

En framtid för alm och ask

– förädling, forskning och finansiering

*Betänkande av Utredningen om
Skogsträdsförädling för ökad motståndskraft*

Stockholm 2024



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

SOU 2024:35

SOU och Ds finns på [regeringen.se](https://www.regeringen.se) under Rättsliga dokument.

Svara på remiss – hur och varför
Statsrådsberedningen, SB PM 2021:1.

Information för dem som ska svara på remiss finns tillgänglig på [regeringen.se/remisser](https://www.regeringen.se/remisser).

Layout: Kommittéservice, Regeringskansliet

Omslag: Elanders Sverige AB

Tryck och remisshantering: Elanders Sverige AB, Stockholm 2024

ISBN 978-91-525-0924-1 (tryck)

ISBN 978-91-525-0925-8 (pdf)

ISSN 0375-250X

Till statsrådet Peter Kullgren

Regeringen beslutade den 27 april, 2023 att ge en särskild utredare i uppdrag att identifiera inhemska skogsträd där förädling kan vara en kostnadseffektiv åtgärd för långsiktigt bevarande samt, om det bedöms ändamålsenligt, föreslå hur förädlingsverksamhet ska hanteras, exempelvis i form av ett förädlingsprogram.

Den 22 maj förordnades riksdagsledamoten och doktorn i cell- och molekylärbiologi Staffan Eklöf som särskild utredare. Docenten i skogsgenetik Sanna Black-Samuelsson, Skogsstyrelsen förordnades den 22 maj 2023 som sekreterare i utredningen.

Utredningen har fört dialog med och inhämtat upplysningar från myndigheter, akademi, organisationer och annan expertis.

Utredningen har antagit namnet Utredningen om Skogsträdsförädling för ökad motståndskraft. Vi överlämnar härmed betänkan-
det *En framtid för alm och ask – förädling, forskning och finansiering* (SOU 2024:35).

Uppdraget är därmed slutfört.

Stockholm i maj 2024

Staffan Eklöf

/Sanna Black-Samuelsson

Förord

Vi sätter stort hopp till träden.

Det tycks inte finnas någon hejd på vad vi förväntar oss av dem. De ska ersätta andra resurser, som stål och betong i byggnadsbranschen, olja i bränsle- och tillverkningsindustrin och bomull i tyg- och kläd-tillverkning. Trots det ska de helst inte avverkas, utan växa och binda koldioxid i det oändliga, och skogarna ska få förbli orörda habitat åt hotade arter. Dessutom ställs allt högre krav på mer träd i våra stadsmiljöer.

Denna ekvation är svår att få ihop redan nu, men den blir inte lättare av att vi i allt högre grad utsätter träden för invasiva främmande skadegörare. Almen och asken är trädarter med omfattande ekologisk betydelse och mycket stora estetiska värden, i synnerhet som stadsträd, som numera är marginaliserade i Sverige och Europa till följd av människans vårdslöshet.

Att människan har ett stort behov av träd är inte precis något nytt. Särskilt sedan vi blev bofasta har träden varit en grundförutsättning för vår existens. De har gett oss skydd, vapen, redskap, bränsle, virke, skugga, mat åt oss själva och foder åt våra djur. Ädelträden har alltid räknats som de finaste, med särskilt utmärkande virkesegenskaper och särskilt näringsrikt löv åt djuren – en historiskt livsnödvändig resurs för att klara foderfrågan på vintern. Sådana träd sparades och vårdades för att kontinuerligt kunna skördas på sina håvor.

Ett uttryck för ädelträdens betydelse är myten om hur Oden skapade de första människorna, Ask och Embla, ur en ask och en alm. Det kan tolkas som att beroendet av träden var så stort att de kunde liknas vid hela mänsklighetens närande föräldrar. I 6 000 år förblev också ask och alm våra bundsförvanter, i lika hög grad som hunden eller fåret. Men i slutet av 1900-talet bröt vi kontraktet genom att släppa loss farsoter bland träden, som näst intill utrotat dem. De

som finns kvar lever på lånad tid, i synnerhet almarna. Sjukdomarna orsakas av svampar och skalbaggar, men att de nu plågar våra träd är helt och hållet vårt eget fel. Skadegörarna skulle aldrig ha hittat träden utan människans inblandning.

Den långa vänskapsrelationen i sig borde ha gjort träden förtjänta av en bättre behandling, men sentimentalitet och ånger är långt ifrån de enda skälen att beklaga deras öde. Inte minst hotar långtgående ekologiska konsekvenser – asken och almen är tillsammans värd för runt 200 arter av insekter, svampar, mossor och lavar som inte klarar sig utan dem. När träden försvinner, försvinner även dessa arter, med överskådliga kedjereaktioner som följd.

Men kanske är inte heller detta det främsta skälet till att vi borde göra vad vi kan för att rädda almen och asken från undergång. Kanske är deras högsta värden emotionella. Deras skönhet har gjort dem omåttligt populära i städer, parker, trädgårdar och längs gator. Ur våra egna korta perspektiv verkar de närmast eviga, och att de inom loppet av en sommar kan försvinna tycks oss som ett brott mot tingens ordning. Vi begår ett misstag om vi ser dessa döda individer som siffror i statistiken, ungefär som ännu en gran dödad av granbarkborrar. Namnet ”ädel” beskriver vad det handlar om. De stora ädelträden är, som individer, skatter. Vart och ett oersättligt. Att inte vilja skydda dem är slösaktigt. Inte nödvändigtvis just för att vi sörjer dem, även om det i sig är en hög kostnad, utan också för att vart och ett av dem står för en enorm investering. De finns där. Vi har lagt ner decennier av tid och arbete på att ha dem omkring oss, och till på köpet lärt oss att älska dem. Varför skulle vi låta den investeringen utplånas utan att kämpa för den?

Anledningen till att vi på nationell nivå inte lyckats göra tillräckligt snabba, omfattande eller koordinerade insatser för att skydda almarna handlar nog inte heller om att vi inte velat, utan om att deras död kan uppfattas vara en naturens olyckliga nyck, mot vilken vi ingenting kan göra. Men det kan vi. Vi kan fortsätta att stötta det arbete som nu görs för att hejda sjukdomen på Gotland, och därigenom köpa tid som kan rädda trädens hundratals följearter. Med den tiden kan vi ta ett ansvar för att bevara, samla och mångfaldiga det lilla fåtal almar och askar som faktiskt är motståndskraftiga mot sjukdomarna, och vi kan försöka skapa fler sådana träd med hjälp av förädling. Vi kan också koordinera oss betydligt bättre för att kartlägga andra, ännu okända skadegörare, förhindra att de kommer hit,

och bättre möta dem om de ändå gör det. Sådant beredskapsarbete är helt avgörande för att vi ska kunna undvika fler katastrofer av almsjukans magnitud bland älskade, livsviktiga trädslag. Det är nödvändigt för att träden ska kunna uppfylla de högt ställda förväntningar vi har på dem, i såväl skogen som i staden.

Allt som krävs är att vi vill.

Mårten Lind

Skogspatolog och författare

Innehåll

Sammanfattning	15
Summary	23
1 Om utredningen	31
1.1 Uppdraget.....	31
1.2 Utredningens arbete	31
1.3 Betänkandets struktur	32
1.4 Utgångspunkter och avgränsningar	33
2 Bakgrund.....	35
2.1 Identifiera trädslag för utredningen.....	35
2.1.1 Sverige har relativt få inhemska skogsträd	35
2.1.2 Av sex rödlistade trädslag är fem akut hotade	37
2.1.3 Resistensförädling och andra åtgärder behövs för alm och ask.....	38
2.2 Alm – Embla.....	39
2.2.1 Sveriges tre arter av alm är både lika och olika	39
2.2.2 Renässans för företagande med almsjukt virke.....	43
2.3 Asken – Sveriges Kungsträd.....	45
2.3.1 Från aesc, räfskam och hostdämpare till parkettgolv	48
2.3.2 Viss handel med askvirke	49

2.4	Skogsträden har stor betydelse för den biologiska mångfalden.....	51
2.4.1	Ekosystemtjänster ger samhällsekonomiska nyttor	51
2.4.2	Träden är biodiversitetens ryggrad	52
2.4.3	Av fyrtio arter som specifikt lever på ask är femton rödlistade	54
2.4.4	Av sextiotvå arter som är specialiserade på alm är trettiosju rödlistade.....	55
2.4.5	Rikligt med ask och alm i gotländska Natura 2000-områden och naturreservat.....	58
2.4.6	Ett långt och rikt kulturarv med ask och alm.....	60
2.4.7	Kärleken till träden	63
3	Hoten från växtskadegörare ökar.....	67
3.1	Ändrat klimat ger ändrade förutsättningar	67
3.2	Oönskade fripassagerare vid global handel.....	69
3.3	Växtskadegörare skadar skogen och träden	70
3.3.1	Dynamiskt samspel och trädens försvarsstrategier	70
3.3.2	Resistens gör att träd kan motstå en skada	71
3.3.3	Endofytsvampar kan öka trädens resistens	74
3.4	Ansvar för skador på skog, träd och deras värden.....	74
3.4.1	Ansvaret för växtskadegörare.....	74
3.4.2	Regler som rör alm och ask	78
3.4.3	Bekämpningsmedel	79
3.4.4	SLU Skogsskadecentrum förebygger och övervakar skogsskador.....	80
3.4.5	Invasiva främmande arter ökar i Sverige och globalt	81
3.4.6	Ansvar för skogens biologiska mångfald.....	84
4	Skogsträdsförädling i Sverige	89
4.1	Konventionell förädling för ökad arealproduktion	89
4.1.1	Genetisk variation är A och O för trädens anpassning och förädling	90

4.1.2	Gran och tall i förädlingens fokus	90
4.1.3	Regler för och handel med skogsodlingsmaterial	92
4.1.4	Vissa skador registreras i förädlingen.....	96
4.2	Finansiering, aktörer och samverkan i skogsträdsförädlingen.....	97
4.2.1	Om 60-öringen och annan finansiering	97
4.2.2	Aktörer och samverkan i förädlingen.....	98
4.3	Resistensförädling är en omfattande verksamhet som kan ge goda resultat	99
4.3.1	Erfarenheter från resistensprogram i USA kan stödja svensk resistensförädling	100
4.3.2	Resistensförädlingen i Sverige	106
4.4	Förädling med hjälp av genetisk modifiering.....	110
4.4.1	Genetisk modifiering – ett svårfångat och föränderligt begrepp.....	110
4.4.2	Resistensförädling är ett användningsområde	112
4.4.3	Framåtblick – den genetiska modifieringens roll... ..	114
5	Almsjukan och dess hantering	117
5.1	Almsjukan – en ökad global värsting.....	117
5.1.1	Almsjukan från Asien har orsakat två epidemier.....	117
5.1.2	Almsjukan sprids för egen maskin och med människans hjälp.....	119
5.1.3	Läget varierar för Sveriges almarter	121
5.1.4	Elm zig zag sawfly – en dörrknackare som hotar almen	123
5.1.5	Kontinuerlig kontroll på Gotland	124
5.1.6	Bekämpa eller inte bekämpa? Handlingsalternativ för almsjukan på Gotland....	132
5.1.7	Rekommendation för hantering av almsjuka träd på fastlandet.....	138
5.2	Resistensförädling av alm	138
5.2.1	Internationella erfarenheter av resistent almar ..	138
5.2.2	Sverige behöver en egen resistensförädling av alm och ask	142

5.2.3	En plan för resistensförädling av alm i Sverige....	144
5.2.4	Mycket vunnet med molekylärgenetiska metoder i resistensförädlingen	146
5.2.5	Genetisk modifiering av alm	149
5.2.6	Biologisk kontroll och vaccinering	154
5.2.7	Restaurering med resistent alm	155
5.3	Regler för effektivare insatser	157
5.3.1	Från regler till frivillighet i almsjukebekämpningen	157
5.3.2	Vad kommande lagstiftning bör adressera	158
5.3.3	Alternativ för att reglera almsjukebekämpningen på Gotland.....	160
5.4	Klokt att förbättra Sveriges beredskap för skogsskadegörare.....	165
5.4.1	Allvarliga konsekvenser när ansvaret för skadegörare faller mellan stolarna	165
5.4.2	Variationsrikt skogsbruk med fler lövträd för att bättre klara klimatförändringar och skadegörare.....	170
6	Askskottsjukan	173
6.1	Askskottsjukan	173
6.1.1	Askskottsjukan orsakas av en aggressiv svamp ...	173
6.1.2	Askskottsjukan finns i hela världen	175
6.1.3	Rekommendationer för hur sjuka askar ska hanteras.....	177
6.2	Hoppet om genetiken – vissa askar är resistent mot askskottsjukan	178
6.2.1	Resistensförädling av ask i Sverige så här långt...	180
6.2.2	Planer för fortsatt resistensförädling.....	182
6.3	Restaurering med resistent ask.....	186
6.4	Smaragdpraktbaggen är ett nytt hot mot asken.....	186

7	Forskningsbehov för att bevara och förädla alm och ask.....	189
7.1	Stödjande forskning är centralt för att lyckas med andra åtgärder.....	189
7.2	Alm – främst om endofytsvampar i beviljade forskningsmedel.....	190
7.3	Forskningsbehov kopplat till almsjukan	191
7.4	Ask – ett axplock av tidigare och pågående forskning.....	194
7.5	Forskningsbehov kopplat till askskottsjukan och smaragdpraktbaggen	195
8	Att bevara skogsträdens gener och associerade arter ...	199
8.1	Genetisk variation – skogsträdens skattkista	199
8.1.1	Att bevara genetisk variation	199
8.1.2	Genetisk variation bevaras för många, men inte alla inhemska trädslag	201
8.1.3	Genbevarande utanför växtplatsen	202
8.1.4	Genbevarande av alm och ask	203
8.2	Ask, alm och associerade arter	204
8.2.1	En Noaks Ark på Gotland	204
8.2.2	Konsekvenser för den biologiska mångfalden	207
8.2.3	Staten har ett ansvar att bevara alm och ask.....	208
9	Överväganden och förslag	211
9.1	Summering av betänkandets förslag	211
9.2	Ett nationellt program för alm och ask	213
9.3	Fortsatt bekämpning av almsjukan på Gotland	215
9.4	Regler för att bekämpa almsjukan på Gotland.....	218
9.5	Resistensförädling av skogsalm och lundalm	220
9.6	Forskning om almsjuka	222
9.7	Genetisk modifiering av alm	224

9.8	Resistensförädling av ask	226
9.9	Forskning om askskottsjukan och smaragdpraktbaggen...	228
9.10	Ökad nationell beredskap för skogsskadegörare.....	230
10	Samhällsekonomiska analyser och konsekvensutredning.....	235
10.1	Samhällsekonomisk analys av alm och almsjukan	235
10.1.1	Tydligt positiva samhällsekonomiska effekter av fortsatt bekämpning	235
10.1.2	Almens nyttovärde är sannolikt avsevärt högre än vad analysen visar	236
10.2	Preliminär konsekvensutredning gällande regler för att bekämpa almsjukan på Gotland	240
10.3	Samhällsekonomisk analys av askskottsjukan	244
10.3.1	Nyttor och kostnader	244
	Referenser.....	249
	Bilagor	
Bilaga 1	Kommittédirektiv 2023:60.....	261
Bilaga 2	Samhällsekonomisk analys av almsjukan	267

Sammanfattning

Alm och ask har varit människans trogna följeslagare under tusentals år. De tillhandahåller omfattande samhällsekonomiska värden. Främst är deras betydelse oomtvistad för den biologiska mångfalden, kulturella och sociala värden. Av alla inhemska trädslag är kanske alm och ask de mest omskrivna, uppskattade och mytomspunna. De är vanliga som vårdträd, stadsträd, livsträd, i parker och alléer, samt är centrala gestalter i den fornnordiska mytologin.

Under senare decennier har almsjukan respektive askskottsjukan slagit ut en majoritet av träden i Sverige och Europa. Om almen går förlorad innebär det en exceptionell och mycket allvarlig situation för svensk natur. Almens framtid står och faller med nya åtgärder för resistensförädling och en kontinuerlig fortsatt bekämpning av almsjukan på Gotland. Det krävs statligt finansierade, omedelbara, långsiktiga och specifika insatser för att bevara almen i Sverige. För att förbättra chanserna för askens framtid krävs delvis liknande insatser.

Inledande bedömning

Vi bedömer att fyra skogsträdsarter hotas starkt av skadegörare och att förädling för en ökad motståndskraft är en kostnadseffektiv åtgärd för att bevara tre av dem: skogsalm, lundalm och ask. För övriga arter bedömer vi att det antingen inte är samhällsekonomiskt motiverat, eller att andra åtgärder i dag är tillräckliga och mer prioriterade för att hantera olika skador.

Alm och almsjukan

Sverige har förhållandevis få inhemska trädslag. Skogsalm, lundalm och vresalm står för ungefär en tiondel av trädslagen. I dag är de rödlistade i den högsta hotkategorin, Akut hotad (CR). Situationen är ytterst kritisk och riskerar att påverka hela skogsekosystem som är beroende av almen för sin överlevnad. Almen är klassad som ett viktigt värdräd för 258 arter, bland annat lavar, mossor, svampar, fjärilar och skalbaggar. Av dessa är 134 rödlistade. Därtill är 62 arter helt beroende av alm för sin överlevnad.

Almsjukan orsakas av en invasiv främmande art, svampen *Ophiostoma novo-ulmi*. Sjukdomen går inte att utrota, men den kontinuerliga bekämpningen på Gotland sedan 2006 visar tydligt att den med beslutsamhet och uthållighet kan hållas i schack på en ö. Den gotländska förekomsten av alm är i dag kanske Europas största, ett almens flaggskepp. Den fungerar samtidigt som en Noaks Ark för många följararter.

Ask och askskottsjukan

Asken, Sveriges Kungsträd, eller världsträdet Yggdrasil enligt nordisk mytologi, har tidigare varit ett av Sveriges vanligaste ädellövträd. I dag är asken rödlistad i kategorin Starkt hotad (EN) till följd av askskottsjukan. Sjukdomen orsakas av en invasiv främmande svamp *Hymenoscyphus fraxineus* som sprider sina luftburna sporer långväga. Sjuka askar avverkas generellt inte, eftersom det inte har någon egentlig betydelse för att minska askskottsjukans spridning.

Asken är klassad som ett viktigt värdräd för drygt 200 arter, såsom lavar, mossor, svampar, fjärilar, skalbaggar och halvvingar. Av dessa är 94 rödlistade. Därtill är drygt 40 arter helt beroende av ask för sin överlevnad. Asken tillhandahåller även andra ekosystemtjänster till exempel virke, som bland annat används för parkettgolv, möbler och inredning.

Nationell resistensförädling är en viktig åtgärd för att hantera vissa skogsskadegörare

Klimatförändringar och global handel ökar risken för att nya invasiva skadegörare på skogsträd introduceras i Sverige. Samtidigt finns främmande och inhemska skadegörare i landet som gynnas av klimatförändringarna och som orsakar stor skada på trädens ekonomiska, ekologiska och sociala värden. Olika styrmedel och verktyg är nödvändiga för att förhindra att allvarliga skadegörare sprids i landet. Om de orsakar svår skada, som almsjuka och askskottsjuka, är resistensförädling en viktig, men tidskrävande åtgärd. Den syftar till att utveckla och så småningom plantera ut träd med en ökad motståndskraft mot en viss sjukdom.

Skogsträdsförädlingen i Sverige startade på 1930-talet. Skogforsk bedriver den operativa verksamheten på uppdrag av skogsbruket och staten. Förädlingsmålen omfattar i dag i huvudsak en ökad tillväxt och förbättrad virkeskvalitet hos främst gran och tall. Resistensförädling bedrivs mot rotröta på gran, törskate på tall, samt askskottsjukan. Resistensförädling behöver utföras i Sverige, även om liknande förädling kan ha kommit längre i andra länder. Trädens anpassningsförmåga och tillväxt under olika klimat-, ljus- och miljöförhållanden, samt resistensens hållbarhet över tid och i olika miljöer är viktiga motiv för en nationell resistensförädling, liksom fytosanitära, ekologiska och juridiska skäl.

Förslagen

Vi presenterar totalt nio förslag på åtgärder (nedan). Åtta av dem avser insatser för att bevara skogsalm, lundalm och ask i Sverige. Sju av dessa förslag rör finansiering via statsbudgeten, och ett avser lagstiftning för almsjukebekämpning. Det nionde förslaget handlar om att öka Sveriges beredskap mot skadegörare på skogsträd. Vi presenterar inga förslag för vresalm, eftersom vi bedömer att det inte är samhällsekonomiskt motiverat. Förslagen som avser finansiering är presenterade i tre ”paket”, utifrån hur prioriterade insatserna är för almens överlevnad och för möjligheten att bevara ask.

Ett nationellt program för alm och ask

Ett nationellt program bör inrättas på SLU Skogsskadecentrum för att samordna och fördela medel till en ändamålsenlig, resurseffektiv och flexibel forskning om alm och ask som sker parallellt med resistensförädlingen. Ett program underlättar möjligheten att samla aktörer med olika kompetens och uppdrag runt uppgiften och åstadkomma nödvändig resultatriktning och flexibilitet. SLU Skogsskadecentrum är mest lämpat som värd för programmet. Vi föreslår en statlig femårig finansiering med nya och öronmärkta anslag för att undvika undanträngningseffekter på centrumets övriga verksamhet. Den mångdisciplinära insats som krävs blir möjlig och mest resurseffektiv om forskare från olika forskningsfält och lärosäten samverkar för att dela expertis, erfarenheter, material och infrastruktur.

Fortsatt almsjukebekämpning på Gotland

Den enda möjligheten att bevara almen och de skogsekosystem som är knutna till almen i Sverige är genom en fortsatt årlig bekämpning av almsjukan på Gotland (åtgärdsalternativet), i kombination med resistensförädling. Almsjukebekämpningen på Gotland är tillsammans med resistensförädling av alm (nedan) utredningens högst prioriterade förslag. Bekämpningens finansiering i dag och framgent är mycket osäker. Berörda myndigheter har under senare år delat på kostnaden, men kan av resursskäl inte längre garantera en fortsatt bekämpning. Vi föreslår att regeringen tilldelar Skogsstyrelsen nya, öronmärkta anslag för en fortsatt årlig bekämpning av almsjukan på Gotland under i första hand en tioårsperiod.

En livskraftig almpopulation på Gotland för under en tjugofemårsperiod med sig samhälleliga nyttor på uppskattningsvis 1,019 miljarder kronor, att jämföra med skattade kostnader för bekämpning på 92 miljoner kronor. Åtgärdsalternativet innebär ett positivt nettovärde på 927 miljoner kronor. Om bekämpningen avslutas (referensalternativet) förväntas endast klen alm, av avsevärt reducerat värde för flertalet ekosystemtjänster, överleva almsjukan. Bland annat går många följearter förlorade. Även bevarandestatusen i Natura 2000-områden med alm, liksom landskapsbilden i stort försämras. Därtill beräknas kostnader om 316 miljoner kronor under femton år, främst för att avverka sjuka träd som utgör fara för människor och egen-

dom, hindrar brukande av mark, samt försämrar estetiska miljövärden. Avverkningar som exempelvis kräver arborist, dispens och plantering av ersättningsträd är extra kostsamma.

