande bränsleceller, solceller, termisk solkraft, vågkraft, termojonomvandling, MHD och vissa övriga tekniker. Tyngdpunkten i verkets satsningar ligger inom bränsleceller, där Sverige har lång tradition. Miljöegenskaperna och elverkningsgraden är fördelaktiga. Moduluppbyggnad möjliggör att anläggningar för t ex naturgas kan uppföras i ett brett effektintervall, 10 kW-10 MW, vilket är gynnsamt för småskalig kraftvärme.

Inom kunskapsområdet värmeteknik ingår fjärrvärme, geotermi, solvärme och lagring, värmepumpteknik samt naturgasdistribution och naturgaslagring. Samtliga dessa områden har på ett eller annat sätt betydelse för möjlighetena att minska utsläppen av föroreningar. Störst betydelse på kort sikt har insatserna som riktas mot värmepumpar och naturgas. På längre sikt kan solvärme och geotermi komma att få viss betydelse i det svenska energisystemet. Inom värmepumpområdet syftar insatserna till effektivisering av befintlig värmepumpteknik och utveckling av icke eldrivna värmepumpar samt nya miljövänliga medier. Särskilt den sista frågan har hög prioritet.

4. Den fortsatta inriktningen av energiforskningsprogrammet

Som redovisats ovan har riksdagen beslutat om vissa målsättningar för de framtida utsläppen av svavel- och kväveoxider. Det finns anledning att diskutera hur dessa beslut bör påverka den fortsatta inriktningen av energiforskningsprogrammet.

I regeringens miljöproposition våren 1988 redovisades ytterligare åtgärder, bl a mot svavelutsläpp från oljeeldning. Utgångspunkten var ett förslag från statens energiverk och naturvårdsverket, som gjort bedömningen att den av riksdagen tidigare beslutade begränsningen av svavelutsläppen med 65 % inte skulle kunna vidmakthållas även när kärnkraften avvecklas. En minskning av svavelutsläppen till en nivå motsvarande 0,2-0,4 % i olja bedömdes som erforderlig för att klara detta. Mot bakgrund av en bedömning av behovet av minskat svavelnedfall beslutade riksdagen att som en ytterligare ny målsättning ange att svavelutsläppen bör begränsas med 80 % till sekelskiftet räknat från 1980 års nivå. Det innebär alltså att de tidigare antagna framtida utsläppen i stort sett skall halveras. Detta fordrar ytterligare långtgående begränsningsåtgärder, särskilt som denna begränsning också bör vidmakthållas när kärnkraften avvecklas. Kärnkraftavvecklingen får ju inte, enligt regeringens miljö- och energipolitik, innebära att de miljöpolitiska målen åsidosätts.

Riksdagen har även beslutat att kväveoxidutsläppen skall minskas med 30 % till år 1995 samt att en halvering till sekelskiftet skall utredas. Dessa utsläpp kommer endast till en mindre del från energisektorn, medan samfärdsel och industriprocesser svarar för ca 70 % av utsläppen. Energisektorn bör emellertid vara beredd att inom ramen för en samlad strategi medverka till att de totala utsläppen minskas.

Statens energiverk avser att tillsammans med naturvårdsverket undersöka vilka åtgärder som behöver vidtas för att klara de angivna målsättningarna. Energiverkets preliminära bedömning är att de bör kunna klaras men att det ställer stora krav på fortsatt intensiva forsknings- och utvecklingsinsatser.

Energiforskningsprogrammet är, som redovisats ovan, redan i hög grad inriktat på att finna lösningar på problemen med svavel- och kväveoxidutsläpp. De ytterligare skärpningar av miljökraven som nu aviserats och beslutats kommer emellertid att ställa stora krav på energiforskningsprogrammet att finna lösningar som är acceptabla ur både miljö- och energisynpunkt. Ytterligare skärpta miljökrav kommer även att fordras främst på samfärdsel, vid användning av bränslen och på industriella processutsläpp. Miljökraven måste bli så långtgående som är tekniskt möjligt och innebära ytterligare skärpningar utöver de som redovisades i miljöpropositionen.

Utsläppen av luftföroreningar från användning av bränslen innebär inte bara storskaliga problem utan även lokala miljöproblem. Sådana lokala problem är mest accentuerade vid lokalisering av anläggningar nära bebyggelse, t ex vid användning av småskalig kraftvärme i mindre tätorter. Närlokaliserade mindre anläggningar kan bl a innebära störningar pga luftföroreningar från förbränning av bränslen samt buller från transporter till och från anläggningen. Energimässiga skäl talar för kombinerad el- och värmeproduktion även i mindre anläggningar. Exempelvis kan den producerade energin åsättas ett högre värde än vid större anläggningar pga närheten till konsumenterna. Användning av mindre anläggningar kan emellertid innebära problem att klara lika låga utsläppsvärden som vid större anläggningar på ett ekonomiskt acceptabelt sätt. Med tanke på de allvarliga miljöproblemen och den höga ambitionsnivå riksdagen fastställt för miljöarbetet kan inte energiproduktion tillåtas ske annat än i anläggningar som klarar de lägsta utsläppen med hänsyn tagen till den nyttiggjorda energin. Större anläggningar kan med nu tillgänglig teknik nå låga utsläppsvärden, t ex 15-50 mg NO_x/MJ bränsle. Kraftvärmeanläggningar har å andra sidan en högre verkningsgrad, 80-90 %, jämfört med rena kondenskraftanläggningar, som f n högst kan nå 40-50 % verkningsgrad. Kraftvärmeanläggningar, även småskaliga sådana, kan därför inte tillåtas släppa ut mer än högst 50-100 mg NO_x/MJ bränsle. Detta fordrar för flera av de aktuella teknikerna stora utvecklingsinsatser. För att småskalig kraftvärme skall kunna utnyttjas på ett ur miljösynpunkt acceptabelt sätt ställs därför krav på särskilda insatser inom bl a energiforskningsprogrammet för att om möjligt utveckla teknik för att lösa miljöproblemen även mindre anläggningar.

Statens energiverk har inlett ett arbete tillsammans med naturvårdsverket för att studera lämpliga åtgärder med hänsyn till klimatpåverkan av luftföroreningsutsläppen. En väsentlig åtgärd i detta avseende är redan beslutad av regering och riksdag, nämligen en avveckling av CFC-användningen till år 1995.

Ytterligare åtgärder bör planeras och vidtas för att bl a begränsa koldioxidhalten i atmosfären. Med hänsyn till frågans globala dimension bör åtgärderna genomföras inom ramen för ett internationellt samarbete. Åtgärderna bör huvudsakligen riktas in mot två områden, dels för att begränsa koldioxidutsläppen och dels öka mängden biomassa, som binder kolföreningar genom fotosyntes.

I nedanstående tabell framgår de totala svenska koldioxidutsläppen år 1987 enligt statens naturvårdsverk. Energiforskningen syftar till att skapa förutsättningar för och lägga grunden till en vidare utveckling mot ett energieffektivare och miljövänligare energisystem, vilket även medverkar till att begränsa utsläppen av klimatpåverkande

gaser. Det gäller såväl den forskning som är riktad mot specifika klimatpåverkande gaser, t ex N_2O och CFC, som inriktningen av hela forskningsprogrammet. Detta medverkar till stor del till att minska koldioxidutsläppen, t ex genom utveckling av förnybara energikällor som biobränslen och vindkraft samt effektivare energiproduktion genom bl a nya elproduktionscykler. Hur de senaste rönen beträffande risken för klimatpåverkan av luftföreoreningar från olika bränslen bör påverka inriktningen av energiforsknings-programmet diskuteras i en särskild promemoria.

Tabell 2 Utsläpp av koldioxid i Sverige 1987

Källa/sektor	milj ton CO_2/år
Mobila källor	22,8
Industrins förbränning	14,5
Fjärrvärme och elkraftproduktion	10,1
Bostäder och service	12,6
Industriprocesser och övrigt	2,5
Summa	62,5

Källa/bränsle	
Naturgas	0,6
Oljeprodukter	48,1
Kol och koks	10,4
Torv	0,6
Sopor	0,3
Industriprocesser och övrigt	2,5
Summa	62,5

Utöver arbetet inom energiforskningsprogrammet kan också finnas skäl att nämna den nyligen introducerade verksamheten med teknikupphandling. Verksamheten har primärt inte kommit till med hänsyn till de långsiktiga miljöfrågorna, men kan ändå sägas verka i samma riktning. Inom programmet skall eleffektiva och elersättande produkter demonstreras. Utvecklingen av sådan teknik har betydelse för möjligheterna att begränsa utsläppen av olika föroreningar. När behovet av att begränsa sådana utsläpp har betonats genom bl a politiska beslut i riksdagen finns det anledning att framhålla betydelsen av effektiv produktion och användning av även värme och andra energiformer, då detta bidrar till att minska olika utsläpp. Effektiv produktion, distribution och användning av allt slags energi bör således fortsättningsvis tillmätas större betydelse inom energiforsknings-programmet.

Härutöver bör särskilt uppmärksammas det faktum att de mobila källorna svarar för en stor del av luftföroreningsutsläppen och en tredjedel av koldioxidutsläppen samt att dessutom användningen av oljeprodukter ökar i denna sektor till skillnad från andra sektorer. Detta problem måste angripas genom ett flertal olika åtgärder. De insatser som nu påbörjats genom den nyligen beslutade trafikpolitiska propositionen med omläggning av trafikstrukturen mot spårbundna och elbaserade transporter bör fortsättas och intensifieras. Vidare bör ökade utvecklingsinsatser på alternativa drivsystem, bl a elbaserade för fordon övervägas. Slutligen bör en insats för demonstration av drivsystem för tunga fordon, främst kollektivtrafikfordon, med väsentligt bättre miljöegenskaper än dagens, prövas allvarligt. Här är gasdrift eller alkoholdrivmedel intressanta alternativ. Något behov av ökade insatser för framställning av alkoholdrivmedel finns emellertid inte f n.

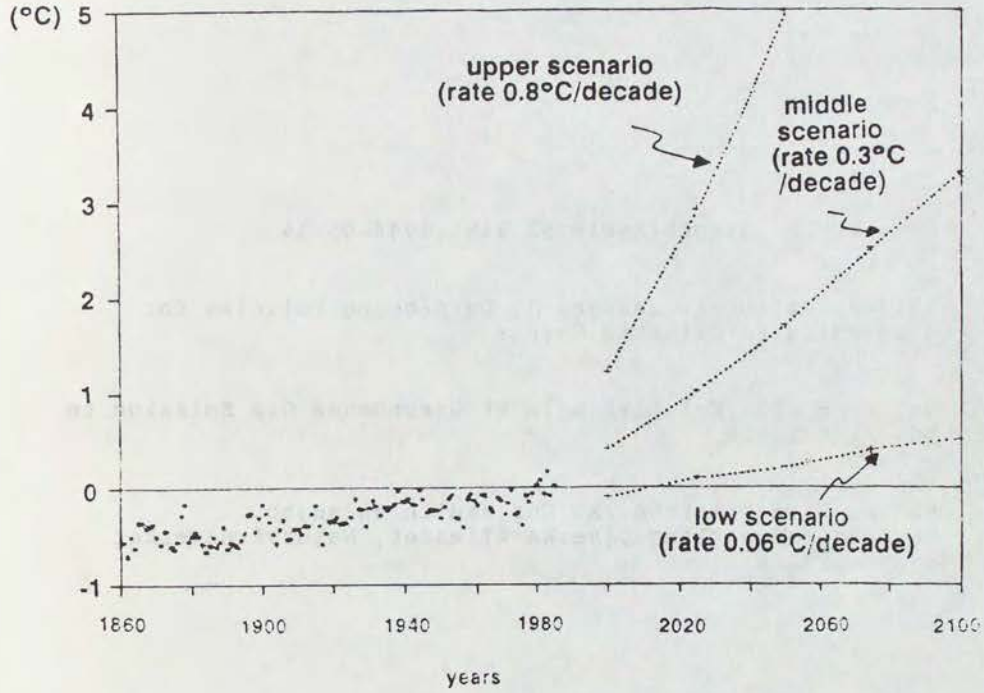
5. Internationella frågor

Det framgår klart att många viktiga miljöproblem inom energiområdet endast kan lösas på det internationella planet. Om vissa risker och skadeverkningar skall kunna begränsas får isolerade åtgärder i ett enskilt land, t ex begränsning av vissa utsläpp, förhållandevis ringa verkan. Vad som betyder något är vilka åtgärder ett stort antal länder gemensamt vidtar. Det finns ett stort behov av att i internationellt samarbete närmare kartlägga de risker som är förknippade med en ökad världsomfattande användning av fossila bränslen samt att regionalt och globalt begränsa de totalt utsläppta mängderna av vissa föroreningar.

Sverige måste på det internationella planet verka för kraftfulla insatser inom dessa områden. Energiverket bör i detta sammanhang peka på de möjligheter som finns genom ett internationellt engagemang på energiområdet verka för en ökad överföring av tekniskt kunnande om t ex effektivare energianvändning och bättre förbränningS- och reningsteknik. Detta kan ske bl a genom bilaterala kontakter och genom ett ökat engagemang inom olika internationella organisationer som EG, ECE och IEA.

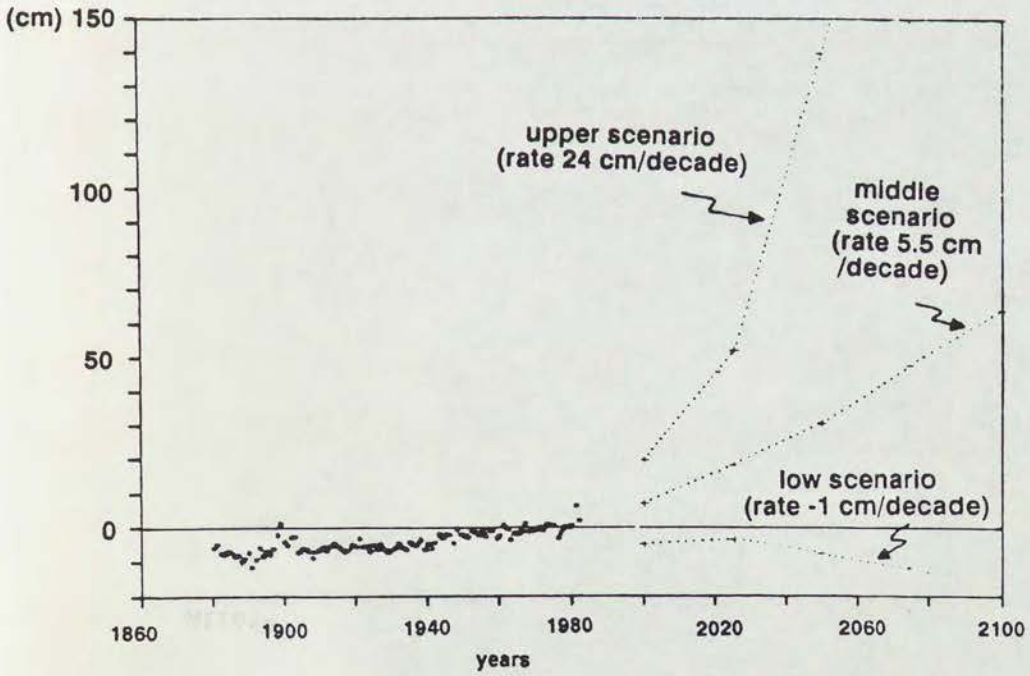
FIGUR 1

Global temperature change (°C).



FIGUR 2

Global sea-level change (cm).



Referenser

Axelson, B. Skogsbränsle på sikt 1986-05-14

Beijerinstitutet, Jaeger, J. Developing Policies for Responding to Climatic Change

Bolin, B. The Relative Role of Greenhouse Gas Emission to the Atmosphere

Rodhe, H. Björkström, A. Hur skulle en snabb kärnkraftavveckling påverka klimatet. Naturvårdsverket rapport 3268

BILAGA 8

Underlag från styrelsen för teknisk utveckling
(STU)
med underbilagor

ENERGITEKNIK FÖR INDUSTRIN

Innehåll

Inledning

Kort historik

Dagsläge

FoU-program för tiden 1990 - 1993

Bilaga 1: Dagens programstruktur

Bialga 2: Energistöd till universitet och högskolor

Bilaga 3: Ramprogram och insatsområden

Bilaga 4: Mellantjänster vid högskolorna

Bilaga 5: Energitekniska skrifter

Bilaga 6: Industrins energianvändning

Bilaga 7: Planerings- och referensgrupper

Bilaga 8: MODEST - modellen

Bilaga 9: Behov av försöksanläggningar för utveckling av ny energiteknik inom processindustrin

Bilaga 10: Bakgrundsbeskrivning inför ett program för minskade svenska koldioxidemissioner

Referenser

ENERGITEKNIK FÖR INDUSTRIN

(STU-UNDERLAG TILL EFU-90)

I N N E H Å L L

- o INLEDNING
- o KORT HISTORIK
  - PROGRAMUTVECKLING
  - RESULTAT
- o DAGSLÄGE
  - LÅNGSIKTIGA BINDNINGAR
  - BASRESURSER VID HÖGSKOLAN
  - BEMYNDIGANDEN
- o FOU-PROGRAM FÖR TIDEN 1990-1993
  - ENERGITEKNIK FÖR INDUSTRIN
    SYFTE, INRIKTNING, OMFATTNING,
    MEDELSFÖRDELNING
    TIDPUNKT FÖR FÖRVÄNTAT RESULTAT
  - KOPPLING MELLAN FOU-PROGRAMMET OCH ANDRA STATLIGA INSATSER INOM ENERGIOMRÅDET
  - IMPLEMENTERING AV FOU-RESULTAT
  - KONSEKVENSER AV SKÄRPTA MILJÖKRAV
    ALLMÄNT
    REDUKTION AV CO_2

10 ST BILAGOR

ENERGITEKNIK FÖR INDUSTRIN

INLEDNING

Detta underlag till EFU-90 baseras i allt väsentligt på nu gällande programplan (STU-information nr 673-1988) samt de särskilda teknikinriktade informationsskrifter, ett 10-tal, som utarbetats i anslutning till denna plan. Dessa skrifter överlämnades till EFU-90 13 okt 1988.

Inriktningen mot industrin gör det lämpligt att energitekniksatsningar inom STU också beskrivs i liknande termer som STUs industrisatsningar i övrigt. De förslag som nedan förs fram, inom ramen för de tre ekonomiska alternativen, framställer därför innehållet i programplanen med en något annorlunda struktur. Denna avser skapa bättre överblick och sammanhang mellan dels de olika industriinriktade delprogrammen dels mellan insatser av olika långsiktig karaktär.

STUs definitioner av sina Program 1; Ny kunskap, Program 2; Ny teknik samt Program 3; Nya produkter ligger således bakom den medelsfördelning som föreslås. På motsvarande sätt avses energiteknikprogrammet genomföras i ökande grad i former och med metoder som ansluter sig till STU i övrigt. Med detta avses t ex utnyttjandet av arbetssätten med Ramprogram för kunskapsutveckling (Rfk), insatsområden (IO), teknikupphandling (TU) samt en fortsatt samfinansiering mellan anslagen F1 och C6 av de kollektiva ramprogrammen (bil 3).

Med hänsyn till den livslängd på långt över en treårsperiod som nuvarande programplan har och till den uppläggning och tidplan som EFU-90 valt att arbeta med, begränsar STU sitt skriftliga underlag till att behandla de övergripande frågorna enligt direktiven. Syftet med att här utelämna tekniska moment i möjligaste mån är att begränsa omfattningen på STUs underlag och att därigenom försöka underlätta kommunicerbarheten av STUs förslag i det fortsatta arbetet inom EFU-90. Successivt framtaget tekniskt programunderlag avses tillställas EFU-90 för kännedom under hand.

KORT HISTORIK

Programutveckling

STUs uppgifter inom energiforskningsprogrammet har berört främst energianvändningen. I korthet kan man säga att STU ansvarat för energianvändning inom industrin, inom bebyggelsen, (vad avser s k industriellt utvecklingsarabete) inom jordbruket och trädgårdsnäringen samt inom transportområdet. Energianvändningen inom industrin uppdelades i industribranscherna Massa & Papper, Järn & Stål, Kemi & Livsmedel samt återvinningsfrågor. STU har också haft medel för energirelaterad grundforskning i stort sett sedan programstarten 1975.