Återinförda regler för bekämpning

För att säkerställa full verkningsgrad av almsjukebekämpningen på Gotland behöver ny lagstiftning tas fram. Med dess stöd får ansvarig myndighet tillträde till privat mark för att inventera, avverka och transportera bort samtliga identifierade almsjuka träd, vilket minskar sjukdomens spridning. Tidigare liknande föreskrifter för almsjukan upphävdes 2016, sedan dess kräver bekämpningen markägarnas medgivande. Antalet markägare som nekar ansvarig myndighet tillstånd att transportera i väg avverkade träd har lett till en tilltagande smittspridning. Almsjukan bör i första hand regleras som en nationellt reglerad skadegörare enligt växtskyddslagen (2022:725). Vi föreslår att regeringen bemyndigar Skogsstyrelsen enligt 2 kap. 3 § växtskyddsförordningen att meddela föreskrifter för att bekämpa almsjukan på Gotland.

Resistensförädling av alm

Med hänsyn till almens akuta situation i Sverige är det extra riskfyllt att förlita sig på resistensförädling i andra länder. Vi föreslår en statlig finansiering till Skogforsk för resistensförädling av skogsalm och lundalm under en period av tio år. Förslaget är av högsta prioritet för att bevara almen i Sverige och ett avgörande komplement till att bekämpa almsjukan på Gotland. Dessa båda åtgärder hänger ihop. För skogsträd som alm och ask som i dag övervägande har andra värden än ekonomiska, är långsiktig finansiering från skogsnäringen eller forskningsstiftelser svår att erhålla. Internationellt finns goda erfarenheter av att resistensförädla alm. Forskning visar att almens resistens varierar mellan arter och styrs av flera gener som är kopplade till olika kemiska, fysiologiska och anatomiska egenskaper. Skogforsk har, efter önskemål från utredningen, tagit fram en plan för att initiera och driva resistensförädling av skogsalm och lundalm under kommande tioårsperiod. Arbetet omfattar att samla in frö från träd som inte uppvisar sjukdomssymptom och som därför kan ha en viss resistens, vegetativt föröka plantor från dessa ”kandidatträd”, inokulera

dem med almsjukesvampen och utvärdera deras resistensnivå över tid. Ett tätt samarbete kommer att ske med forskare i projektet (nedan), samt med andra europeiska länder avseende bland annat resistens-tester.

Resistensförädling av ask

Någon procent av Sveriges askar är motståndskraftiga mot askskottsjukan. Skogforsk har i samarbete med SLU i runt ett decennium resistensförädlat ask med begränsade medel. Genom inventeringar har man identifierat och följt upp potentiellt resistenta träd, vilka testas i olika försök. Skogforsk har, efter önskemål från utredningen, gjort en övergripande plan för fortsatt resistensförädling av ask under kommande tio år. Målet är att utveckla 20 kloner med en ökad motståndskraft mot askskottsjuka och använda dem som frökälla. Vissa kloner kan snart börja planteras ut. Vi föreslår en statlig finansiering till Skogforsk under tio år för en fortsatt och utökad resistensförädling av ask. Förslaget är av hög prioritet för att bevara asken i Sverige, även som en beredskap inför hotet från smaragdpraktbaggen *Agrilus planipennis*. Erfarenheter från resistensförädlingen av ask, liksom av alm, förväntas vara betydelsefulla även för att utveckla resistenta kloner av andra trädslag mot andra skadegörare.

Forskning för att bevara almen

Forskning om alm och almsjuka är, efter almsjukebekämpning och resistensförädling av alm, utredningens högst prioriterade förslag gällande finansiering. En djupare kunskap ökar möjligheten att finna en funktionell och hållbar resistens mot almsjuka, samt innebär en beredskap för framtida, okända scenarier. Vi föreslår en statlig, riktad satsning med örönmärkta forskningsanslag med syftet att bevara almen i Sverige. Forskningen behöver ske parallellt och i dialog med resistensförädlingen av alm, och bedrivs längs flera spår. De omfattar biologi, ekologi och patologi hos alm och almsjukan, samt artificiell intelligens för att identifiera almsjuka träd. Andra lika prioriterade forskningsområden avser utvecklingen av motståndskraftig alm, restaurering av miljöer eller ekosystem där almen är ett viktigt trädslag, almsjukans ekologiska effekter, samt molekylärgenetisk forskning för

att erhålla viktig information på DNA-nivå som påskyndar och förbättrar resistensförädlingen. Flera av dessa områden möjliggör synergier med forskning och utveckling för andra skadegörare på skogs-träd.

Stödjande forskning för ask

En sammanhållen, långsiktig satsning på forskning på ask, askskotts-sjuka och smaragdpraktbaggen är viktig för att bevara asken och dess följararter i Sverige. Regeringen bör finansiera en riktad forskning med öronmärkta anslag som sker parallellt och i dialog med resistensförädlingen av ask. I resistensarbetet uppstår behovet av ny kunskap, såsom resistensens hållbarhet över tid och i olika miljöer, och att identifiera och inkorporera fler resistensgener. Fördjupade studier krävs av askskottsjukans infektionsförlopp, resistensbiologi och påverkan på askens biodiversitet. För första gången finns resistensförädlade plantor, av just ask, färdiga att plantera ut i svensk natur. Detta pionjärarbete motiverar understödjande forskning kring utplantering och skötsel av de resistenta klonerna, samt deras eventuella påverkan på andra organismer. Riktad forskning ger solidare underlag och ökar sannolikheten för att lyckas med restaureringen. Erfarenheterna är också värdefulla för framtida restaureringar med andra trädslag. Även forskning om smaragdpraktbaggen är prioriterad för att bevara asken i ett Europa som redan i dag är härjat av askskottsjukan.

Genetisk modifiering av alm

Forskning med hjälp av genetisk modifiering på alm ökar möjligheten att finna resistensgener hos alm och utveckla en hållbar resistens mot almsjuka. Vi föreslår att regeringen finansierar forskning för att genetiskt modifiera alm. Arbetet bör ske parallellt och i dialog med resistensförädlingen och övrig forskning av alm och omfatta både genredigering med nya genomiska metoder och genöverföring. Till följd av potentiella hinder i form av lagstiftning och allmänhetens acceptans, bör dock användning av genetiskt modifierad alm vara en andrahandslösning att tillämpa för att förstärka den konventionella resistensförädlingen om den inte skulle vara tillräcklig. Arbetet bör

dock påbörjas samtidigt med övriga åtgärder, eftersom resultatet av den konventionella resistensförädlingen visar sig först efter ett antal år.

Ökad nationell beredskap mot skadegörare på skogsträd

Den nationella beredskapen behöver öka för att hantera det växande hotet från främmande och inhemska skadegörare på skogsträd i Sverige. Processen för att hantera en skadegörare omfattar flera steg, styrmedel, strategier, aktörer, åtgärder och verktyg för att hindra dess introduktion, etablering och spridning i Sverige. Regeringen bör ge berörda myndigheter i samverkan med andra eventuellt berörda aktörer i uppdrag att utreda möjligheter och hinder, samt föreslå åtgärder för att förstärka beredskapen gällande skadegörare på skogsträd. Det avser bland annat att utreda behovet av olika styrmedel, resurser, samverkan, förtydligande av ansvarsområden, digitala och andra verktyg, infrastruktur och kunskap för en ökad nationell beredskap.

Summary

The tree species elm *Ulmus* and ash *Fraxinus* have been man's faithful companions for thousands of years. They provide great socioeconomic values. Foremost, they have an undisputed value for biodiversity, cultural and social values. Of all native tree species, elm and ash are perhaps the most well-publicised, appreciated and mythologized. They are common as warden trees, city trees, in parks and avenues and are central in ancient Scandinavian mythology.

In recent decades, Dutch elm disease and ash dieback have killed most trees in Sweden and Europe. If the elm species are lost, it means an exceptional and very serious situation for Swedish nature. The future of elm stands and falls with new measures for resistance breeding and continued regular measures for disease control on Gotland. State-funded, immediate, long term, and specific efforts are required to preserve the elm in Sweden. To improve the chances for the ash's future, partly similar efforts are required.

Initial assessment

We consider that four native forest tree species are strongly threatened by pests and diseases in Sweden, and that breeding for increased resistance would be a cost-efficient measure to preserve three of them: the wych elm *Ulmus glabra*, the field elm *U. minor* and ash *Fraxinus excelsior*. For other tree species, we consider that this measure is either not socio-economically justified, or that other measures are currently sufficient and more prioritized to deal with various damages.

Elm and Dutch elm disease

Sweden has relatively few native tree species. The wych elm, the field elm, and the European white elm account for approximately one tenth of the tree species. Today they are red-listed in the highest category of threat, “Critically endangered” (CR). The situation is extremely severe and risks affecting entire forest ecosystems that depend on the elm for their survival. The elm is classified as an important host for 258 species, for instance lichens, mosses, fungi, butterflies, and beetles. Of these, 134 are red-listed. In addition, 62 species are completely dependent on elm for their survival.

Dutch elm disease is caused by an invasive alien species, the fungus *Ophiostoma novo-ulmi*. The disease cannot be eradicated, but the continuous control efforts on Gotland since 2006 clearly shows that with determination and perseverance it can be controlled on an island. The Gotland elm population may today be Europe’s largest, an elm flagship. At the same time, it functions as a Noah’s Ark for biodiversity.

Ash and ash dieback

The ash tree, Sweden’s King Tree, or the world tree Yggdrasil according to ancient Scandinavian mythology, has previously been one of Sweden’s most common deciduous trees. Today, it is red listed in the category endangered (EN) due to ash dieback. The disease is caused by an invasive alien fungus, *Hymenoscyphus fraxineus*, which spreads its airborne spores far and wide. Diseased ash trees are generally not felled, as this has no real significance in reducing the spread of ash dieback.

The ash is classified as an important host tree for more than 200 species, for instance lichens, mosses, fungi, butterflies, beetles, and half-wings. Of these, 94 are red listed. In addition, more than 40 species are completely dependent on ash for their survival. The ash also supplies several other ecosystem services, such as timber for parquet floors, furniture, and interior decoration.

National resistance breeding is an important measure to deal with certain forest pests

Climate change and global trade increase the risk of new invasive pests and diseases of forest trees being introduced in Sweden. At the same time, there are already alien and native pests and diseases in the country that benefit from climate change and cause great damage to the economic, ecological, and social values of trees. Various control measures and tools are necessary to prevent the spread of serious pests in the country. If they cause severe damage, such as Dutch elm disease and ash dieback, resistance breeding is an important, but time consuming measure. It aims to develop and eventually reintroduce trees with an increased resistance to a certain disease.

Forest tree breeding in Sweden started in the 1930s. Skogforsk conducts the operational activities on behalf of the forest industry and the state. Today, the breeding goals mainly include increased growth and improved wood quality in spruce and pine. Resistance breeding is carried out against root rot on spruce, blight on pine, and ash dieback. To deal with prioritized damages, resistance breeding needs to take place in Sweden, even when similar resistance breeding may have progressed further in other countries. The trees' adaptation and growth under different climate, light and environmental conditions, as well as the durability of the resistance over time and in different environments are important motives for a national resistance breeding, as well as phytosanitary, ecological, and legal reasons.

The proposals

We present a total of nine proposals for measures (below). Eight of them relate to efforts to preserve wych elm, field elm and ash in Sweden. Seven of these proposals relate to funding via the state budget, and one relates to legislation for controlling Dutch elm disease on Gotland. The ninth proposal concerns an increase of Sweden's preparedness against pests of forest trees. We do not present any proposals for the European white elm, because we do not consider it as socio-economically justified. The proposals regarding funding are presented in three "packages", based on how prioritized the efforts are for the survival of the elm and for the possibility of preserving ash.

A national program for elm and ash

A national program should be established at the SLU Forest Damage Centre, Swedish University of Agriculture Science to coordinate and distribute funds for prioritized research connected with the resistance breeding of elm and ash. A program facilitates the gathering of actors with different skills and assignments around the task and promotes flexibility. The SLU Forest Damage Centre is best suited to host the program. We propose a governmental five-year funding with new and earmarked grants to avoid displacement effects on the centre's other activities. The multidisciplinary effort that is required becomes possible and most resource efficient if researchers from different research fields and universities cooperate to share expertise, experiences, materials, and infrastructure.

Continued control of Dutch elm disease on Gotland

The only possibility to preserve the elm and the forest ecosystems that are associated with the elm in Sweden is through continued annual control efforts against Dutch elm disease on Gotland (the action alternative) in combination with resistance breeding. Dutch elm disease control, together with resistance breeding of elm (below), is the highest prioritized proposals in our enquiry. The financing of the control efforts today and in the future is very uncertain. In recent years, the authorities concerned have shared the cost, but for financial reasons they can no longer guarantee continued control efforts. We propose that the government allocates new, earmarked grants to the Swedish Forestry Agency for continued, annual control efforts of Dutch elm disease on Gotland during primarily a ten-year period.

A viable elm population on Gotland brings societal benefits of an estimated SEK 1.019 billion over a twenty-year period, to be compared with estimated costs for control of SEK 92 million. Thus, the action alternative means a positive net value of SEK 927 million. If the control measurement is ended (the reference alternative), only small elm trees, of significantly reduced value for most ecosystem services, are expected to survive the Dutch elm disease. Among other things, many companion species will be lost. The conservation status in Natura 2000-areas with elms, as well as the overall landscape will dete-

riorate. In addition, costs of SEK 316 million over fifteen years are estimated, mainly for felling diseased trees that pose a danger to people and property, hinder the use of land, and impair aesthetic environmental values. Fellings that, for example, require an arborist, application for exemption and the planting of replacement trees are extra costly.

Reintroduced rules for control efforts

To ensure the full effectiveness of Dutch elm disease control on Gotland, there is a need of new legislation. With its support, the responsible authority gets access to private land to invent, fell and remove all identified diseased trees to reduce the spread of the disease. Previous similar regulations were reversed in 2016, since then the control requires the consent of the landowners. An increase in the number of landowners who refuse the responsible authority to remove trees has led to an increasing spread of infection. The first-hand choice for regulation of Dutch elm disease should be as a nationally regulated pest according to the Plant Protection Act (2022:725). We propose that the government authorizes the Swedish Forestry Agency, according to Section 3 of Chapter 2 of the Plant Protection Ordinance, to issue regulations to control Dutch elm disease on Gotland.

Resistance breeding of elm

Regarding the acute situation of elm in Sweden, it is extra risky to rely on the resistance breeding carried out in other countries. We propose government funding to Skogforsk for resistance breeding of the wych elm and the field elm for a period of ten years. This proposal is of the highest priority to preserve the elm in Sweden and a crucial complement to controlling the Dutch elm disease on Gotland. The two actions are connected. For forest trees such as elm and ash, which today predominantly have values other than economic, long-term financing from the forestry industry or research foundations is difficult to obtain. Internationally, there are good experiences of resistance breeding on elm. Research shows that resistance to Dutch elm disease varies between species and is controlled by several genes

that are linked to different chemical, physiological and anatomical characteristics. Skogforsk has at the request of the enquiry, presented a plan to initiate and operate/run resistance breeding of wych elm and field elm over the next ten-year period. The work involves collecting seed from trees that do not show disease symptoms and may therefore be resistant, vegetatively propagate seedlings from these “candidate trees”, inoculate them with the Dutch elm disease fungus and evaluate their level of resistance over time. A close collaboration is envisaged with researchers in the project (below), and with other European countries regarding, among other things, resistance tests.

Resistance breeding of ash

Some percent of Sweden’s ash trees are resistant to ash dieback. Skogforsk, in collaboration with SLU, has performed resistance breeding with limited means for around a decade. Through inventories, potentially resistant trees have been identified and followed up, which are tested in trials with clones and “progeny trials”. Skogforsk has, as requested by the enquiry, drawn up an overall plan for continued resistance breeding of ash over the next ten years. The goal is to develop 20 clones with an increased resistance to ash dieback and use them as a seed source. Some clones may be planted out soon. We propose government funding to Skogforsk for ten years for a continued and expanded resistance breeding of ash. The proposal is of high priority to preserve ash in Sweden, not least as a preparedness for the threat from the emerald ash borer *Agrilus planipennis*. The experience gained from the resistance breeding of ash, like from that of elm, is expected to be significant also for the development of resistant clones of other tree species against other pests.

Research to preserve the elm

Research on elm and Dutch elm disease is, next to Dutch elm disease control and resistance breeding of elm, the most prioritized proposal concerning funding. A deeper understanding increases the chances of finding functional and sustainable resistance to Dutch elm disease. It also provides a preparedness for future scenarios that we do not know today. We propose a governmental, targeted investment with

earmarked research grants with the aim of preserving the elm in Sweden. The research needs to take place in parallel and in dialogue with the resistance breeding of elm and be conducted along several tracks. They cover the biology, ecology and pathology of elms and Dutch elm disease, as well as artificial intelligence to identify diseased trees. Other equally prioritized research areas concern the development of resistant elm, restoration of environments or ecosystems where elm is an important tree species, the ecological effects of Dutch elm disease, as well as molecular genetic research to obtain important information at the DNA level in order to speed up, facilitate and improve the resistance breeding. Several of these areas enable synergies with research and development for other pests of forest trees.

Supportive research for ash

A coherent, long-term investment in research on ash, ash dieback and the emerald ash borer is important to preserve the ash and its companion species in Sweden. The government should support targeted research, with earmarked grants, that take place in parallel and in dialogue with the resistance breeding of ash. In resistance work, the need arises for new knowledge, such as the durability of resistance over time and in different environments, and to identify and incorporate more resistance genes. In-depth studies are required of the ash dieback disease's course of infection, resistance biology and the impact on ash biodiversity. For the first time, resistance-bred plants, of ash, are available and ready to be introduced in Swedish nature. This pioneering work motivates supporting research concerning the planting and management of resistant ash, as well as its possible impact on other organisms. Targeted research provides a more solid knowledge-base and increases the probability of success with the restoration. The experiences are also valuable for future restorations with other tree species. Research on the emerald ash borer is also a priority to preserve the ash in Europe that is already ravaged by ash dieback.

Genetic engineering of elm

Research using genetic engineering of elm increases the possibility of finding resistance genes in elm and developing sustainable resistance to Dutch elm disease. We propose that the government allocates resources for the genetic engineering of elm. The work should take place in parallel and in dialogue with the resistance breeding and other research of elm and include both gene editing with new genomic techniques and gene transfer. However, due to potential obstacles in the form of legislation and public acceptance, the use of genetically engineered elm should be a second-line solution to deploy in order to strengthen the conventional resistance breeding if it is not sufficient. However, the work should be started at the same time as other measures, since the results of the conventional resistance breeding are only apparent after a number of years.

Increased national preparedness against forest pests

National preparedness needs to increase to improve the management of the growing threat from alien and native pests of forest trees in Sweden. The process for dealing with a pest includes several steps, control instruments, strategies, actors, measures, and tools to prevent its introduction, establishment and spread in Sweden. The government should instruct the relevant authorities to investigate opportunities and obstacles and propose measures to strengthen preparedness regarding forest pests. Among other things, it includes to investigate the need for legislation, information and other instruments, resources, cooperation, areas of responsibility, digital and other tools, infrastructure, and knowledge to enable an increased national preparedness.

1 Om utredningen

1.1 Uppdraget

Regeringen beslutade i ett kommittédirektiv den 27 april, 2023 att ge en särskild utredare i uppdrag att identifiera inhemska skogsträd som i dag saknar eller har otillräcklig förädling och där förädling kan vara en kostnadseffektiv åtgärd för att långsiktigt bevara trädslagen. Utredningen ska ge förslag på förädlingsverksamhet och andra åtgärder som forskning och innovation för att öka motståndskraften mot skadegörare hos hotade skogsträd som alm och ask. Syftet är att långsiktigt bevara dessa trädslag. Förslagen ska vara ändamålsenliga och samhällsekonomiskt motiverade.

Direktivet finns i sin helhet i bilaga 1.

1.2 Utredningens arbete

I maj 2023 inledde vi vårt arbete.

Vi har fört dialog med och inhämtat upplysningar från Formas, Linnéuniversitetet, länsstyrelsen Gotlands län, Naturvårdsverket, Skogforsk, Skogsstyrelsen, Statens jordbruksverk, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) inklusive Skogsskadecentrum och SLU Artdatabanken, samt Umeå Plant Science Centre. Vi har även informerat om och inhämtat synpunkter från Skogsstyrelsens Centrala skogsskyddskommitté och Skogsstyrelsens Nationella sektorsråd med representanter från myndigheter, akademi och skogssektorn. Under hösten arrangerade vi ett fysiskt möte med flera myndigheter för att få synpunkter på utredningens preliminära förslag och diskutera eventuella behov av lagstiftning gällande alm.

Vi har även hämtat information från bland annat docent Juan Antonio Martin och forskaren David Macaya-Sanz vid Universidad Politécnica de Madrid, Karin Wågström, tidigare anställd vid Skogs-

styrelsen på Gotland, samt skogspatologen och författaren Mårten Lind, som även har författat förordet.

Under våra besök på Skogforsk i Ekebo, SLU i Ultuna och Alnarp, samt Linnéuniversitetet har vi fört dialoger och tagit del av viss infrastruktur. På Gotland fick vi se den kanske allra sista kvarvarande stora populationen av alm i Europa och lära oss om hur bekämpningen av almsjuka går till.

Vi vill rikta ett varmt tack till var och en av er som på olika sätt har bidragit till vår förståelse av problem och lösningar för att ta fram detta betänkande.

1.3 Betänkandets struktur

Inledningsvis motiverar vi varför betänkandet fokuserar på alm och ask och hur natur och kultur är förknippat med trädslagen (kapitel 2). Alla Sveriges skogsträd hotas alltmer av klimatförändringar och växtskadegörare. I kapitel 3 beskriver vi översiktligt den nationella ansvarsfördelningen kring skador på skog, träd och deras värden. I kapitel 4 redogör vi för skogsträdsförädlingen i Sverige, både den mer traditionella och den som görs med molekylära och andra verktyg. Vi beskriver även den förädling som främst sker internationellt för att utveckla träd som är resistent mot en viss skadegörare. Det leder oss in på almsjukan (kapitel 5) och askskottsjukan (kapitel 6) som orsakar problemen för alm och ask. Vi beskriver sjukdomarna, liksom pågående, planerad och annan resistensförädling som kan bli resultat av denna utredning. Vi redogör även för varför det är så viktigt att fortsätta bekämpa almsjukan på Gotland och att lagstiftning behöver återinföras för detta. Vi beskriver behoven av stödjeforskning för bland annat resistensförädling och kommande restaurering med motståndskraftig ask och alm (kapitel 7). Bevarandet av trädens genetiska variation och deras följearter framgår av kapitel 8. Betänkandet mynnar ut i en presentation av nio förslag och tre paketlösningar för statlig finansiering (kapitel 9). Bland annat samhällsekonomiska analyser ligger till grund för förslagen (kapitel 10, bilaga 2).

1.4 Utgångspunkter och avgränsningar

Sverige har förhållandevis få inhemska trädslag. Våra almar – skogsalm, lundalm och vresalm – är akut hotade av almsjukan och asken är starkt hotad av askskottsjukan. Skadegörarna bakom dessa båda sjukdomar är invasiva främmande arter som har förts in i landet genom handel.

För att inte förlora almen och asken i Sverige behövs åtgärder som förädling för att utveckla motståndskraftiga träd och bromsa in skadornas förlopp. Förutsättningarna finns för att långsiktigt bevara skogsalm, lundalm och ask, liksom på köpet många arter som är knutna till trädslagen.