Under de första åren på 1980-talet fann STU allt tydligare gemensamma nämnare mellan såväl branscher som mellan olika sektorer och föreslog inför EFUD-84 att industriprogrammet skulle koncentreras till de specifika problemen för de allra mest energikrävande branscherna M & P samt J & S och f ö bestå av ett antal "nyckeltekniker" som var gemensamma för problemställningar inom flertalet industribranscher men som också berörde viktiga teknikområden inom transportområdet liksom inom andra sektorer. STUs roll inom bebyggelseområdet förändrades samtidigt så att "industriellt utvecklingsarbete" i stället stöddes från medel för dessa "nyckeltekniker". Även insatser för Kemi & livsmedelsbranscherna och för Jordbruk och trädgårdsnäring inlemmades där liksom visst stöd till transportområdet. Ett delprogram just med namnet Gemensamma energitekniker (GET) presenterades inför EFUD-84 programmet som också senare kom att innehålla detta delprogram inom STU.

På ett liknande sätt växte insikten successivt fram inom STU i arbetet med de tunga energislukande branscherna att uppdelningen mellan tillförsel- och användningsorienterade insatser blev mer och mer konstlad och tenderade att hämma en systemorienterad syn på industriella processer. Flera av "nyckelteknikerna" visade sig tydligt gripa över stora delar av såväl tillförsel- som användningsområdena. STU föreslog därför inför EFUD-87 att delprogrammet "Gemensamma energitekniker" skulle kunna vara gemensamt för både tillförsel- och användningssidan och erbjöd sig att ansvara för ett sådant något bredare delprogram. Nyckeltekniker såsom förbränningsteknik, värmeteknik, elteknik etc skulle på så sätt också få en tydligare hemvist från olika sökandes sida.

Programmet benämndes "Energiteknisk forskning och utveckling" i stället för "Gemensamma energitekniker". Det uppfattades vid remissbehandlingen som ett helt nytt program och ansågs innebära att STU, som främst är ett industripolitiskt organ, skulle få ett ansvar inom energiforskningsprogrammet som blev energipolitiskt mycket stort. STUs roll beskrevs i propositionen i stället ännu mer målmedvetet mot industrins FoU-problem, samtidigt som det ändå ansågs lämpligt att göra det möjligt för STU att anlägga en helhetssyn på de industriella processerna. STU har därför fr o m EFUD-87, dvs innevarande period, möjlighet att stödja "sådan energiproduktion som är integrerad i en industriell process". Under innevarande period har STU därigenom beretts möjligheter att i praktiken stödja alla tekniker som har anknytning till industriprocesser. Den hårdare knytningen till industrin har inneburit att så väl bebyggelse som jordbruks- och trädgårdsnäringsinriktat stöd måst utgå ur STUs ansvarssfär.

Resultat

Inom STUs planeringsenhet finns en utvärderingsfunktion som löpande följer och analyserar STUs resultat i olika avseenden. F n sker en intensifiering av denna funktion för att skapa konkretare motiv för STUs äskanden inför framtida anslagsframställningar etc. Det kan gälla såväl kvantitativa resultat av STUs egen verksamhet som kvalitativa resultat av forskargruppers verksamhet.

Som exempel på det senare har utvärderingar av internationell vetenskaplig expertis gjorts avseende förbränningsforskning (1983/84) och strömningsteknik 1987/88. Båda har i många fall bekräftat STUs egen bedömning om hög kvalitet mm. men också gett mycket värdefulla råd om vidareutveckling i olika avseenden.

Liknande utvärderingar planeras för Katalysforskningsprogrammet och Tribologisatsningarna inom några år.

Som en förberedelse för att se om en mera systematisk och kvantitativ resultatredovisning kan göras meningsfull har inom STU tagits fram några siffervärden på "indikatorer" på resultat.

Nedan följer några exempel på vad som hittills kommit fram och som är av visst intresse. Uppgifterna är ungefärliga och gäller treårsperioden 84/85 - 86/87. De avser ett 10-tal handläggares verksamhetsområden.

- Antal doktorander inom samtliga program inom energienheten som finansierats i varierande grad (mestadels 100%) 150 st
- Antal disputationer som skett inom dessa program under denna tid 50 st
- Antal publikationer som utgivits i samband med olika projekt och program under samma tid 350 st
- Antal programkonferenser med forskare, industrirepresentanter m fl 50 st
- Antal besök av STU-handläggare vid olika högskoleinstitutioner runt om i landet 200 st
- Antalet rapporter som utgivits i STUs regi 100 st
- Totalt stöd till högskoleinstitutioner under perioden (se vidare bilaga 2) fördelade på ca 310 projekt 110 Mkr
- Totalt STU-stöd till teknikutveckling med samfinansiering av företag fördelade på ca 470 projekt 200 Mkr
- Genom samfinansiering av företagen har ytterligare FoU genomförts för 275 Mkr

Utöver ovanstående utgör även bilagorna 2-5 en form av resultatredovisning.

Bil 2 utgör en sammanställning av det antal institutioner som givits stöd vid olika högskolor i Sverige under förra treårsperioden. Stödet har ökat med åren och når f n ca 50 Mkr/år.

Bil 3 utgör en sammanställning över det bidrag som olika kollektiva ramprogram erhåller ur energianslaget C6 utöver anslaget F1, Teknisk forskning och utveckling. Beloppen är resultat av avtalsdiskussioner mellan parterna där programmen ibland redan innehåller energirelevanta delar som bör/kan stödjas ur C6-anslaget. I flertalet fall har nya inslag av energi- eller miljökaraktär tillkommit genom att stöd även från energisidan föreslagits av STU.

Bilaga 4 visar de särskilda s k mellantjänster som STU f n finansierar.

Bilaga 5 visar slutligen de state-of-the-art-skrifter m fl som utgivits av STU i samarbete med olika författare och som annars inte hade tagits fram genom någon annans försorg.

Under våren 1988 startade STU en utvärdering av den del av energiforskningsprogrammet som STU ansvarat för allt sedan 1975. INDEVO AB fick uppdraget att analysera energienhetens hela arbetsområde och arbetssätt. Efn har haft möjlighet att följa upplaggning mm. Preliminär slutversion av denna utvärdering överlämnades till EFU-90 den 13 okt 1988.

En slutsats som INDEVO drar är att STU rört sig från en situation kring mitten och slutet av 1970-talet som karaktäriseras av ett starkt kund- eller marknadsstyrt och en-branschinriktat arbetssätt mot en situation i slutet av 80-talet som kan beskrivas som mera statsmakts-STU-styrt och flerbransch- eller problemorienterat arbetssätt. INDEVO AB har särskilt framhållit den serie problemorienterade långsiktiga insatser som STU, i nära samverkan med främst representanter för forskarvärlden, under åren tagit upp på sitt program, nämligen:

- förbränningsforskning 1979
- ytfysikaliska och ytkemiska studier 1981
- katalys (hekef-programmet) 1983
- strömningsforskning 1984
- katalysforskning 1987
- tribologi 1987
- supraledning 1988

INDEVO förordar vidare att utvecklingen av STUs insatser mot ökad problemorientering fortsätter. Ett konkret uttryck för INDEVOs förslag till förändring är att STU återupptar förslaget till EFU-87 att samla programmen under ett gemensamt namn "Energiteknisk forskning och utveckling". Inriktningen skulle vara oförändrad mot industrins behov.

DAGSLÄGET

Dagsläget karaktäriseras av en programstruktur och en medelsfördelning enligt bilaga 1. Programstrukturen skapar intrycket att enbart Programmet "Energirelaterad grundforskning" skulle ha ett långsiktigt mål. Så är dock ingalunda fallet vilket

bör framgå av sammanställningar över det stöd som under föregående period gått direkt till UoH-institutioner (45 Mkr 1986/87, bilaga 2) och kollektiva institut eller -program (20,7 Mkr 1987/88, bilaga 3). Ytterligare ca 10% eller ca 5 Mkr går till UoH-institutioner via stöd till främst storföretag som finansierar uppdragsforskning på högskolan. I dessa fall sker en samfinansiering mellan STU och företaget ifråga på oftast 50/50-basis. Stödet till UoH är ökande och har under senare år också gått till s k mellantjänster vid drygt dussinet högskoleinstitutioner (bilaga 4). Det uppgår alltså f n till mer än 50 Mkr/år. Merparten av medlen har kommit från delprogrammet "Gemensamma energitekniker", vilket förfaringssätt också har ett uttalat stöd i energipropositionen.

När det gäller former för stöd till högskolan har energienheten inom STU medverkat till att initiativ tagits till en försöksverksamhet på t v 3 år som i viss mening innebar "forskning på eget programansvar". En forskargrupp vid LiTH, på ett dussintal forskare, har mot bakgrund av en översiktlig programbeskrivning och en kompetensbeskrivning fått ett treårigt programstöd som även omfattar energiforskning. Programmet problemformuleras, inriktas i detalj och genomförs av gruppen själv. Denna står under ledning av en professor, huvudansvarig för helheten. Programmet följs löpande av ett antal direkt berörda STU-handläggare genom närvaro vid överenskomna vetenskapliga seminarier som arrangeras av gruppen och på andra sätt. STU har också en huvudansvarig kontaktperson. Omfattningen är f n ca 10 Mkr för 3 år. Färre detaljerade ansökningar på projektnivå har redan varit en positiv effekt ur forskarsynpunkt. Ett antal forskargrupper med liknande förutsättningar torde finnas i landet. Möjligheterna att med en konstruktion som denna förena en inomvetenskaplig bedömning med en sektorsinriktad FoU-beställning, bedömer STU vara goda och utvecklingsbara.

Långsiktiga bindningar

De långsiktiga bindningar som ligger bakom STUs stöd sträcker sig över flera treårsperioder, kanske uppemot 3-4, under vilka aktivt stöd kan behöva utgå för samma teknikområde. Kommersiella effekter av sådant stöd är att vänta ännu mycket längre fram i tiden. Grundläggande förbränningstekniska studier t ex har stötts av STU sedan slutet av 1970-talet främst avseende förbränningsmotorinriktade studier men senare i ökande grad avseende andra förbränningsrum. Mycket återstår att stödja under lång tid. En uppdatering av det tidigare överlämnade programmet för förbränningsteknik kommer att överlämnas till EFU-90 för kännedom före kalenderårets slut. Uppdateringen gäller främst konsekvenser av miljökrav.

Ett nära samarbete med omvärlden är en förutsättning för en ändamålsenlig långsiktig fördelning av statligt stöd till energiforskning inom välmotiverade områden. STU har i sitt planerings- och budgeteringsarbete inom energiområdet ett långvarigt och nära samarbete med industrin och forskarvärlden. Ett stort antal ad hoc-grupper har också medverkat under åren.

Den omfattande, intensiva planeringsprocessen har lett till att de medel som STU haft kunnat fördelas på ett ändamålsenligt sätt. Bilaga 7 anger kortfattat hur grupperna sammansattes och vilka arbetsuppgifter som kan vara aktuella samt den nuvarande faktiska personsammansättningen. Planerings- och referensgruppernas underlag gällande medelsbehoven till STU inför budgeteringen av EFUD-medel har oftast vida överstigit senare slutligt tilldelade medel. Senast under våren 1988 kunde STU konstatera att behovet för åren 88/89 och 89/90 av stöd för identifierade välmotiverade projekt låg betydligt över tilldelade medel. Dagsläget beträffande den komplicerade frågan om att bedöma det faktiska, "konsumerbara" medelsbehovet för en 3-årsperiod karaktäriseras således ej av omotiverade överbud.

Basresurser vid högskolan

Energianslaget inom STU stöder f n högskolan med ca 50 Mkr om året (bil 2). Merparten av dessa medel ca 90 % går till de tekniska högskolorna i Stockholm, Göteborg, Lund och Linköping. Drygt 150 doktorander avlönas av dessa medel. Ca 15 disputationer om året har skett under förra EFUD-perioden. STUs stöd, räknat per sektion vid en teknisk högskola, måste betecknas som stabilt och långsiktigt. Enligt STUs mening är stödets karaktär sådan att det kan utgöra underlag för verksamhetsplanering på sektionsnivå.

STU anser dock att en omfattande överföring av basresurser till högskolan f n inte löser något problem. T ex har STU kunnat konstatera att det i rekryteringen till de 12 mellantjänsterna (bil 4) i några av fallen inte varit enkelt att finna disputerad forskare.

Systemet ser ut att närma sig en mättnadssituation vad avser effektivt använt ekonomiskt stöd. Sannolikt är det andra faktorer än statliga pengar för tjänster mm som gör att det f n är relativt svårt att besätta tjänster med tillräckligt kompetenta personer. T ex har industrin under senare år troligen sugit upp ett stort antal potentiella forskar- kandidater. Samtidigt uppfattar STU signaler från delar av storindustrin om att högskolan i Sverige inte alltid klarar av det kunskapsbehov som finns. Detta måste i ökad utsträckning täckas genom samarbete med utländska högskolor och universitet. En utredning genomförs av Efn, som delunderlag till EFU-90, vilken bör bidraga till att belysa problematiken bättre.

En översiktlig beräkning av antalet tjänster på professors- eller docentnivå, som STU bedömer skulle behövas för att på ett acceptabelt sätt garantera kunskapsuppbyggnaden och forskningen på de energiteknikområden som STU ansvarar för visar på ett behov av ca 40-talet tjänster. STU är beredd att överlämna en sådan förteckning av tjänster om utredningen så önskar. Rekryteringen till dessa tjänster kan sannolikt ske under en period på mellan 5 till 10 år.

Bemyndiganden

Bemyndigandena är långsiktigare när det gäller delprogrammet "Energirelaterad grundforskning" än för industriprogrammet i övrigt. I några fall hittills har STU kunnat fatta beslut om finansiering i 5 år. Dessa möjligheter behöver förstärkas så att STU inom sitt forskningsområde kan fatta beslut i nära samverkan med högskolan på institutions- eller sektionsnivå om stöd för 3+3 år inkluderande löner för mellantjänster, mm.

FOU-PROGRAM FOR TIDEN 1990-93

ENERGITEKNIK FÖR INDUSTRIN

Syfte

Programmet som helhet syftar till att utifrån en helhetssyn på industrins hantering av energiflöden, främja en effektivisering i alla hanteringsled mot främst en minskad specifik energianvändning samt, om möjligt i en framtid, mot en minskning av den totala energianvändningen. Detta skall ske under hänsynstagande till successivt skärpta miljökrav och utan att begränsningar av produktionsutvecklingen skall behöva införas. Koldioxidproblematiken kommer därvid att ställa särskilda krav på inriktning av FoU-stöd för effektivisering, substitution etc. Programunderlag rörande denna problematik avses tillställas EFU-90 för kännedom före kalenderårets slut.

Programmets mera allmänna syften är att

- utveckla möjligheterna till energiproduktion från olika processindustrier med hög energiomsättning
- förbättra energiomvandlingar integrerade i industriella processer
- effektivisera energikrävande förädlingssteg inom industrin
- utveckla en rationell hantering av energiflödet inklusive dess lagring och distribution i industriell verksamhet
- utveckla effektiv el- och värmeanvändning i processer, utrustningar och tekniska system för industriella tillämpningar
- stärka kunskapsbasen inom områden med stor energirelevans
- iaktaga miljökraven vid programmets genomförande

Konkretare målsättning med programmet 1990-1993 är att

- öka verkningsgraden i såväl enskilda energiomvandlare som i system av sådana
- minska energiåtgångstalen i främst de energitunga branscherna.
- främja internationell samverkan inte minst med EG:s nystartade energiforskningsprogram "JOULE"

Inriktning, omfattning, långsiktighet och medelsfördelning

Inriktningen mot industrins energianvändning och energiproduktion föreslås få fortsätta. Föreslagen delprogramindelning för 90-93 framgår av omstående sida och bilaga 6. Innehållet i förslaget är i allt väsentligt detsamma som f n. Grupperingen av föreslagna insatser följer dock en mera energiflödesorienterad uppläggning som täcker såväl industriintegrerad effektiv energiproduktion som energilagring, energidistribution, energiomvandling och energianvändning i slutledet. Prioriteringar inom alternativen styrs av successivt skärpta miljökrav och för alternativ 3 särskilt av krav på framtida reduceringar av koldioxidutsläppen. Resultat av energiforskning i andra länder är också viktiga att studera för att främja bästa möjliga genomförande av programmet.

Möjligheterna för främst skogsindustrin att ur biobränslen generera el och värme i ökad omfattning i framtiden blir i detta sammanhang särskilt intressant. Sedan över ett år tillbaka har STU arbetat på en skrift av strategisk natur som rör skogsindustrins eventuella framtida möjligheter som potentiell energileverantör. Underlaget har successivt presenterats för STUs planerings- och referensgrupp för massa och papper. Forskningsmedel för detta avses ingå i delprogram D2 och i alternativ 3 i synnerhet.

Det är viktigt att redan inför planeringen av EFUD-90 framhålla att en utveckling åt detta håll f n inte torde ingå i massa- och pappersindustrins normala strategi. Denna industris viktigaste målsättning f n bedöms i stället vara att försöka effektivisera elanvändningen så långt det är möjligt mot bakgrund av den förväntade elprisutvecklingen mot mitten av 1990-talet. Branschens stora elbehov motiverar denna prioritering. Forskningsmedel för eleffektivisering avses ingå i huvudalternativet 1 (samt i alt 2) under delprogram D6.

En energieffektivisering på kortare sikt i ett 6-årsperspektiv inte minst avseende el kan främjas genom att utforma energisystem på ett bättre sätt. En energisystemmodell MODEST har utvecklats av en forskargrupp i Linköping med mycket intressanta resultat. Studier enligt modellen har hittills inriktats mot eleffektivisering. Bilaga 8 ger en kortfattad beskrivning av utvecklingsläget och pekar på några hittills uppnådda konkreta resultat. Medel för studier av bl a sådana tekniska energisystem avses ingå under delprogram D1 i samtliga alternativ.

Omfattningen av programmet är given av EFU-90. Alt 3 skall ses som den högre ram som skall rymma särskilda satsningar kring CO2-problematiken utöver huvudalternativet 1.

Långsiktigheten, den tid som bedöms krävas innan mera omfattande kommersiellt utbyte av satsningar förväntas kunna ske definieras genom en indelning enligt nedan

Program 1, Ny kunskap	20-30 år
Program 2, Ny teknik	10-20 år
Program 3, Nya produkter	< 10 år

INDUSTRINS ENERGIANVÄNDNING

DELPROGRAM

D 1 o TEKNISKA SYSTEMSTUDIER

D 2 o ENERGIPRODUKTER FRÅN PROCESSINDUSTRIN

D 3 o GASTEKNIK

- NATURGAS
- BIOGAS
- VÄTGAS

D 4 o FÖRÄDLING OCH OMVANDLING

- FÖRGASNING
- FÖRBRÄNNING
- BRÄNSLECELLTEKNIK
- SEPARATION
- MATERIALÅTERVINNING

D 5 o ENERGILAGRING, -DISTRIBUTION

D 6 o EFFEKTIVISERING AV ELANVÄNDNING

- ELEFFEKTIVA PROCESSER
- ELTEKNIK
- SUPRALEDNING

D 7 o EFFEKTIVISERING AV VÄRMEUTNYTTJANDE

- VÄRMEEFFEKTIVA PROCESSER
- VÄRMEVÄXLING, -PUMPNING, -ÖVERFÖRING

D 8 o ENERGIMOTIVERAD MATERIALUTVECKLING MM

- YTKEMI OCH YTFYSIK
- KATALYS
- TRIBOLOGI
- STRÖMNING MM.

Fördelningen av medel mellan olika delområden eller mellan programmen 1-3 kan och bör ej göras detaljerad. STU har valt att välja medelsintervall så att rimlig flexibilitet kan skapas vid genomförandet av satsningarna tillsammans med industri och högskola. Behovsbedömning enligt föreslagen delprogramindelning framgår av tabell 1.

Följande medelsintervall bedöms som rimliga:

20 - 30 Mkr betecknas
10 - 20 Mkr betecknas
< 10 Mkr betecknas

Medel för Program 1; Ny kunskap har dimensionerats så att nuvarande satsningar på högskolan och det kontaktnät som därvidlag byggts upp kan bibehållas eller ökas i alternativ 1 och 3. Programmet innefattar även "Energirelaterad grundforskning" enligt nuvarande programterminologi.

Program 2; Ny teknik omfattar stöd till bl a Kollektiva institut (enligt bil 3) eller andra program som bindes upp för minst tre år i taget samt stöd till projektpaket eller till enskilda projekt.

Programmet har tillförts, program 2B; Försöksanläggningar och experimentverksamhet som behöver finansiering utanför de tre budgetalternativen. Motiven för programdelen 2B ges mera detaljerat under bl a avsnittet om implementering.

Program 3; Nya produkter avser produktutveckling i vanlig STU-mening.

Ett behov av 7-10 Mkr per år för Program 3; Nya produkter dvs 20-30 Mkr för hela perioden, innebär att behovet av medel för Program 2; Ny teknik hamnar på en rimlig nivå av ca 100-125 Mkr. STUs planerings- och referensgrupper för Massa & papper samt för Järn & stål har grovt uppskattat behovet av medel till Program 2B, s k större försöksanläggningar till mellan 30 och 40 Mkr per år de närmaste åren. Trots den flexibilitet som byggts in i förslaget kan ett behov av "vingelmån" uppstå mellan vissa delprogram. Dom faktiska möjligheterna att stödja goda energiprojekt bör kunna få motivera avvikelser från skissad medelsfördelning.

Tidpunkt för förväntat resultat. Med den långsiktighet som angivits för de tre programmen Ny kunskap (20-30 år), Ny teknik (10-20 år) och Nya produkter (< 10 år) innan omfattande kommersiellt utbyte kan förväntas och med den medelsfördelning som angivits, är det tydligt att STUs roll på kortare sikt f n är ganska begränsad. Undantagen är programdelen 2B och delprogram D1 som har något kortsiktigare karaktär och kan ha viss betydelse för resultat på den 6-års sikt som tagits upp i direktiven. För en utblick mot år 2010 har dock hela programmet en betydelse.

F O U - P R O G R A M F Ö R T I D E N 1990-1993

TABELL 1

ENERGITEKNIK FÖR INDUSTRIN	NY KUNSKAP PROGRAM 1	NY TEKNIK PROGRAM 2	NYA PRODUKTER PROGRAM 3	FÖRSÖKSANLÄGGNINGAR OCH EXPERIMENTVERKSAMHET PROGRAM 23
(D - DELPROGRAM)				
D1 TEKNISKA SYSTEMSTUDIER	◍	•	—	◍
D2 ENERGIPRODUKTER FRÅN PROCESSINDUSTRIN	◍	◯	◍	◍
D3 GASTEKNIK	◍	◍	•	◍
D4 FÖRÄDLING OCH OMVANDLING	◯	◯	•	◯
D5 ENERGILAGRING/-DISTRIBUTION	◍	◍	•	•
D6 EFFEKTIVISERING AV ELANVÄNDNING	◍	◍	•	◯
D7 EFFEKTIVISERING AV VÄRMEUTNYTTJANDE	◯	◍	•	◍
D8 ENERGIMOTIVERAD MATERIALUTVECKLING	◯	◍	•	—
SUMMA				
ALT 1 291 MKR VARAV	150	116	25	105
ALT 2 245 MKR "	125	100	20	90
ALT 3 330 MKR "	175	125	30	120

20 - 30 MKR BETECKNAS ◯

10 - 20 MKR BETECKNAS ◍

< 10 MKR BETECKNAS •

Koppling mellan forskningsprogrammet och andra statliga insatser inom energiområdet

STUs roll inom energiforskningsprogrammet sträcker sig normalt fram till prototyp- och demonstrationsfasen. I denna senare utvecklingsfas ökar kostnaderna kraftigt inom sådana områden som t ex tung processindustri och kan ej sällan nå flera tiotals miljoner kronor till undantagsvis flera hundra miljoner.

I samband med utveckling av nya energieffektiva processer i massa och papper-, järn och stål- men även inom kemi- och livsmedelsindustrin m fl är ofta även de senare leden av den tekniska utvecklingen (före PoD-fasen), Program 2B, mycket kostsamma. Sedan en teknisk funktion verifierats eller en processlösning principiellt nåtts måste oftast en uppskalad försöksanläggning byggas för att testa lösningen systemtekniskt i olika avseenden. Även med en 50/50 delning av kostnaderna med industrin utgör dessa projekt tunga inslag i STUs budget och har de senaste åren knappast kunnat finansieras alls av STU. Reserven till regeringens förfogande som existerade fram till ca EFUD-87 fyllde därför ett stort behov.

STU har också funnit att avsaknaden av medel (till STU) för denna senare del av utvecklingsarbetet kan i vissa fall leda till att tekniskt utvecklingsarbete överhuvudtaget ej startas. Nackdelen med att statligt stöd för slutfasen i ett utvecklingsarbete inte kan diskuteras med STU redan i startfasen utan måste tas upp senare kanske med annan finansiär, med nya beslutsfattare och villkor, bedöms alltför stor. Kopplingen för STUs del mellan forskningsprogrammet och de efterföljande prototyp- och demonstrationsfaserna behöver förbättras. En lucka i stödkedjan existerar i praktiken och blir allt tydligare ju fler utvecklingsprojekt som når fram till det stadium då större och dyrare försök behöver göras. Det bör understrykas att det är ofta tillverkaren som behöver få möjligheten att ta detta extra utvecklingssteg så att köparen/användaren vågar gå in på den efterföljande satsningen i PoD-fasen. Denna lucka avses täckas av medel upptagna under Program 2B. I bilaga 9 redovisas redan nu föreliggande konkreta förslag för (större) försöksanläggningar.

Implementering av FoU-resultat

Programorganen anmodas belysa på vilket sätt erhållna forskningsresultat kan tas om hand och implementeras. Grundforskningsresultat publiceras normalt i internationellt erkända vetenskapliga tidskrifter där det internationella vetenskapssamhället har fri tillgång till resultaten för att använda dessa vid lämplig tidpunkt i annan forskning eller för industrin i långsiktigt utvecklingsarbete. För att främja en inhemsk och tidig implementering av grundforskningsresultat är det STUs policy att försöka koppla svenska industriforskare till projekten redan under planeringsstadiet och låta dessa följa arbetet i styr- och referensgrupper så att en successiv

överföring av resultaten direkt till företagen framjas. Ett liknande förfaringssätt tillämpas i övriga led i utvecklingskedjan. För närvarande har STU ett tiotal planerings- och referensgrupper där energienheten är huvudansvarig och där totalt ca 150 personer ingår (bilaga 7). Utöver dessa finns ett antal mindre ad hoc grupper för projektpaket eller enskilda projekt. Det är alltså STUs uppfattning att nätverksbyggandet mellan de olika utvecklingsleden är utomordentligt viktigt inte minst för tempot i implementeringen. Det är också av avgörande vikt att den industribeställda forskningen som stöds vid högskolan innehåller sådana vetenskapliga och på annat sätt avancerade problemställningar att lösa att resultaten av forskningen är meriterande inom forskarkarriären. Dessa villkor är oftast möjliga att uppfylla inom de ansvarsområden som STU arbetat med inom energiforskningen.

Teknikupphandling är vidare en arbetsmetodik och ett synsätt som i särskilt hög grad går ut på att koppla beställare och tillverkare i en samverkan för att utveckla och implementera en funktion eller en produkt ända ut på marknaden. STU finansierar teknik/funktionsupphandling med anslagsmedel ur anslaget F1.

Det finns många olika sätt att främja implementeringen av FoU-resultat. STUs ramprogram för kunskapsutveckling (Rfk) inom anslaget F1 styrs och följs av en grupp bestående av forskare, industriföreträdare etc. vars uppgifter också är att sprida kännedom om resultaten i syfte att påskynda implementering inom industrin. Informationsskrifter mm är ett annat sätt att främja implementering (se bil 5). STUs tidning ENERGITEKNIK (ENERGY TECHNOLOGY) har relativt stor spridning och de kortfattat beskrivna projektresultaten röner stor uppmärksamhet.

Avslutningsvis under detta avsnitt vill STU särskilt understryka det fundamentalt viktiga när det gäller att främja implementering av resultat nämligen att tidigt, redan i planeringsskedet, noga lyssna till vad genomförarna av forskning och teknisk utveckling högskolan och industrin, har för uppfattning dels om behoven på framtida marknader och dels om den kompetensutveckling som dessa behov bedöms kräva.

Konsekvenser av skärpta miljökrav för prioriteringar inom programmet Energiteknik för industrin

Allmänt

Skärpta miljökrav i betydelsen successivt ökade begränsningar av utsläpp till luft, mark och vatten leder till andra prioriteringar. Ökad energieffektivisering får mycket hög prioritet. Intresset för förnybara energikällor ökar. Diskussionerna om avgifter på miljöutsläpp försvårar en kvantitativ rangordning av olika energibärares användning. Eftersom elektricitet vid användningen inte alls bidrar till utsläpp till luft, mark eller vatten, ökar särskilt intresset för direktalstring av elektricitet ur förnybara energikällor som t ex vattenkraft, vindkraft, solceller och vågkraft.

Biomassa är ur många synpunkter en miljövänlig energikälla. En effektivare användning av biomassa inom industrin, torde på kortare sikt vara en av de viktigaste åtgärderna. Intressant blir värmeproduktion genom biomasseförgasning/förbränning. Även produktion av flytande bränslen ur biomassor för traktionära ändamål kan få ökat intresse. Därefter följer en ökad användning av naturgas i stället för, i prioritetsordning, olja, kol och torv.

Vätgas är en mycket miljövänlig energibärare. Införande av energisystem baserade på vätgas är dock förenat med stora problem. En omfattande produktion av vätgas i Sverige utan användande av kärnkraft- eller vattenkraftbaserad elektrolys, är idag inte realistisk. Import av vattenkraftproducerad vätgas från t ex Canada eller solbaserad vätgas från Afrika blir sannolikt mycket dyrt och leder till ett nytt utlandsberoende.

En ny lågtemperaturteknik t ex en fotoassisterad katalytisk separation av väte ur vatten skulle, om den kunde göras ekonomisk, revolutionera energisystemet globalt. FoU-satsningar på vätgastekniker är således mycket långsiktiga men viktiga. Satsningar på katalys och katalysatorer för avgas- och rökgasrening får ökande intresse vid successivt skärpta miljökrav.

Av vad som framgått ovan är nästan samtliga delprogram D1-D8 intressanta inför successivt skärpta miljökrav.

I Tabell 2 görs en grov markering av FoU-vikten i miljösatsningen inom de olika delprogrammen och i de tre medelsalternativen.

Reduktion av CO_2

EFU-90 avser göra en särskild utredning kring koldioxidproblematiken varför STU avvaktar med närmare analyser tills denna är framtagen. En preliminär bakgrundsbeskrivning inför ett eventuellt ökat STU-engagemang i minskade svenska koldioxidutsläpp ges i bilaga 10.

Forskningsinsatser som utöver huvudförslaget kan bidraga till en reduktion av koldioxidutsläpp inom ett nära eller längre tidsperspektiv, anges nedan.

1. På kortare sikt blir substitution mot icke fossila inhemska energibärare aktuellt t ex

   - vindkraft
   - solvärme
   - energi ur skogsavfall och lutar, (D2)
   - flytande bränslen ur biomassa (D2, D4)
   - biogas (D3)
   - energiskog

   I andra hand substitution mot kolfattiga importerade bränslen t ex naturgas

TABELL 2

MEDELSALTERNATIV

	2 (245 MKR)	1 (291 MKR)	3 (330 MKR)
D 1	•	E	E/M
D 2	E	M	M
D 3	•	M	M
D 4	E/M	E/M	M
D 5	•	E	E
D 6	E	E/M	M
D 7	E	E/M	M
D 8	E	E	M

NYCKEL:

• BEVAKNINGSKARAKTÄR

E FRÄMST ENERGIMOTIV, AKTIVA INSATSER PÅ MÅTTLIG EKONOMISK NIVÅ

E/M ENERGI- OCH MILJÖMOTIV LIKA FRAMTRÄDANDE, TYNGRE EKONOMISKA SATSNINGAR

M MILJÖMOTIVET DOMINERANDE EKONOMISKA SATSNINGAR I INTERVALLETS ÖVRE GRÄNS

2. På lång sikt kan några idag visionära tekniker aktuella, t ex

- fotoassisterad katalytisk (lågtemperatur) spjalkning av vatten för väteproduktion (och syrgas) (D3)
- fotokemisk reduktion av koldioxid till metan, metanol, etc. (D4).
- lagring av koldioxid på stora havsdjup.

BIL 1

DAGENS PROGRAMSTRUKTUR

PROGRAM 1

o	ENERGIANVÄNDNING INOM INDUSTRIN	236 MKR
	VARAV	
1A	ENERGIANVÄNDNING I PROCESSINDUSTRIN	130
1B	GEMENSAMMA ENERGITEKNIKER	100
1C	GASTEKNIK	6[1)]

PROGRAM 4B

o	ENERGIRELATERAD GRUNDFORSKNING	27 MKR

1) AVSER BÅ 1988/99

BIL 2

ENERGISTÖD TILL UoH

HÖGSKOLA	ANT. INST.	EFUD -84 84/85	85/86	86/87	TOT.
CTH	24	9,8	15,0	15,2	40,0
KTH	33	8,7	6,4	14,8	29,9
LU	17	1,8	13,8	9,6	25,2
LUH	7	-	0,5	1,1	1,6
UU	6	0,15	0,8	1,0	1,95
SU	3	-	0,6	0,2	0,8
SLU	2	1,5	0,7	1,2	3,4
UMU	2	-	0,6	0,6	1,2
LiU	4	1,7	2,6	1,6	5,9
HALMSTAD	1	0,1	-	-	0,1
KARLSTAD	1	-	0,1	0,05	0,15
SUNDSVALL	1	0,1	0,04	-	0,14
SUMMA	101	23,35	41,14	45,35	130,34

Sammanställning av stöd ur energiforskningsmedel till RAMPROGRAM och INSATSOMRÅDEN inom STU:s anslag F 1. Siffror inom parentes anger hur stor del stödet utgör av STUs totala satsning

	Beviljat belopp, Mkr						
RAMPROGRAM för KOLLEKTIV FORSKNING	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	Anm.
Massa- och pappersforskning (STFI)	4,8	5,0	5,2	8,0 (29%)	8,0	8,0	
Keramforskning (Sv. Silikatforsknings-institut)	-	-	-	0,3 (15%)	0,3	0,3	
Järn- och metallforskning (Institutet för metall-forskning)	-	-	1,0	1,0 (14%)	1,0	-	
Värmeteknisk forskning (Värmeforsk)	-	-	-	0,7 (50%)	0,7	0,7	
Membranteknisk forskning (Stiftelsen för membran-teknik)	0,23	0,24	0,25	0,3 (33%)	0,3	0,3	
Fluid systemteknik	-	0,22	0,16	0,25 (58%)	-	-	
Mineralteknisk forskning (MinFo)	-	0,08	0,13	0,14 (17%)	0,15	-	
Förpackningsforskning (Packforsk)	-	-	-	-	0,6	0,7	0,8
Materialåtervinnings-forskning (Reforsk) (F n ett insatsområde)	-	2,0	2,0	2,0 (43%)	1,0	1,0	Fler statlig myndigheter organisation
Brandforskning				0,4			
RAMPROGRAM för KUNSKAPSUTVECKLING							
Cerealier (SIK + UoH)	0,3	0,3	0,35	0,37 (11%)	-	-	
Katalysforskning (Universitet och högskolor)	-	-	-	3,0 (100%)	3,0	3,0	Totalt (5 å 15,0 STU 15,0 STEV
Civil Flygteknisk forskning (FFA)	-	1,5	1,5	1,5 (12%)	1,5	1,5	Av totalt 70,0 för STU Avser ström-ningsteknik

	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	Anm.
Glasforskning	-	-	-	0,3	0,2	-	
Elledande polymerer och dess elektriska egenskaper	-	-	0,7	1,0 (50%)	1,0	1,0	
INSATSOMRÅDEN							
Driftutvecklingssystem för processindustrin (DUP)	-	-	0,75	0,3	0,15	-	Förberedande satsningar inför DUP
Högpresterande konstruktionskeramer	-	-	-	-	1,0 (ca)	1,0 (ca)	Beslut våren 88
Totalt	4,83	8,84	9,91	21,08	18,80	17,4	

Bilaga 1

MELLANTJÄNSTER VID HÖGSKOLORNA

Tjänste-inriktning	Placering: institution, högskola	Förordnad: namn datum från/till	Finansiär
FORSKNINGSOMRÅDE: FÖRBRÄNNING - FÖRGASNING			
Laserbaserad förbränningsdiagnostik	Atomfysik LNTH	Marcus Aldén 1985-07-01/ 1991-06-30	STU
Förbränningskemi	Fysikalisk kemi CTH	Lars Andersson 1986-01-01/ 1991-12-30	STU
Kemisk fysik med inriktning mot förbränning och heterogen katalys	Kemisk fysik CTH	Karl Erik Keck 1985-07-01/ 1991-06-30	STU
Heterogena katalytiska reaktioner	Fysik CTH	Roger Ryberg 1985-07-01/ 1989-06-30	STU
Katalytiska reaktioner på metallytor	Fysik- och mätteknik LiTH	Lars Gunnar Petersson 1986-01-01/ 1991-12-30	STU
FORSKNINGSOMRÅDE: TRANSPORTTEKNIK			
Flygsystem för farkoster med tonvikt på energibärarflexibilitet, energianvändningseffektivitet och emissioner	Flygteknik KTH	Thure Valdsoo 1986-02-15/ 1992-02-14	STU
FORSKNINGSOMRÅDE: INDUSTRIELL ENERGITEKNIK			
Effektiv energianvändning i hydrauliska system	Hydraulik och pneumatik LiTH	Karl Erik Rydberg 1985-12-01/ 1991-11-30	STU
Turbulent strömning med energirelaterade tillämpningar	Mekanik KTH	Arne Johansson 1985-10-01/ 1991-09-30	STU

Separation med inriktning mot membranteknik och utfrysning	Kemisk apparatteknik LNTH	AnnSofie Jönsson 1985-07-01/ 1991-06-30	STU
Energiteknik i mindre och medelstor industri	Energiteknik LiTH	Mats Söderström 1985-12-01/ 1991-11-30	STU

FORSKNINGSOMRÅDE: ENERGILAGRING

Metallhydrider för energitillämpningar	Strukturkemi SU	1988-07-01/ 1991-06-30	STU (Nyinrättad)

FORSKNINGSOMRÅDE: HÖGTEMPERATURSUPRALEDARE

Högtemperatursupraledare	Fysik CTH	1988-07-01/ 1991-06-30	STU (Nyinrättad)

ENERGITEKNISKA SKRIFTER UTGIVNA AV PROJEKTENHETEN FÖR ENERGITEKNIK

NR 29:1974 PYROLYS AV HUSHÅLLSAVFALL

NR 30:1974 NY VINDENERGITEKNIK

NR 31:1975 NUVARANDE OCH PLANERAD ENERGIFORSKNING VID DE TEKNISKA FAKULTETERNA

NR 52:1976 ADVANCED WIND ENERGY SYSTEMS

NR 59:1977 THE FUTURE STEELPLANT - A STUDY ON ENERGY CONSUMPTION

NR 67:1977 ENERGIANVÄNDNINGSANALYS INOM STÅL OCH METALLVERK

NR 68:1977 VÄRMEÅTERVINNING UR VENTILATIONSLUFT I FLERFAMILJSHUS (STU-RAPPORT NR 74-5907)

NR 69:1978 ENERGIANVÄNDNINGEN INOM LIVSMEDELSPRODUKTIONEN

NR 88:1978 ENERGIANVÄNDNING I TRE SVENSKA JÄRNVERK

NR 120:1979 ENERGIUTNYTTJANDET VID JÄRN-, STÅL- OCH METALLVERK. (SAMMANFATTNING AV INTERVJUUNDERSÖKNING VID NORDISKA VERK)

NR 124:1979 STU PROGRAMPLANER. FORSKNING OCH UTVECKLING INOM ENERGIOMRÅDET 1978/79-1980/81

NR 135:1979 THE FUTURE STEEL PLANT - A STUDY OF ENERGY CONSUMPTION

NR 157:1979 THE RECOVERY OF HEAT FROM VENTILATION SYSTEMS IN APARTMENT BUILDINGS (ENGELSK ÖVERSÄTTNING AV 68:1977)