Riksdagen har tillkännagivit för regeringen att regeringen ska ge lämplig myndighet eller forskningsinstitut, till exempel Skogforsk, i uppdrag att ta fram och genomföra ett växtförädlingsprojekt för resistens mot almsjuka respektive askskottsjuka.¹

Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande, Formas, har sammanställt pågående svensk forskning om almsjuka och askskottsjuka.² Formas föreslår att om alm och ask ska kunna räddas i Sverige behövs en specifik satsning med kontinuerlig finansiering. Satsningen blir mest effektiv om den organiseras i programform med representanter från flera discipliner som formerar sig kring ett samarbete med en gemensam organisation.

Utifrån utredningens förutsättningar och i linje med kommittédirektivet har vi gjort olika avgränsningar i betänkandets innehåll, både i dess bredd och djup. Det innebär att vissa frågor behandlas relativt övergripande. Vi bedömer att avgränsningarna är adekvata och inte utelämnar central information. Avgränsningarna kan också underlätta för läsaren att få en överblick över det som är mest väsentligt i sammanhanget.

Med utgångspunkt från dessa premisser och förbehåll tar vi oss an utredningen om Skogsträdsförädling för ökad motståndskraft.

¹ Bet. 2020/21:MJU15 punkt 19, rskr. 2020/21:260. Riksdagen biföll därmed motionerna 2020/21:729 yrkande 38 och 2020/21:3356 yrkande 22.

² Formas. 2022.

2 Bakgrund

2.1 Identifiera trädslag för utredningen

2.1.1 Sverige har relativt få inhemska skogsträd

I Sverige finns omkring 30 inhemska trädarter¹ (tabell 2.1). Antalet är något större om man beaktar uppgifter från EU-kommissionens atlas över Europas skogsträd.²

Enligt SLU Riksskogstaxering består Sveriges landareal på 40,7 miljoner hektar av 68 procent skog, motsvarande 27,9 miljoner hektar.³ Av denna skogsareal är 23,5 miljoner hektar produktiv skogsmark. Tall och gran dominerar virkesförrådet⁴ med en volymandel på 39,8 procent (tall) och 38,8 procent (gran) på all mark. Därefter följer björk med en volymandel på 13 procent.

Vanligast förekommande av de övriga trädarterna är asp (1,8 procent), al (1,7 procent), samt ek och det främmande trädslaget contortatall på vardera 1,4 procent. Därefter står bok, sälg, ek, rönn, ask, lönn och lärk i fallande ordning för 0,6–0,1 procent. Förekomsten av resterande trädslag som alm, avenbok, fågelbär och lind är så liten att den inte är mätbar.

¹ Kompletterad tabell från Skogsstyrelsen. 2009.

² San-Miguel-Ayanz et al. 2016.

³ SLU. 2023.

⁴ Termen virkesförråd avser volyminnehållet av ved i ett skogsbestånd. Virkesförrådet anges i enheten skogskubikmeter (m³sk). I måttet ingår trädens volym av stammen ovanför normal stubbhöjd. Måttet inkluderar trädtopp och bark, men inte grenar, stubbar eller rötter.

Tabell 2.1 Inhemska trädarter i Sverige och deras huvudsakliga naturliga geografiska utbredning

Trädart, latinskt namn	Svenskt namn	Geografisk utbredning
<i>Acer campestre</i>	Naverlön	Europa, NV Afrika, Turkiet – N Iran
<i>Acer platanoides</i>	Skogslön	Europa, Turkiet – N Iran
<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal	Europa – Sibirien och Turkiet, Kaukasus, NV Afrika
<i>Alnus incana</i>	Gråal	Europa, Kaukasus, Ö Sibirien – Kamtjatka, Korea
<i>Betula pendula</i>	Vårtbjörk	Europa – Sibirien, Turkiet – N Iran, NV Afrika
<i>Betula pubescens</i>	Glasbjörk	N och V Europa – Ö Sibirien, S Grönland
<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok	Europa, N Turkiet, Kaukasus, N Iran
<i>Cornus sanguinea</i>	Skogskornell	Europa, Turkiet, Centralasien
<i>Corylus avellana</i>	Hassel	Europa – Kaukasus
<i>Fagus sylvatica</i>	Bok	Europa
<i>Frangula alnus</i>	Brakved	Europa, Eurasien, N Afrika
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask	Europa, Turkiet, Kaukasus
<i>Juniperus communis</i>	En	Eurasien, Alask, Ö Kanada – SV och SÖ USA
<i>Larix sibirica</i>	Sibirisk lärk	Sibirien, Tien–shan, Mongoliet*
<i>Picea abies</i>	Gran	N, C och SÖ Europa
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall	Eurasien
<i>Populus tremula</i>	Asp	Europa – NÖ Asien, Kina, NV Afrika, Turkiet, Libanon
<i>Prunus avium</i>	Sötkörbär	Europa – V Sibirien, Turkiet – Pamir, NV Afrika
<i>Prunus padus</i>	Hägg	Europa – NÖ Asien, Japan
<i>Quercus petraea</i>	Bergek	Europa, Turkiet, Kaukasus
<i>Quercus robur</i>	Skogsek	Europa, Turkiet, Kaukasus
<i>Salix caprea</i>	Sälg	Europa – V Sibirien, Kaukasus
<i>Sambucus nigra</i>	Fläder	Europa – V Sibirien, NV Afrika, Turkiet, Iran – Indien
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rönn	Europa, V Sibirien, Turkiet, Kaukasus
<i>Sorbus intermedia</i>	Oxel	N. Europa
<i>Taxus baccata</i>	Idegran	Europa – N Iran, Kaukasus, NV Afrika
<i>Tilia cordata</i>	Skogslind	Europa, Kaukasus, V Sibirien
<i>Tilia platyphyllos</i>	Bohuslind	Europa, Turkiet – N Iran
<i>Ulmus glabra</i>	Skogsalm	Europa, Turkiet – N Iran, Kaukasus
<i>Ulmus laevis</i>	Vresalm	N, C och Ö Europa, NV Turkiet, N Kaukasus
<i>Ulmus minor</i>	Lundalm	Europa, NV Afrika, Turkiet – N Iran, Kaukasus

Källa: Kompletterad tabell från Skogsstyrelsen. 2009. * Enligt fossilfynd har sibirisk lärk tidigare förekommit inom sitt naturliga utbredningsområde i Sverige.

2.1.2 Av sex rödlistade trädslag är fem akut hotade

Rödlistningen handlar om att bedöma risken för att arter försvinner från Sverige. Bedömningarna grundar sig på internationella kriterier utifrån olika riskfaktorer, till exempel att artens populationer minskar kraftigt. Rödlistan är indelad i olika kategorier med bokstavs-beteckningar som är baserade på engelska begrepp. De rödlistade arter som bedöms vara hotade i Sverige i dag kategoriseras som ”Akut hotad” (CR, Critically Endangered), ”Starkt hotad” (EN, Endangered) eller ”Sårbar” (VU, Vulnerable). Rödlistan innehåller även arter som inte bedöms vara hotade, men som på grund av små eller minskande populationer, eller kunskapsbrist bör följas. SLU Art-databanken tar fram rödlistan och gör regelbundet nya bedömningar och uppdateringar. Rödlistan kan bland annat tjäna som ett stöd för att identifiera och prioritera satsningar inom naturvård.

Enligt den senaste rödlistan från 2020 bedöms drygt totalt 2 200 svenska växt- och djurarter vara hotade. Avverkning av skog är ett av de viktigaste skälen för skogslevande arter, men även sjukdomar på träd som är orsakade av invasiva främmande skadegörare påverkar många arter negativt.⁵ När trädslagen hotas riskerar i sin tur många av deras följararter också att dö ut.

Av Sveriges sex rödlistade trädslag är fem klassificerade som akut hotade, vilket är den allvarligaste hotkategorin. Dessa arter är skogsalm *Ulmus glabra*, lundalm *U. minor*, vresalm *U. laevis*, naverlönn *Acer campestre* och Bohuslind *Tilia platyphyllos*. Ask *Fraxinus excelsior* är klassificerad som starkt hotad.

Naverlönn är en stor buske eller ett mindre träd som i dag förekommer naturligt på endast en plats i Sverige, en gränsvall mellan två fastigheter i Svedala, Skåne.⁶ Vallen var troligen ett skogsbryn fram till mitten av 1800-talet. Beståndet består av 15 trädgrupper, där varje grupp troligen är en klon av stubbskott efter en avverkning 1927. De främsta hoten är om beståndet avverkas, att man plöjer tätt in på vallen och skadar träden, eller att beståndet påverkas negativt av kemikalier från omgivande åkrar. I dag finns inga tecken på någon betydande förändring i populationen. Naverlönn är enligt torvfynd ett ursprungligt inslag i den svenska floran. Övriga förekomster i södra Sverige är planterade och har förvildats.

⁵ SLU Art-databanken. 2020.

⁶ SLU Art-databanken. 2024 a. Artfakta: *Acer campestre*.
<https://artfakta.se/taxa/acer%20campestre-5> [hämtad 2024-04-19].

Bohuslind förekommer som enstaka träd som en rest från äldre tid utmed västkusten, främst på öar i den bohuslänska skärgården.⁷ Endast fyra individer antas kunna reproducera sig. Bohuslind är fridlyst och så länge skyddsföreskrifterna följs finns inget omedelbart hot mot träden. I dag finns inga tecken på att beståndet minskar, men på sikt kan träden hotas av eventuella angrepp av sjukdomar eller genetiska effekter av inavel. Övriga förekomster av Bohuslind i Sverige är planterade eller förvildade från odling.

Till skillnad från naverlönn och Bohuslind har de tre almarterna och ask varit betydligt vanligare i Sverige ända fram till för några decennier sedan. Orsaken till att almarna och asken så snabbt och så drastiskt har minskat är invasiva främmande arter. Sedan 2010 är trädslagen rödlistade till följd av den snabba spridningen av almsjukan, *Ophiostoma ulmi* och *O. novo-ulmi*, samt askskottsjukan *Hymenoscyphus fraxineus*. Dessa aggressiva svampar har introducerats till Europa och Sverige genom handel (kapitlen 5, 6).

2.1.3 Resistensförädling och andra åtgärder behövs för alm och ask

Den svenska förädlingen av skogsträd har pågått i nära hundra år. Fokuset är att öka arealproduktionen av gran och tall (avsnitt 4.1). Skogsträden löper till följd av klimatförändringarna och den globala handeln generellt en ökad risk att utsättas för skadegörare (avsnitt 3.1–2 och 5.4). Flertalet skogsträdsarter i Sverige, inklusive gran och tall, har redan i dag problem i varierande omfattning med olika växtskadegörare. Förädling för resistens mot olika sjukdomar är i stort ännu i sin linda, men pågår i viss utsträckning för resistens mot rotröta hos gran och törskate hos tall (avsnitt 4.3.2), samt askskottsjuka hos ask (avsnitt 6.2).

Vi har bedömt att alm och ask ska vara fokus för utredningen. Dessa inhemska trädarter är särskilt utsatta för skadegörare. Om Sverige långsiktigt ska kunna bevara alm och ask krävs olika insatser. En viktig åtgärd är att förädla alm och ask som är resistent mot almsjukan respektive askskottsjukan. Det finns gott om internationella erfarenheter av resistensförädling. De omfattar flera trädarter, sjukdomar, syften (som bevarande, virkesproduktion) och metoder. Ett

⁷ SLU Artdatabanken. 2024 b. Artfakta: *Tilia platyphyllos*.
<https://artfakta.se/taxa/tilia-platyphyllos-1563> [hämtad 2024-04-19].

exempel är att man i Spanien förädlar och planterar ut lundalm som är resistent mot almsjukan (avsnitt 5.2.1). Dessa internationella erfarenheter ger både en bra grund och goda utsikter för resistensförädling mot almsjuka och askskottsjuka i Sverige. Utöver resistensförädling krävs andra åtgärder för att långsiktigt bevara alm, ask och deras associerade arter i Sverige.

2.2 Alm – Embla

2.2.1 Sveriges tre arter av alm är både lika och olika

I Sverige finns tre inhemska arter av alm: Skogsalm *Ulmus glabra*, lundalm *U. minor* och vresalm *U. laevis*.⁸

Skogsalm

Skogsalm förekommer huvudsakligen i större delen av mellersta och södra Europa liksom i angränsande delar av Asien (figur 2.1 överst). I Sverige förekommer skogsalm främst i södra Sverige upp till Mälardalen som underarten vanlig skogsalm (subsp. *glabra*). Norr om Mälardalen är vanlig skogsalm mer sällsynt. I Norrland förekommer skogsalm främst i sydvända bergsbranter som underarten bergalm (subsp. *montana*). Bergalm är mer lågväxt än vanlig skogsalm. Förekomsterna i norra Sverige är mer kopplade till skogsalmens norska än sydsvenska utbredning. I övriga Norden finns skogsalm i Danmark och södra Finland.

Skogsalm kan bli upp mot 30 meter hög. Den är stormfast på grund av sitt djupa rotsystem. Arten förekommer som inslag i ädelövskog eller rena bestånd på näringsrika mullmarker främst i södra Sverige. Skogsalmen har kortskaftade karakteristiskt sträva blad på ovasidan med borstlika kalkinlagrade hår. Nöten hos skogsalm sitter oftast symmetriskt mitt i eller mot basen av frukten.

I april–maj blommar skogsalmen på bar kvist med samkönade blommor. Pollenet sprids med vinden. De små almfrukterna växer i mycket rikliga klasar och mognar i juni. Även frukterna är vindspridda och den rikliga fruktsättningen gör att de kan samlas i drivor på marken. Detta kan förklara varför frukterna även kallas för manna. Frukternas

⁸ Beskrivningarna av arterna är i stora drag hämtade från Artfakta från SLU Artdatabanken.

smak är svagt nötaktig, och så länge de är ljusst gröna är de goda ingredienser i sallader.

Lundalm

Lundalm förekommer främst i västra och centrala Europa och når norrut till Litauen, söderut till Medelhavsområdet och fortsätter åt sydost över Turkiet till Iran (figur 2.1 mitten). I Sverige finns lundalm naturligt på Öland och Gotland. Det gotländska almbeståndet består till ungefär 90 procent av lundalm. På Öland är arten spridd främst inom Mittlandsskogen. Lundalm odlas ibland och förvildade bestånd har noterats i Skåne och östra Småland. I övriga Norden finns lundalm endast i Danmark.

Lundalm kan bli drygt 20 meter hög. Den växer i lundar på varm, kalkrik, något torr och näringsrik mark. Den kan bilda bestånd genom rotskott, som är det huvudsakliga förökningssättet och uppträder i ridåer längs alvarkanter, vägkanter och i skogsbryn. Barken är fårad och grenarna har ofta grova korklister. Bladen är kala på ovsidan och på undersidan sitter vita hårtofsar i nervvinklarna. Bladbasen är asymmetrisk med ett 4–10 millimeter långt bladskäft. Blommorna är samkönade, vindpollinerade och har violetta ståndarknappar. Lundalm blommar på bar kvist i april–maj. Den kortskaftade frukten är en vingkantad nöt där nöten sitter asymmetriskt placerad mot spetsen av frukten.

Lundalm bildar hybrider med skogsalm. Hybriden *Ulmus × hollandica* odlas ibland i parker och längs vägar, och kan uppkomma spontant till exempel i Skåne, Öland och Gotland. Hybriden särskiljer sig bland annat genom att sällan ha korklister på grenarna, att unga kvistar ofta är håriga (kala hos lundalm) och att bladen är något större och har fler par tydliga sidonerver.

Vresalm

Vresalm växer vilt i Europa, från Frankrike nordost till södra Finland, österut till Uralbergen och åt sydost till Bulgarien och Krimhalvön (figur 2.1 nederst). I Spanien finns ett fåtal träd som kan vara en

relikt från gamla tider och möjligen ursprunget för hela populationen i Europa.⁹

I Sverige förekommer vresalm som en nordvästlig utpost på Öland, främst i Mittlandsskogen som är Europas största sammanhängande lövskogsområde nedanför fjällkedjan. Ungefär 200 förekomster av vresalm finns noterade, flertalet består av enstaka träd. Många förekomster finns på gammal inägomark som har vuxit igen, främst med ädellövträd. Vresalm är även planterad som gårdsträd, i vägkanter och ibland i åkerkanter. På övriga Öland finns enstaka troligen planterade eller förvildade förekomster. Vresalm odlas på flera ställen. Arten finns i södra Finland och i de centrala, östra och sydöstra delarna av Europa.

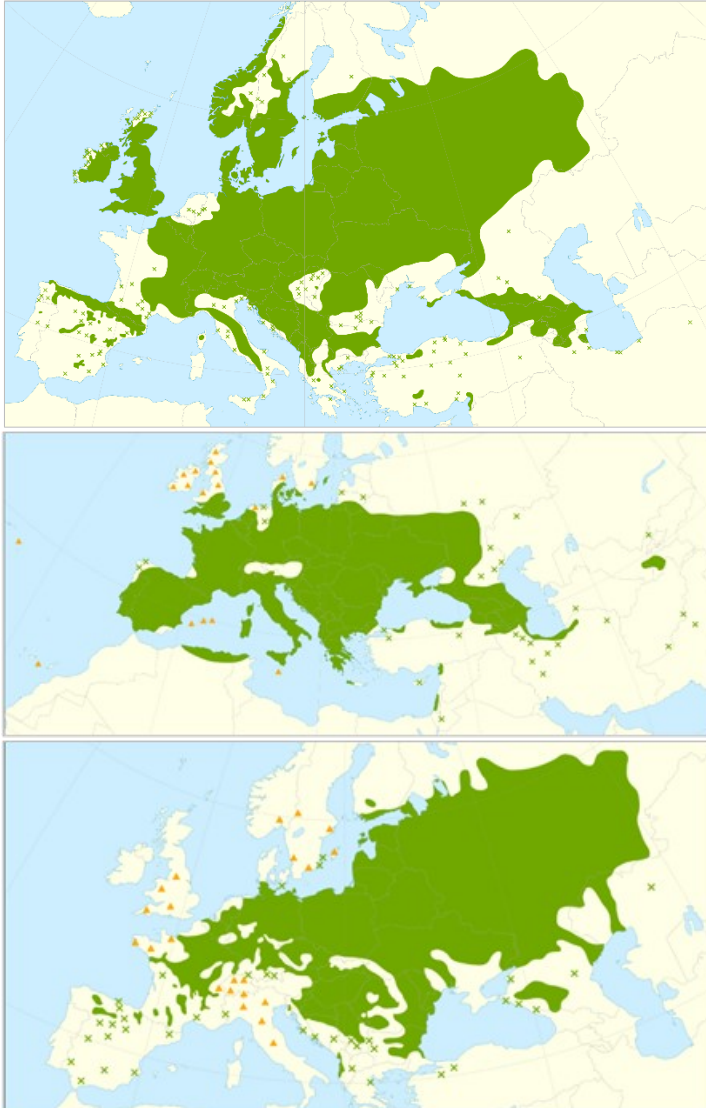
Vresalmens blommor har långa skaft, vilket ger trädkronan ett yvigt intryck under blomningen. Frukten skaft är också långa och håriga i kanten, de saknar hårtofsar i bladnervens vinklar på bladets undersida och bladen har vanligen ogrenade sidonerver. Vresalm blommar på bar kvist under några veckor med start från andra halvan av april. Arten kan bli drygt 20 meter hög. Barken på unga träd är relativt slät och hård och lossnar i tunna, grå flak, medan barken hos äldre träd är mer fårad.

Rötterna ligger ytligt och vid stammens bas bildas ofta stödjande luftrötter. Det ytliga rotsystemet gör att vresalm växer på fuktig, ofta näringsrik och lerig skogsmark och tål att växa på tidvis vattendränkta och syrefattiga marker. I Europa förekommer vresalm ofta vid floder som Volga och Donau. I Tyskland har omvandlingen av våtmarker till jordbruksmark ändrat flödet i vattendragen och markavvattning är ett hot mot trädslaget.

⁹ Fuentes-Utrilla et al. 2006.

Figur 2.1 Geografiskt utbredningsområde (heltäckande mörkgrönt) i Europa av skogsalm (överst), lundalm (mitten) och vresalm (nederst)

Gröna kryss = inhemska isolerade populationer. Orangea trianglar = introducerade och naturaliserade populationer



Källa: Caudullo et al. 2017.

2.2.2 Renässans för företagande med almsjukt virke

Vattentålig kärnved till kölar och kvarnhjul

Almen har varit människans följeslagare genom tiderna och används även i dag inom olika områden.¹⁰ Skogsalmens kärnved är relativt rötfast och har en livslängd i markkontakt på ungefär fem till tio år. Splintveden är däremot inte speciellt beständig mot röta eller insekter. Virket går lätt att bearbeta men är svårt att klyva. Böjningsegenskaperna hos felfritt och rakvuxet virke är jämförbara eller bättre än bokens. Almens virke torkar relativt snabbt och går bra att limma. Splintveden är gulvit och mörknar när ytan exponeras för syre och ljus. Kärnveden har en mörkare färg som kan skifta mellan ljusbrun och mörkbrun. Splintveden är lätt att impregnera till skillnad från kärnveden.

Virkets användningsområden har skiftat över tid. Utifrån kärnvedens goda hållbarhet under vatten användes den tidigare för att bygga kölar, stävar och roder till båtar. Störst användning historiskt var konstruktionsdetaljer som hjulnav, hjulaxlar och kvarnhjul där virket lämpade sig på grund av sin hårdhet, styrka och beständighet mot sprickor. I dag används alm framför allt till parkettgolv, snickerier och fanér för att tillverka möbler. Av ansvällningar från roten tillverkas almrot, vars oregelbundna riktning av fibrer ger ett flammigt intryck och används som en dekorativ inläggning i trä (intarsia).

Moderna möbler med minimerat miljöavtryck

På flera håll i Sverige pågår ett lokalt, hållbart entreprenörskap för att ta tillvara virket från nertagna almsjuka träd. Ett exempel är Liljeblads Möbelsnickeri på Gotland som har tillverkat loungestolen ”Almis” (figur 2.2). Företaget strävar efter att produktionen ska lämna så små avtryck på miljön som möjligt och att en resurs som annars hade gått till spillo tillvaratas.

¹⁰ Träcentrum, Information om våra vanligaste träslag, Information om våra vanligaste träslag (tracentrum.se) [hämtad 2024-04-22].

Figur 2.2 Loungestolen Almis är tillverkad av virke från almsjuka träd – ett exempel på en modern möbel med ett minimerat miljöavtryck



Foto: William Liljeblad, Liljeblads Möbelsnickeri, Gotland.

Ett annat gotländskt företag, Ädellöv Climbing AB, tillverkar bland annat klättergrepp av almvirke. Även företaget Arvid Renard på Gotland tillverkar dörrar, fönster och andra byggnads- och inredningssnickerier till bland annat kök och utemöbler. Företaget siktar på ett eget sågverk för att ta vara på fällda almar och använda ansvarsfulla material och miljövänliga metoder. Kooperativet Gotländska Konsthantverkare och Formgivare är ett annat exempel på hantverkare som använder lokala restprodukter av alm.

Under vintern 2024 slog portarna upp till ett nyöppnat café i Stockholm, "Sthlm 02", i Hammarby Sjöstad. Det unika med den vackra inredningen är att den är helt tillverkad av nedtagna almsjuka träd i närområdet (figur 2.3). Enligt designbyrån Contem fungerar almvirket mycket bra i inredning och möbler och man strävar efter att reducera klimatavtrycket genom återbruk i nyproduktion. Man har lyckats åstadkomma inredning och möbler till en 250 kvadratmeter stor yta av almar som annars hade flisats upp.