NR 158:1979 FRAMTIDA VÄRMEPUMPAR

NR 161:1979 USE OF ENERGY BY SMALL AND MEDIUM-SIZED INDUSTRIAL ENTERPRISES

NR 164:1980 VÄRMEÅTERVINNING UR VENTILATIONSLUFT INOM VERKSTADSINDUSTRIN

NR 174:1980 ENERGIANVÄNDNING INOM MASSA- OCH PAPPERSINDUSTRIN SCA-NORDLINER I MUNDSUND

NR 177:1980 FLEXIBUSSEN. EN ENERGISNÅL OCH MILJÖVÄNLIG BUSSTEKNIK MED BERÄKNINGAR FÖR STOCKHOLMS INNERSTAD

NR 181:1980 FRAMTIDA JÄRNVERK 1

NR 182:1980 FRAMTIDA JÄRNVERK 2

NR 183:1980 FRAMTIDA JÄRNVERK 3

NR 188:1980 ENERGIANVÄNDNING, VOLYM I

NR 189:1980 ENERGIANVÄNDNING, VOLYM II

NR 209:1981 ENERGY USAGE IN THE SCA-NORDLINER PULP AND PAPER PLANT AT MUNKSUND, SWEDEN

NR 210:1981 ELFORDON I SVERIGE

NR 211:1981 USE OF ENERGY BY SMALL AND MEDIUM-SIZED INDUSTRIAL ENTERPRISES, VOL 2

NR 223:1981 ENERGI- OCH VATTENFÖRBRUKNING I STORKÖK

NR 252:1981 ENERGIANVÄNDNING UNDER UTVECKLING - VOLYM III

NR 268:1982 FRAMTIDA JÄRNVERK 4

NR 303:1982 DIRECTORY OF ENERGY PROJECTS

NR 310:1982 FRAMTIDA JÄRNVERK 5

NR 315:1983 SÅGVERKENS ENERGIBALANS

NR 316:1983 FRAMTIDA JÄRNVERK SLUTRAPPORT

NR 317:1983 NÖDVÄNDIG ENERGIKVALITET I OLIKA PROCESSTEG VID SULFATMASSATILLVERKNING

NR 320:1983 ELECTRIC VEHICLES IN SWEDEN

NR 341:1983 EFFEKTIVARE ENERGITEKNIK

NR 342:1983 EFFEKTIVARE ENERGITEKNIK, BILAGOR

NR 379:1983 DIRECTORY OF ENERGY PROJECTS

NR 380:1983 DET SLUTNA PAPPERSBRUKET

NR 410:1984 ENERGY INPUT ANALYSES IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY

NR 411:1984 ENERGY AUDITS IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY

NR 427:1984 EFFEKTIVARE ENERGITEKNIK PROGRAMPLAN

NR 430:1984 VÄRMEPUMPAR OCH ÅNGKOMPRESSORER VID PAPPERS-MASKINER OCH INDUNSTNINGAR

NR 431:1984 DIRECTORY OF ENERGY PROJECTS

NR 440:1984 COLLECTION OF BATTERIES

NR 447:1985 CORRECT DETERMINATION OF EFFICIENCY WITH SPECIAL REFERENCE TO SMALL BOILERS

NR 449:1985 SÅGVERKENS ENERGIBALANS

NR 454:1985 FÖRGASNING AV BIOMASSA

NR 461:1985 ENERGY TECHNOLOGY PROGRAMME

NR 472:1985 FÖRGASNING AV BIOMASSA - ETT SÄTT ATT KONVERTERA BEFINTLIGA OLJEPANNOR TILL FASTA BRÄNSLEN, UNDERLAGSRAPPORTER

NR 473:1985 BASENERGIMETODEN (ENDAST SKRIFT ELLER MED DISKETT)

NR 475:1985 ENERGIANVÄNDNINGEN INOM SCA-NORDLINER I MUNKSUND

NR 481:1985 VÄRMEÅTERVINNING MED VÄRMEVÄXLARE VID FÖRORENAD LUFT

NR 485:1985 INDUSTRIN OCH ENERGIN BROSCHYR

NR 545:1986 INDUSTRY AND ENERGY

NR 546:1986 INDUSTRIE AND ENERGIE

NR 547:1986 L'INDUSTRIE ET L'ENERGIE

NR 576:1986 ENERGIRELATERAD GRUNDFORSKNING

NR 580:1986 ALCOHOLS AND ALCOHOL BLENDS AS MOTOR FUELS (VOL I, VOL II A, VOL II B)

NR 582:1986 GASIFICATION OF BIOMASS

NR 588:1986 ANVÄNDNING AV ALTERNATIVA DRIVMEDEL

NR 589:1986 HYBRIDSYSTEM I FORDON

NR 590:1986 KOLVMOTORTEKNIK

NR 591:1986 ELFORDON

NR 592:1986 ALTERNATIVA VÄRMEMOTORER

NR 593:1986 EFFEKTIV ELANVÄNDNING

NR 597:1986 KATALYSFORSKNING

NR 600:1986 ENERGITEKNIK FÖR TRANSPORTER

NR 601:1986 ENERGIBALANS FÖR SPÅNSKIVEINDUSTRI

NR 606:1987 INDUSTRINS ENERGIANVÄNDNING

NR 611:1987 DIRECTORY OF ENERGY PROJECTS

NR 616:1987 FÖRGASNING AV BIOMASSA

NR 617:1987 DET ENERGISNÅLA MODELLSÅGVERKET

NR 618:1987 GRUNDLÄGGANDE FÖRBRÄNNINGSFORSKNING

NR 626:1987 GRUNDLÄGGANDE TRIBOLOGI

NR 630:1987 FÖRGASNING AV BIOMASSA

NR 635:1987 GENERELL METOD FÖR INDIREKT BESTÄMNING AV PANNVERKNINGSGRADEN GENOM BRÄNSLE- OCH GASANALYS

NR 636:1987 MINIKRAFTVÄRMEVERK VID SÅGVERK

NR 639:1987 FÖRBRÄNNINGSTEKNISK FORSKNING

NR 640:1987 PROJEKT M100 - A TEST WITH METHANOL FUELED VEHICLES IN SWEDEN

NR 651:1987 VARMT ÄMNESFLÖDE INOM JÄRN- OCH STÅLINDUSTRIN

NR 658:1987 BASIC COMBUSTION RESEARCH

NR 665:1988 NATURAL GAS AND BIOGAS PROPELLED BUSES - PRESUDY FOR A DEMONSTRATION PROJECT

NR 670:1988 MEDSTRÖMSFÖRGASNING - KONSTRUKTION AV REAKTORER

NR 673:1988 EFFEKTIVARE ENERGITEKNIK

NR 679:1988 SUPRALEDANDE KERAMISKA MATERIAL - PROGRAM-FÖRSLAG

NR 680:1988 KRAFTVÄRME MED FÖRGASNING AV INHEMSKA BRÄNSLEN

NR 698:1988 MOTTRYCKSKRAFTRÄDDNING FÖR SVERIGES ELBALANS

NR 702:1988 INDUSTRIELL NATURGASTEKNIK

INDUSTRINS ENERGIANVÄNDNING

DELPROGRAM

D 1 o TEKNISKA SYSTEMSTUDIER (15, 16, 18-19, 26-28, 30, 32)

D 2 o ENERGIPRODUKTER FRÅN PROCESSINDUSTRIN (12-16)

D 3 o GASTEKNIK

- NATURGAS (26, 32-33)
- BIOGAS (11)
- VÄTGAS (16, 35)

D 4 o FÖRÄDLING OCH OMVANDLING

- FÖRGASNING (23-24, 26)
- FÖRBRÄNNING (22-26)
- BRÄNSLECELLTEKNIK (29)
- SEPARATION (19-22)
- MATERIALÅTERVINNING (11, 30-31)

D 5 o ENERGILAGRING, -DISTRIBUTION (29, 17)

D 6 o EFFEKTIVISERING AV ELANVÄNDNING

- ELEFFEKTIVA PROCESSER (9-13)
- ELTEKNIK (26-28)
- SUPRALEDNING (30)

D 7 o EFFEKTIVISERING AV VÄRMEUTNYTTJANDE

- VÄRMEEFFEKTIVA PROCESSER (13-14)
- VÄRMEVÄXLING, -PUMPNING, -ÖVERFÖRING (17-19, 36

D 8 o ENERGIMOTIVERAD MATERIALUTVECKLING MM

- YTKEMI OCH YTFYSIK (35)
- KATALYS (31)
- TRIBOLOGI (29, 35)
- STRÖMNING MM. (23, 31-32)

(SIFFRORNA INOM PARANTES HÄNVISAR TILL STU-INFO NR 673-1988 "EFFEKTIVARE ENERGITEKNIK")

BILAGA 7

PRINCIPIELL SAMMANSÄTTNING, ARBETSUPPGIFTER MM FÖR STU'S PLANERINGS- OCH REFERENSGRUPPER INOM HUVUDPROGRAM ENERGIFORSKNING SAMT NUVARANDE FAKTISKA PERSONSAMMANSÄTTNING.

Sammansättning

Ledamöterna i de olika grupperna utses i personlig kapacitet. För att få en så allsidig sammansättning som möjligt på grupperna utses ledamöterna med följande generella erfarenhetsbakgrund i åtanke:

- Två ledamöter från industrin
- En ledamot från branschforskningsinstitut
- En ledamot från högskoleinstitution
- En ledamot från SIND (eller annan närmast berörd myndighet)
- En ledamot från enheten för ENERGITEKNIK
- En ledamot från närmast berörd annan enhet inom STU
- En planeringskonsult
- En person som på lämpligt sätt balanserar gruppens sammansättning i övrigt

Som ordförande utses i första hand en av ledamöterna från industrin, alternativt branschforskningsinstitut. Handläggaren från enheten för ENERGITEKNIK fungerar som sekreterare.

Mandattiden för ledamöterna sträcker sig normalt över en EFUD-period, dvs f n tom den 30 juni 1990.

Arbetsuppgifter

Planerings- och referensgruppernas arbetsuppgifter kan vara följande:

- Utarbeta förslag till programplaner för STUs insatser.
- Utarbeta underlag för regleringssbrev och anslagsframställning.
- Fungera som referensgrupp för sådana projekt som STU förelägger gruppen för bedömning (kan avse behov av förstudier, ändring av projektens inriktning eller omfattning mm)
- Föreslå sätt genom vilka resultaten av STUs insatser kan föras ut till kännedom och nyttiggörande inom bl a industrin samt aktivt medverka härvid.

Styr- och planeringsgruppen
Energirelaterad Industriell Strömningsteknik

Hans Ekander (Doktor)
ABB Corporate Research

Göran Fernström (Civiling.)
AB Volvo

Håkan Gustavsson (Professor)
Högskolan i Luleå

Arne Johansson (Professor)
KTH Mekanik

Mårten Landahl (Professor)
KTH Mekanik

Per Lötstedt (Civiling.)
Saab Scania
Flygdivisionen TKLUB2

Erik Olsson (Professor)
CTH Tillämpad termodynamik
och strömningslära

Från STU:

Birger Thordén (Avd. dir.)

Referensgruppen
Ferrolegering

Carl Lennart Axelsson (Forskningsing.)
KTH Tillämpad Processmetallurgi

Erik Bengtsson (Forskningsing.)
SSAB Avd 93 CU

Björn Kjellberg (Civiling.)
ABB Asea Brown Boveri

Thomas Thorén (ingen titel)
Avesta AB

Krister Torssell (Professor)
Asea Powdermet

Ingemar Widell (Direktör)
Vargön Alloys AB

Olle Wijk (Professor)
KTH Tillämpad Processmetallurgi

Från STU:

Göran Persson (Första byråsekr.)
Birger Thordén (Avd. dir.)

Referensgruppen
Industriell naturgasteknik

Bengt Adilstam (Tekn.lic.)
Swedegas

Birgitta Lindblad (Bergsing.)
Jernkontoret

Anders Molin (Civiling.)
Sydkraft

Ulf Norhammar (Verkst. dir.)
Sv Gasföreningen

Martin Normark (Avd. ingenjör)
Statens Vattenfallsverk
Distributionssektionen

Ingela Sjöström-Hedge (Tjänsteman)
Statens Vattenfallsverk

Lennart Törnqvist (Professor)
Lunds tekniska högskola
Energiinstitutionen

Wasell Erik (Civ. ing.)
AGA AB

Från STU:

Olle Järfeldt (Avd. dir.)
Göran Persson (Första byråsekr.)
Birger Thordén (Avd. dir.)

Referensgruppen
Järn & Stål

Bertil Berg (Övering.)
Mefos

Per Olof Boman (Forskningschef)
Jernkontoret

John Olof Edström (Professor)
KTH Produktionsteknik

Torsten Eriksson (Professor)
Tekniska högskolan i Linköping
IKP

Anders Grevesmühl (Avd. dir.)
Statens Energiverk

Rune Lagneborg (Professor)
Inst f Metallforskning

Birgitta Lindblad (Bergsing.)
Jernkontoret

Alf Peterson (Tekn.lic.)
IvA

Ingemar Svensson (Civiling.)
Sv Gjuteriföreningen

Krister Torssell (Professor)
ASEA Powdermet

Bengt Westin (Övering.)
SSAB

Henric Widmark (Forskningschef)
AB Sandvik Steel

Olle Wijk (Professor)
KTH Tillämpad Processmetallurgi

Jan Åkesson (Tekn.lic)
Ovako Steel

Från STU:

Kaj Klarin (Avd. dir.)
Göran Persson (Första byråsekr.)
Birger Thordén (Avd. dir.)

Referensgruppen
P/CIG

Per Almqvist (Tekn.lic.)
Stockholms Energiverk

Erik Bengtsson (Civiling.)
SSAB

Gunnar Hovsenius (Tekn.lic.)
Statens Vattenfallsverk

Gert Karlsson (Civiling.)
Statens Energiverk

Krister Torssell (Professor)
ASEA Powdermet

Bengt Westin (Övering.)
SSAB

Från STU:

Göran Persson (Första byråsekr.)
Folke Schippel (Avd.dir.)
Birger Thordén (Avd.dir.)

Referensgruppen
Titan

John Olof Edström (Professor)
KTH Produktionsteknik

Hans Sandberg (Forskningsdir.)
SSAB Tunnplåt AB

Sven Santén
SKF Plasma Technologies AB

Från STU:

Birger Thordén (Avd.dir.)

Styrgruppen
Varmt flöde

Uno Jaxgård (Ingenjör)
Uddeholm Tooling AB

Kjell-Olof Johnsson (Tekn.lic.)
SSAB

Birgitta Lindblad (Bergsing.)
Jernkontoret

Gunnar Lindström (Övering.)
Avesta AB

Sten Stuart (Bergsing.)
SSAB

Bengt Westin (Övering.)
SSAB

Från STU:

Göran Persson (Första byråsekr.)
Birger Thordén (Avd.dir.)

Planerings- och referensgruppen
Massa & papper

Jan Cardelius (Direktör)
Svenska Cellulosa- och
pappersbruksföreningen

Lennart Eriksson (Direktör)
STFI

Urban Grén (Professor)
Chalmers tekniska högskola
Kemisk apparatteknik

Nils Hartler (Professor)
KTH Cellulosateknik

Arne Hulteberg (Direktör)
Stora Teknik

Bengt Hylander (Övering.)
ASSI Koncernutveckling

Ingvar Jansson (Förb. ordf)
Sv Pappersindustriarbetarförbundet

Tom Lindström (Professor)
Mo & Domsjö AB

Wiktor Mets (Övering)
Statens Vattenfallsverk

Alf de Ruvo (Forskningsdir.)
SCA Teknik AB

Thomas Wahlberg (Direktör)
Holmens Bruk

Sune Westermark (Byråchef)
Statens Energiverk

Från STU:

Ingemar Fastmark (Avd.dir.)

Planerings- och referensgruppen
Tribologi

Sören Andersson (Professor)
KTH Maskinelement

Sture Hogmark
UU Teknikum

Bo Jacobsson (Professor)
SKF Engineering & Research Centre

Per Redelius (Fil.dr)
Nynäs Industri AB

Anders Thelin (Övering.)
AB Sandvik Coromant

Från STU:

Karin Bryner (Avd.dir.)

Referensgruppen
Energirelaterad grundforskning

Mats Almgren (Professor)
UU Fysikalisk kemi

Torsten Ericsson (Professor)
LIU Materialteknik

Anders Flodström (Professor)
KTH Materialfysik

Indrek Martinsson (Professor)
LU Fysik

Nils-Herman Schöön (Professor)
CTH Kemisk reaktionsteknik

Från STU:

Ingela Agrell (Avd.dir.)
Wiktor Raldow (Avd.dir.)

Referensgruppen
Grundläggande förbränningsteknisk forskning

Henrik Alfredsson (Docent)
KTH Mekanik

Thomas Berglind (ingen titel)
AB Volvo teknisk utveckling

Ola Claesson
LU Förbränningstekniskt Centrum

Göran Holmstedt (Docent)
LU Brandteknik

Bengt Kasemo (Professor)
CTH Fysik

Eric Olsson (Professor)
CTH Tillämpad termodynamik
och strömningslära

Jim Olsson (Docent)
CTH Fysikalisk kemi

Birgitta Palmberger (Byråchef)
Statens Energiverk

Lars Tegnér (Avd.dir.)
Statens Energiverk

Torbjörn Westermark (Professor)
KTH Kärnkemi

Referensgruppen
Katalysforskning (Gemensam för STU och STEV)

Mats Almgren (Professor)
UU Fysikalisk kemi

Sten Andersson (Professor)
LU Oorganisk kemi

Stig Andersson (Professor)
CTH Fysik

Sune Bengtsson (Tekn.dr)
Fläkt Industri AB

Bengt Danielsson (Divisionschef)
Perstorp AB

Ingemar Gottberg (ingen titel)
AB Volvo Personvagnar

Bengt Kasemo (Professor)
CTH Fysik

Christina Moberg (Docent)
KTH Organisk kemi

Lars-Gunnar Petersson (Docent)
LIU Fysik och mätteknik

Nils-Herman Schöön (Professor)
CTH kemisk reaktionsteknik

Nils Walde (Avd. chef)
Saab Scania

Nils-Gösta Wannerberg (Forskningsdir.)
EKA Nobel

Från STU resp STEV

Ingela Agrell (Avd.dir.)
Eva Ström STEV (Avd.dir.)

forts. Grundläggande förbränningsteknisk forskning

Björn Åkermark (Professor)
KTH Organisk kemi

Från STU:

Göran Yström (Avd.dir.)

Styrgruppen
Högtemperatursupraledande material

Ingvar Ö Andersson (Avd.dir.)
Statens Energiverk

Tord Claeson (Professor)
CTH Fysik

Gunnar Edwall (ingen titel)
Ericsson Telecom

Klaes Jacobson (Civiling.)
ABB Coorporate Research

Börje Johansson (Professor)
UU Fysik

Mats Nygren (Professor)
SU Oorganisk kemi

Erland Wikborg (Doctor)
Ellemtel AB

Från STU:

Ingela Agrell (Avd.dir.)
Carl-Otto Frykfors (Avd.dir.)
Sven-Ingmar Ragnarsson (Avd.dir.)

BILAGA 8

MODEST - Modell för avvägning tillförsel/effektivisering av elproduktion (Utdrag ur PM av prof B Karlsson, Lith)

Hypotes: Det går att med systemanalytiska hjälpmedel avgöra vad eleffektivisering får kosta jämfört med ny produktionskapacitet.

Elproduktionskapaciteten kommer att bli knapp dels på grund av kärnkraftsavvecklingen, dels på grund av ökande elanvändning. Sannolikt behövs både nya kraftverk och effektivisering av användningen. Om vi förutsätter lika ekonomiska villkor ur samhällsekonomisk synvinkel för både utbyggnad och effektivisering uppstår frågan hur avvägningen skall göras.

Genom att använda MODEST-modellen med kraftbolagens uppgifter om kostnader för utbyggd produktionskapacitet för exempelvis kolkondensverk, kraftvärmeverk och vindkraft är det möjligt att beräkna vad olika typer av effektivisering får kosta samhällsekonomiskt på marginalen, låt säga att lasten ökar 10% eller att produktionskapaciteten minskar lika mycket.

Lastreduktionen kan bestå av olika principiella metoder, såsom investeringar i effektivare utrustning, utnyttjande av bränsle i stället för el och styrning av ellaster (både för återkommande och icke återkommande last).

Laststyrning i sin tur består av lastprioritering, tidsförskjutning, ackumulering, bivalenta värmesystem och egen generering av el.

Målsättningen i detta projekt är att minimera den totala diskonterade systemkostnaden för staten som aktör. Trots att frågan inte primärt är inriktad på att spara elenergi/effekt eller någon annan form av energi blir förmodligen resultatet att stor ekonomisk potential för effektivisering uppstår om denna får kosta vad exempelvis kolkondens inklusive reningsutrustning kostar. Detta innebär att vi i nuläget har en stor outnyttjad energi- och effektpotential uppbunden i vårt energisystem på grund av felaktig (dyr) användning av de resurser som finns tillgängliga i systemet. Det man behöver tillföra för att frigöra denna potential är kunskap om hur energisystemet skall utformas och användas. Genom att utnyttja systemanalytiska hjälpmedel kan vi i klartext se hur vi skall använda den befintliga produktionskapaciteten för el på bästa sätt. Effektiviseringen kan ibland göras enbart genom att kombinera befintliga resurser på ett optimalt sätt (exempelvis laststyrning). I andra fall behöver kompletterande investeringar göras för att möjliggöra en minimering av de totala systemkostnaderna. Investeringskostnaderna finns

dock alltid med i de totala systemkostnaderna. Uppgiften för oss är att kvantifiera hur stora dessa investeringar får vara och vilka tekniska lösningar som då är billigare än utbyggnad av ny elproduktionskapacitet.

Denna teknik för energisystemoptimering har framgångsrikt utnyttjats för beräkning av Åre fjärrvärmesystem, Malmös energisystem, Råslätts bostadsområde och Avesta Jernverk. Frågeställningarna i dessa fall är annorlunda, men metodiken densamma.

I Råslätt med 2 600 lägenheter innebar resultatet en halvering av energianvändningen, 75 % reduktion av abonnerad eleffekt och en systemvinst i nuvärde på 30 miljoner kronor. Detta dessutom för ett energisystem (direktelvärme) som ansågs omöjligt att förändra. Dessa beräkningar som redan lett till investeringar redovisas i doktorsavhandlingen "Optimization of dynamic energy systems with time dependent components and boundary conditions".

I figuren nedan (medtages ej här) visas den systemstruktur som vi avser att studera med förutsättning att lasten ökar 10 % eller produktionskapaciteten minskar 10%.

Resultatet av denna analys ger oss uppgifter på vad olika effektiviseringsåtgärder får kosta. Nästa fas av projektet innebär att vi utgår från olika tekniska potentialuppskattningar, exempelvis:

1) Industrial load management simulation (doktorsavhandling delvis finansierad av STU.

2) Effektbehov inom industrin - möjligheter att styra belastningen.

3) Effektivare industriella energisystem. Enhetsprocesser - tekniknivå och utvecklingsmöjligheter (delvis STU-finansiering)

4) Industriell laststyrning i Vårgårda (inom uppdrag 2000)

5) Korttidsvärmelager för värmning av industriella byggnader m fl.

Dessa arbeten identifierar mycket stora tekniska potentialer för lägre energianvändning. Mängden energi är dock ointressant eftersom energi endast är en resurs bland andra. Frågan är i stället vad effektiviseringen kostar och om det är lönsamt att göra de investeringar som leder till lägre energianvändning. I detta projekt är avsikten emellertid att avgöra hur mycket av den tekniska potentialen som är samhällsekonomiskt lönsam

jämfört med kraftutbyggnad. Delar av det tekniskt möjliga är också ekonomiskt effektivt. I förlängningen är det också möjligt att jämföra det som är samhällsekonomiskt med det som är företagsekonomiskt vettigt. Skillnaden mellan dessa olika ekonomiska synsätt borde och kan utgöra grunden för institutionella åtgärder som t ex teknikupphandling från statens sida.

KOSTNADSGRÄNS INNAN NY PRODUKTIONSKAPACITET KAN MOTIVERAS

Effektivisering	20000 kr/kW
Laststyrninig dag/natt	100 kr/kWh(år)
Topputjämning	100 kr/kWh(år)

1988-11-30

BEHOV AV FÖRSÖKSANLÄGGNINGAR FÖR UTVECKLING AV NY ENERGI TEKNIK INOM PROCESSINDUSTRIN

Av de kontakter som tagits med representanter för den energitunga processindustrin framgår bl a att den osäkerhet som råder begräffande energiskatteomläggningen gör det svårt att genomföra lönsamhetsberäkningar i fråga om ny energiteknik. Härtill kommer svårigheter att förutse konsekvenserna av succesivt ökande miljökrav.

Från flera företag inom kemisk industri anges att man av sådana skäl f n inte är beredd att påbörja utvecklingsprojekt rörande ny energiteknik. I andra branscher är i vissa fall beredskapen att påbörja nya utvecklingsprojekt större och nedanstående förslag utgör en sammanfattning av vad som framkommit vid en första direkt förfrågan till aktörer på området.

1. Järn- och stålindustrin

Från MEFOS har 7 förslag framförts.
Förslagen avser i korthet följande:

1.1. MEFCON processtyrning av syrgaskonverter för bl a direkttappning

Processtyrsystemet har i huvudsak utvecklats tidigare men behöver nu appliceras på ett existerande verk för att därigenom göra det möjligt att praktiskt bedöma vilka möjligheter systemet erbjuder och hur det kan modifieras och förbättras. Energibesparingar uppnås i form av minskad användning av processgas, mindre eldfast förbrukning och kortare behandlingstider. Projektet kan genomföras på en 12-månaders period.

Projektkostnaderna vid MEFOS beräknas till 1,8 Mkr. Härtill kommer kostnaderna vid det verk på vilket försöksutrustningen skall appliceras.

SSAB Oxelösund är intressent i projektet.

1.2. MEFCON processtyrning av ljusbågar

Även i detta fall finns en datormodell och preliminära försök i pilotskala har genomförts. Det är nu aktuellt att genom driftskampanjer klarlägga processtyrsystemets egenskaper och möjligheterna att förbättra det. Målet är att i praktiskt drift införa ett styrsystem som minskar elenergianvändningen och den totala energianvändningen.

Projekttiden beräknas till tre år och kostnaderna vid MEFOS till 5-7 Mkr. Intressenter i projektet är Halmstads Jernverk, OVAKO Steel Metallurgy, Hofors, Björneborgs Jernverk, Smedjebacken-Boxholm Stål, Christiania Spigerverk i Norge samt OVAKO Steel, Imatra, Finland.

1.3. Recirkulation av stoft från specialstålverk

Stoft som avskiljs vid stålverken bör kunna användas som legeringsoxider och injiceras i AOD-konvertrar. Härigenom skulle både energi- och miljövinster kunna uppnås i form av optimering av värmebalansen, lägre kostnader för stofthantering samt återvinning av legeringsmetaller och kalk. Projektet avser utveckling av teknik för recirkulation av högvärdigt stoft till AOD och därefter verifiering av tekniken.

Projektet planeras pågå i två etapper. I fas 1 som beräknas kosta 1 Mkr genomförs pilotförsök och i fas 2 driftsförsök. Fas 2 beräknas kosta 0,8 - 1,0 Mkr. Intressenter i projektet är Avsesta och Sandvik Steel.

1.4. Termomekanisk valsning och accelererad kylning av stångstål

Genom utveckling av tekniken för termomekanisk valsning och forcerad kylning av höglegerade stål kan strukturen i stålet påverkas så att efterföljande glödgningstider kan reduceras och härdning ske direkt efter valsningen. Härigenom erhålles en avsevärd energibesparing av framför allt el. Projektet avser att i fas 1 i pilotskala genomföra försök som visar att tekniken fungerar på avsett sätt. I nästa fas kommer fullskaleförsök att erfordras för aktuella stålsorter.

Fas 1 beräknas pågå i 1,5 år och kosta 3,5 Mkr vid MEFOS. Kostnaderna för fas 2 kan ej bedömas ännu beroende på att det ej är klart var försöken skall köras. Intressenter i projektet är Ovako Steel och Sandvik Steel.

1.5. Processtyrning av elvärmda ugnar

Detta projekt avser en vidareutveckling av ett existerande bränsleoptimeringsprogram för ämnesvärmningsugnar. Utvecklingen avser företrädesvis elektriskt värmda ugnar, vilket skulle kunna innebära en sänkt energiförbrukning vad avser el och gasol vid glödgning och värmebehandling.

Projektet planeras löpa i två faser, den första innebärande vidareutveckling av programmet samt prov och utvärdering i pilotskala. I fas 2 installeras systemet vid industrin för att erhålla erforderlig verifiering. Fas 1 beräknas kosta 3 Mkr och pågå i 2 år. Fas 2 beräknas kosta 2 Mkr och pågå i 1,5 år. Intressenter är Ovako Steel, Sandvik Steel, Uddeholm Tooling, Björneborg, Åkers International samt Avesta.

1.6. Effektivare valsning av långa produkter

Genom valsning av långa produkter med högre reduktion av dimensionerna per stick minskas antalet stick och elenergibesparingar uppnås. Fullskaleförsök har gjorts tidigare men prov med fler stålsorter erfordras för att göra metoden mer generellt användbar.

I fas 1 av projektet genomförs nya pilotförsök vid BTFs valsverk, varefter driftsförsök i full skala göra i fas 2.

Fas 1 beräknas pågå i ett år och kosta 1,5 Mkr. Fas 2 pågår i 0,5 år och kostar 0,5 Mkr. Industriintressenter i projektet är bl a Ovakos produktionsenheter i Hofors, Imatra, Luleå och Hällefors.

1.7. Bandgjutning av stål

Projektet avser direktgjutning av råband till nära slutdimension. Genom ett sådant förfarande elimineras flera bearbetningssteg vilket innebär stora energibesparingar. Utveckling av teknik för direktgjutning pågår på flera håll i världen och det är av stor vikt att bygga upp en kunskapsbas för detta även i Sverige.

Finansieringen av en första etapp som pågår under tiden 1988-90 är i princip löst. För em följande etapp som påbörjas i samband med att nästa energiforskningsprogram inleds kommer ett finansieringsbehov att finnas för en relativt stor försöksanläggning. En precisering av medelsbehovet kan ej göras på detta stadium, men storleksordningen torde vara omkring 50 Mkr.

Uppbyggnaden av anläggningen kan ske vid MEFOS. Omedelbara intressenter i projektet är f n Avesta och Sandvik som råbandstillverkare och bl a ABB som utrustningsleverantör.

2. Massa- och pappersindustrin

Till Statens energiverk har en ansökan inlämnats av STFI avseende pilotanläggning för framställning av mekanisk och kemimekanisk massa med betydligt lägre energiåtgång. Det sökta bidragsbeloppet är 7,2 Mkr av en totalkostnad för anläggningen om 18 Mkr.

Vidare har en ansökan från Indusum i Göteborg AB inlämnats för uppförande av en anläggning för indunstning av svartlut till hög torrhalt. Totala projektkostnaderna anges till 32 Mkr.

Av nya förslag som kommer att inlämnas från massa- och pappersindustrin kan nämnas ett projekt avseende impulstorkning av papper.

Projektförslaget avser utveckling av en tork som leder till låg energianvändning och väsentligt lägre investeringar för pappers. maskinens torkparti.

Torken avses att byggas i anslutning till en pilotpappersmaskin. Kostnaderna för projektet torde ligga omkring 10 Mkr.

METEOROLOGISKA INSTITUTIONEN
STOCKHOLMS UNIVERSITET (MISU)
Anders Björkström

1988-11-16

BAKGRUNDSBESKRIVNING INFÖR ETT PROGRAM FÖR MINSKADE SVENSKA KOLDIOXIDEMISSIONER

Anders Björkström, Meteorologiska institutionen, Stockholms universitet

1. PROBLEMET

Jordens atmosfär är i stort sett genomskinlig för solljus och värms därför bara obetydligt när solstrålningen passerar genom den. Luften absorberar främst strålning i den infraröda delen av spektrum. Den viktigaste källan för infraröd strålning är jordens yta (markytan och havet). Atmosfären liknar i detta avseende glastaket på ett drivhus, som släpper in solljus men inte låter värmestrålningen slippa ut. Fenomenet kallas atmosfärens drivhuseffekt och de verksamma beståndsdelarna kallas drivhusgaser. De viktigaste drivhusgaserna är vattenånga, koldioxid och ozon. Mindre bidrag kommer också från metan och dikväveoxid. Genom att öka halterna av drivhusgaser (bl a genom utsläpp av några helt nya ämnen med drivhusverkan) riskerar människan att orsaka en uppvärmning av den undre atmosfären med ogynnsamma konsekvenser för jordbruk, skogsbruk och bosättning.

Vi behöver inte här gå in på en detaljerad beskrivning av vilka klimatförändringar som kan förväntas. Följande fakta är dock nödvändiga för att antyda problemets karaktär och kunna bedöma realismen i olika motåtgärder:

1. Den viktigaste antropogena drivhusgasen är koldioxid. Atmosfärens koldioxidhalt är ca 350 ppm (v). Innan människans påverkan började låg halten nära 280 ppm (v). Ökningstakten är f n nära 1.5 ppm (v) per år.

2. Alla antropogena drivhusgaser har tillräckligt lång uppehållstid i atmosfären för att hinna spridas runt hela jorden. Det råder alltså inga samband mellan vilka länder eller världsdelar som emissionerna kommer från och vilka områden som får de allvarligaste klimatförändringarna. Det är endast de samlade utsläppen i hela världen som avgör hur allvarliga följderna blir.

3. De viktigaste antropogena drivhusgaserna har lång avklingningstid i atmosfären. Även om alla utsläpp plötsligt upphörde, skulle det ta några århundraden innan t ex

koldioxidhalten hade sjunkit tillbaka till den förindustriella nivån. Det innebär att halten i atmosfären ett givet år - och därmed klimatpåverkan - inte bara beror på emissionerna just det året, utan på summan av alla års utsläpp fram till dess.

4. Temperaturen vid jordytan anpassar sig inte omedelbart efter atmosfärens ändrade drivhusförmåga. Överföringen av värme till havet ger systemet en tröghet. Av den klimatuppvärmning som CO_2 -utsläppen hittills har vållat har endast ungefär hälften förverkligats ännu.

5. Jordens klimat fluktuerar av naturliga orsaker. Medeltemperaturen vid havsytans nivå har under de senaste 500 åren varierat inom ett intervall på ungefär 1.5 grader.

6. Koldioxid är inte den enda drivhusgasen vars halt människan ökar. Övriga gaser har spelat en underordnad roll i den uppvärmning som eventuellt har orsakats hittills, men deras roll väntas bli större i framtiden. Tabell 1 visar uppskattade bidrag från de olika drivhusgaserna under perioden 1980 - 2030.

2. KOLETS KRETSLOPP

För att bedöma hur kraftigt emissionerna av koldioxid behöver skäras ned för att halten inte ska nå orimliga värden behövs en kortfattad beskrivning av kolets kretslopp i naturen (atmosfär, växter, hav), med tonvikt på frågan hur snabbt en ökning av atmosfärens koldioxid absorberas av andra reservoarer i kretsloppet.

2.1 Naturliga reservoarer och utbyten

De stora dragen av kretsloppet för grundämnet kol illustreras i Figur 1. Atmosfären innehåller f n ungefär 740 10^9 ton C, i form av 2700 miljarder ton CO_2 . (Övriga kolhaltiga gaser i atmosfären är försumbara). De gröna växterna tar årligen upp ungefär 100 10^9 ton C, och lika mycket skulle, vid ostörda förhållanden, återföras till atmosfären genom respiration, förmultning och naturliga bränder. I form av levande växter (och djur) på land finns ungefär 600 10^9 ton kol, vartill kommer att döda ämnen i marken, humus, innehåller mer än dubbelt så mycket.
Havsvatten innehåller lösta bikarbonat- och karbonatjoner till en total mängd av 37000 10^9 ton kol. Utbytet genom havsytan uppgår till ungefär 100 10^9 ton årligen, lika stort i båda riktningarna. (De biologiska processerna i havet producerar lika mycket koldioxid som de konsumerar, så något nettoflöde till eller från atmosfären finns inte).

Havet är alltså i runt tal en femtio gånger större reservoar av kol än atmosfären. I det långa loppet kommer också det mesta av de antropogena utsläppen att absorberas av havet. Detta dröjer emellertid flera århundraden, av orsaker som vi återkommer till.

2.2 Utsläpp av fossilt kol

Mängden fossila bränslen i världen har uppskattats innehålla mellan 5000 och 10000 10^9 ton C i första hand i form av stenkol. (Om allt detta oxiderades till CO_2 skulle det bli 7-15 gånger mer än atmosfärens nuvarande innehåll.) Människan förbrukar f n mellan fem och sex miljarder ton, räknat som C, per år, varav i praktiken allt tillförs atmosfären i form av koldioxid. (Den del som blir kolmonoxid och andra produkter av ofullständig förbränning är liten och oxideras till koldioxid efter någon tid i luften).

Användningen av fossila bränslen var obetydlig före mitten av 1800-talet. Den växte därefter med ungefär 4% per år, med avbrott för de båda världskrigen och depressionen 1930-32, fram till början av 1970-talet. Med oljekriserna bröts de växande emissionerna och numera förekommer ingen klart urskiljbar trend. Efter ett maximum på 5.3 10^9 ton år 1979 minskade utsläppen. År 1984 var den globala emissionen 5.2 10^9 ton, år 1986 var den 5.6 10^9 ton.

Det är av intresse att jämföra siffran 5 Pg med utsläppen av andra föroreningar som diskuteras i samband med energiproduktion. Grundämnet kol utgör största delen av den totala massan av ett fossilt bränsle. (Den exakta andelen varierar en hel del från ämne till ämne, men det väsentliga nu är kontrasten mot alla andra miljöskadliga ämnen som är aktuella i sammanhanget, vilka ju inte utgör mer än högst några procent av bränslets vikt.) Vid förbränningen förenas enkelt uttryckt varje kolatom med en molekyl O_2, vilket gör att den koldioxid som bildas får en massa som är mellan tre och fyra gånger större än bränslets ursprungliga massa.

Därför innebär alla förslag, som går ut på att man ska "samla upp och lagra" koldioxid, att man måste bygga upp en industri för att hantera en avfallsmängd som är 3-4 gånger större än den olja och kol som för närvarande distribueras och lagras. Det är troligen inte tekniskt omöjligt för de rika länderna att bygga upp en sådan struktur, men fossila bränslen skulle knappast vara en ekonomiskt attraktiv energiform om användaren skulle betala kostnaderna för avfallshanteringen. Kostnaderna att förvandla koldioxid till t ex karbonater är också stora och kräver en hel del energi.

2.3 Omfördelning av icke-fossilt kol

Utbytet mellan atmosfärens koldioxid och kolet i form av organiska ämnen på land (i levande eller dött material) har alltid påverkats av människan. Ur klimatsynpunkt spelar det emellertid ingen roll hur mycket kol som utbyts mellan atmosfären och växterna så länge flödet är lika stort i båda riktningar. Människans verksamhet blir en klimatrisk först om de organiska reservoarernas storlek (600 10^9 ton levande material eller 1500 10^9 ton humus) minskar, eftersom övriga reservoarer då måste öka, i första hand atmosfären.

Omfattningen av nettotillförseln av icke-fossilt kol till atmosfären är inte lika noga känd som de fossila utsläppen. Skogsskövlingen är f n mest omfattande i tropikerna , men tillförlitlig statistik saknas. En bedömning för år 1980 är att mellan 0.8 och 2.4 10^9 ton kol årligen tillförs atmosfären.

Förutom i form av skogsröjning och andra direkta ingrepp är det troligt att människan långsamt minskar mängden organiskt kol genom andra former av miljöförsämring. Särskilt försurningens effekter bör nämnas i detta sammanhang. Omfattningen av detta slags påverkan på kolets kretslopp är dåligt känd.

2.4 Hur havet absorberar ett koldioxidöverskott

I figur 1 redovisas "ytvattnet", dvs ungefär de översta 75 meterna, skilt från resten av havet. Orsaken härtill är att denna del av havet står i praktiskt taget omedelbar jämvikt med atmosfären. Vinden orsakar en tämligen effektiv omblandning av vattnet hit ner. Därunder är havets cirkulation långsammare. Åldersbestämning med kol-14-metoden visar att den genomsnittliga "åldern" hos havsvattnet (dvs tiden sedan det senast befann sig i ytskiktet) är ungefär tusen år. Denna fördröjning är den ena av två orsaker till långsamheten i havets koldioxidupptag. Den andra är följande:

När människan ökar koldioxidens partialtryck i atmosfären kommer så mycket av koldioxiden att överföras till ytvattnet som fordras för att den lösta koldioxidens partialtryck i vattnet ska bli lika med det nya trycket i atmosfören. Koldioxidens partialtryck i vattnet är direkt proportionellt mot koncentrationen av löst CO_2, $[CO_2]$, enligt Henrys lag. När koldioxid löses i havsvatten övergår emellertid en del av den i bikarbonatjoner och karbonatjoner. Vid de temperaturer och pH-värden som förekommer i ytvattnet föreligger cirka 90% av kolet som bikarbonatjon, cirka 10% som karbonatjon och endast omkring 0.5% som löst CO_2. Däremot kommer ett tillskott till vattnets kabonatsystem att fördelas i andra proportioner. För att $[CO_2]$ skall öka med tio procent

behöver det totala kolinnehållet i vattnet (alltså summan av $[CO_2]$, $[HCO_3]$ och $[CO_3]$) inte öka med mer än en procent. Trots att ytvattnet innehåller nästan lika mycket kol som atmosfären kan det alltså långt ifrån absorbera hälften av det tillskott som människan släpper ut. Endast ungefär en tiondedel kan tas upp och bli tillgängligt för vidare transport neråt.