Figur 2.3 Designbyrån Contem tar vara på almsjuka träd vilka förvandlats till en unik och vacker inredning och möbler i ett nyöppnat café i Stockholm

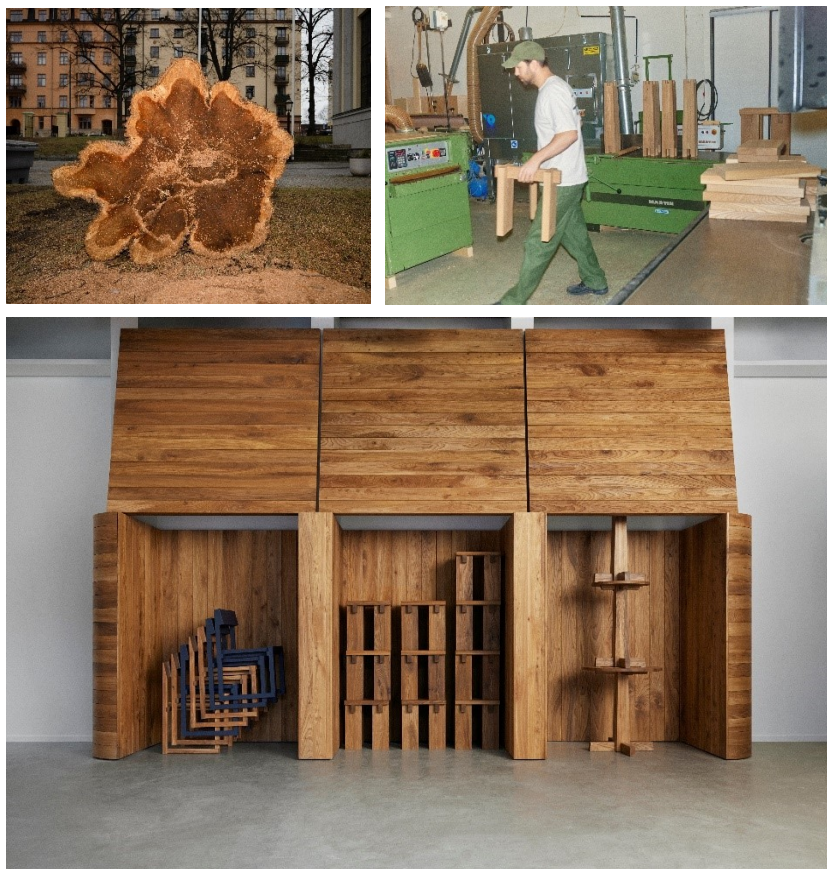


Foto: Björn Eklund (övre bild vänster) och Fredrik Bengtsson (övre bild höger och nedre bild).

2.3 Asken – Sveriges Kungsträd

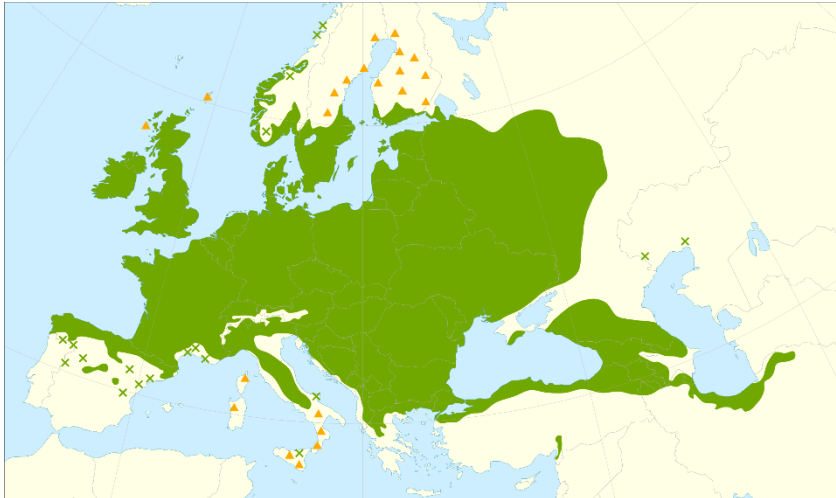
Ask *Fraxinus excelsior*¹¹ förekommer i större delen av Europa, i den asiatiska delen av Turkiet och mellan Svarta havet och Kaspiska havet (figur 2.4). Asken är ett av de vanligaste ädla lövträden i södra och mellersta Sverige, samt på Gotland och Öland. Den naturliga nordgränsen följer Limes norrlandicus genom Värmland och Dalarna till Gästrikland och norrut till södra Hälsinglands kustland. Ask före-

¹¹ Beskrivningen av ask är i stora drag hämtad från Artfakta från SLU Artdatabanken.

kommer i Norden i Danmark, i Norge efter kusten norrut till Trondheim och i sydligaste Finland, främst Åland med skärgård.

Figur 2.4 Geografiskt utbredning (heltäckande grönt) i Europa av ask

Gröna kryss är inhemska isolerade populationer. Orangea trianglar är introducerade och naturaliserade populationer



Källa: Beck et al. 2016.

Asken kan bli upp till 30 meter hög. Stammen på unga träd är slät och grågrön, men spricker upp och grånar med tiden. Bladen är stora och sammansatta till skillnad från flertalet andra inhemska träd och buskar. De parbladiga bladen har 4–7 par småblad och ett uddblad. Askens motsatta grenar och grova, uppböjda grenspetsar gör den lätt att känna igen även under vintern. Detsamma gäller de svartbruna vinterknopparna som påminner om hjortklövar (figur 2.5).

Figur 2.5 Asken, Sveriges Kungsträd, har karaktäristiska svartbruna vinterknoppar som påminner om hjortklövar



Källa: Terrence Pickles (Exeter Trees).

Asken är det svenska träd som har kortast växtsäsong. Lövsprickningen sker sist bland de inhemska träden, ofta inte förrän i början av juni, och löven faller tidigt, ibland redan i september. Epitetet Kungsträd kommer just av att asken, som konungen, kommer sist till sommarens fest. Asken är vindpollinerad och blommar före lövsprickningen först när trädet är omkring 30 år gammalt. Blommorna sitter i mångblommiga knippen. Frukten är en lång, elliptisk nöt med en 3–4 centimeter lång vinge. Arten är oftast skildkönad med olika han-

och honindivider, men även tvåkönade blommor förekommer. Ett träd kan till och med ha både hanblommor, honblommor och tvåkönade blommor. Frukterna sitter kvar länge och är bra vinterföda till fåglar, och på våren blir de stora knopparna mat till harar och hjortar. Ask växer naturligt på frisk till fuktig, näringsrik, mullrik mark, gärna med rörligt, ytnära grundvatten. Rena askskogar är ovanliga, men förekommer bland annat i Stockholms skärgård, kring Mälaren och vid de större vattendragen norrut till nedre Dalälven.

2.3.1 Från aesc, räfskam och hostdämpare till parkettgolv

Askens trä har genom historien haft och har fortfarande flera användningsområden.¹² Virket är tungt, hårt, segt och förhållandevis formstabil vid fuktförändringar. Eftersom asken inte är beständig mot röta behöver virket hållas torrt. Ska virket användas utomhus behöver det behandlas. Segheten gör virket lätt att böja, särskilt efter ångbehandling. Virket är även lätt att klyva och förhållandevis lätt att bearbeta. Det torkar relativt snabbt i stort utan risk för att spricka, och går lätt att limma och ytbehandla. Träet är ljust med tydliga årsringar och en ofta brunfärgad kärna. Impregnering är relativt svårt och inte möjligt för den mörka kärnan.

Historiskt användes askens trä för spjut och inom skeppsbygge, främst i relingsbordets främre, snidade och utsmyckade del. Begreppet "aesc" användes av anglosaxare för att beskriva vikingarnas långskepp. Fransmän och tyskar benämnde ibland vikingarna för "Ascomanni", vilket betyder "askmän". Fram till tidigt 1900-tal användes askens virke till hjul, hjulekrar, medar, till redskap som räfskamar, stegpinnar och verktygsskaft, samt till skidor, stavar, spjut och gevärskolvar. Till och med 1980-talet var ask det vanligaste materialet i ramar i tennisrackets.

I dag används askens virke i parkettgolv, ledstänger, sportredskap som bandyklubbor, verktygsskaft, åror, träskor, elgitarrkroppar, samt skalmar till travsulkys och hundslädar. Massivt trä och fanér används för möbler, inredningar och innerdörrar.

Askens trä har även varit viktig inom folkmedicinen. Klyvfrukterna innehåller eterolja, en lättflyktig aromatisk vätska som bildas vid fotosyntesen. Eteroljan, som bland annat består av anetol och anisssyra,

¹² Träcentrum, Information om våra vanligaste träslag, Information om våra vanligaste träslag (traacentrum.se) [hämtad 2024-04-22].

var tidigare en viktig ingrediens i mediciner för att dämpa hosta, lösa upp både kramper och slem, samt för att främja matsmältningen. Eterolja har också använts för att öka ammande kvinnors mjölkproduktion och tillsammans med kummin och fänkål mot väderspänning. Även barken användes både i dekokter mot problem med njurarna och för att skriva meddelanden med runor.

2.3.2 Viss handel med askvirke

Sverige importerar och exporterar virke av släktet ask. Handeln kan således omfatta även andra arter än *Fraxinus excelsior*. För att beskriva produkterna i varuhandeln använder EU-länderna en kombinerad nomenklatur, KN¹³. För statistiken över EU-handeln är en viss del av handeln uppskattad, så kallad bortfallsjustering.

Varuhandeln med virke av släktet ask är sågat eller klivet i längdriktningen eller skuret eller svarvat till skivor och avser följande KN-nummer och preciseringar:

- 44079510, hyvlat, längdskarvat, även hyvlat eller slipat, med en tjocklek större än sex millimeter
- 44079591, slipat, med en tjocklek större än sex millimeter (exklusive längdskarvat)
- 44079599, med en tjocklek större än sex millimeter (exklusive längdskarvat, hyvlat eller slipat).

Varuimporten av askvirke uppgick under perioden 2020–2022 för samtliga tre KN-nummer till totalt 8 590 ton, motsvarande ett värde av drygt 103 miljoner kronor (tabell 2.2). De länder som exporterade mest virke till Sverige var USA och Kanada (för KN 44079510), Lettland och Litauen (KN 44079591), samt Tyskland, Danmark, Österrike och Kroatien (KN 44079599).

¹³ KN-nummer summeras hierarkiskt från 8 siffror, till 6-, 4- och 2 siffror, där KN8 är den mest detaljerade nivån.

Tabell 2.2 Sveriges import av varor från samtliga länder efter varugrupp (enligt KN) under 2020–2022 av virke från släktet ask *Fraxinus*

Data är inte bortfallsjusterade

KN / År	Vikt (ton)			Värde (tusen kronor)			Kubikmeter		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
44079510	615	605	393	7 389	7 819	8 771	880	891	569
44079591	272	676	914	2 610	6 492	10 476	400	994	1 337
44079599	1 156	2 055	1 904	10 693	25 974	23 550	1 490	2 696	2 447
Summa	2 043	3 336	3 211	20 692	40 285	42 797	2 770	4 581	4 353

Källa: Data från Statistikmyndigheten SCB från 26 oktober.

Varuexporten av askvirke under 2020–2022 för samtliga tre KN-nummer uppgick totalt till 285 ton, motsvarande ett värde av 2,3 miljoner kronor (tabell 2.3). Sverige exporterade mest virke till Norge för samtliga KN-nummer, samt till Vietnam (KN 44079599). Under åren 2020–2022 var Sveriges import av askvirke 30 gånger större än exporten räknat i ton, och 40 gånger större räknat i pengar.

Ask och alm ingår även tillsammans med träslag från sexton andra släkten i kryssfanér plywood (KN 44123300). Därför är det inte möjligt att få separata data för släktena ask eller alm.

Tabell 2.3 Sveriges export av varor till samtliga länder efter varugrupp (enligt KN) under 2020–2022 av virke från släktet ask *Fraxinus*

Data är inte bortfallsjusterade

KN / År	Vikt (ton)			Värde (tusen kronor)			Kubikmeter		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
44079510	3	4	98	82	199	238	4	6	102
44079591	0	0	12	0	0	586	0	0	21
44079599	133	14	21	197	170	830	115	19	33
Summa	136	18	131	279	369	1 654	119	25	156

Källa: Data från Statistikmyndigheten SCB från 26 oktober.

2.4 Skogsträden har stor betydelse för den biologiska mångfalden

2.4.1 Ekosystemtjänster ger samhällsekonomiska nyttor

Skogen ger människan många produkter och tjänster och bidrar till vår välfärd och livskvalitet.¹⁴ Skogens ekosystemtjänster delas ofta in i följande fyra grupper:

- *Försörjande tjänster.* Varor som vi får från ekosystemen, till exempel timmer och massaved, biobränslen, genetiska resurser, viltkött, bete och foder, skogsbär, svamp, dricksvatten, fisk från skogs-sjöar och vattendrag och övriga försörjande tjänster. Exempel på det senare är biobaserade kemikalier, trätjära, slöjdvirke och näver.
- *Reglerande tjänster.* Reglerande processer som klimatreglering, förebyggande av stormskador och andra väderrelaterade skador, förebyggande av erosion och jordras, vattenreglering, naturlig kontroll av skadedjur och sjukdomar, säkerställande av grund- och ytvattens kvalitet och mängd, samt luftrening
- *Kulturella tjänster.* Icke-materiella värden exempelvis skogars bidrag till vår mentala och fysiska hälsa genom friluftsliv, vardagsrekreation och träningsaktiviteter, samt skog och natur för upplevelseturism, kulturella värden, identitet, miljö och estetik, inspiration för konst och design, samt kunskap och information.
- *Stödjande tjänster.* Tjänster som är grundläggande förutsättningar för att övriga ekosystemtjänster ska fungera och som har en mer indirekt påverkan på människan på lång sikt. Exempel är biogeo-kemiska kretslopp, markens bördighet, pollinering av växter, fotosyntes, fröspridning, habitat och livsmiljöer, biologisk mångfald, samt stabilitet och motståndsförmåga (resiliens).

Flera ekosystemtjänster är associerade till och starkt beroende av varandra. Bland annat ingår timmer och massaved, vattenreglering och fotosyntes i samma biologiska process. Ibland ingår biologisk mångfald inte som en ekosystemtjänst, utan anses vara en grundläggande förutsättning för att ekosystemen långsiktigt ska kunna leverera tjänster. Almen och askens bidrag till olika ekosystemtjänster framgår av kapitel 10.

¹⁴ Skogsstyrelsen. 2017 a.

2.4.2 Träden är biodiversitetens ryggrad

En lång rad naturvärden är knutna till träd. Träd utgör grunden för skogsekosystem och är viktiga i andra biotoper genom att bidra till mikroklimat och markens kemiska egenskaper. Rotsystemen påverkar jordens struktur, träd skuggar och filtrerar ljus och har en stor betydelse i vattnets kretslopp. Träd bidrar även med föda till andra arter genom blommornas nektar, frukter och nötter, blad och barr och såväl död som levande ved. Träd fungerar även som övervintringslokaler, boplatser, substrat, yngelplatser, skydd under dagen och utsiktsplats. Om skogsträdens populationer minskar kraftigt i storlek eller antal, eller försvinner helt, riskerar ett stort antal värdberoende arter att påverkas allvarligt eller gå förlorade genom ett så kallat samutdöende.

SLU Artdatabanken klassificerade under perioden 2015–2017 vilken betydelse värdväxter, inklusive skogsträd har för andra arter.¹⁵ Klassningarna omfattar både rödlistade arter och arter som har klassificerats som livskraftiga (LC). För många av dessa arter är kunskapen om enskilda värdträds betydelse begränsad. Då klassades i stället betydelsen av värdartens släkte. Det gäller främst när flera arter inom släktet är vanligt förekommande, som för björk *Betula*, al *Alnus* och vide *Salix*. Med enbart en art i släktet – som för ask, avenbok, bok, hassel, gran och tall – blir bedömningarna säkrare. Även med flera arter i ett släkte (alm), men en art dominerar (skogsalm) blir klassningen säkrare. Här kan dock betydelsen av mindre frekventa arter (vresalm) inte värderas tillräckligt.

Klassningarna utfördes med avseende på hur omfattande ett värdträd nyttjas av en värdberoende art. Klassningarna är följande:

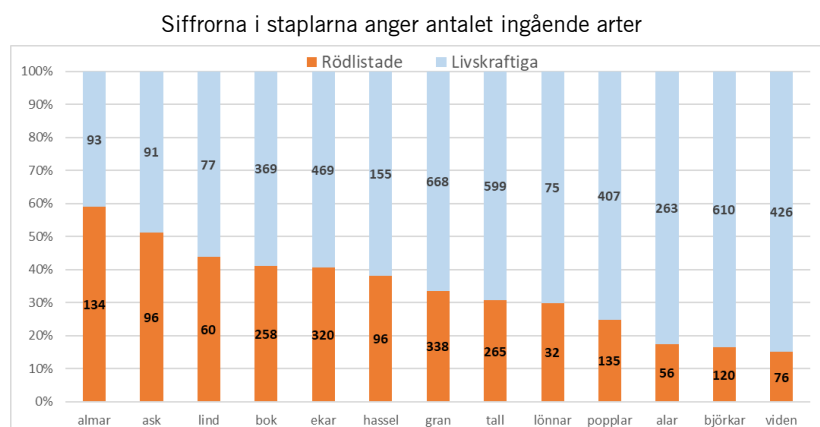
- +1, utnyttjas. Arten bedöms nyttja värdträdet till 5–25 procent. Det är artens sekundära preferens.
- +2, viktig. Värdträdet bedöms vara nödvändig för arten till 25–100 procent och arten har det som huvudpreferens.
- +3, specialist/monospecifik. Värdträdet är helt nödvändigt för att den värdberoende arten ska kunna fortleva.

¹⁵ Sundberg et al. 2019.

Resultaten visade att träd och buskar är överrepresenterade bland de växter som hyser flest arter. Generellt gäller att ju mer långlivad och vanlig en värdväxt är, desto fler arter kan den hysa. Vanligheten avser både storleken på artens utbredningsområde och förekomsten inom det området. Gran och tall – som står för ungefär 80 procent av virkesförrådet på all mark i Sverige – hyser således betydligt fler värdberoende arter än till exempel avenbok, fågelbär och lindar, som tillsammans står för mindre än en procent av virkesförrådet.

Av Sveriges träd och större buskar hyser alm och ask högst andel rödlistade arter eftersom dessa trädslag har minskat så kraftigt till följd av almsjukan och askskottsjukan (figur 2.6). Även lind, bok och ek härbärgerar en relativt hög andel rödlistade arter. Hassel, gran och tall hyser en stor andel rödlistade specialister, vilket kan bero på att riktigt gamla och grova träd av gran och tall är relativt ovanliga i dag. Björkar, en, vide, al och fågelbär hyser en låg andel rödlistade arter.

Figur 2.6 Andelen rödlistade arter hos olika trädsläkten i Sveriges Rödlista 2020. Alm och ask är viktiga för drygt hälften av arterna



Källa: Sundberg et al. 2019.

Sveriges rödlista 2025 offentliggörs våren 2026 och arbetet med att bedöma och uppdatera arters hotstatus inför den pågår. Vi redogör därför för äldre data, där uppgifterna om almens betydelse för andra arter i stora delar är direkt hämtad från en kunskapsmanställning från 2020.¹⁶

¹⁶ Sundberg et al. 2020.

Alm och ask tillhör familjer som inte är nära släkt med andra inhemska trädslag. Alm och ask har en grovsprucken porös bark med högt pH. Därför finns vissa mossor och lavar som växer på bark och ved, så kallade epifyter, enbart på alm och ask (figur 2.7). Olika organismgrupper nyttjar olika delar av ett träd. Hos alm och ask är det främst skalbaggar och basidiesvampar som nyttjar levande ved, främst larver från olika djurgrupper och utvecklade fjärilar som nyttjar levande blad och sav, främst endomykorrhizasvampar som nyttjar levande rötter, främst basidiesvampar och sporsäcksvampar som nyttjar död ved, samt främst epifyter bland mossor och lavar som nyttjar bark.¹⁷

Även de tre almarterna hyser delvis olika följarter, bland annat till följd av skillnader mellan textur och kemi i bark och ved. Lundalm och skogsalm har en mer skrovlig och uppsprucken näringsrik bark som blir porös och mer vattenhållande än vresalm. Det leder till ett högre pH, vilket gynnar flera mossor och lavar. Skogsalm hyser även vissa oceaniska och nordliga följarter på grund av sin mer västliga och nordliga utbredning i Sverige.

2.4.3 Av fyrtio arter som specifikt lever på ask är femton rödlistade

Asken är en viktig värd för drygt 200 arter (klass +2), varav 94 är rödlistade.¹⁸ Ytterligare 360 arter nyttjar asken (+1). Drygt 40 arter är specialiserade på ask (+3), varav 15 är rödlistade. Den höga andelen rödlistade värdberoende arter beror på askens minskning till följd av askskottsjukan. På grund av barkens kemi är asken främst viktig för 68 lavar och 34 mossor.

Flera forskningsstudier har analyserat konsekvenserna av almsjukan och askskottsjukan för den biologiska mångfalden. En inventeringsstudie i gotländska lövängar visade att askskottsjuka innebär en signifikant ökad risk för trädlevande lavar att dö ut lokalt om asken försvinner.¹⁹ Risken var generellt högre hos lavar med små populationer som är starkt knutna till ask som värdträd. Askskottsjukan ledde också till en minskad artrikedom i samhällen av lavar och förändringar i sammansättningen av arter. Askskottsjukan var mer utbredd

¹⁷ Göran Thor, personlig kommunikation.

¹⁸ Sundberg et al. 2019.

¹⁹ Jönsson & Thor. 2012.

i traditionellt hävdade ängar än i betade och igenväxande ängar. Risken var högre för lavar att dö ut i de mest kulturpåverkade miljöerna med glest stående och hamlade lövträd.

En annan studie undersökte den potentiella risken för att askens följearter ska utrotas i Sverige.²⁰ Även denna studie visade att askskottsjukan innebär en allvarlig risk att utrota ett stort antal arter som är specialiserade på ask. Med hjälp av en matematisk optimeringsmodell fann forskarna att minst nio ytterligare trädararter skulle behövas för att härbärgera askens alla följearter som inte är specialiserade på ask. Ek, asp, bok och tysklönn *Acer pseudoplatanus* kan hysa över 95 procent av dessa arter, medan gran och tall endast kan vara värd för fyra. Dessa uppgifter bör ses i ljuset av att 93 procent av Sveriges virkesförråd på all mark består av gran, tall, björk och contortatall.

2.4.4 Av sextiotvå arter som är specialiserade på alm är trettiosju rödlistade

Klassningarna av almens betydelse för andra arter visade bland annat att de hyser en hög andel av rödlistade följearter.²¹

- Almar är klassade som viktiga värdar ('+2') för 258 arter, inklusive de som inte är bedömda för rödlistan. 134 av dessa är rödlistade i Rödlista 2020.
- Ytterligare drygt 420 följearter nyttjar ('+1') almar i lägre omfattning. Av dessa är drygt 120 rödlistade.
- Sextiotvå arter är specialiserade ('+3') på alm, varav 37 är rödlistade.
- Almar är viktiga värdar för 36 arter av mossor och 38 lavararter.
- Almens följearter nyttjar främst trädens levande ved och bark, då många mossor och lavar är epifyter.
- Av de arter som är specialiserade (+3) på alm finns bland annat 21 svamparter, 16 fjärilsarter, 10 arter av halvvingar och 7 skalbaggsarter.