2.5 Hur landväxterna kan väntas reagera på ingrepp i den globala kolcykeln

1. Hur vegetationen återerövrar ett röjt område kan man observera genom att studera vad som händer efter ett hygge eller en brand. Detta slags återväxt är det viktigaste sättet för vegetationen att absorbera något av människans koldioxidemissioner. Effekten av återväxt är inkluderad i den ovan nämnda uppgiften att $1.6 + 0.8\ 10^9$ ton C årligen förs från organiska ämnen till atmosfären. Skogsröjning med efterföljande återväxt innebär ingen nettominskning av koldioxidmängden i atmosfären - snarare tvärtom eftersom den vegetation som växer upp efter ingreppet ofta innehåller mindre kol per ytenhet än den orörda vegetationen. Eftersom det kan uppskattas att människan har orsakat en minskning av skogarnas och markernas kolinnehåll med mellan 100 och 200 10^9 ton C så finns det emellertid möjlighet för skogen att i större eller mindre omfattning återväxa. På det sättet skulle en icke försumbar mängd koldioxid kunna avlägsnas ur atmosfären.

2. Det är sannolikt att ökningen av atmosfärens koldioxidinnehåll har stimulerat fotosyntesen. Härav följer dock inte att mängden organiskt kol har ökat eller kommer att öka nämnvärt. Organiska ämnen som bryts ner vid respirationen redan följande natt eller följande vinter innebär ur klimatsynpunkt ingen minskning av atmosfärens koldioxidhalt. Endast en mindre del av fotosyntesens produkter blir ved och andra långlivade organiska ämnen.

3. Vid en uppvärmning förändras också andra klimatvariabler som har betydelse för vegetationen. Modellstudier visar att nederbörden globalt sett skulle öka som följd av en förstärkt drivhuseffekt. Det verkar troligt att uppvärmningen och den förbättrade vattentillgången på lång sikt är gynnsam för växtligheten på land, så att reservoaren av organiskt bundet kol ökar. Möjligheten av en sådan effekt har dock ingen betydelse för planeringen av motåtgärder mot CO_2-ökningen.

3. MÖJLIGHETER ATT HEJDA CO_2-ÖKNINGEN

3.1 Utgångspunkter för en bedömning

Påverkan på jordens klimat ökar gradvis med ökande CO_2-halt och har alltså redan börjat. Av självklara skäl måste CO_2-halten fortsätta öka en tid. Frågan är hur länge, vilken högsta nivå som är acceptabel och hur vi undviker att överskrida den.

I det följande räkneexemplet antar vi att den högsta acceptabla halten är ungefär 400 ppm. Detta är en osäker uppskattning, som bygger på optimistiska antaganden om övriga drivhusgaser Nivån 400 ppm kan vi motivera med att den troligen skulle ge en klimatuppvärmning vars storlek inte överstiger de naturliga fluktuationer som jordens medeltemperatur har uppvisat under de senaste århundradena. Hur stora årliga emissioner är möjliga för att halten inte ska nå långt över 400 ppm? Av dagens koldioxidutsläpp ackumuleras ungefär hälften i atmosfären. Fortsatta utsläpp av samma storlek som nu kommer att leda till att nivån 400 ppm uppnås om 35-40 år.

Om en konstant mängd CO_2 varje år släpps ut i atmosfären, kommer så småningom ett jämviktstillstånd att inställa sig, där havets upptag blir lika stort som emissionerna. Då sker alltså ingen fortsatt ökning av atmosfärens koldioxidhalt. Vi har försökt räkna ut hur stora emissioner som är acceptabla om halten ska stabiliseras på nivån 400 ppm. Det visar sig att resultatet av en sådan beräkning är mycket känsligt för vilka antaganden man gör om cirkulationen i havet. Det är möjligt att taket måste sättas redan vid ungefär tio procent av nuvarande nivå, men det kan också tänkas att det finns utrymme för upp till trettio procent. Vi bortser här från möjligheten att återväxande vegetation (se ovan) kan hjälpa till att minska atmosfärens koldioxidinnehåll. Skulle motåtgärderna mot övriga drivhusgaser visa sig ineffektiva, kan siffran behöva justeras neråt. Det är alltså uteslutet att fortsätta med globala emissioner på dagens nivå fram till år 2030, men det är inte heller nödvändigt att starta katastrofprogram av typen "samla upp och lagra".

3.2 Konsekvenser för svensk energiförsörjning

Låt oss som räkneexempel anta att globala utsläpp av fem miljarder ton koldioxid årligen är acceptabelt av klimatskäl. Vi har då ungefär ett halvsekel på oss att trappa ner utsläppen från nuvarande 25 miljarder ton koldioxid till en femtedel därav. Vad innebär detta i ett svenskt perspektiv för den närmaste 3-årsperioden? De tidsrymder som nyss nämndes är mycket längre än vad man i allmänhet utarbetar konkreta planer för. Trots det är det

nödvändigt att redan nu börja en målmedveten utveckling mot minskade CO_2-emissioner. Fem miljarder ton koldioxid fördelat lika över jordens befolkning blir ungefär tusen kilo per person och år. Man kan som jämförelse nämna att en personbil som körs 1500 mil per år släpper ut 5000 kg CO_2 och att uppvärmning av en medelstor villa ger 14000 kg CO_2 per år. De tekniska förändringar som krävs om vi ska närma oss nivån 1000 kg per person och år, utan att totalt spoliera vår materiella standard, är uppenbarligen radikala. Under de närmaste åren kan vi inte mer än inleda vad som kommer att bli den största förändringen av Sveriges energiteknik sedan industrialismen. Utvecklingslinjer som bör följas redan nu är ökad effektivisering av energianvändningen samt övergång till bränslen som ger mindre koldioxid per enhet energi. På sikt måste praktiskt taget CO_2-fria bränslen tas i bruk.

4. ANDRA DRIVHUSGASER ÄN CO_2

Koldioxid är både den drivhusgas som ger störst bidrag till den antropogena klimatuppvärmningen och den som emitteras i störst kvantitet. Som tabell 1 visar kan man dock vänta sig att andra gaser kommer att svara för ungefär hälften av klimatuppvärmningen de närmaste femtio åren. Eftersom motåtgärder mot dessa gaser är billigare och lindrigare än inskränkningar i CO_2-utsläppen, är det på sin plats att kommentera vad som kan vinnas därigenom också.

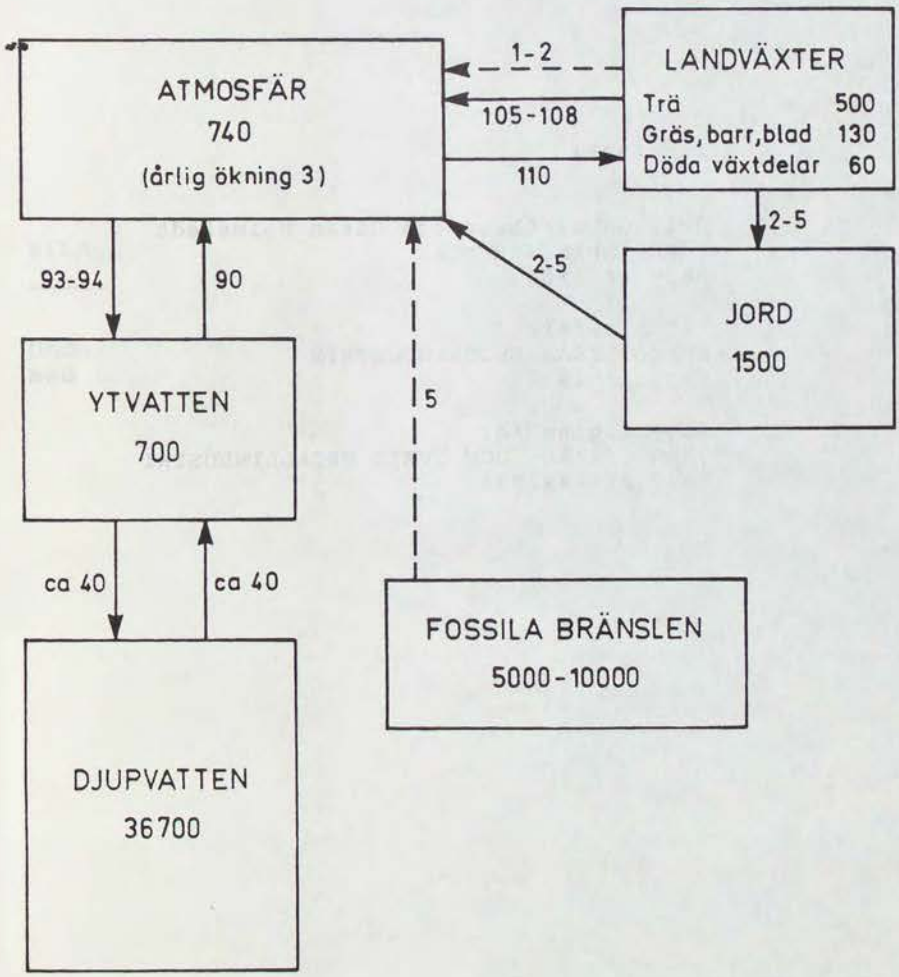
1. Tabell 1 visar att ungefär en fjärdedel av den beräknade uppvärmningen 1980-2030 härrör från den ökande mängden freon 11 och 12. Man kan uppskatta att en utsläppt mol F-11 eller F-12 är minst 20000 ggr mer effektiv ur växthussynpunkt än en utsläppt mol koldioxid (NASA, 1986). Detta beror främst på att freonerna absorberar värmestrålning inom ett spektralområde där atmosfären är genomskinlig medan atmosfären redan har en kraftig absorption inom koldioxidens absorptionsområde. Kraftfulla åtgärder mot freonutsläpp, som ju är önskvärda med tanke på den stratosfäriska ozonminskningen skulle alltså också innebära en betydande lindring av drivhusproblemet. Uppgifterna i Tabell 1 bygger på antagandet att halterna av de viktigaste freonerna växer med 3% per år under femtioårsperioden. Motåtgärder mot en sådan tillväxt torde vara det effektivaste möjliga sättet att minska ökningen av drivhuseffekten, räknat per satsad krona.

2. Utsläppen av kväveoxider, NO_x, och kolväten har redan lett till en förhöjd ozonhalt i troposfären på norra halvklotet. Insatser för att minska utsläppen av dessa båda ämnen kommer också att minska ökningen av drivhuseffekten. Ungefär tio procent av en antropogen klimatuppvärmning kan beräknas bero på ozonökningen. Det kan påpekas att förbränning av torv och biobränslen med dagens teknik innebär emission av NO_x. Det är

dock inte möjligt att med tillräcklig säkerhet uttala sig om hur ozonhalten skulle förändras vid en given ökning av källorna för NO_x. Det torde inte vara möjligt att nedbringa emissionerna genom nu förbränningsteknik.

Tabell 1. Uppskattat bidrag till höjningen av jordens medeltemperatur från ökande halter av olika gaser under perioden 1980 till 2030.

Koldioxid	(CO_2)	1.08 °C
Freoner		0.64
Metan	(CH_4)	0.22
Dikväveoxid	(N_2O)	0.15
Ozon	(O_3)	0.21
Summa		2.30



Figur 1. Kolets globala kretslopp. Reservoarernas innehåll är angivet i miljarder ton av grundämnet kol, pilarna anger utbyten i miljarder ton per år.

Referenser:

- Rolf Gabrielsson och Göran Holmstedt
  FÖRBRÄNNINGSTEKNIK.
  Rapport 1988

- Per Alsefelt
  ENERGI FRÅN SKOGSINDUSTRIN
  Rapport 1988

- FoU-program för
  JÄRN-, STÅL- OCH ÖVRIG METALLINDUSTRI
  1990/91-1992/93

BILAGA 9

Underlag från Studsvik AB
med underbilaga

FOU VID STUDSVIK AB

STUDSVIK ENERGYS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSPROGRAM

Innehåll

Kap.	1	Bakgrund	s.1
	2	Nuvarande statliga anslag	2
	3	Nuvarande förutsättningar	3
	4	Inriktning av FoU-verksamheten vid Studsvik under 1980-talet	6
	5	Pågående FoU-program	8
	6	FoU-verksamheten vid Studsvik under 1990-talet	10
	7	Programmens målsättning	11
	7.1	Strategisk FoU inom nationellt program	11
	7.2	Kommersiell produkt- och process-utveckling	13
	8	Programplan för 1990-talet; nationella rollen	14
	8.1	Materialteknik	16
	8.2	Energisystem och distribution	26
	8.3	Förbränningsteknik/miljöfrågor	34
	8.4	Sammanfattning	44
	9	Planerad kommersiell verksamhet	47

Bilaga 1 Utdrag ur anslagsskrivelse 1988-08-31

TUDSVIK ENERGY

1988-12-02

FoU VID STUDSVIK AB

SAMMANFATTNING AV STUDSVIK ENERGYS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSPROGRAM

1 Bakgrund

Avancerad forskning och utveckling har bedrivits vid Studsvik sedan tillkomsten av företaget. Denna FoU-verksamhet karakteriseras av tvärteknisk bredd, ett spektrum från grundläggande fenomenstudier till tillämpad utveckling i halvstor skala och en kontinuitet i verksamheten, som möjliggörs tack vare en i forskningssammanhang ovanligt stabil personalresurs.

Från att helt ha varit inriktad på nukleär energiteknik breddades verksamheten mot miljö- och energiteknik utanför kärnkraftsområdet under slutet av 1970-talet. Omfattande kompetens har byggts upp inom såväl energidistribution som energiproduktion och miljöteknik, och dessa har tillsammans med den sedan tidigare etablerade kunskapen inom materialtekniken samlats i en separat division, Studsvik Energy. Under de första åren av 1980-talet byggdes inom divisionen upp speciella experimentella och personella resurser inom ramen för det nationella energi- och miljöprogrammet, med direkta statliga anslag och med omfattande finansieringsstöd från statliga programorgan, ofta i form av fleråriga uppdrag.

Parallellt med denna nationella roll har Studsvik av ägaren fått direktiv att successivt etablera en kommersiell roll baserad på energi- och miljöteknisk utveckling av produkter, processer och

system, samt energiteknisk uppdrags- och service-verksamhet. Genom denna kommersiella verksamhet baserad på företagsekonomiska grunder ska Studsvik komma ifrån det ensidiga beroendet av statlig finansiering, som tidigare kännetecknat företaget.

2 Nuvarande statliga anslag

Som stöd för det FoU-arbete med långsiktig inriktning, som motiverades av Studsviks nationella roll, och tillika som stöd till uppbyggnad av denna kommersiella verksamhet i egen regi och i samarbete med svenskt näringsliv, har Studsvik under en rad år fått ett direkt statligt anslag för egen och branschrelaterad forskning och utveckling. Av detta har omkring halva beloppet använts för icke-nukleär FoU. Insatserna har gällt tillämpad forskning och utveckling av processer och produkter med målet att bevisa funktion och prestanda hos sådan ny teknik.

För att möjliggöra en långsiktig, sammanhållen planering av Studsvik Energys basforskning har företaget sedan 1985 dessutom fått ett direkt anslag för basforskning av grundläggande och långsiktig karaktär, grundläggande energiteknisk forskning, som inom ramen för Studsviks nationella roll ingår som en integrerad del i det statliga miljö- och energitekniska forskningsprogrammet. Detta ersätter det tidigare anslaget energirelaterad grundforskning.

3 Nuvarande förutsättningar

Studsviks dubbla roller under senare år, dvs både den nationella rollen med strategisk FoU som en del av det statliga FoU-programmet och, enligt ägarens direktiv, en kommersiell roll för Studsvik som en del av svensk miljö/energiindustri, har

båda ingått som motiv till de direkta statliga FoU-anslagen.

Det genom direkta statliga anslag finansierade forsknings- och utvecklingsarbetet utgör f n knappt 20% av den totala verksamhetsvolymen vid Studsvik Energy.

Under 1980-talet har omställningen av verksamhet till kommersiell, industriell FUD starkt betonats och drivits målmedvetet. Omfattande projektfinansiering av FoU-uppdrag från statliga programorgan bidrog verksamt till kompetensuppbyggnad vid Studsvik Energy och möjliggjorde målinriktad och tillämpad FoU på projektbas. Finansiering av grundläggande forskning har dock under en tid ej varit tillgänglig för Studsvik Energy. Den ringa andelen grundforskning i verksamheten har sedan kritiserats i en utredning om svensk förbränningsforskning.

I det separata basforskningsanslaget för grundläggande energiteknisk forskning vid Studsvik Energy har nu den nationella rollen renodlats på ett entydigt sätt. Detta har markant stärkt våra möjligheter till systematisk, långsiktig forskning. Under den tid, som detta programanslag har funnits tillgängligt för oss (sedan 1985/86), har basforskningen vid Studsvik Energy på ett mycket positivt sätt kunnat stärkas och samlas till ett fortlöpande program med nödvändig framförhållning.

Även delar av det tillämpade FoU-arbetet, som finansierats genom anslaget egen och branschrelaterad forskning och utvecklingsarbete har motiverats av Studsviks nationella roll, medan andra delar av den med anslaget finansierade

verksamheten stött den pågående omställningen till en kommersiell roll. Denna kombination av två motiv har skapat en oklar bild och bidragit till svårigheter att förmedla Studsviks roll(er) till omvärlden.

Troligen delvis som en följd av detta har den tidigare omfattande uppdragsvolymen från programorganen under de senaste åren minskat kraftigt inom vissa verksamhetsområden, som bränslekunskap, förbränning och förgasning. Detta har varit olyckligt för framför allt verksamhet av typen experimentell tillämpad FoU i större skala, där Studsvik Energys resurser och en beredskap att kunna genomföra denna typ av verksamhet utgör en nationell tillgång. Då nu tidvis en dominerande andel av statsanslaget har behövt utnyttjas till finansiering av sådan storskalig utveckling, har möjligheterna att genomföra annan mer småskalig utveckling blockerats under dessa perioder.

Det är sannolikt önskvärt att framöver mer renodlat särskilja anslag för tillämpad utveckling på strategiska områden av nationellt intresse, från separata anslag som motiveras av ägarens intresse att främja Studsviks kommersiella roll.

För Studsvik Energys nationella roll såväl som för den pågående omställningen mot en kommersiell roll har de statliga, direkta anslagen en avgörande betydelse. De är långt viktigare än vad deras 20% andel av den totala omsättningen antyder. Genom att de möjliggör en flerårig samlad programplanering ger de den planeringshorisont och framförhållning, som är en väsentlig förutsättning för långsiktigt FoU-arbete med kontinuitet och

Tabell 1

Pågående forskning och utveckling vid Studsvik Energy.

Teknikområde	Basforskning (7 MSEK/år)	Tillämpad utveckling (11 MSEK/år)
Materialteknik	Polymerers nedbrytningsprocesser	Plasmapolymerisering (ytmodifiering)
	Erosionskorrosionsfenomen	Materialoptimering/ värme- och gasdistribution
	Korrosionssprickning (doktorandarbete)	Materialoptimering/ avfallsdestruktion
	Elektrokemisk mätmetodik	Materialoptimering/ kraftproduktion
Energisystem och distribution	Slurryegenskaper (mass- och energitransport)	Avancerad värmepump/ kylteknik
	Avancerade bränsleceller	Metallhydridsystem
	Nätoptimering/brusanalys (doktorandarbete)	Diagnostikutrustning för abonnentcentraler
		Ny fjärrvärmeteknik (termografering, renoveringsteknik)
		Solvärmeteknik (BFR)
Förbränning/ miljö	Förbränningskemi - tjärnedbrytning	Cirkulerande fluidbädd/ förbränning
	Miljökemi - N_2O, NO_x, dioxiner	Cirkulerande fluidbädd/ förgasning
	Strömningsteknik (fluidbäddar)	Hetgasrening
		Avfallsdestruktion
	Avancerad mätmetodik i flammor	Specialbrännare

teknikhöjd, och som visat sig ej vara möjlig med finansiering i form av enskilda, kortvariga projekt.