²⁰ Hultberg et al. 2020.

²¹ Sundberg et al. 2020.

Äldre och större träd hyser normalt fler arter och har en högre täckningsgrad av epifyter på sina stammar och grenar. Anledningen är att deras tjocka och strukturrika bark kan hålla vatten, fånga upp näring och erbjuda fler mikromiljöer. Barkytan hos dessa träd är även betydligt större än hos små träd. Äldre träd har dessutom haft mer tid att ackumulera koloniserande rödlistade och andra följearter än ett ungt träd.

Flera lavar är specialiserade (+3) på alm. Almorangelav (akut hotad); savlundlav, skorpdagglav och asplekania (starkt hotade); samt tät korallangelav (sårbar) är några exempel.

Figur 2.7 När alm och ask dör på grund av almsjukan respektive askskottsjukan hotas även många arter som lever på träden



Vänster: lunglav *Lobaria pulmonaria*, en nära hotad signalart. Foto: Amanda Overmark, Skogsstyrelsen.
Höger: alléblomfluga *Xylota xanthocnema*. Illustration: Anders Råden, Ardi Design & Illustration.



Pälsticka *Inonotus hispidus* är klassad som sårbar i Rödlista 2020 och lever på ask och alm.
Foto: Michael Krikorev, SLU Artdatabanken.



Skogsalmsdvärgmal *Stigmella ulmivora* hotas av almsjukan Foto: Roland Johansson.



Almskrummossa *Syntrichia laevipila* hotas av almsjukan. Foto: Tomas Hallingbäck, SLU Artdatabanken.

Många andra lavar med olika hotstatus har omkring 40–60 procent av sin population på antingen alm eller ask. Exempel på sådana specialiserade arter inom olika hotkategorier är:

- *Akut hotade*: mörk lundlav, dvärgpraktlav och dvärgrosettlav.
- *Starkt hotade*: kraterorangelav, mångsporig citronlav, alléägglav, blekskaftad nållav, storsporig kraterlav, allékrimmerlav, falsk allékrimmerlav och strigula.
- *Sårbara*: klosterlav, blek kraterlav, mörk kraterlav, almlav, brunskaftad blekspik, gulvit blekspik och liten blekspik.

2.4.5 Rikligt med ask och alm i gotländska Natura 2000-områden och naturreservat

Natura 2000 är ett nätverk av skyddade områden i EU. Sveriges sådana är viktiga för att bevara värdefulla miljöer och arter som är representativa för Sverige och särskilt skyddsvärda i ett europeiskt perspektiv. Medlemsländerna i EU ska se till att vidta nödvändiga bevarandeåtgärder i dessa områden, enligt direktiven 92/43/EEG om bevarande av livsmiljöer samt vilda djur och växter (art- och habitatdirektivet), och 2009/147/EG om bevarandet av vilda fåglar inom EU (fågeldirektivet). Sverige har således en skyldighet att säkerställa att våra Natura 2000-områden, vilka har olika naturtypskoder, bidrar till en gynnsam bevarandestatus för utpekade arter och naturtyper.

I dag finns 143 Natura 2000-områden på Gotland. Alm och ask förekommer i 18 respektive 131 av dessa områden (tabell 2.4).²² Framför allt finns rikligt med ask och alm i områden som klassas som ”lövblandad barrskog” och ”ädellövskog”, men även i ”triviallövskog med ädellövskog”.²³ Klassen ädellövskog är en prioriterad naturtyp i art- och habitatdirektivet och en prioriterad skogstyp i den nationella strategin för formellt skydd av skog. Den hyser också arealmässigt högst andel ädellövträd. Därefter är klassen lövblandad barrskog mest prioriterad. På Gotland innehåller dessa skogar ädellöv, inte triviallöv. Enligt länsstyrelsen Gotlands län är inslaget av ädellöv, inklusive hassel, i snitt runt 80–90 procent i skogar klassade som ädellövskog. I trivial-

²² Östbrandt et al. 2017.

²³ Enligt Nationella Markttäckedata ska klassen ädellövskog ha minst 50 procent ädellöv, i lövblandad barrskog får varken barr eller löv överstiga 70 procent, och i triviallövskog med ädellövinslag ska ädellövet stå för 20–50 procent.

lövskog med ädellövinslag uppskattas inslaget av ädellöv i snitt vara 20–30 procent. I lövblandad barrskog är inslaget av ädellöv ungefär 20 procent, men är svårt att skatta då frodvuxna barrträd tränger in ett stort antal senvuxen ask, alm och ek på en relativt liten yta.

Tabell 2.4 Ytan (hektar) av olika klasser av Natura 2000-områden och naturreservat på Gotland med ask och alm

Typ av område	Antal områden	Totalyta avser trädslag	Lövblandad barrskog (utanför våtmark)	Ädellövskog (utanför våtmark)	Triviallövskog med ädellövskog (utanför våtmark)	Lövblandad barrskog (på våtmark)	Ädellövskog (på våtmark)	Triviallövskog med ädellövskog (på våtmark)
Natura 2000	131	Ask	3 399	2 261	569	89	7,0	7,0
Natura 2000	18	Alm	1 060	1 256	380	4,5	1,2	2,0
Naturreservat	147	Ask	4 413	2 590	712	104	3,7	6,7
Naturreservat	29	Alm	1 815	2 034	469	10	1,2	0,8

Källa: Länsstyrelsen Gotlands län.

Länsstyrelsens Gotlands läns bevarandeplaner beskriver bland annat områdets värden, hot, samt bevarandemål för olika arter och livsmiljöer. Bekämpningen av almsjukan är central för att de gotländska ängena (kod 6530) ska ha en gynnsam bevarandestatus. Gotlands nationalparker och naturreservat överlappar delvis med dess Natura 2000-områden. Ask och alm finns även i 83 respektive 15 naturreservat som inte är Natura 2000-klassade.

Ask och alm är viktiga värdar för bland annat många av de kryptogamer²⁴ som inventeras inför beslut om att bilda områdesskydd. Trädens tidigare starka ställning på Gotland beror delvis på att de klarar hamling (avsnitt 2.4.6). När hamlingen upphörde och sjukdomarna slog till tog bland annat ek, som inte tål hamling, över som dominerande trädslag i lövängar och i trädklädda betesmarker. De hamlade träden utgjorde en mycket speciell biotop som nu försvann, och eftersom träden inte längre beskärs når mindre ljus marken. Den biologiskt gynnsamma småskaliga mosaiken går inte att återskapa på samma

²⁴ Kryptogamer är växter och växtliknande organismer som inte bildar frön, som alger, mossor, lavar, ormbunksväxter och svampar.

sätt med ek. Trots att endast en liten del av de hävdade ängsmarkerna finns kvar i dag på Gotland hyser de därför en rik biologisk mångfald, främst av kärlväxter, lavar, svampar och insekter. Bland annat finns flera rödlistade lavar i ängena. Även ädellövslogen är värd för en rik flora och fauna vilken är knuten till gamla träd och död ved. Alm och ask är även viktiga i den gröna infrastrukturen utanför skyddade områden (figur 2.8).

Figur 2.8 Rika natur- och kulturvärden i löväng med alm på Gotland



Vall prästänge är en stor löväng på Gotland med resliga lundalmar. Foto: Sanna Black-Samuelsson.

2.4.6 Ett långt och rikt kulturarv med ask och alm

Av alla Sveriges trädslag framstår alm och ask som de mest mytomspunna. Berättelsen börjar för mycket länge sedan, i den nordiska mytologin.

Ask och Embla i nordisk mytologi

Ask och alm är centrala gestalter i den fornnordiska mytologin. En myt om Ask och Embla finns i diktverket ”Völuspá” och en annan myt finns i ”Snorres Edda”.

Enligt Völuspá vandrade efter världens skapelse bröderna Oden, Höne och Lodur till en havsstrand. Där hittade de två trädstammar, en ask och en alm. Av asken skapade de den första mannen, Ask och av almen den första kvinnan, Embla. En svensk tolkningen av Völuspá – stroferna 17 och 18 – låter så här:²⁵

Tills ur den skaran
trenne asar,
kraftiga och kärleksfulla,
kommo till ett hus.
De funno på land
föga förmående
Ask och Embla
utan livsmål.
Ande de ej ägde,
omdöme ej hade,
ej livssaft, ej läte,
ej livlig färg.
Ande gav Oden,
omdöme Höner,
livssaft gav Lodur
och livlig färg.

Vad Embla står för finns det olika tolkningar om. Många härleder namnet från alm, men vissa tolkningar knyter Embla till vildvin, karpifol eller en vinstock.

Den andra myten om Ask och Embla hittas i ”Snorres Edda” i delen Gylfaginning. Snorre Sturlason var från Island och bland andra epitet, en medeltida hövding, politiker och historiker. Runt 1220 anses Snorre Sturlason ha författat en handbok i skaldekonst som i modern tid är känd som *Den yngre Eddan*, eller *Prosaiska Eddan*. Detta verk är också centralt i den fornnordiska litteraturen. Här beskriver Snorre Sturlason bland annat världens skapelse och undergång och han skildrar även gudarnas äventyr och kärleksbestyr.

Enligt Snorres Edda, som var en prosaisk omskrivning av Völuspá, gick det till så här när människosläktet skapades:

²⁵ Översättning av Erik Brate. 1913.

Då Bors söner gingo utmed stranden av havet, funno de två trädstammar och togo dem och skapade människor av dem; den förste gav andedräkt och liv, den andre vett och rörlighet, den tredje utseende och mål och hörsel och syn. De gävo dem kläder och namn, mannen fick heta Ask och kvinnan Embla. Och av dem avlades människosläktet som fick bygga och bo i Midgård.

Världsträdet Yggdrasil anses vara en ask

Vad var då Midgård? Enligt den nordiska mytologin var Midgård människornas värld. Omgiven av en stor ocean var Midgård belägen mellan gudarnas och jättarnas världar. I Midgårds mitt fanns Asgård, gudasläktet asarnas rike. I Asgårds mitt fanns Idavallen, en vacker och vidsträckt slätt. I Idavallens mitt växte det evigt gröna världsträdet, asken Yggdrasil.

Världsträdet fick näring, vatten och stabilitet genom tre rötter som gick till varsin underjordisk källa eller brunn. Den första roten gick till Midgård och Asgård. Här fanns Urdarbrunnen eller Urds brunn, där gudarna höll ting. Intill denna brunn bodde nornor. De spann livets trådar och bestämde varje människas livslängd. Varje dag vattnade nornorna Yggdrasils rot för att trädet inte skulle vissna.

Den andra roten gick genom jättarnas rike Jotunheim till vishetens källa eller Mimers brunn. Den tredje roten ledde till brunnen Hvergelmer i underjorden eller de dödas rike, Nifelheim. Där härskade dödens gudinna Hel, och på källans botten låg den onda draken Nidhögg och gnagde på Yggdrasils rot. I toppen av Yggdrasil skapade örnen Hräsvelg alla världens vindar med sina vingslag och i trädets krona åt fyra hjortar och geten Heidrun av löven. Så småningom dukade Yggdrasil under av dessa och andra angripare. Med Yggdrasils fall följde världens undergång och ur dess rester uppstod vår värld.

Livsträd, vårdträd, världsträd och hamling

Ask och alm har ett stort kulturhistoriskt värde i Sverige. De har även stor betydelse som livsträd och vårdträd. Ett livsträds öde ansågs sammanlänkat med en persons, en familjs eller ett samhälles liv. Om trädet for illa, gjorde även människorna det, och om trädet dog var det en katastrof. Konceptet är besläktat med de vårdträd som förr växte på gårdar och i byar. Vårdträd är träd som människor har knutit

särskilt starka känslband till. Namnet är dubbelydigt – om människan vårdade sitt träd skulle trädet, eller dess övernaturliga inneboende, vårda boplatsen. Tidigare föreställningar om vårdträd kunde koppla både till medicin och folktro. Begreppen är något daterade i dag, men kan sägas vara en föregångare till träd som planteras för estetiska värden eller för att göra en plats mer komplett. De kan också sägas vara en symbol för gemenskap mellan människor och människors samhörighet till naturen. Alm och ask har traditionellt varit våra vanligaste vårdträd på gårdar runt om i Sverige. Fram till sjukdomarna slog till var de också våra vanligaste träd i parker och alléer. På Gotland finns fortfarande alléer med frisk alm.

Valet av ask och alm som vårdträd är förutom ren estetik kopplat till deras stora kulturhistoriska värden i Sverige. Löv har varit ett livsviktigt djurfoder ända sedan människan blev bofast för cirka 6 000 år sedan. Genom att regelbundet beskära (hamla) ask, alm och andra lövträd samlade man in löv som bas- eller tillskottsfoder för kreaturen. Hamlingen var av stor betydelse för gårdens ekonomi och överlevnad under vintermånaderna. Almens och askens tålighet mot beskärning och förmåga att snabbt regenerera efter hamling gjorde dem särskilt lämpliga för denna traditionella användning och har bidragit till deras fortsatta popularitet som vårdträd. Förmodligen har det också bidragit till att just ask och alm fått ge upphov till våra urfäder i mytologin, Ask och Embla. Hamlade träd var vanliga i ängar och andra inägomiljöer, det vill säga nära människornas hem.

Hamlingsbruket började avta under 1800-talets andra hälft och upphörde efter andra världskriget nästan helt. Under senare decennier har hamlingen ökat, enbart för dess betydelse för natur- och kulturmiljövård. Almsjukan och askskottsjukans framfart har förändrat landskapsbilden på många platser i Sverige och hotar kulturhistoriska värden. På Gotland har skötseln av ängen en mycket lång tradition, men endast få hävdade ängsmarker finns kvar i dag.

2.4.7 Kärleken till träden

Almsjukan och askskottsjukan har introducerats i Sverige av människan, via handeln. Sjukdomarna har effektivt tagit död på nästan alla Sveriges almar och lejonparten av våra askar. Otaliga ögonvittnes-

skildringar har under flera decennier beskrivit sorgen och frustrationen när de ståtliga träden går förlorade.

I boken *”När almen tystnar – om träden vi älskar och dödar”*²⁶, beskriver författaren Mårten Lind det känslomässiga av att det är just Ask och Embla som lämnar oss. De har varit själva symbolen för symbiosen mellan människa och träd, och vi har gått hand i hand i 6 000 år. Men det är också en förlust av något vackert, av omhuldad skönhet som plötsligt förvandlats till spretiga lik. Man pratar ju om ädla lövträd, det är just vad de är – en skatt vi inte kan återskapa. Det tog 200 år för träden att bli så ståtliga. Jämfört med våra korta liv känns de eviga, och i ett slag är de borta.

I stadsmiljö är träd högt uppskattade av invånare och besökare (figur 2.9). Dels är de nödvändiga för att staden ska vara beboelig – för svalka och skugga, för rening av luften, för jorderosion och för vårt fysiska behov av grönska. Men de skapar också en kontrast till det konstruerade och byggda stadslandskapet och inger en slags lättnad och lugn. Urbana träd värderas bland annat för sin förmåga att inge harmoni och minska stress. De fyller även arkitektoniska funktioner, ger bättre utsikt, skyddar mot insyn och bidrar med flora och fauna. Trädens långa liv inger människor en symbolisk känsla av historia och kontinuitet, de är som en länk mellan dagens människa och tidigare generationer, när naturen var en mer integrerad del av människans liv. Ibland planteras träd som levande minnesmärken och människan blir ofta fäst vid träd som man själv eller någon närstående har planterat.

²⁶ Lind. 2023.

Figur 2.9 Almar vid Karlaplan i Stockholm, ett par av dem är almsjuka och är snart ett minne blott



Foto: Sanna Black-Samuelsson.

3 Hoten från växtskadegörare ökar

Skogens och trädens hälsa påverkas i hög grad av både klimatförändringarna och den globala handeln. Genom handeln kan nya växtskadegörare komma in i landet, spridas och orsaka en rad allvarliga skador. I detta kapitel beskriver vi övergripande ansvar och styrmedel för att förebygga och hantera skador på skogsträden och den biologiska mångfald som är förknippad med dem. Vi resonerar också kring Sveriges beredskap att hantera skadegörare på skogsträd.

3.1 Ändrat klimat ger ändrade förutsättningar

Sveriges klimat är i förändring. Klimatmodeller från SMHI pekar på ett framtida mildare klimat i norra Sverige med högre nederbörd och ett ökat samlat vattenflöde från naturen (avrinning).¹ I södra Sverige väntas det bli varmare utan större förändringar i årsnederbörd och avrinning. Ökningen i temperaturer förväntas vara som störst under vintern. Generellt väntar mycket mildare temperaturer och kortare perioder med långvarig kyla. Den ökade nederbörden betyder också kraftigare extremer, dels på kort sikt i form av skyfall, dels i samband med lågtryck med mycket nederbörd över längre perioder.

I ett varmare klimat flyttar klimatzoner och vegetationszoner norrut och vegetationsperioden blir längre. Det får effekter på naturmiljön och den biologiska mångfalden, bland annat genom förändringar i arters förflyttning (migration) och reproduktion. Storleken och fördelningen av arternas populationer kan också förändras. Genom invandring och konkurrens är det möjligt för nya arter att etablera sig, medan ovanliga arter kan försvinna. När näringskedjan påverkas kan det leda till andra oväntade effekter.

¹ SMHI, *Klimat – statistik, forskning och vägledning*, <https://www.smhi.se/klimat> [hämtad 2024-04-22].

För skogsnäringen innebär klimatförändringarna att växtsäsongen förlängs vilket ger möjlighet till en ökad tillväxt hos skogsträden. Om tillväxten startar tidigare på våren kan det samtidigt innebära en ökad risk för frostsador. Ett ändrat klimat skapar också förutsättningar för att ändra sammansättningen av trädslag i bestånden. Förändringarna i nederbörd med blötare marker i kombination med minskad tjälbildning vintertid, liksom ett ändrat vindklimat, ökar risken för att träd ska falla. Framkomligheten på skogsvägar försvåras när vintrarna blir mildare och skadorna på marken kan bli större.

Klimatförändringarna leder även till att förutsättningarna för skadegörare förändras, såväl inhemska som främmande, och såväl redan etablerade som framtida nykomlingar. De kraftigt ökade angreppen på gran av den inhemska granbarkborren är numera ett välkänt exempel på sambandet mellan torka och skadegörare.² Den varma och torra sommaren 2018 satte ner trädens försvar mot angreppen, vilket dels innebar att det krävdes färre barkborrar för att övervinna trädens försvar, dels att en högre andel av barkborrarna lyckades med sina angrepp. Dessutom förökade sig fler barkborrar eftersom larvernas konkurrens om föda minskade. Följden blev att det under 2019 utvecklades fler barkborrar som kunde döda fler träd.

En annan konsekvens av värmen 2018 var att utvecklingen från ägg till fullbildad barkborre gick snabbare. Det innebar att fler barkborrar kunde föröka sig samma sommar som de hade utvecklats, i stället för att föröka sig under nästföljande år (barkborrarna i Sverige har normalt en generation per år). Angreppen av den nya generationen barkborrar kunde därför ske under högsommaren när träden var mer stressade av torkan. Dessutom innebar den varma sommaren att fler granbarkborrar kunde anlägga mer än en kull.

Sammantaget visar detta exempel på att såväl granen som andra trädarter sannolikt kan bli angripna och dödade även av inhemska skadegörare till följd av klimatförändringarna. Men, även nya främmande skadegörare i Sverige kan ge allvarliga skador på skogen, träden och deras olika värden.

² Sveriges lantbruksuniversitet, *SLU svarar på frågor om granbarkborre* <https://www.slu.se/forskning/kunskapsbank/ekologi/slu-svarar-pa-fragor-om-granbarkborre/> [hämtad 2024-04-22].

3.2 Önskade fripassagerare vid global handel

Risken för att växtskadegörare från andra delar av världen sprids till Sverige är närmast linjär mot storleken på den internationella handeln och dess transporter, och vore nästan obefintlig utan denna handel.^{3,4}

I september 2023 presenterade den internationella panelen för biologisk mångfald och ekosystemtjänster, IPBES en rapport om invasiva främmande arter.⁵ Enligt IPBES underlättar många av människans aktiviteter transport, introduktion, etablering och spridning av invasiva främmande växtskadegörare och andra arter. Samtidigt ökar förändringarna i användningen av mark och hav och i demografiska och ekonomiska faktorer. Detta kan utöver klimatförändringarna förstärka hoten från och effekterna av invasiva främmande arter. Men hoten kan också förebyggas. Proaktivt beredskapsarbete är mest kostnadseffektivt, men utrotning och kontroll kan också vara gångbara alternativ.

Ett exempel på storskalig införsel av plantor från EU till Sverige finns på skogssidan. Enligt Skogsstyrelsen är drygt 50 miljoner av de ungefär 400 miljoner skogsplantor som Sverige årligen levererar odlade vid plantskolor utanför Sverige, framför allt i Tyskland och andra länder runt Östersjön. Hos merparten av dessa plantor är rötterna bara (barrotsplantor). Övriga införda plantor odlas i behållare där ett substrat av torv följer med plantan vid planteringen (täckrotsplantor). Båda dessa typer av plantor innebär att stora mängder odlingssubstrat och rester från bevattning förs in i Sverige, vilket potentiellt kan vara en inkörsport för nya skadegörare.

Många invasiva främmande arter som har orsakat sjukdomsutbrott i Europa och Nordamerika kommer från östra eller södra Asien.⁶ En orsak är att sjukdomarna sprids mellan geografiskt separerade arter inom ett släkte, som alm *Ulmus* och ask *Fraxinus*. Mikroberna kan exempelvis utnyttja flera arter av ask, men de askarter som inte har utvecklats tillsammans med mikroben har inget försvar mot den. Trädrikedomen, och därmed även mikrobernas diversitet, är större i Asien än i Europa och Nordamerika. Det innebär att risken är större att en skadegörare sprids vid handel och transport från Asien till Europa än tvärtom. Dessutom ligger dessa tre områden på en någorlunda likartad breddgrad vilket innebär att bland annat

³ Skogsstyrelsen, 2017 b.

⁴ Skogsstyrelsen, 2013 a.

⁵ IPBES. 2023.

⁶ Lind. 2023.

klimat och ljusförhållanden kan fungera för mikrobernas anpassning i Europa och Nordamerika. Almsjukan (avsnitt 5.1), askskottsjukan (avsnitt 6.1), kastanje Kräftan *Cryphonectria parasitica* på äkta kastanj, och smaragdpraktbaggen (avsnitt 6.4) är ökända, globala exempel på detta. Ett annat exempel är en ambrosiaskalbagge *Xyleborus glabratus* som tillsammans med svampen *Raffaella lauricola* angriper släktet ”lagerträd” (redbay) i USA.

3.3 Växtskadegörare skadar skogen och träden

Här beskriver vi hur skogsträden, bland annat genom resistens, kan motstå skador av växtskadegörare.⁷

3.3.1 Dynamiskt samspel och trädens försvarsstrategier

Skogens ekosystem består av ett stort antal arter som på olika sätt är knutna till träden. Många arter nyttjar trädens resurser utan att orsaka skada, medan andra arter lever som parasiter på sitt värdträd. Ett värdträd kan utveckla ett motstånd mot parasiten. För att överleva utvecklar parasiten i sin tur ett försvar mot detta motstånd. Om försättningarna för en parasit är gynnsamma kan den skada trädens centrala funktioner negativt och påverka dess överlevnad.

Svampar och andra mikroorganismer som orsakar skador på skog kallas ofta för patogener, medan insekter som skadar skog kallas skadeinsekter. Patogener och skadeinsekter är växtskadegörare och drabbar de skog benämner man dem ibland som skogsskadegörare.

Skador på skog är resultatet av en intrikat och dynamisk samverkan mellan träd, skadegörare och miljö. Skadegörarens effekter på skogen beror bland annat av hur sannolikt det är att skadegöraren blir etablerad och kan utvecklas, vilken sjukdomsframkallande förmåga (virulens) den har, samt trädets försvar och eventuella resistens mot skadegöraren.⁸ Dessutom påverkar klimatförhållanden och väder skadan.

Hur träd, skadegörare och miljö samspekar är inte statiskt utan förändras över tid.⁹ Skadeinsekter och patogener genomgår oftast

⁷ Stora delar av avsnitt 3.3 är hämtat från Skogsstyrelsen. 2023 a.

⁸ Ennos. 2014.

⁹ Skogsstyrelsen. 2017 b.

många generationer under trädens livstid. Trädens motståndskraft eller resistens mot en skadegörare beror bland annat på i vilken utvecklingsfas trädet befinner sig i och hur den fasen sammanfaller med skadegörarens aktiva fas. Av dessa anledningar tar det operativa arbetet med resistensförädling hos skogsträd och stödjande forskning många år, bland annat för att utvärdera resistensen.

Träd i boreala skogar lever länge, är ofta exponerade för olika växtskadegörare och växer i en konkurrensutsatt och föränderlig miljö. Därför har träd strategier för att försäkra sig om tillgång till ljus, vatten och näring och sedan fördela tillgängliga resurser mellan tillväxt, reproduktion och försvar.¹⁰

Träd har olika försvar mot skadeinsekter och patogener¹¹ (tabell 3.1). Ett exempel är det *konstitutiva försvaret* som är anpassat till olika förhållanden. Detta försvar kan vara av mekanisk natur som en tjock bark, eller i form av strukturella egenskaper som kemiskt impregnerade cellväggar eller kemiska substanser. Det konstitutiva försvaret fungerar permanent och i många olika situationer, både som skydd mot växtskadegörare och mot abiotisk stress (som vind), och kan inte anpassas efter olika typer av skadegörare.

För att spara på resurserna när skadetrycket är lågt har träden även ett *inducerat försvar*. Det aktiveras först när en skadeinsekt eller patogen angriper eller infekterar trädet. Ett träd kan således uppfatta att det har en skada eller uppfatta närvaron av en skadegörare genom att det sker förändringar på kemisk eller molekylär nivå. Ett exempel är att trädets cellväggar har brutits ned. Det kan leda till att trädet inducerar reaktioner för att försvara sig och reparera skadan. Trädet aktiverar då exempelvis ett försvar med kåda eller fenoliska ämnen, antingen från befintliga celler eller specifika nybildade celler.

3.3.2 Resistens gör att träd kan motstå en skada

Träd kan vara resistenta mot en patogen eller skadeinsekt. Det innebär att de mer eller mindre framgångsrikt kan begränsa inkräktarens skadeverkan, tillväxt och reproduktion. Resistensen kan vara av olika slag och påverka trädets förmåga att hantera en skada på både kort och lång sikt (tabell 3.1).¹² Effekten av ett angrepp kan variera från

¹⁰ Herms & Mattson. 1992.

¹¹ Budde et al. 2016.

¹² Woodcock et al. 2018.

ingen skada alls, det vill säga att trädet har fullständig motståndskraft eller resistens mot skadegöraren, till mycket stora skador som kulminerar i att trädet dör. Resistensen kan vara av slaget fullständig eller kvalitativ resistens, kvantitativ resistens eller tolerans.

Fullständig eller kvalitativ resistens innebär att träden är förhållandevis binära och kan klassas antingen som resistent eller som icke-resistent. Fullständig resistens leder generellt till att träden övervinner angreppet av skadegöraren. Trädet uppfattar skadegöraren på ett tidigt stadium och sätter i gång sina försvarsreaktioner. Trädet kan även utveckla ett kemiskt försvar som är mycket giftigt eller fråstötande för många mikroorganismer. Exempelvis är tallens kärnved impregnerad med ämnet pinosylvin som är kraftigt antimikrobiellt och som dödar eller förhindrar att bakterier och svampar föröka sig. Den kvalitativa resistensen beror ofta på effekten av enstaka gener med en mindre komplex försvarsstrategi. Det ökar sannolikheten att skadegöraren över tid utvecklar sätt att kringgå trädets försvar. Den kvalitativa resistensen kan därför vara sårbar.

Kvantitativ resistens är resultatet av att flera gener samverkar. Det innebär en mer komplex strategi för försvar jämfört med den kvalitativa resistensen. En fördel är att den kvantitativa resistensen är svårare för en växtskadegörare att övervinna. Ett exempel är granens resistens mot rotröta. För att kunna förädla för resistens (avsnitt 4.3) är kvantitativ resistens generellt att föredra framför kvalitativ resistens.

Tolerans innebär att trädet visar symtom på skada vid angrepp eller infektion av en skadegörare, men trots allt klarar skadan bättre än träd som inte har denna tolerans.

Tabell 3.1 Fördelar och nackdelar med olika försvar och resistens mot skadeinsekter och patogener (skadegörare) hos skogsträd

Begrepp	Beskrivning	Fördelar	Nackdelar
Resistens (allmän definition)	Träden begränsar mer eller mindre framgångsrikt skadegörarens tillväxt och reproduktion.	Relevanta (önskade) egenskaper bibehålls i stor utsträckning efter en störning.	Resistens mot ett hot behöver inte innebära resistens mot andra hot (exempelvis stress av torka). Inte heller att trädet har förmåga att återhämta sig om en skadegörare bryter resistensen.
Kvalitativ resistens	Träd i en population är antingen fullständigt resistent eller mycket mottagligt mot en skadegörare.	Resistensen kontrolleras av en enstaka gen vilket underlättar att identifiera och förädla för resistensen. Specifika skadegörare har små effekter på trädet.	Resistensen kan skapa ett starkt selektionstryck för skadegöraren att bryta resistensen och därmed göra den relativt kortvarig.
Kvantitativ resistens	Träd i en population uppvisar varierande nivåer av resistens från i princip helt resistent till fullt mottaglig, och alla grader där emellan.	Resistensen kontrolleras av flera gener vilket försvårar för skadegöraren att kringgå och bryta den.	Det finns negativa konsekvenser av skadegöraren på träd med partiell resistens och det är mer komplext att identifiera och utveckla ett resistent material eftersom flera gener är involverade.
Tolerans	Trädet är infekterat eller drabbat, men påverkas i mindre utsträckning.	Skadegöraren påverkas inte negativt, vilket innebär att det inte finns ett urvalstryck för skadegöraren att övervinna trädets tolerans.	Vissa negativa effekter kan förekomma på toleranta träd. De kan också bli reservoarer för skadegörare som kan leda till skadliga effekter på närstående träd som inte har tolerans.
Konstitutivt försvar	Det permanenta försvar som anläggs som en del av trädets normala tillväxt och utveckling.	Effektivt för att begränsa skador från störningar som är konstanta eller frekventa.	Det är kostsamt för trädet ur energisynpunkt att kontinuerligt anlägga och upprätthålla försvaret.
Inducerat försvar	Försvar mot en skadegörare aktiveras endast vid angrepp eller infektion.	Försvaret aktiveras vid angrepp eller infektion och är därför mindre kostsamt energimässigt för trädet än ett konstitutivt försvar.	Försvaret kan vara mindre effektivt för att svara på multipla och frekventa effekter av olika skadegörare.

Källa: Woodcock et al. 2018.

3.3.3 Endofytsvampar kan öka trädens resistens

Alla träd är värdar för bakterier och svampar som lever inne i deras olika vävnader utan att orsaka symptom. Dessa så kallade endofyter kan öka trädens motståndskraft mot patogener och skadeinsekter. Mekanismerna bakom dessa interaktioner är inte kända, men flera positiva kopplingar till växters försvar finns dokumenterat som visar att närvaron av vissa endofyter kan öka trädens resistens eller tolerans mot olika patogener. Vissa endofyter kan övergå från ett latent stadium till att bli patogena, som *Diplodia sapinea*, medan andra är mer mutualistiska.

3.4 Ansvar för skador på skog, träd och deras värden

3.4.1 Ansvaret för växtskadegörare

Karantänskadegörare och reglerade icke-karantänskadegörare

Jordbruksverket är ansvarig myndighet för de växtskadegörare som omfattas av EU:s förordning 2016/2031 om skyddsåtgärder mot växtskadegörare. Växtskyddslag (2022:725) och Växtskyddsförordning (2022:795) kompletterar EU-förordningen i svensk lagstiftning. Den syftar i stort till att motverka att växtskadegörare som inte förekommer, eller fortfarande är sällsynta, inom EU introduceras eller sprids inom unionen.

EU:s växtskyddslagstiftning reglerar två kategorier av växtskadegörare: karantänskadegörare och reglerade icke-karantänskadegörare. Karantänskadegörare har en begränsad spridning, eller finns i dag inte i Sverige eller EU. Om de sprids kan de orsaka oacceptabla miljömässiga, sociala eller ekonomiska konsekvenser och ska därför bekämpas. För att kunna regleras som karantänskadegörare gäller också kriterierna att organismen ska ha möjlighet att ta sig in i territoriet (hela EU eller en del av EU), etablera sig och sprida sig, samt att det ska finnas genomförbara och effektiva åtgärder för att förhindra detta. Jordbruksverket ansvarar för bekämpningsarbetet, där syftet är att utrota skadegöraren. Om det inte lyckas är nästa steg att innesluta skadegöraren. Det finns en lista på EU-karantänskadegörare som är reglerade för hela EU:s territorium (artikel 5 i förordning 2016/2031 och bilaga II till genomförandeförordning EU 2019/2072), samt en

lista på karantänskadegörare för skyddad zon som är reglerade för delar av EU:s territorium.¹³

EU:s medlemsstater är enligt artikel 29 i förordning 2016/2031 skyldiga att agera om medlemsstaten preliminärt bedömer att en oregerad skadegörare uppfyller kriterierna för karantänskadegörare. EU ska anta tillfälliga gemensamma regler enligt artikel 30 i förordning 2016/2031 om EU preliminärt bedömer att en oregerad skadegörare uppfyller kriterierna för karantänskadegörare. Det finns således ett system för att fånga upp nya skadegörare.

Ett antal karantänskadegörare kan skada träd och buskar i skogar, trädgårdar, parker och andra miljöer. Några exempel är:

- Amerikansk björksmalpraktbagge *Agrilus anxius* som angriper björk.
- Smaragdpraktbaggen *Agrilus planipennis* som angriper ask (avsnitt 6.4).
- De asiatiska långhorningarna matt och glatt stjärnhimmelsbock *Anoplophora chinensis* respektive *A. glabripennis* där slakten av lönn, hästkastanj, björk, asp, sälg och alm angrips mest frekvent av båda långhorningarna.
- Tallvedsnematoden *Bursaphelenchus xylophilus* som angriper alla barrträd.
- De närbesläktade ädelspinnarna Sibirisk barrträdsspinnare *Dendrolimus sibiricus* och *D. superans* som angriper många arter av barrträd.
- Svampen *Fusarium circinatum* eller *Gibberella circinata* som orsakar allvarliga skador på tall, samt även angriper douglasgran.

Reglerade icke-karantänskadegörare (regulated non-quarantine pests, RNQP) medför allvarliga ekonomiska förluster om de förekommer på växter som är avsedda för odling. Regleringen syftar till att säkerställa att växtförökningsmaterial inte för med sig dessa skadegörare, och omfattar inte några krav på utrotning eller inneslutning vid för-

¹³ Vissa växtskadegörare som är spridda i stora delar av EU kan finnas i mycket begränsad omfattning eller inte alls i andra delar. Efter ansökan hos EU-kommissionen kan en medlemsstat få ett visst område erkänt som skyddad zon. Växter för plantering, vissa växtprodukter och vissa fröer som förs in till en skyddad zon får inte föra med sig de växtskadegörare som den skyddade zonen gäller för. Det vill säga skyddade zoner. Se artikel 32 i förordning 2016/2031 och bilaga III till genomförandeförordning 2019/2072.

ekomst i miljön. RNQP kan också medföra allvarliga miljömässiga och sociala konsekvenser, men om det inte finns verkningfulla åtgärder eller om de redan är spridda regleras de inte som karantänskadegörare. RNQP förekommer inom EU och förtecknas i bilaga IV och V, del E i förordning (EU) 2019/2072.

Svampen rödbandsjukan *Dothistroma pini* och *D. septosporum* som angriper skogsodlingsmaterial av tall är RNQP. Enligt SLU Skogsskada upptäcktes rödbandsjukan i Sverige 2007 och den är nu etablerad i landet. Parasitsvampen *Lecanosticta acicola* på tall är en annan RNQP. Svampen finns bland annat i Litauen, Estland, Lettland och Irland och ha lätt för att sprida sig. I Estland har svampsjukdomen spridit sig från bergtall *Pinus mugo* till vanlig tall. I Sverige påträffades svampen 2019 på bergtall som är ett vanligt exotiskt trädslag i parker och trädgårdar. Sjukdomen gör att barren gulnar vilket leder till att träden förlorar i tillväxt och på sikt riskerar att dö.

Gällande kontrollmyndigheternas verksamhet framgår av 12 § växtskyddslagen att Jordbruksverket ska samordna och lämna råd och hjälp till denna såvida inte regeringen föreskriver något annat.

Föreskrifter för andra växtskadegörare

Enligt 7 § växtskyddslagen får regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer meddela föreskrifter om förbud, begränsningar eller åtgärder för att begränsa förekomsten av andra växtskadegörare än karantänskadegörare som kan medföra oacceptabla ekonomiska, miljömässiga eller sociala konsekvenser genom angrepp på trädslag som används i virkesproduktion. Föreskrifterna får avse den som äger trädbevuxen mark, bedriver skogsbruk eller odlar växter; lagrar växter, växtprodukter eller andra föremål; eller bedriver handel med växter, växtprodukter eller andra föremål. Dessa växtskadegörare får inte avse sådana som EU har förtecknat som invasiva främmande arter för unionen enligt EU-förordning (1143/2014) om förebyggande och hantering av introduktion och spridning av invasiva främmande arter.

Av 2 kap. 3 § växtskyddsförordningen framgår att Skogsstyrelsen får meddela föreskrifter om förbud, begränsningar eller åtgärder för att begränsa förekomsten av tre arter av insekter: större mörghorste *Tomicus piniperda*; åttatandad barkborste, även kallad granbarkborste *Ips typographus*; och sextandad barkborste *Pityogenes chalcographus*.

Föreskrifterna avser den som äger trädbevuxen mark eller bedriver skogsbruk, eller den som lagrar virke. Skogsstyrelsen får också i det enskilda fallet besluta om förbud, begränsningar eller åtgärder. Föreskrifter och beslut får inte förbjuda eller begränsa införsel till Sverige från annan medlemsstat inom unionen eller från ett land utanför EU.

Enligt 3 kap. 2 § växtskyddsförordningen får Skogsstyrelsen för dessa tre insektsarter meddela föreskrifter om skyldighet för den som 1. bedriver skogsbruk eller yrkesmässigt lagrar virke att dokumentera uppgifter som har betydelse för insekternas spridning; och 2. att lämna uppgifter till Skogsstyrelsen av betydelse för risken för spridning.

Riskvärdering av skadegörare

Jordbruksverket arbetar med riskhantering inom ramen för sitt ansvar med växtskadegörare. Till grund för riskhanteringen ligger bland annat underlag om växtskadegörare från SLU Riskvärdering. De utför bland annat riskvärderingar av specifika växtskadegörare enligt internationella standarder. Riskvärderingarna fokuserar på skadegörare som kan medföra omfattande skador om de etablerar sig i Sverige men skulle kunna förhindras att göra det med hjälp av lämpliga fyto-sanitära åtgärder. Det handlar om lagar, förordningar eller officiellt förfarande som syftar till att förhindra introduktion eller spridning av karantänsskadegörare, eller för att begränsa de ekonomiska konsekvenserna av reglerade icke-karantänsskadegörare. Inom riskvärderingen arbetar man med växtskadegörare inom alla miljöer, exempelvis jordbruk, skog, trädgård, grönområden och vilda biotoper.

Arbetet avser dels växtskadegörare som omfattas av lagstiftningen för växtskydd, dels växtskadegörare som potentiellt kan bli reglerade. Man utför riskvärderingarna nationellt och i samverkan med andra nordiska länder, inom EU med europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA), eller internationellt med europeiska växtskyddsorganisationen EPPO. Samverkan sker även med bland annat SLU Skogsskadecenter.

3.4.2 Regler som rör alm och ask

Ett antal bestämmelser, främst i förordning (EU) 2019/2072 och förordning (EU) 2018/2018, rör införsel till EU och förflyttning av varor av alm och ask. Förordning (EU) 2018/2018 är en genomförandeförordning om högriskväxter som är viktig för att hindra såväl reglerade som oreglerade skadegörare på träd att komma in i EU. Jordbruksverket har sammanfattat importförbuden för växter och växtprodukter.¹⁴ Enligt förordning (EU) 2018/2018 gäller ett importförbud för växter för plantering, utom frö, av släktena ask *Fraxinus* och alm *Ulmus*.

Jordbruksverket har även sammanfattat de krav på sundhetscertifikat vid import som gäller för trä.¹⁵ Några av bestämmelserna för alm och ask är:

- Krav på sundhetscertifikat vid import av fröer avsedda för sådd, som intygar frihet från karantänskadegörare. Detta är ett generellt krav enligt artikel 73 i förordning (EU) 2016/2031, samt framgår i 2019/2072, bilaga XI del B.
- Import av exempelvis levande växtdelar, trä (inklusive flis, spån), lös bark och barktillverkade föremål av ask från bland annat Kanada, USA, Ryssland, Ukraina och Kina omfattas av strikta importvillkor eftersom smaragdpraktbaggen *Agrilus planipennis* förekommer i de länderna.¹⁶
- Bestämmelser om åtgärder för att förhindra etablering och spridning av smaragdpraktbaggen.¹⁷
- Regler för tre långhorningar på alm: *Apriona germari* som är skadegörare på släktet alm från en rad tredjeländer; *Apriona rugicollis* på kinesisk alm *Ulmus parvifolia* från tredjeländer; och *Trirachys sartus* på släktet alm från ett antal asiatiska länder.

¹⁴ Jordbruksverket, *Växter och växtprodukter med importförbud* <https://jordbruksverket.se/vaxter/handel-och-resor/sundhetscertifikat-och-andra-atgarder-mot-vaxtskadegorare-vid-handel-med-lander-utanfor-eu/vaxter-med-importforbud>, [hämtad 2024-04-22].

¹⁵ Jordbruksverket, *Krav på sundhetscertifikat för trä och bark*, Lista över trä och bark som kräver sundhetscertifikat - Jordbruksverket.se, [hämtad 2024-04-22].

¹⁶ Punkterna 36, 87, 88, 89 i bilaga VII i växtskyddsförordningen avser särskilda krav för införsel till unionen av växter, växtprodukter och andra föremål med ursprung i tredjeländer.

¹⁷ Genomförandeförordning (EU) 2024/434 om *Agrilus planipennis* Fairmaire publicerad den 5 februari 2024. Regler om import och förflyttning finns i (EU) 2019/2072.

- Förflyttning inom EU anger vilka varor som ska ha växtpass och eventuella särskilda villkor för det.¹⁸ Nuvarande bestämmelser om almvirke avser regler för områden som ligger inom 100 kilometer från ett område med känd förekomst av smaragdpraktbaggen. I dag finns kända områden i Ryssland vilket innebär att några mindre områden i Estland och möjligen även Finland berörs av den bestämmelsen.
- Krav på skyddade zoner inom EU för karantänskadegörare. Ingen av dessa zoner påverkar trä från alm.

3.4.3 Bekämpningsmedel

Växtskyddsmedel är kemiska eller biologiska bekämpningsmedel som används inom jord-, skogs-, och trädgårdsbruk huvudsakligen för att skydda växter och växtprodukter mot exempelvis patogener och skadedjur. Den lagstiftning som finns för växtskyddsmedel syftar till att förhindra att djur, växter eller mikroorganismer skadar egendom eller människors eller djurs hälsa.¹⁹

Bekämpningsmedel behöver vara godkända och användas på rätt sätt. Skogsstyrelsen har föreskrifter och allmänna råd (SKSFS 2016:2) om användning av växtskyddsmedel på skogsmark. Om växtskyddsmedel ska användas på skogsmark behöver det, såvida det inte avser punktbehandling, anmälas till kommunen. Användning av växtskyddsmedel på skogsmark avser följande behandlingar: fångstvirke för att bekämpa granbarkborre, barrträdsplantor i fält med insekticider, stubbar mot rotröta och med viltskydd. Dessutom används växtskyddsmedel för att bekämpa vegetation runt plantor.

Även Naturvårdsverket utfärdar regler om spridning och hantering av växtskyddsmedel.²⁰ Reglerna rör tillsynsmyndigheter och yrkesmässiga användare av växtskyddsmedel.

¹⁸ Bilaga VIII om förflyttning inom unionen av växter, växtprodukter och andra föremål med ursprung inom unionen.

¹⁹ Kemikalieinspektionen, *Regler för bekämpningsmedel*, Regler för bekämpningsmedel – Kemikalieinspektionen, [hämtad 2024-04-22].

²⁰ Naturvårdsverket, Tillsynsvägledning växtskyddsmedel, Växtskyddsmedel (naturvardsverket.se), [hämtad 2024-04-22].

3.4.4 SLU Skogsskadecentrum förebygger och övervakar skogsskador

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, fick i sitt regleringsbrev för budgetåret 2021 ett uppdrag att etablera ett skogsskadecentrum vid universitetet.²¹ Uppdraget lød:

SLU ska utforma en långsiktig plan för ett skogsskadecentrum som ska initieras den 1 januari 2021 och avse arbetet med att förebygga och övervaka skogsskador orsakade av stormar, bränder, torka, växtskadegörare och klövvilt m.m. Befintlig verksamhet inom samma område som skogsskadecentrum ska tas till vara och överlappningar undvikas. I planen bör det beaktas att klimatförändringarna förväntas öka förekomsten av flera olika slags skogsskador samt att betesskadorna orsakade av klövvilt ligger kvar på alltför höga nivåer. Hänsyn bör tas till att dessa skador påverkar såväl skogens tillväxt som den biologiska mångfalden. Arbetet ska göras i nära samarbete med Skogsstyrelsen och andra berörda myndigheter och intressenter. Uppdraget ska redovisas till regeringen (Näringsdepartementet) senast den 16 april 2021.

SLU Skogsskadecentrum är i dag ett virtuellt centrum som bland annat omfattar en analysfunktion, miljöövervakning och forskning. Man arbetar med en bred palett av skador på skog – insekter, svampar, bakterier, virus, klövvilt, storm, brand, torka, vind och snö. Man analyserar även socioekonomiska konsekvenser av skador genom risk- och konsekvensanalyser på olika geografiska skalor och tidsperspektiv. Det ger möjlighet att prognosticera och planera viktiga faktorer i skogsbruket som virkesproduktion, ekonomi, naturvård, rekreation och inlagring av kol.