I föreliggande rapport beskrivs i korthet hur Studsvik Energys pågående FoU-verksamhet är uppbyggd, baserad på dessa direkta statliga anslag och kompletterad med separat finansierade FoU-projekt, beställda som uppdrag av framför allt programorgan.

Med pågående program som utgångspunkt beskrivs den fortlöpande planeringen av vårt FoU-program och hur vi planerar att utforma programmet för kommande år, närmast för tiden fram till 1994/95.

4 Pågående FoU-program

Studsvik Energys FoU-verksamhet är uppdelad på tre delprogram omfattande var sitt teknikområde. Inom varje teknikområde ingår dels basforskning, dels tillämpad utveckling med i föregående avsnitt angivna målsättningar och inriktning. De tre teknikområdena och de i dessa ingående delavsnitten sammanfattas i Tabell 1. Basforskningen ska svara för den grundläggande kunskapen inom centrala avsnitt. Utvecklingsinsatserna ska dels ge stöd för pågående kommersiell verksamhet, dels svara för utveckling av ny teknik.

I Bilaga 1 redovisas en kort beskrivning av verksamheten inom respektive teknikområde. Begränsade resurser medför krav på koncentration, samverkan mellan olika delprogram och komplettering av egen kunskapsbas genom samverkan med universitetsvärlden. I planeringen av Studsvik Energys FoU har insatsområdena successivt

koncentrerats till ett antal avsnitt, där urvalet följer de riktlinjer som angavs i EFU 87.

Inom teknikområdet Materialteknik har verksamheten helt inriktats mot studier av långtidsegenskaper, med tanke på betydelsen av dessa inom energitekniken. De fenomen de respektive material/omgivningsfaktorer, som insatserna koncentrerats till, har valts med tanke på de system- och distributionsfrågor respektive de förbränningstekniska fenomen som företagets FoU i övrigt inriktats mot.

Insatserna inom teknikområdet Energisystem är inriktade mot värmedistribution och lagringsteknik (fjärrvärmesystem) och mot nya värmepump/kylsystem (miljövänliga, energihushållning). Den begränsade insats som här finansieras genom de direkta statsanslagen kompletteras genom fleråriga uppdrag från programorganen (STEV och BFR).

Insatserna inom teknikområdet Förbränningsteknik/-miljöfrågor har som mål att åstadkomma effektiv och miljövänlig förbränning/förgasning (småskalig kraftvärme respektive ny elproduktionsteknik) samt att finna metoder för destruktion av avfall under miljövänliga betingelser. En dominerande andel av anslaget för tillämpad FoU tas i anspråk av storskaliga testkampanjer i pilotskala avseende framtida förgasningsteknik. Dessa stöds även av STEV, Vattenfall och svensk industri.

5 FoU-verksamheten vid Studsvik under 1990-talet

Som utgångspunkt för planeringen av den framtida forsknings- och utvecklingsverksamheten vid

Studsvik Energy förutsätts att företaget även framgent har såväl en nationell roll som den av ägaren föreskrivna kommersiella rollen. För att underlätta förståelsen av denna dubbla roll föreslås en distinkt särskiljning av de statliga bidrag, som motiveras som stöd för respektive roll.

* Inom ramen för ett sammanhållet FoU-program med direkt statlig anslagsfinansiering genomförs grundläggande basforskning och tillämpad teknikutveckling, som inriktas mot för landet strategiska frågeställningar (den nationella rollen).

* Inom ramen för den enligt ägardirektiven pågående omställningen mot en kommersiell roll genomförs produkt- och processutveckling i egen regi eller i samarbete med industripartner; stöd för Studsviks kostnader för denna kommersiella FUD bör utgå separat.

Studsvik Energys forskning och utveckling kan då indelas i följande program:

* strategisk FoU inom nationellt program
  - grundläggande basforskning (nationell roll)
  - tillämpad teknikutveckling (nationell roll)
* produkt- och processutveckling (kommersiell roll).

6 Programmens målsättning

6.1 Strategisk FoU inom nationellt program

Grundläggande basforskning har som målsättning att studera fenomen och mekanismer inom miljö- och energiområdet för att därigenom skapa kunskap som bas för nya tekniklösningar och för förståelse av miljö/hälsoeffekter. Ambitionen är att inom programmet långsiktigt och med god framförhållning bygga upp, vidmakthålla och vidareutveckla kompetens av hög klass.

Den för långsiktigt forskningsarbete nödvändiga kontinuiteten möjliggörs genom fortlöpande, flerårig planering av ett sammanhållet program. Den tvärvetenskapliga karaktären hos miljö- och energifrågor gör att Studsviks breda kompetensbakgrund utnyttjas effektivt. Resultaten är offentliga och publiceras som Studsvik-rapporter, i internationella vetenskapliga tidskrifter och genom presentation vid konferenser etc.

Tillämpad teknikutveckling genomförs inom strategiskt utvalda områden av central betydelse för landets miljö- och energisystem. Målsättningen är att omsätta baskunskap och forskningsresultat, erhållna inom och utanför Studsvik, till tillämpbar energiteknik i form av ny mätmetodik, optimering av miljövänlig teknik, nya process- och systemlösningar eller nya produktidéer.

Med flerårig, rullande programplanering erhålls den planeringshorisont, som effektivt utvecklingsarbete av spjutspetskaraktär kräver. Målet är att med uthållighet och framförhållning i programmet påskynda utvecklingen på strategiska

områden och höja deras teknikniva så att kunskap snabbare kan omsättas och överföras till industrins produktutveckling.

För detta utvecklingsprogram gäller öppen publicering av resultaten. Dessa ska vara tillgängliga för framtida kommersiell produktutveckling eller annan exploatering såväl för Studsvik som för andra aktörer inom svensk energiteknik.

6.2 Kommersiell produkt- och processutveckling

Denna verksamhet har som målsättning att på basis av normala företagsekonomiska avväganden utveckla och demonstrera miljö- och energitekniska produkter/processer för exploatering på kommersiella villkor. Detta görs dels i egen regi, dels (och i första hand) i samarbete med industriföretag, branschorgan och andra aktörer inom miljö- och energiområdet. Även utvecklingsuppdrag från enskilda industriföretag kan förekomma, liksom uppdrag att optimera eller trimma viss teknik. I enlighet med ägardirektiven till företaget ska verksamheten i ett fortvarighetstillstånd täcka sina kostnader och uppfylla normala avkastningskrav.

Omställning från anslagsfinansierad verksamhet till kommersiell utveckling tar viss tid. I ett första skede saknas balans mellan kostnader för verksamheten och de i tiden starkt förskjutna inkomsterna av typ royalty och andra licensintäkter. Under denna period erfordras separat finansieringsstöd från ägaren, i detta fall staten. Separat finansieringsstöd från ägaren är även aktuellt för utveckling med längre

framförhållning, som avses drivas kommersiellt men som med dagens förutsättningar ej kan motiveras med utgångspunkt från företagsekonomiska avkastningskrav och de stora riskerna inom energi- och miljöområdet.

Resultaten från den kommersiella utvecklingsverksamheten är förbehållna Studsvik och de samarbetspartners som medverkar i respektive arbete. Publicering sker när detta bedöms som kommersiellt motiverat.

7 Programplan för 1990-talet; nationella rollen

Med utgångspunkt från dagens FoU-program planeras forskning och utveckling inom tre teknikområden:

7.1 Materialteknik

Verksamheten inriktas liksom idag till långtidsegenskaper för inom energitekniken betydelsefulla material. Vi koncentrerar oss på ett fåtal fenomen, som var för sig i olika sammanhang framstår som livslängdsbegränsande för ett givet material och ett givet energitekniskt system. Nyckelordet är lifetime engineering.

Programmet är framför allt inriktat mot slutanvändarens behov och avser att förstärka den nödvändiga kunskapen om möjligheter och begränsningar beträffande olika materials livslängd, och de fenomen som styr nedbrytningsprocesser och försämring av materialegenskaper.

Programmet omfattar insatser inom grundläggande basforskning, och insatser som avser att överbrygga och påskynda övergången från baskunskap till nyteknikutveckling. Vi bedömer att detta

övergångsområde mellan (akademisk) grundforskning och (industrins) tillämpade produktutveckling är av väsentlig strategisk betydelse för landets materialtekniska FoU generellt och för materialteknik inom energiområdet i synnerhet.

Teknikutvecklingen inom detta delprogram avser materialoptimering för olika applikationer, karakterisering av materialegenskaper och materialens begränsningar, inom strategiskt väsentliga ämnesområden som distribution och lagring av naturgas, livslängd av markförlagda rörsystem, avfallsdestruktion och kraftvärmeproduktion (erosionskorrosion, ytmodifieringar) och tillgänglighet/säkerhet av kärnkraftanläggningar.

Basforskningsinsatserna inom delavsnittet Materialteknik koncentreras till fenomenstudier beträffande polymerers nedbrytningsprocesser, erosionskorrosion i högtemperatursystem och korrosionssprickning i höglegerade stål. Dessutom genomförs, sammanvävt med dessa fenomenstudier, en utveckling av avancerad elektrokemisk mätmetodik för utvärdering av korrosionsangrepp av dessa slag. För de utvalda verksamhetsområdena gäller att de har högsta prioritet och strategisk betydelse, samtidigt som företaget på dessa områden har en väletablerad, avancerad kompetens och omfattande resurser. Insatser av Studsvik på dessa områden passar väl in i ett övergripande nationellt materialtekniskt FoU-program, där Studsviks program integreras med insatser inom högskolevärlden och branschorganisationer.

Verksamhetens långsiktiga karaktär gör att vi ej förutser några väsentliga förändringar inom detta delprogram under 1990-talets första hälft. Ett

nära samarbete med forskargrupper vid universitet och högskolor har etablerats och ska ytterligare befästas.

De i pågående programinsatser initierade ambitionerna att knyta Studsviks materialtekniska FoU till de omfattande internationella samarbetsprogrammen (framför allt i EGs regi) ska ytterligare förstärkas under kommande år.

De statsanslagsfinansierade FoU-insatserna utgör 7 MSEK/år, varav minst 3 MSEK avser basforskning. Dessa insatser kompletteras/förstärks genom det internationella samarbetet. I dagens läge uppgår detta program totalt till >12 MECU (>80 MSEK).

7.2 Energisystem och distribution

Verksamheten inom detta delprogram berör energihushållningsfrågor och alternativa energisystem. Insatserna har successivt inriktats mot två delmål som vi bedömer ha strategisk betydelse för landet:

1 avancerade, miljövänliga och icke eldrivna värmepump/kyltekniksystem, och

2 avancerade system för energidistribution och lagring, och renoveringsteknik för dessa.

De statsanslagsfinansierade insatserna kompletteras med treåriga FoU-programuppdrag med huvudsaklig finansiering från STEV och BFR, avseende värmepumpteknik och avancerad fjärrvärmeteknik. Som ett direkt uppdrag från BFR drivs även ett program avseende solvärmeteknik.

Basforskningsinsatserna avser fenomen i samband med mass- och energitransport i flerfassystem

(t ex slurry) och möjligheter till förtätad energitransport.

För att bredda den egna kompetensen krävs ett fortsatt och ytterligare intensifierat samarbete med universitetsforskargrupper, som kompletterar våra insatsområden.

Under de kommande åren planeras verksamheten bli alltmer inriktad mot strategiskt väsentliga frågeställningar på lång sikt, dvs 2000-talet. Studier av ny systemteknik för naturgas samt av system med alternativa energibärare som väte och alkoholer har redan initierats eller är under planering i nu pågående program, liksom frågeställningar med samband till framtida tänkbara klimatförändringar (t ex utveckling av freonfria värmepumpsystem samt kulvertisoleringar). Två andra strategiskt viktiga frågeställningar, som förväntas få ökad betydelse, är renovering av markförlagda rörsystem (fjärrvärme, VA-teknik) och frågor kring husnära installationer (inklusive konvertering från direktelsystem, mikrokraftvärme t ex bränsleceller).

Omfattningen av verksamheten inom detta delprogram planeras ligga vid 5 MSEK/år. För närvarande finansieras av denna ram mellan 2 och 3 MSEK/år via uppdrag från programorganen.

7.3 Förbränningsteknik/miljöfrågor

Forskning och utveckling inom detta delområde är inriktat mot miljöproblemen kring energiproduktion, framtida teknik för effektiv elproduktion och avfallsdestruktion med miljövänlig teknik.

Den basforskning som planeras avser fenomen inom delområdena förbränningskemi, kemin vid bildning och destruktion av miljöföroreningar, mass- och värmeöverföring i termiska omvandlingsprocesser samt slutligen avancerad mätteknik för direktmätningar av fysikaliska och kemiska storheter inom t ex ett förbränningsrum. Insatserna för varje delområde utgör omkring 1 MSEK/år, dvs totalt inom delprogrammet Förbränning/miljö 4 MSEK/år.

Den tillämpade teknikutvecklingen inom delprogrammet har ambitionen att överbrygga gapet mellan denna fenomeninriktade basforskning och industrins produktutveckling, genom framför allt experimentella studier i halvstor skala. Laboratoriets resurser, och beredskap för att utföra värmetekniska och förbränningstekniska försök från bänkskala upp till pilotskala kan redan i sig sägas utgöra en för landets energi/miljö-FoU strategisk resurs. Programmet under de närmaste fem åren planeras i allt väsentligt utgöra en direkt fortsättning på nu påbörjade och löpande insatser, dvs koncentration kring cirkulerande fluidbäddteknik, både för förbränning och förgasning (miljövänlig småskalig kraftvärme, utnyttjande av inhemska bränslen), teknik för minimering av miljöutsläpp vid avfallsdestruktion och låg-NO_x-teknik (inklusive minimering av N_2O p g a klimateffekter).

Redan idag är FoU-programmet inom detta delavsnitt helt dominerat av miljöaspekter. Vi förutser för de närmaste åren en fortlöpande, alltmer ökad betydelse av långsiktiga frågeställningar, med anknytning till globala miljöfrågor som växthuseffekt (N_2O, CO_2-begränsning) och ozonnedbrytning (t ex teknik för freondestruktion), liksom

angränsande frågor som behov av alternativa drivmedel och utnyttjande av avancerade bränsleceller (t ex metanoldrivna), som alternativ till termisk energiproduktion. Vi bedömer även att frågor rörande fasta avfall/restprodukter kommer att få alltmer ökad betydelse inom ramen för energiproducerande processer.

Ett nära samarbete förutsätts dels med universitet och högskolor (även internationellt) och med avnämarsidan (Vattenfall, kommunala värmeverk).

Omfattningen av den tillämpade förbränningstekniska utvecklingen planeras utgöra 5 MSEK/år. Den statsanslagsfinansierade FoU-insatsen inom förbränning/miljö utgör därmed 9 MSEK/år.

För experiment i större skala, pilot- och prototypskala erfordras en separat finansiering i storleksordningen 10-15 MSEK/år. Denna föreslås helt täckas genom anslag från programorgan (framför allt STEV) och, när så är lämpligt, med extra stöd från avnämarsidan (framför allt Vattenfall).

En integrering av dessa storskaliga insatser inom ramen för statsanslaget är olämplig, då de i ett sådant fall p g a sin storleksordning tenderar att helt blockera och stoppa all annan utvecklingsverksamhet inom programmet. En kontinuitet för utvecklingsarbetet i den mer moderata skalan förhindras vid konkurrens om samma anslagsmedel inom en ram, som är liten i förhållande till de största projekten.

Tabell 2

Studsvik Energys anslagsfinansierade FoU. Programplan för 1990-95.

Teknikområde	Basforskning (9 MSEK/år)	Tillämpad utveckling* (12 MSEK/år)
Materialteknik (7 MSEK/år)	Polymerers nedbrytning	Materialkarakterisering och livslängd/värme- och gasdistribution
	Erosionskorrosion	Material för avfallsdestruktion
	Korrosionssprickning	Materials långtidsegenskaper/kraftverk
	Elektrokemisk mätmetodik	Moniteringsteknik för korrosionsmiljö/kraftverk
Energisystem (5 MSEK/år)	Mass- och energitransport i flerfassystem	Renoveringsteknik för fjärrvärmesystem
	Förtätad energitransport	Termiskt driven värmepump/kylteknik
		Distribution/lagring för naturgas
		Alternativa energibärare
		Mikrokraftvärme
Förbränning/ miljö (9 MSEK/år)	Förbränningskemi (tjärkolväten, char, katalys)	Kraftvärme/inhemska bränslen (CFB, förbränning och förgasning)
	Bildning/destruktion av miljöföroreningar (NO_x, N_2O, freon, dioxin, NH_3)	Hetgasreningsteknik (elproduktion)
	Mass/värmeöverföring i termiska system (gasomblandning, partikelfördelning, turbulens)	Avfallsdestruktion/ miljöeffekter (halogenkolväten, tungmetaller, restprodukter)
	Avancerad mätteknik för termiska system	Miljöförbättrande åtgärder/befintlig förbränningsteknik (NO_x, N_2O)

* De angivna delprogrammen drivs ej alla samtidigt i tiden och kan vara alternativ till varandra.

7.4 Sammanfattning

Det för början av 1990-talet planerade programmet med direkt statsanslagsfinansiering sammanfattas i Tabell 2. Den årliga omfattningen motsvarar 21 MSEK, varav 9 MSEK avser grundläggande basforskning och 12 MSEK avser tillämpad teknikutveckling inom strategiska områden. Därutöver förutsätts en separat finansiering med 10-15 MSEK/år av projekt i större skala, typ pilotanläggningar, som föreslås täckas genom anslag från programorgan.

8 Planerad kommersiell verksamhet

Vid sidan om ovan nämnda FoU-insatser med öppen publicering av resultaten och som en del av det nationella programmet, förutsätts en aktiv kommersiell verksamhet vid Studsvik Energy. Insatserna utgörs av kommersiella uppdrag, och av kommersiella utvecklingsprojekt i egen regi eller i samarbete med industripartner. Miljövänlig energiteknik utvecklas på uppdrag av industrin och vid Studsvik utvecklade produkter/processer exploateras genom licenssamarbete med tillverkande industri.

Resultaten från denna verksamhet är förbehållna de medverkande aktörerna. Den kunskap, som därvid byggs upp, bidrar givetvis till den samlade kompetensen vid Studsvik och ger för den statsanslagsfinansierade FoU-verksamheten synnerligen värdefull feed-back, som förstärker och vidareutvecklar kunskapsnivån.

Exempel på kommersiella projekt av detta slag, som pågår idag och som planeras pågå även under de kommande åren, är

- optimering av miljövänliga specialbrännare, anpassade för specifika, komplicerade bränslen och industriella restprodukter
- utprovning av avsvavlingsteknik med hjälp av tillsatser till förbränningsrummet
- komponentprovning och tekniskt stöd till licenstagare (verkstadsindustri, panntillverkare) inom CFB-teknik (förgasare, gasrening, pannor)
- förbättring eller ombyggnad av befintliga anläggningar, som driftoptimeringar (pannor för inhemska bränslen) och ombyggnad av torksystem (energihushållning)
- engineering och entreprenader för t ex torv- och flispannor och småskaliga värmedistributionssystem.

Behov av ägarstöd för Studsviks omställning till kommersiell verksamhet i enlighet med i tidigare avsnitt beskrivna skäl bör, som ovan nämnts, behandlas separat från Studsviks andel i det nationella FoU-programmet. Vi avser att återkomma till denna fråga i särskild ordning.

De kommersiella insatserna inom energiproduktionsområdet har under hösten 1988 organisatoriskt separerats från den övriga FoU-verksamheten. Sedan tidigare drivs också kommersiell konsultverksamhet vid Studsvik Energys dotterbolag, Miljökonsulterna i Studsvik AB respektive Fjärrvärmebyrån AB.

Samarbetspartners för företagets kommersiella verksamhet ser vi inom såväl tillverkande industri, avnämare (processindustri, kommunala värmeverk) och entreprenadföretag.

3 Medel för grundläggande energiteknisk forskning

3.1 Energiteknik

STUDSVIK har erhållit anslag för grundläggande forskning inom området energiteknik. Med dessa medel har bolaget byggt upp kompetens och resurser och har ett forskningsprogram inriktat mot framtida miljövänlig energiteknik enligt de energipolitiska riktlinjerna.