En analysfunktion analyserar löpande nationella risker för skadeutbrott. Analyserna används för att ta fram underlag, exempelvis riskkartor, för att minska risken för skador. Man gör även kunskaps-sammanställningar och konsekvensanalyser, arbetar med kommunikation och ger kunskapsstöd till andra myndigheter och till markägare i samband med skadeutbrott.

Genom miljöövervakningen förstärks Riksskogstaxeringens verksamhet. Utifrån särskilda inventeringar samlas data fortlöpande in om skador och populationer av skadegörare, som barkborrar och vissa svampar i skogen. Dessa data används av analysfunktionen, i forskning och av andra myndigheter.

²¹ Regeringen. Näringsdepartementet. Regeringsbeslut, II 5, 2020-12-22, N2020/03160, N2020/03031 (delvis), N2020/0049. Regleringsbrev för budgetåret 2021 avseende Sveriges lantbruksuniversitet.

En annan uppgift är att dela ut forskningsbidrag och det finns även en forskarskola. Forskningen syftar generellt till att öka samhällets kompetensbehov om skogsskador och den förser universitet, forskningsinstitut, myndigheter och skogsföretag med kunskap om olika skogsskador. Även berörda myndigheter och skogsindustrin medverkar i forskarskolan.

En styrgrupp och en referensgrupp är knuten till centrumet. Styrgruppen representeras av SLU, Skogsstyrelsen, Skogforsk och Naturvårdsverket. Referensgruppen består av representanter från myndigheter, SMHI, skogsägarföreningar, skogsindustrin och Föreningen Sveriges plantproducenter. Centrumet är kopplat till SLU:s riskvärdering av växtskadegörare.

På några få år har SLU Skogsskadecentrum fått i gång en välfungerande verksamhet. Den fyller en mycket viktig funktion i den ständiga kampen mot skadegörare på skogsträd.

3.4.5 Invasiva främmande arter ökar i Sverige och globalt

Invasiva arter leder till omfattande skador

Invasiva främmande arter är en betydande orsak till skador på träd och den biologiska mångfald som trädslagen hyser. En invasiv främmande art är en främmande art vars introduktion eller spridning har konstaterats hota eller negativt inverka på biologisk mångfald och relaterade ekosystemtjänster. Definitionen kommer från förordning EU (1143/2014) om förebyggande och hantering av introduktion och spridning av invasiva främmande arter.

Invasiva främmande arter är djur, växter, svampar och mikroorganismer som människan har introducerat till en ny miljö. I den nya miljön sprider de sig snabbt och orsakar allvarlig skada på ekosystem, människors hälsa, infrastruktur eller ekonomin. De medför också stora kostnader för samhället och enskilda på grund av skadorna de orsakar för exempelvis olika näringar eller i samband med bekämpning. Invasiva främmande arter är ett av de största hoten mot biologisk mångfald i Sverige och globalt, och antalet invasiva främmande arter ökar från år till år.

Sverige och övriga världens regeringar enades i december 2022 om Kunming-Montrealramverket för biologisk mångfald. Ramverkets åtgärdsområde 6 om invasiva främmande arter lyder så här:

Att eliminera, minimera, minska och/eller begränsa invasiva främmande arters inverkan på biologisk mångfald och ekosystemtjänster genom att identifiera och hantera spridningsvägar för introduktion av främmande arter, förhindra introduktion och etablering av prioriterade invasiva främmande arter, till 2030 minska introduktions- och etableringstakten för andra kända eller potentiella invasiva främmande arter med minst 50 procent, och utrota eller kontrollera invasiva främmande arter, särskilt i prioriterade områden, till exempel öar.

EU-förordning 1143/2014 är tillämplig på alla invasiva främmande arter, med undantag bland annat av arter som ändrar sitt naturliga utbredningsområde utan mänsklig aktivitet, samt skadegörare som omfattas av EU:s växtskyddslagstiftning. Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten är ansvariga myndigheter i Sverige för arbetet med invasiva främmande arter på land respektive i vatten.

Sedan 2022 omfattas totalt 88 arter av förbuden i EU-förordningen, 47 djurarter och 41 växtarter. 15 av dessa arter finns i Sverige, exempelvis mårddhund *Nyctereutes procyonoides*, signalkräfta *Pacifastacus leniusculus*, jättebalsamin *Impatiens glandulifera*, jätteloka *Heracleum mantegazzianum* och gul skunkkalla *Lysichiton americanus*. Guda-trädet *Ailanthus altissima* är för närvarande det enda trädet på unionsförteckningen. Det finns även ett antal invasiva främmande arter som förekommer sporadiskt i svensk natur.

Den svenska förordningen (2018:1939) om invasiva främmande arter kompletterar EU-förordning (1143/2014). Miljöbalken har bland annat en straffbestämmelse (29 kap. 9 c §) som ska tillämpas när någon bryter mot reglerna om invasiva främmande arter. Länsstyrelsen och Skogsstyrelsen är tillsynsmyndigheter för invasiva främmande arter enligt miljötillsynsförordningen (2011:13), men myndigheternas ansvar kan överlätas till kommuner. Av Naturvårdsverkets hemsida framgår bland annat:

- Invasiva främmande växter finns på olika platser i miljön, som i natur, stadsmiljö eller i trädgårdar.
- Verksamheter som skogs- eller jordbruk kan innebära ökade spridningsrisker av invasiva främmande arter och kan behöva omfattas av planerad tillsyn och riktad information till verksamhetsutövare.
- Fastighetsägare har ett ansvar för invasiva främmande arter på den egna fastigheten och måste följa förbuden. De avser till exempel att odla, använda, låta växa eller sprida EU-listade arter i miljön.

- Den som har rådighet har en skyldighet att vidta åtgärder mot den invasiva främmande växten. Vad som är rimliga åtgärder att kräva måste avgöras från fall till fall, beroende bland annat på vilken växt det rör sig om, hur utbredd förekomsten är och spridningsrisken.
- Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten samordnar arbetet och vägleder andra myndigheter och aktörer som också har en roll i arbetet med invasiva främmande arter om hur förordningar och lagar ska tillämpas.
- Skogsstyrelsen ansvarar för att ta fram hanteringsåtgärder för invasiva främmande skogsträdsarter som används för virkesproduktion och som växer på mark som omfattas av skogsvårdslagen.
- Kommunen ansvarar för att ta bort och förhindra spridning av förbjudna arter från egen mark och egna fastigheter. I skötseln av parker och andra grönytor kan kommunen förebygga användning och spridning av invasiva arter. Ansvaret omfattar även att se till att avfallet från invasiva främmande växter hanteras så att det förstörs och inte i sig blir en spridningskälla.
- Alla näringar som i sin verksamhet hanterar, använder eller handlar med invasiva främmande arter har ett ansvar att följa de förbud som gäller för de EU-listade arterna enligt EU-förordning (2014/1143); förbud att importera, sälja, odla, föda upp, transportera, använda, byta, tillåta reproducera sig, växa eller odla eller släppa ut dessa arter i miljön.

Förslag på en nationslista med invasiva främmande arter

Enligt EU-förordning (1143/2014) får medlemsstaterna upprätta en nationell förteckning över invasiva främmande arter av medlemsstatsbetydelse vilka inte finns på unionslistan. En medlemsstat kan på grundval av vetenskapliga belägg anse att de negativa effekterna av utsättning och spridning av en invasiv främmande art, även om dessa effekter inte är fullt bekräftade, är av betydelse för dess territorium eller en del av det, och att det kräver åtgärder på medlemsstatsnivå. Syftet med en nationell förteckning är att kunna hantera invasiva främmande arter som är problematiska i Sverige. Det kan handla om att införa tydliga förbud för arten, utforma system för tillsyn, ge mark-

ägare ett ansvar och ge tillsynsmyndigheter möjligheter att få åtkomst till mark.

Under 2019 klassificerade SLU Artdatabanken risker med ett stort antal främmande arter.²² 257 av dessa arter ansågs löpa en hög eller mycket hög risk att bli invasiva i Sverige inom 50 år. I samråd med experter valde Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten ut några av arterna för en samhällsekonomisk analys. Man lät konsulter utvärdera artens bidrag till eller hot mot ekosystemtjänster, skadekostnader för samhället, effekter på människors hälsa och möjligheten att utöva rekreation i naturen. Vidare bedömde man genom kostnads-nyttoanalyser innebörden av att reglera respektive art. Efter samråd med berörda myndigheter, intresseorganisationer och branscher bedömde de bådaansvariga myndigheterna lämpliga arter att gå vidare med i nationsförteckningen. Förslaget stämde av med branscher och andra intressenter.

I juli, 2023 presenterade Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten sitt förslag till regeringen på invasiva främmande arter till en nationell förteckning. Förslagen omfattade 41 arter, 13 landlevande och 28 vattenlevande. Flertalet landlevande arter är så spridda att de sannolikt inte går att utrota. Det gäller blomsterlupin *Lupinus poliphyllus*, jättesliden *Reynoutria*, vresros *Rosa rugosa*, spärroxbär *Cotoneaster divaricatus* och kanadensiskt gullris *Solidago canadensis*. Det handlar i stället om att begränsa spridningen av dessa arter genom hanteringsprogram som är anpassade till respektive art och plats. Vad gäller rosväxten spärroxbär avser regeringen Gotlands och Kalmar län.

Regeringen förväntas remittera förslaget inför ett beslut om nationslistan under 2024. Vi återkommer till frågan om regelverk gällande bekämpning av almsjukan (avsnitt 5.3.3) och hantering av skogsskadegörare generellt (avsnitt 5.4).

3.4.6 Ansvar för skogens biologiska mångfald

Vissa växtskadegörare orsakar allvarliga konsekvenser för skogsträdens följearter och ibland för hela ekosystem. Här beskriver vi summariskt ansvaret för skogens biologiska mångfald i Sverige. Det ligger främst på Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och skogsägarna, men

²² Strand et al. 2018.

även andra myndigheter, kommuner, stiftelser och ideella organisationer har olika roller gällande detta ansvar.

Naturvårdsverket och miljöarbetet

Naturvårdsverket arbetar på uppdrag av regeringen med miljöfrågor inom Sverige, EU och internationellt. Av förordning (2012:989) med instruktion för Naturvårdsverket framgår av 1 §:

Naturvårdsverket är förvaltningsmyndighet på miljöområdet i frågor om klimat och luft, mark, biologisk mångfald, förorenade områden, kretslopp och avfall, miljöövervakning samt miljöforskning. Naturvårdsverket har en central roll i miljöarbetet och ska vara pådrivande, stödjande och samlande vid genomförandet av miljöpolitiken. Naturvårdsverket ska verka för att det generationsmål för miljöarbetet och de miljö kvalitetsmål som riksdagen har fastställt nås och ska vid behov föreslå åtgärder för miljöarbetets utveckling. Naturvårdsverket ska främja en hållbar utveckling med utgångspunkt i generationsmålet och miljö kvalitetsmålen och därmed bidra till genomförandet av Agenda 2030 som Förenta nationernas medlemsstater antagit. Förordning (2022:187).

Arbetet med åtgärder för biologisk mångfald omfattar i stort²³:

- Skydd och skötsel av natur: Naturskydd är en viktig del av miljöarbetet i Sverige och internationellt, exempelvis naturreservat som är den vanligaste skyddsformen, och nationalpark och Natura 2000 som är de starkaste formerna. Värdefull natur skyddas genom att Naturvårdsverket köper mark eller ersätter markägare som skyddar sin mark, genom till exempel naturreservat.
- Hållbart nyttjande av naturresurser: Arbeta med att få in hänsyn till och gynna biologisk mångfald och ekosystemtjänster i areella näringarnas aktiviteter och processen för samhällsplanering genom samverkan med andra myndigheter och aktörer. Häri ingår bland annat koordinering av arbetet med grön infrastruktur, samt arbetet med invasiva främmande arter.
- Bevarande av hotade arter och naturtyper. Arbeta med artskydd, för att skydda och gynna arter som hotas av människans aktiviteter, särskilt hotade arter och naturtyper som behöver riktade och

²³ Naturvårdsverket, *Vårt arbete med biologisk mångfald*, Vårt arbete med biologisk mångfald (naturvardsverket.se), [hämtad 2024-04-22].

mer skraddarsyddna åtgärder genom exempelvis åtgärdsprogram för hotade arter och naturtyper.

Som central miljömyndighet samordnar Naturvårdsverket även svensk miljöövervakning, som bland annat följer tillståndet för den biologiska mångfalden.

Sveriges miljömål styr Naturvårdsverkets arbete. Generationsmålet är ett övergripande mål för miljöpolitiken. Det inriktar Sveriges miljöpolitik och vägleder samhällets miljöarbete. Riksdagen definierar generationsmålet som det övergripande målet för miljöpolitiken att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.

För att nå generationsmålet krävs politiska beslut och åtgärder i Sverige, EU och internationellt. 16 miljö kvalitetsmål beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Av avsnitt 8.2.3 framgår hur två av miljö kvalitetsmålen, *Levande skogar* och *Ett rikt växt- och djurliv*, kopplar till bevarandet av alm och ask.

Skogsstyrelsen och biologisk mångfald

Av förordning (2009:1393) med instruktion för Skogsstyrelsen framgår av 1 §:

Skogsstyrelsen är förvaltningsmyndighet för frågor om skogsbruket och har till uppgift att verka för att landets skogar sköts på ett sådant sätt att de skogspolitiska mål som beslutats av riksdagen kan uppnås. Myndighetens lokala förankring är viktig.

Den svenska skogspolitiken har två övergripande och jämställda mål – ett produktionsmål och ett miljömål. Produktionsmålet innebär att skogen och skogsmarken ska utnyttjas effektivt och ansvarsfullt så att den ger en uthålligt god avkastning. Skogsproduktionens inriktning ska ge skogsägaren frihet och eget ansvar att själv besluta om användningen av vad skogen producerar.

Miljömålet innebär att skogsmarkens naturgivna produktionsförmåga ska bevaras. En biologisk mångfald och genetisk variation i skogen ska säkras. Skogen ska brukas så att växt- och djurarter som naturligt hör hemma i skogen ges förutsättningar att fortleva under naturliga betingelser och i livskraftiga bestånd. Hotade arter och natur-

typer ska skyddas. Skogens kulturmiljö-värden samt dess estetiska och sociala värden ska värnas.

Skogsstyrelsen följer upp miljökvalitetsmålet *Levande skogar*. Enligt detta mål ska skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion skyddas, samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas. Skogsstyrelsen ansvarar för att göra avvägningar mellan de skogspolitiska målen och verka för att de ska nås. För att genomföra skogspolitiken arbetar Skogsstyrelsen bland annat med tillsyn, rådgivning, områdesskydd, statistik, inventeringar, ekonomiska stöd, information och utbildning.

Skogsstyrelsen arbetar med formella skydd i biotopskyddsområden och naturvårdsavtal, samt genom ersättningar för nekade tillstånd till avverkning i fjällnära skog. Biotopskyddsområden är mindre mark- och vattenområden med höga naturvärden. De är särskilt skyddsvärda områden som kan vara en livsmiljö för hotade djur- eller växtarter. Att inrätta biotopskyddsområden är en viktig del av arbetet med att nå *Levande skogar*. Naturvårdsavtal är ett nyttjanderättsavtal enligt jordabalken som tecknas mellan markägare och staten genom Skogsstyrelsen eller länsstyrelserna. Även kommuner kan teckna naturvårdsavtal. Syftet är att utveckla och bevara befintliga höga naturvärden. Naturvårdsavtal anses som en nyttjanderätt. Andra exempel på Skogsstyrelsens arbete med biologisk mångfald är att följa upp biodiversiteten i nyckelbiotoper, delta i arbetet med åtgärdsprogram, och bevara genetisk variation av inhemska trädslag i biotopskyddsområden (avsnitt 8.1.2).

Frihet under ansvar och sektorsansvar för skogsägarna

Skogsägare i Sverige har stor frihet att utveckla sin skog efter sina egna mål. Men man har också ett stort ansvar i att se till att det kommer ny skog och för att bevara och utveckla miljövärden.

Den svenska skogspolitiken sammanfattas ofta med devisen *Frihet under ansvar*. Med frihet menas att skogsvårdslagstiftningen innehåller ganska få styrande och tvingande regler. Skogsvårdslagen är en minimilag och skogsägarna förväntas därför göra insatser utöver vad lagen kräver för att skogspolitikens båda mål ska kunna nås. Målen ska nås både genom Skogsstyrelsens verksamhet och genom skogs-

ägarnas frivilliga insatser, till exempel gällande skogsskötsel och ta grundläggande miljöhänsyn när man genomför sådana åtgärder.

Skogsägare har för övrigt en stor frihet att välja inriktning för sitt skogsbruk och anpassa metoderna efter det. Friheten syftar bland annat till att bidra till ett anpassat och varierat brukande av skogarna. Skogsägarens ansvar avser båda skogspolitiska målen och dessa ska gå att förena. För att nå målen krävs att skogsbruket som grupp gör betydligt mer än vad lagen kräver. Detta kallas för *sektorsansvar*, eftersom det är ett gemensamt ansvar för skogssektorn där olika skogsägare i olika omfattning bidrar till att uppnå målet. Målen är viktiga för skogsägarna eftersom det handlar om att få en frisk och välväxande skog.

4 Skogsträdsförädling i Sverige

4.1 Konventionell förädling för ökad arealproduktion

Att jämföra förädling av skogsträd i Sverige med förädling av grödor är lite som att jämföra äpplen med päron. Skogsträdens omloppstid är flera decennier längre än grödornas. Därför har man hittills förädlat långt färre generationer av skogsträd än av grödor. Skogsträdens genetiska variation är ofta jämförelsevis hög, både inom och mellan populationer. Det gäller i synnerhet trädslag som gran, tall och björk, där vinden sprider både pollen och frö. Den långa omloppstiden gör också att förädlingen av träd måste ta höjd för att träden ska kunna möta fler utmaningar under sin levnad, olika väder och till och med ett förändrat klimat, medan en gröda kan bytas från det ena året till det andra. Den genetiska variationen måste således vara mycket större hos träden än hos grödorna.

I förädlingen av skogsträd arbetar man vanligtvis med arter, medan förädlingen av grödor ofta avser varieteter, sorter, former eller kloner. Även odlingsförhållandena för skogsträd och grödor är markant olika. Man planterar (eller sår) förädlad skogsodlingsmaterial över omfattande och heterogena arealer, medan grödor odlas på avsevärt mindre och mer homogena ytor.

Dessa skillnader innebär att förutsättningarna för att till exempel förädla för resistens mot en skadegörare är mycket olika för skogsträd och grödor. Skogsträdens omloppstid och andra förutsättningar påverkar i hög grad de förslag vi presenterar gällande resistensförädling av alm och ask (kapitel 9).

I detta kapitel beskriver vi förädlingen av inhemska trädarter, samt dess aktörer och finansiering. Fokuset är på konventionell förädling eftersom den är mest omfattande. Ett avsnitt ägnas åt nya genomiska metoder och genetiskt modifierade organismer.

4.1.1 Genetisk variation är A och O för trädens anpassning och förädling

Genetisk variation, arter och ekosystem är olika nivåer av den biologiska mångfalden. Genetisk variation innebär att olika individer inom eller mellan populationer av en art har olika varianter av gener, så kallade alleler. Genetisk variation är centralt i förädlingen av skogsträd. Flertalet skogsträd, framför allt i Nordeuropa, har en lång generationstid och behöver kunna anpassa sig till ibland snabba och oförutsägbara förändringar i miljön. Det avser dels biotiska faktorer, som angrepp av skadeinsekter och patogener, dels abiotiska faktorer, som frost, torka, ökade temperaturer och storm.

För att klara dessa förändringar behöver skogsträden en genetisk variation i egenskaper som är viktiga för deras anpassning och långsiktiga överlevnad. På så vis ökar generellt möjligheten att vissa träd, både i ett bestånd och på landskapsnivå, lyckas överleva och anpassa sig till miljöförändringarna på både kort och längre sikt.

Många av skogsträdens egenskaper bestäms av den sammanlagda effekten av flera gener. Trädens höjd och tillväxt är exempel på sådana kvantitativa genetiska egenskaper. Med kvantitativ genetisk analys kan man separera genetiska effekter från effekter av både miljön och samspelet mellan gener och miljö.

4.1.2 Gran och tall i förädlingens fokus

Den operativa skogsträdsförädlingen i Sverige bedrivs av Skogforsk på uppdrag av skogsbruket och staten. Genom verksamheten vill man kunna erbjuda skogsbruket utvalda träd som har en ökad tillväxt och en god eller förbättrad virkeskvalitet. Ett annat mål är att anpassa de förädlade träden till klimatförändringar avseende olika parametrar för temperatur. Man eftersträvar också att bevara trädens genetiska variation i syfte att öka förutsättningarna för långsiktig förädling och livskraftiga skogar.

Förädlingens fokus sedan starten på 1930-talet är gran och tall. Förädlingsprogrammen för dessa trädarter är relativt lika till sin storlek och uppbyggnad. Programmen består av ett antal förädlingspopulationer, 24 av tall och 22 av gran. Varje sådan population består av ungefär 50–70 ”ursprungliga plusträd” som har valts ut i skogen utifrån sin tillväxt och kvalitet. Varje population består även av syskon-

familjer från kontrollerade korsningar mellan plusträden och deras avkommor. Hittills har man korsat fram två eller tre generationer av de olika förädlingspopulationerna.¹

Varje förädlingspopulation förädlas med målet att åstadkomma en ökad tillväxt i ett visst intervall av ljus- och temperaturklimat. Det relaterar till ett intervall för breddgrad (latitud) och höjd över havet (altitud). Primärt förädlar man för ”målegenskapen” volymbaserad arealproduktion per hektar över en omloppstid. Arealproduktionen beräknas i utlagda fältförsök genom att mäta trädens höjd och diameter vid vissa åldrar.

Skogsträdsförädlingen lägger i varierande utsträckning vikt även vid raka stammar, samt vinklar och grovlek på grenar och sprötkvistar.² Man försöker också att utveckla effektiva mätningar av vedens densitet för att använda det i framtida urval. Klimatanpassningen av gran och tall sker genom att testa utvalda plusträd eller deras avkommor på platser där de förädlade träden förväntas överleva och ge en god virkesproduktion under nuvarande klimat och andra prognosticerade klimatscenarier. I varje förädlingscykel testas träden i fyra till fem fältförsök i och runt om det avsedda geografiska användningsområdet. Utifrån resultaten från fältförsöken identifieras och korsas de bästa plusträden. Avkommor till dessa korsningar testas i nya fältförsök. De som presterar bäst används för fortsatt förädling och urval till fröplantager.

Avkommor kan testas som fröplantor eller klonplantor. Fröplantor ger upphov till unika individer. Genom att ta sticklingar från en avkomma får man klonplantor som är genetiskt identiska med ursprungsplantan. En uppsättning av sticklingar från samma växt kallas för en klon. Att testa kloner är mer resurskrävande, men ger en betydligt bättre utvärdering då samma individ kan testas på flera platser. Ofta testas både fröplantor och klonplantor i samma försök. Det ger möjlighet att välja ut de bästa individerna i ett så kallat ”urval framåt”. Det sparar tid jämfört med tidigare metod där man i stället valde ut föräldrar till testade individer (”urval bakåt”). Fältförsöken mäts vanligtvis vid två tillfällen, när träden är cirka 7–10 år respektive 15–20 år. Mätresultaten skrivs fram, extrapoleras, till trädens fulla rotationstid på cirka 70–80 år.