Tidigare forskningsverksamhet har verksamt bidragit till den teknik som idag är under olika stadier av utveckling och introduktion i bolagets regi inom områdena förbränning, förgasning, värmedistribution och materialteknik. Anslaget för energiteknisk grundforskning har stor betydelse för långsiktigheten i verksamheten. Bolaget ges möjligheter att bibehålla och även utveckla nya resurser och kompetens inom de områden där bolaget är verksamt.

Forskningen bedrivs i ökande utsträckning i samarbete med högskolor och universitet inom landet och i några fall med utländska universitet. Samarbetsformerna varierar beroende på projekt och inriktning. I några fall finns personalunioner med högskoleforskare.

Bolagets forskningsprogram inom grundläggande energiteknisk forskning har tre delprogram; materialteknik, energisystem och förbränningsteknik.

3.1.1 Materialteknik

Egenskaperna hos materialen i energianläggningar har stor betydelse för prestanda och tillgänglighet samt för produktions- och driftkostnader. I delprogrammet materialteknik studeras långsiktiga egenskaper för stål i förbränningsanläggningar och för plaster i hetvatten- och naturgasdistributionsanläggningar och gaslager. Målsättningen är att beskriva mekanismer som påverkar nedbrytningen samt finna metoder som ökar livslängden hos materialen.

Inom området plastmaterial studeras nedbrytningsmekanismer. Målsättningen är att specificera material som kan användas för värme- och gasdistribution samt ange hur dessa kan förbättras.

Med inom bolaget utvecklade analysmetoder kan nedbrytningsfenomen studeras bättre än tidigare. I samarbete med högskoleforskare vid KTH kommer ytterligare analysmetoder att utnyttjas, vilka ger en än mer detaljerad förståelse för mekanismerna.

Inom området korrosion studeras främst stål som används inom värmeanläggningar som pannor, rökgasrenare, fjärrvärmeutrustning etc. Målsättningen är att bättre förstå samspelet mellan miljö, korrosion och utmattning. Under den kommande treårsperioden kommer verksamheten inom korrosion att ytterligare koncentreras och fördjupas med grundläggande studier. Ett särskilt projekt är miljöbetingad sprickbildning, vilket drivs i samarbete med KTH.

Materialproblem orsakade av samtidig korrosion och erosion i eldstaden i fluidbäddanläggningar kan fördröja en kommersiell introduktion av tekniken. I gasturbiner utsätts turbinbladen för erosion vid användning av ask- och slaggbildande bränslen. Vid bolaget pågår undersökningar av erosion hos stål och keramer i de nämnda miljöerna. Gasturbinapplikationen studeras i samarbete med finska och holländska högskolor och med STU som medfinansiär.

3.1.2 Energisystem

Forskning inom energisystem är av betydelse när ny energiteknik ska anpassas till användningarna. Det är inte bara de enskilda komponenternas prestanda som avgör värdet av ny teknik utan också hur komponenterna och systemet i övrigt kan anpassas till varandra. Verksamheten inom bolaget har nu anpassats enligt anvisningarna i EFU87 och är koncentrerad till bostadsuppvärmning och uppvärmningssystem.

Bolaget har startat treåriga forskningsprogram i samarbete med STEV och BFR avseende värmedistribution och ny värmepumpsteknik. Målsättningen är att finna och utveckla ny effektivare teknik till lägre kostnader för att skapa förutsättningar för en fortsatt utbyggnad av fjärrvärmenäten samt att utveckla alternativ till uppvärmning med direktel.

3.1.3 Förbränningsteknik/miljöfrågor

De framtida förändringarna av energisystemet medför att nya primärenergikällor måste tas i anspråk. Inhemska och importerade fasta bränslen förväntas få en betydande roll bredvid en kraftigt ökande naturgasanvändning. Många av de miljöproblem som uppmärksammas idag är förknippade med förbränning. Samtidigt finns ett stort behov av att destruera organiskt avfall.

Bolagets forskning inom förbränningsteknik har därför inriktats på energitillförsel med förbränning till det svenska energisystemet samt destruktion av avfall under miljövänliga betingelser. Syftet är att åstadkomma effektiv och miljövänlig förbränning, särskilt med avseende på emissioner innehållande svavel, kväve och klorerade kolväten, primärt genom att direkt påverka förbränningsreaktionerna. Denna teknik har fördelar framför "rökgasrening" främst för mindre anläggningar. Parallella och kompletterande projekt stöds av STU och STEV.

Programmet är långsiktigt och fortsätter enligt planerna. För att koncentrera resursinsatserna har det tidigare området bränslekunskap avvecklats.

Inom delområdet förbränningsreaktioner undersöks de mekanismer som orsakar uppkomsten av oönskade emissioner samt hur man ska påverka reaktionerna för emissionsundertryckning. De metoder som undersöks baseras på kontroll av betingelserna i olika förbränningszoner och användning av katalysatorer.

Särskild uppmärksamhet ges mekanismerna bakom uppkomsten av klorerade kolväten, bl a dioxin. Det finns idag belägg för att produktionen av klorerade kolväten kan undertryckas. Forskningsarbetet fortsätter med hög intensitet, dels för att vidga kunskapen om uppkomsten vid förbränning och dels för att praktiskt åstadkomma "dioxinfri" förbränning.

Förbränning och förgasning med fluidbäddteknik har uppmärksammats världen över för bl a sina goda miljöegenskaper och framhålls i många länders energitekniska planering som en attraktiv utvecklingsväg. Bolaget har under lång tid varit engagerat i utveckling av fluidbäddtekniken och detta arbete fortlöper.

Delprogrammet fluidmekanik skall ge kunskap för ytterligare förbättringar av fluidbäddtekniken. Arbetet bedrivs med parallella praktiska och teoretiska studier och i samarbete med bl a CTH.

******

Bolaget anser att anslagsnivån 7 MSEK är av rätt storleksordning för den nuvarande verksamheten. Det är av stor betydelse att anslaget kan bibehållas på denna nivå räknat i realvärde samt att planeringsutrymme anvisas för tre år framåt.

Enligt EFU87 finns anvisat för budgetåret 1989/90 7 MSEK för grundläggande energiteknisk forskning.

Tabell 3

Anslagsbehov för Grundläggande energiteknisk forskning avseende energiteknik:

1989/90	1990/91	1991/92	
7.0	7.0	7.0	MSEK

3.2 Ny kärnteknik

Separat redovisning från Studsvik Nulear.

4 Medel för egen och branschrelaterad FUD (EBFUD)

4.1 Energiteknik

Inom ramen för anslaget för egen och branschrelaterad FUD, EBFUD, bedriver bolaget tillämpad forskning och utveckling av produkter och processer avseende ny energiteknik i egen regi eller i samarbete med andra intressenter. Syftet är att bevisa funktion och prestanda hos sådan ny teknik.

Nyutvecklad energiteknik behöver demonstreras både i fråga om funktion och effektivitet, tillgänglighet, ekonomi, säkerhet och miljöegenskaper under praktiska driftvillkor. Ledtiden för ny energiteknik är ofta mycket lång och förenad med stora kostnader och kommersiella risker.

FUD-arbetet drivs i huvudsak på två plan; 1) tillämpad forskning och utveckling inklusive branschforskning och 2) pilot- och demonstrationsverksamhet, ofta i samarbete med framtida marknadsförare/producenter.

Verksamheten baserar sig på ny kunskap från forskning och utveckling, inte sällan till delar genomförd inom ramen för den grundläggande energitekniska forskningen inom bolaget. Bolaget deltar i branschforskningssamarbete med Värmeforsk, Jernkontoret m fl och tar även initiativ till samarbetsprojekt med andra intressenter.

Inom ramen för pilot- och demonstrationsverksamheten utvecklas nya energitekniska koncept till sådan skala att man kan göra meningsfulla utvärderingar avseende prestanda och ekonomi. Den utgör även basen för vidareutveckling av delsystem, utbildning och försök avseende säkerhet, stabilitet och tillförlitlighet. Detta arbete sker ofta i direkt samverkan med tillverkare/marknadsförare/slutanvändare och/eller med statens programorgan. Programmet för EBFUD har följande delområden: materialteknik, energisystem och distribution, förbränningsteknik samt förgasningsteknik.

4.1.1 Materialteknik

Korrosion och åldrande är tekniska problem som orsakar stora ekonomiska förluster och som dessutom utgör en potentiell haveriorsak i många tekniska tillämpningar. Bolagets kompetens inom korrosion och åldrande byggdes upp i anknytning till den kärntekniska forskningen. Idag vidareutvecklas kompetensen till nya material och applikationer. Verksamheten är inriktad på kunskapsmässigt stöd till energiteknisk industri, kraftföretag och värmeverk.

Vid bolaget pågår undersökningar av korrosion på stål i förbränningsanläggningar och naturgasledningar och av åldrande hos plaster i varmvattensystem, naturgasledningar och gaslager. Syftet är att utveckla effektiva metoder för att utvärdera material samt att till användare och producenter kunna ge ett effektivt stöd i materialvalsfrågor.

I förbrännings- och förgasningsanläggningar utsätts materialen för svåra erosions- och korro-

sionsegenskaper. Även här bedrivs FUD-arbete med syftet att kunna ge panntillverkare och pannägare ett effektivt stöd. Genom samarbete inom Värmeforsk leds vunna resultat ut till kraftföretag och kommunala energibolag.

4.1.2 Energisystem och distribution

När ny energiteknik introduceras i ett energisystem krävs vanligtvis att hela systemet anpassas för att fördelarna skall kunna utnyttjas. Syftet med området Energisystem är att ge energiplanerare och energiteknisk industri stöd vid anpassning och utveckling av nya koncept.

Idag inriktas verksamheten på driftoptimering av befintliga energisystem samt anpassning av ny energiteknik till existerande system. Särskilt studeras hur framtida bränslecellteknik kan inkorporeras i småskaliga system såsom hos mindre företag och fjärrvärmeanläggningar.

Dagens fjärrvärmesystem representerar stora värden och kräver höga kostnader för underhåll och reparationer. Inom ramen för delprogrammet energidistribution utvecklas metoder och produkter för effektivare underhåll. Vissa projekt sker i samarbete med Värmeforsk och tillverkare.

4.1.3 Förbränningsteknik

Bolaget började för några år sedan sälja licenser på en egenutvecklad fluidbäddpanna. Konceptet har varit framgångsrikt, och idag finns licenstagare som täcker stora delar av världsmarknaden. Det har visat sig klara mycket högt ställda miljökrav. Med utgångspunkt från de vunna erfarenheterna utvecklas det nu vidare för att kunna möta än högre krav. Av den orsaken har försöksutrustningen i pilotskala byggts om och anpassats till nya försök för en vidareutveckling med ännu lägre emissioner.

4.1.4 Förgasningsteknik

Med förgasning av fasta bränslen åstadkoms en bränsleförädling. Lågvärdiga och ospecifika bränslen kan genom förädling med bl a katalysatorteknik användas i applikationer som kräver högvärdiga bränslen, t ex motorer. Till förgas-

ningsprocesserna kan även kopplas olika reningsprocesser, varför en mycket miljövänlig slutprodukt kan erhållas även från relativt dåliga och miljöbelastande bränslen.

Bolaget utvecklade på STEVs uppdrag förgasningsteknik för framställning av syntesgas för metanoltillverkning från biomassa. Idag utvecklas tekniken vidare för nya applikationer genom att utnyttja den fluidbäddteknik som utvecklats för fastbränsleförbränning.

I FUD-programmet pågår utveckling av förgasningsprocessen med inriktning mot gasrening och gasförädling samt försök med förgasning av nya bränslen, bl a avfallsbränslen. Inom pilot- och demoprogrammet pågår utveckling av småskalig elproduktionsteknik baserad på biobränsleförgasning, gasförädling samt en dieselmotor.

******

Bolaget anser att behovet av anslag för EBFUD avseende Energiteknik för 1989/90 är 11 MSEK. För den kommande treårsperioden förutses ett ökande anslagsbehov. Flera projekt kommer in i pilot- och demonstrationsstadier med stora kostnader. För att bolaget skall kunna räkna med en rimlig framtida avkastning på redan gjorda FUD-insatser måste bolaget deltaga och vara medfinansiär i den fortsatta utvecklingen. Exempel på aktuella projekt är avfallsdestruktion, avancerad fluidbäddförbränning samt värmepumpar.

Tabell 6

Anslagsbehov för Egen och branschrelaterad FUD avseende energiteknik:

1989/90	1990/91	1991/92	
11	13	15	MSEK

4.2 Kärnteknik

Separat redovisning från Studsvik Nuclear.

Statens offentliga utredningar 1989

Kronologisk förteckning

1. Rapport av den särskilde utredaren för granskning av hotbilden mot och säkerhetsskyddet kring statsminister Olof Palme. C.
2. Beskattning av fåmansföretag. Fi.
3. Integriteten vid statistikproduktion. C.
4. Fasta Öresundsförbindelser. K.
5. Samordnad länsförvaltning. Del 1: Förslag. C.
6. Samordnad länsförvaltning. Del 2: Bilagor. C.
7. Vidgad etableringsfrihet för nya medier. U.
8. UD:s presstjänst. UD.
9. Särskild inkomstskatt för utländska artister m.fl. Fi.
10. Två nya treåriga linjer. U.
11. Hushållssparandet - Huvudrapport från Spardelegationens sparundersökning. Fi.
12. Den regionala problembilden. A.
13. Mångfald mot enfald. Del 1. A.
14. Mångfald mot enfald. Del 2. Lagstiftning och rättsfrågor. A.
15. Storstadstrafik 2 - Bakgrundsmaterial. K.
16. Kostnadsutveckling och konkurrens i banksektorn. Fi.
17. Risker och skydd för befolkningen. Fö.
18. SÄPO - Säkerhetspolisens arbetsmetoder. C.
19. Regionalpolitikens förutsättningar. A.
20. Tullregisterlag m.m. Fi.
21. Sätt värde på miljön - miljöavgifter på svavel och klor. ME.
22. Censurlagen - en modernisering av biografförordningen. U.
23. Parkeringsköp. Bo.
24. Statligt finansiellt stöd? I.
25. Rapporter till finansieringsutredningen. I.
26. Kustbevakningens roll i den framtida sjöövervakningen. Fi.
27. Forskning vid de mindre och medelstora högskolorna. U.
28. Utbildningar för framtidens tandvård. U.
29. Samarbete kring klinisk utbildning och forskning inför 90-talet. U.
30. Professorstillsättning. En översyn av proceduren vid tillsättning av professorstjänster. U.
31. Statens mät- och provstyrelse. I.
32. Miljöprojekt Göteborg - för ett renare Hisingen. ME.
33. Reformerad inkomstbeskattning
    - Skattereformens huvudlinjer. Del 1.
    - Inkomst av kapital. Del 2.
    - Inkomst av tjänst, lagtext och kommentarer. Del 3.
    - Bilagor, expertrapporter. Del 4. Fi.
34. Reformerad företagsbeskattning
    - Motiv och lagförslag. Del 1.
    - Expertrapporter. Del 2. Fi.
35. Reformerad mervärdeskatt m.m.
    - Motiv. Del 1.
    - Lagtext och bilagor. Del 2. Fi.
36. Inflationskorrigerad inkomstbeskattning. Fi.
37. Utländska förvärv av Svenska företag - en studie av utvecklingen. I.
38. Det nya skatteförslaget - sammanfattning av skatteutredningarnas betänkanden. Fi.
39. Hjälpmedelsverksamhetens utveckling - kartläggning och bedömning. S.
40. Datorisering av tullrutinerna - slutrapport. Fi.
41. Samerätt och sameting. Ju.
42. Det civila försvaret. Del 1.
    Det civila försvaret. Del 2. Författningstext. Fö.
43. Storstadstrafik 3 - Bilavgifter. K.
44. Översyn av vapenlagstiftningen. Ju.
45. Standardiseringens roll i EFTA/EG - samarbetet. I.
46. Arméns utveckling och försvarets planeringssystem. Fö.
47. Hjälpmedelsverksamhetens utveckling - Bilagor. S.
48. Energiforskning för framtiden. ME.
49. Energiforskning för framtiden. Bilagor. ME.

Statens offentliga utredningar 1989

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Samerätt och sameting. [41]
Översyn av vapenlagstiftningen. [44]

Utrikesdepartementet

UD:s presstjänst. [8]

Försvarsdepartementet

Risker och skydd för befolkningen. [17]
Det civila försvaret. Del 1. [42]
Det civila försvaret. Del 2. Författningstext. [42]
Arméns utveckling och försvarets planeringssystem. [46]

Socialdepartementet

Hjälpmedelsverksamhetens utveckling - kartläggning och bedömning. [39]
Hjälpmedelsverksamhetens utveckling - Bilagor. [47]

Kommunikationsdepartementet

Fasta Öresundsförbindelser. [4]
Storstadstrafik 2 - Bakgrundsmaterial. [15]
Storstadstrafik 3 - Bilavgifter. [43]

Finansdepartementet

Beskattning av fåmansföretag. [2]
Särskild inkomstskatt för utländska artister m.fl. [9]
Hushållsparandet - Huvudrapport från Spardelegationens sparundersökning. [11]
Kostnadsutveckling och konkurrens i banksektorn. [16]
Tullregisterlag m.m. [20]
Kustbevakningens roll i den framtida sjöövervakningen. [26]
Reformerad inkomstbeskattning
- Skattereformens huvudlinjer. Del 1. [33]
- Inkomst av kapital. Del 2. [33]
- Inkomst av tjänst, lagtext och kommentarer. Del 3. [33]
- Bilagor, expertrapporter. Del 4. [33]

Reformerad företagsbeskattning
- Motiv och lagförslag. Del 1. [34]
- Expertrapporter. Del 2. [34]

Reformerad mervärdeskatt m.m.
- Motiv. Del 1. [35]
- Lagtext och bilagor. Del 2. [35]

Inflationskorrigerad inkomstbeskattning. [36]
Det nya skatteförslaget - sammanfattning av skatteutredningarnas betänkanden. [38]
Datorisering av tullrutinerna - slutrapport. [40]

Utbildningsdepartementet

Vidgad etableringsfrihet för nya medier. [7]
Två nya treåriga linjer. [10]
Censurlagen - en modernisering av biografförordningen. [22]
Forskning vid de mindre och medelstora högskolorna. [27]
Utbildningar för framtidens tandvård. [28]
Samarbete kring klinisk utbildning och forskning inför 90-talet. [29]
Professorstillsättning. En översyn av proceduren vid tillsättning av professorstjänst. [30]

Arbetsmarknadsdepartementet

Den regionala problembilden. [12]
Mångfald mot enfald. Del 1. [13]
Mångfald mot enfald. Del 2. Lagstiftning och rättsfrågor. [14]
Regionalpolitikens förutsättningar. [19]

Industridepartementet

Statligt finansiellt stöd. [24]
Rapporter till finansieringsutredningen. [25]
Statens mät- och provstyrelse. [31]
Utländska förvärv av svenska företag - en studie av utvecklingen. [37]
Standardiseringens roll i EFTA/EG - samarbetet. [45]

Civildepartementet

Rapport av den särskilde utredaren för granskning av hotbilden mot och säkerhetsskyddet kring statsminister Olof Palme. [1]
Integriteten vid statistikproduktion. [3]
Samordnad länsförvaltning. Del 1: Förslag. [5]
Samordnad länsförvaltning. Del 2: Bilagor. [6]
SÄPO - Säkerhetspolisens arbetsmetoder. [18]

Bostadsdepartementet

Parkeringsköp. [23]

Statens offentliga utredningar 1989

Systematisk förteckning

Miljö- och energidepartementet

Sätt värde på miljön - miljöavgifter på svavel och klor. [21]
Miljöprojekt Göteborg - för ett renare Hisingen. [32]
Energiforskning för framtiden. [48]
Energiforskning för framtiden. Bilagor. [49]

KUNGL. BIBL.
1989-08-15
STOCKHOLM

ALLMÄNNA FÖRLAGET

BESTÄLLNINGAR: ALLMÄNNA FÖRLAGET, KUNDTJÄNST, 106 47 STOCKHOLM,
TEL: 08-739 96 30, FAX: 08-739 95 48.
INFORMATIONSBOKHANDELN, MALMTORGSGATAN 5 (VID BRUNKEBERGSTORG), STOCKHOLM.

ISBN 91-38-10368-0
ISSN 0375-250X