¹ Kraft. 2021.

² Sprötkvistar är starkt uppåtriktade, ofta barkdragande kvistar i virkesstycke eller stam som i allmänhet har bildats genom toppbrott eller dubbeltopp.

För att producera ett förädlat skogsodlingsmaterial planterar man utvalda kloner i fröplantager. Oftast anläggs fröplantager på platser som har gynnsamma förutsättningar för odling och som ligger nära det område där man har tänkt använda det skördade fröet. De kloner som väljs till en fröplantage kan komma från en eller flera av förädlingspopulationerna som testats i och runt det avsedda användningsområdet. Urvalet av kloner sker utifrån önskemål från de skogsföretag som anlägger och driver fröplantagerna.

En modern fröplantage innehåller ungefär 20–30 kloner och ett stort antal kopior av varje klon. Fröplantagen kan vara flera hektar stor och innehålla flera tusen träd. Syftet är att producera en stor mängd frö som har de förädlade trädens egenskaper. Man kan också plocka kottar mer effektivt i fröplantagen genom att beskära träden och ha körbara stråk för traktor och skylift mellan raderna av träd. Fröplantager av tall producerar i allmänhet frö av god kvalitet och i tillräcklig mängd. Fröplantager av gran drabbas ofta av skadegörare som angriper kottarna, vilket leder till lägre fröskördar och frön av en sämre kvalitet.

Material från förädlingsprogrammen för tall och gran har använts för att anlägga olika omgångar av fröplantager. I varje omgång ökar testningen av vissa egenskaper hos de träd som ingår i plantagen. Det leder till en ökad genetisk vinst.³ Under 2024 är några av tredje omgångens fröplantager på väg in i en fullt produktiv fas, samtidigt som planering sker inför fjärde omgångens fröplantager.

4.1.3 Regler för och handel med skogsodlingsmaterial

Innan det förädlade fröet får säljas behöver det vara godkänt och registrerat i någon av EU:s medlemsstater. Skogsodlingsmaterialet delas in i sex olika typer av frökällor:

1. Frötäktsområde. Träd inom ett område varifrån man samlar in frö. Alla träd i Sverige delas sedan 2008 in i fem frötäktsområden: Götaland, Svealand, Södra Norrland, Mellersta Norrland och Norra Norrland.

³ Genetisk vinst är den genomsnittliga förbättringen av avkomman för testade egenskaper i jämförelse med den ursprungliga populationen.

2. Frötäktsbestånd. En avgränsad population träd som är tillräckligt homogen i sin sammansättning. I dag finns ett par hundra registrerade frötäktsbestånd av olika träddarter runtom i landet.
3. Fröplantage. En plantering som består av utvalda kloner eller familjer av en trädart. Fröplantager ska vara isolerade eller skötas på ett sådant sätt att man minimerar pollinering från yttre källor. Syftet med fröplantager är att få en effektiv produktion av frö som ger träd med särskilt utvalda egenskaper, till exempel hög tillväxt och överlevnad.
4. Föräldraträd till familj. Trädindivider som används för att producera avkomma genom kontrollerad eller fri pollinering av honblommorna hos en känd trädindivid med hjälp av pollen från en annan individ (helsyskon) eller från flera kända eller okända individer (halvsyskon).
5. Klon. Ett antal individer som är producerade från en och samma ursprungsindivid genom att föröka dem vegetativt. Det kan ske genom sticklingar, mikroförökning, ympar, avläggare eller delning. Syftet med kloner är att få genetiskt identiska träd med särskilt utvalda egenskaper.
6. Klonblandning. En blandning av identifierade kloner i bestämda proportioner.

Skogsstyrelsen godkänner frökällor och registrerar dem i ”Rikslängden”⁴. Frökällor från Sverige samsas med frökällor från EU:s alla medlemsstater på en webbplats, FOREMATIS⁵, som EU-kommisionen ansvarar för. Varje godkänd frökälla placeras in i en viss kategori av skogsodlingsmaterial, beroende på med vilken noggrannhet man har undersökt och dokumenterat frökällans egenskaper. De olika kategorierna är känd härkomst, beståndsutvalt, individutvalt och testat. De frökällor som är grundligast undersökta kategoriseras som testade, medan frö från frötäktsområden eller frötäktsbestånd kategoriseras som känd härkomst. I Rikslängden finns bland annat följande uppgifter om skogsodlingsmaterial (tabell 4.1):

⁴ Skogsstyrelsen, *Frökällor och kategorier*, Frökällor och kategorier – Skogsstyrelsen, [hämtad 2024-04-22].

⁵ European Commission, *Forematis, Forest Reproductive Material Information System*, FOREMATIS – Forest Reproductive Material Information System (europa.eu), [hämtad 2024-04-22].

- Fröplantager, avser 16 trädarter, där antalet för tall (71) och gran (37) ligger högt över övriga trädslag. Uppgifterna är från 2023.
- Föräldraträd, avser främst ett antal tusen kloner av gran, samt runt 80 kloner av sitkagran. Uppgifter från 2021.
- Kloner, avser fågelbär (11 kloner), hybridasp (26) och övriga poppelarter och hybrider (5). Uppgifter från 2019.
- Klomblandningar, främst hybridasp (6). Uppgifter från 2017.

Det finns särskilda regler för produktion och försäljning av förädlad och testad skogsodlingsmaterial.⁶ Skogsodlingsmaterialet ska komma från en godkänd frökälla och ska åtföljas av dokumentation om dess identitet och härkomst, inklusive ett stambrevsnummer. Det ska vara möjligt att identifiera och spåra alla träd (kloner) och allt frö från fröplantagerna genom hela produktionskedjan. I juni, 2023 presenterade EU-kommissionen ett nytt lagförslag för skogsodlingsmaterial.⁷

Gällande handel med skogsodlingsmaterial av alm har enligt uppgifter från Skogsstyrelsen varken frön eller plantor av alm förts in till Sverige från övriga EU (införsel), eller från Sverige till övriga EU (utförsel) under de senaste tio åren (2014–2023). Under denna period har Sverige inte heller importerat frön eller plantor av alm. Någon enstaka handel med alm ägde dock rum i början av 2000-talet. I dag finns inga bestämmelser som kräver en anmälan om införsel eller utförsel av skogsodlingsmaterial av alm, eller krav på införseltillstånd vid import.

Gällande ask förde Sverige under åren 2014 till 2023 totalt in 2 625 plantor från frötäcksbestånd från EU, nästan uteslutande från Tyskland. År 2003–2006 förde Sverige totalt ut 116 kg frö av ask (till Tyskland) och 5 700 plantor av ask (till Danmark). Därefter har ingen utförsel skett från Sverige till andra EU-länder. Sverige har inte heller importerat frö eller plantor av ask från länder utanför EU.

Andra regler som rör användningen av skogsodlingsmaterial och som i olika omfattning kan ha relevans för denna utredning är:

⁶ Regelverket för handel med skogsodlingsmaterial (SKSFS 2002:2) är baserat på EU-direktiv (1999/105/EG).

⁷ Europaparlamentets och Rådets förordning om produktion och saluföring av skogsodlingsmaterial, om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EU) 2016/2031 och (EU) 2017/625 och om upphävande av rådets direktiv 1999/105/EG (förordning om skogsodlingsmaterial).

- *Användning av skogsodlingsmaterial.* För skogsodling får man endast använda skogsodlingsmaterial som kan ge skogsbestånd som har goda förutsättningar att utvecklas väl och som kan utnyttja marken för tillfredsställande virkesproduktion. Vid förflyttning av skogsodlingsmaterial bör stor hänsyn tas till odlingslokalens klimat och förutsättningar för skogsodling i övrigt. Detta har särskild betydelse vid skogsodling i svårföryngrad skog i norra Sverige och i kärva lägen över huvud taget. Det finns regler för användning av bok, vårtbjörk och ek, och för vilka härkomstlatituder som material från tall- och granfröplantager ska ha vid skogsodling.
- *Vegetativt förökat skogsodlingsmaterial.* Reglerna avser i vilken omfattning som materialet får användas inom bruksenheter av olika storlek, att frökällan är godkänd, och att plantering omfattande minst 0,5 hektar ska anmälas till Skogsstyrelsen minst sex veckor innan planteringen påbörjas. Bestämmelserna gäller inte träarter eller artificiella hybrider av släktet *Populus*.
- *Främmande träarter.* Endast i undantagsfall får främmande träarter användas som skogsodlingsmaterial. Om man planerar att föryngra med en främmande träart ska det framgå av anmälan om avverkning. Särskilda restriktioner finns för contortatall.
- *Ädellövskog.* Ädellövskog avser skogsbestånd som utgörs av lövträd till minst 70 procent och av ädla lövträd till minst 50 procent och vars areal är minst ett halvt hektar. Även vissa trädbestånd på betesmarker kan vara ädellövskog. De ädla lövträden är alm, ask, avenbok, bok, ek, fågelbär, lind och lönn. Reglerna avser krav på att bevara ädellövskog och undantag därifrån. För ädellövskog krävs tillstånd både vid föryngringsavverkning och vid avverkning för annat ändamål än virkesproduktion. Efter avverkning ska ny ädellövskog anläggas inom området. Skogsstyrelsen får medge undantag från denna regel om det finns särskilda skäl. I ett sådant fall får villkor ställas att ny ädellövskog ska anläggas på ett annat ställe inom bruksenheten (22–27 §§ skogsvårdslagen).

Tabell 4.1 Antal godkända frökällor av frötäcksbestånd och fröplantager av inhemska och främmande trädarter i Skogsstyrelsens Rikslängd

*Främmande trädslag. Frötäcksbestånden av alm och ask är sannolikt drabbade av almsjukan respektive askskottsjukan

Latinskt namn	Trädart	Frötäcksbestånd	Fröplantager
<i>Acer platanoides</i>	Lönn	4	1
<i>Acer pseudoplatanus</i> *	Tysklönn*	4	
<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal	33	2
<i>Alnus incana</i>	Gråal	2	
<i>Betula pendula</i>	Vårtbjörk	49	3
<i>Betula pubescens</i>	Glasbjörk	14	
<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok	4	
<i>Fagus sylvatica</i>	Bok	45	2
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ask	25	1
<i>Larix eurolepis</i>	Hybridlärk		7
<i>Larix sibirica</i>	Sibirisk lärk		1
<i>Picea abies</i>	Gran	5	37
<i>Picea sitchensis</i> *	Sitkagran*	1	4
<i>Pinus contorta</i> *	Contortatall*	9	13
<i>Pinus nigra</i> *	Svarttall		1
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall	5	71
<i>Prunus avium</i>	Sötkörsbär	2	1
<i>Pseudotsuga menziesii</i> *	Douglasgran*	2	2
<i>Quercus petraea</i>	Bergek	8	
<i>Quercus robur</i>	Skogsek	94	2
<i>Quercus rubra</i> *	Rödek*	1	
<i>Tilia cordata</i>	Skogslind	17	2
<i>Ulmus glabra</i>	Skogsalm	4	
<i>Ulmus minor</i>	Lundalm	2	

Källa: Uppgifter om antalet frötäcksbestånd är hämtade från Skogsstyrelsen, 2020. Uppgifter om antalet fröplantager är hämtade från Rikslängden i februari, 2024.

4.1.4 Vissa skador registreras i förädlingen

I samband med mätningar i fältförsök av trädens höjd och diameter registreras även vitalitet, en slags generell sundhet och mottaglighet för sjukdomar. Trädets vitalitet klassas som ”frisk”, ”lätt skadad”, ”svårt skadad men fortfarande vid liv” eller ”död (eller saknad)”.⁸

⁸ Calleja-Rodriguez et al. 2019.

Begreppet vitalitet är viktigt inom förädlingen, men kan lätt fel-tolkas. Hög vitalitet innebär att trädet inte har några synliga skador, kanske för att det inte har utsatts för skadegörare eller för att det är motståndskraftigt mot en viss skadegörare. Ett träd som växer dåligt kan därför ha en hög vitalitet, samtidigt som ett frodvuxet träd kan ha en nedsatt vitalitet. Det är ofta svårt att avgöra vilka sjukdomar eller andra skador som en nedsatt vitalitet beror på. Vitaliteten är således varken ett mått på trädens motståndskraft mot en viss sjukdom, på snabb tillväxt eller en god konkurrensförmåga.

Även skador och skadegörare registreras i fältförsöken om de förekommer i en tillräckligt hög frekvens för att resultaten statistiskt ska kunna bearbetas. Ofta är det komplicerat att fastställa orsaken till olika skador. I klassningen av trädens vitalitet slår man i allmänhet ihop olika skadetyper, oberoende av angreppens frekvens. I vissa fall förekommer skadorna i en tillräcklig omfattning, exempelvis tallens mottaglighet för angrepp av törskatesvamp. Då går det att statistiskt skatta genetiska samband med mottagligheten och utnyttja dessa resultat i förädlingen.

4.2 Finansiering, aktörer och samverkan i skogsträdsförädlingen

4.2.1 Om 60-öringen och annan finansiering

Skogforsk verksamhet finansieras till drygt 40 procent av ett ramavtal. Det förhandlas fram mellan skogsnäringen och staten genom Formas representanter i Skogforsks styrelse. Parterna står vardera för hälften av kostnaderna för den forskning som Skogforsk bedriver utifrån ramavtalet. Övriga cirka 60 procent av Skogforsks totala omsättning kommer från uppdrag, anslag via fonder och särskilda partners, samt intäkter från kommunikation.

Inriktningen på forskningen styrs av Skogforsks strategi för forskning och innovation. Från skogsnäringens sida finansieras Skogforsks ramavtal till 20 procent av en fast partneravgift. Resterande 80 procent kommer från en rörlig forskningsavgift, den så kallade ”60-öringen”. Den innebär att en avgift tas ut på 60 öre per avverkad kubikmeter av timmer, massaved och skogsbränsle.

Verksamheten med förädling har en årlig kostnad på ungefär 25 miljoner kronor. Formas bekostar hälften och Skogforsks partner-

organisationer den andra hälften via ”60-öringen”. Organisationerna bidrar i relation till sin storlek, således spelar stora skogsbolag och skogsägarföreningar en viktig roll i finansieringen. Föreningen Skogsträdsförädling bidrar årligen med ungefär 3,5 miljoner kronor. Basfinansiering driver den operativa förädlingen av gran, tall, björk, contortatall, sibirisk lärk och hybridlärk. Gran och tall står för 80–90 procent av kostnaderna. Eftersom intresset för björk och lärk har ökat under senare år har Skogforsk lagt ökade resurser på dessa trädslag.

Skogforsk arbetar till och från även med skogsek, gråal, poppel och bok, samt med främmande trädslag som Douglasgran, sitkagran och hybridasp. Finansieringen för detta kommer nästan uteslutande kommer från andra finansieringskällor som Skogforsk söker pengar från, som Föreningen Skogsträdsförädling och forskningsstiftelser med skoglig inriktning. Finansieringen är begränsad och varierar stort över åren för varje enskilt trädslag. Samma gäller för resistensförädlingen av ask och alm, med skillnaden att Sveaskog bidragit under senare år med en miljon kronor per år för det arbetet.

4.2.2 Aktörer och samverkan i förädlingen

Skogforsk ansvarar för den operativa skogsträdsförädlingen. Man förser skogsbruket med frö och plantmaterial, ger råd om skogsodlingsmaterial, utvecklar metoder för att behandla och odla plantor och bedriver forskning om nya och förbättrade sätt att anlägga ny skog. En fröservice arbetar med analyser, rådgivning och metodutveckling för att behandla frö.

När skogsbolag eller skogsägarföreningar har behov av att bygga upp nya fröodlingar kontaktar man Skogforsk. Tillsammans väljer man ut förädlade kloner som bäst överensstämmer med aktörernas önskemål om de framtida trädens egenskaper. Skogforsk förökar utvalda individer genom ympning som levereras för plantering i de nya fröodlingarna som skogsbolagen och skogsägarföreningarna ansvarar för.

Skogforsks styrelse beslutar om den strategiska inriktningen på forskning och övrig verksamhet. I styrelsen finns representanter från skogsindustrin, skogsägarna, Skogssällskapet, Formas, Jordägareförbundet och Skogforsks personal. Skogforsk har även två rådgiv-

ande grupper, för virkesförsörjning och för skogens produktion. De ger råd och stöd för planering av Skogforsks operativa verksamhet, initierar aktiviteter kring forskning, granskar och följer upp verksamheten och fungerar som ett forum för att förankra Skogforsks arbete i branschen. Båda grupperna representeras i första hand av skogsbruket.

Skogforsk samarbetar med flera aktörer i andra länder när det gäller förädlingen. Ett samarbete är med grannländerna, exempelvis Norge med forskningsinstitutet Nibio (Norwegian Institute of Bioeconomy Research) och Skogfröverket. Samarbetet med naturresursinstitutet Luke i Finland omfattar att testa skogsodlingsmaterial av gran och tall (samt sibirisk lärk med Luke) över nationsgränserna, utbyta genetiskt material och att arbeta för en gemensam plattform för val av plantmaterial som tar hänsyn till klimatanpassningar.

Ett annat samarbete avser Tree Breeding Australia. Skogforsk använder den databas för förädling med statistiska analysverktyg i applikationen Treeplan som Australien har utvecklat. Tillsammans driver man utvecklingen av nya verktyg för att effektivisera förädlingen av de stora trädslagen i skogsbruket. National Research Institute for Agriculture, Food and Environment, INRAE, i Frankrike är en annan partner. Här avser samarbetet forskning- och metodutveckling, främst kring klimatanpassning.

Nuvarande och planerad samverkan i resistensförädlingen av alm och ask beskrivs i avsnitten 5.2.3 respektive 6.2.2.

4.3 Resistensförädling är en omfattande verksamhet som kan ge goda resultat

I bland annat USA finns stor kunskap och erfarenhet av resistensprogram för olika värdräd och skadegörare på skogsträd. Syftet med dessa program har främst varit att främja virkesproduktion, restaurera ekosystem eller ta tillvara trädslagens kulturella eller estetiska värden. Stora delar av detta avsnitt är hämtat från en rapport från Skogsstyrelsen.⁹

⁹ Skogsstyrelsen. 2023 a.

4.3.1 Erfarenheter från resistensprogram i USA kan stödja svensk resistensförädling

I resistensprogrammen från Nordamerika screenades resistens mot skadeinsekter och patogener genom undersökningar i fält och fröplantager, eller genom att träden inokulerades med skadegöraren. Programmen bedrevs under ett antal decennier och omfattade bland annat följande trädslag och skadegörare:

- Västlig vittall *Pinus monticola* som är känslig för White Pine Blister Rust (*Cronartium ribicola* J.C. Fish. Rabenh).
- Flera arter av alm *Ulmus* som liksom i Europa och övriga utbredningsområden dödats av almsjukan orsakad av svamparna *Ophiostoma ulmi* och *O. novo-ulmi*.
- Sitkagran *Picea sitchensis* som är känslig för skadegöraren *Pissodes strobi* (White pine weevil).
- Amerikansk kastanj *Castanea dentata* som är akut hotad av den invasiva svampen *Cryphonectria parasitica* från Asien.

Enligt amerikanska erfarenheter är resistensprogram inte en fullständig garanti för att nå framgång, men är resurserna tillräckliga och programmen välplanerade bidrar de generellt till att mildra effekterna av växtskadegörare. Utifrån sina erfarenheter har forskare och förädlare tagit fram en övergripande vägledning kring att utveckla och långsiktigt driva ett resistensprogram (nedan).¹⁰ Vägledningen omfattar sex steg som beskriver ett antal viktiga aspekter, utvärderar alternativ och identifierar överväganden och risker.

För att utveckla den svenska resistensförädlingen av alm och ask är möjligen inte alla aspekter av vägledningen relevanta. Dock visar vägledningen på komplexiteten i ett resistensprogram och de förutsättningar man behöver. Det är tydligt att även tålamod och uthållighet är viktiga resurser för att utveckla träd som har en bra resistens mot en viss skadegörare. Vägledningens sex steg är:

1. Beskriva ”systemet” för värdrädet och skadegöraren och syftet med ett resistensprogram.
2. Undersöka resistensen i naturliga populationer.

¹⁰ Woodcock et al. 2018.

3. Välja strategi för att utveckla resistent träd.
4. Föröka resistent material för odling.
5. Använda det resistent materialet.
6. Följa upp odlingen av resistent träd.

Steg 1: Beskriva ”systemet” för värdträdet och skadegöraren och syftet med ett resistensprogram.

Beskriva skadeinsekten eller patogenen: Här försöker man i möjligaste mån beskriva skadegörarens spridningshastighet, virulens och geografiska utbredningsområde. Det påverkar exempelvis behovet (omfattningen) av resistent material och förutsättningarna för att kunna utveckla ett resistensprogram. Man behöver även beakta skadegörarens kapacitet att kringgå eller bryta trädens resistens.

Definiera mål och begränsningar med resistensprogrammet: Detta påverkar valet av metoder för att identifiera, utveckla och använda resistent träd. Även vilket stadium och svårighetsgrad av skadegörarens utbrott, samt vilka resurser som finns tillgängliga påverkar vilken metod man väljer för resistensprogrammet. De beslut man tar kring när, var och varför resistent material är tänkt att användas och vilka resurser som finns tillgängliga behöver ske i samverkan med berörda aktörer.

Överväga andra, kompletterande strategier för att mildra effekterna av skadegöraren: Resistensprogrammets lämplighet varierar och bör vara ett komplement till andra strategier för att minska effekterna av en viss skadegörare. Mest effektiva är resistensprogram som kompletteras med insatser för att mildra effekten av skadegöraren, exempelvis att kontrollera skadegöraren och hantera skadade träd. En alternativ och möjligen billigare och snabbare strategi än resistensprogram är att använda andra trädslag, vilket samtidigt kan främja skogens resiliens mot framtida hot och gynna den biologiska mångfalden. Ytterligare en strategi som oftast är mest effektiv i ett tidigt stadium av utbrottet, är att försöka begränsa utbrottets spridning genom att röja och ibland destruera drabbade träd. Denna strategi kan vara svår om skadegöraren har flera värdarter.

Steg 2: Undersöka resistensen i naturliga populationer

Undersöka frekvens, grad, ärftlighet och hållbarhet av resistens i naturliga populationer, eller inom förädlingsmaterialet om ett sådant finns: Detta är centrala faktorer i ett resistensprogram. Det är viktigt att känna till avvägningar mellan resistens och andra egenskaper som är viktiga för trädens anpassning som tillväxt och mottaglighet för abiotiska eller andra biotiska hot.

Undersöka skadedrabbade populationer: Genom att söka efter friska träd i skadedrabbade områden kan man identifiera individer som troligen är resistenta och robusta mot lokala påfrestningar i miljön. Hur effektiv undersökningen är beror bland annat på trädets genetiska variation i det undersökta området samt hur väl den representerar populationen i stort. Fältundersökningar för att hitta resistenta träd är generellt sett mest tillförlitliga där mottagliga träd uppvisar tydliga skador.

Använda försöksplanteringar: Syftet är att söka efter resistens och/eller att validera att träd är resistenta. Man kan fastställa resistens genom att plantera försöksmaterial i områden med högt tryck av skadegöraren och mäta resistensen över tid. Det är en fördel med spårbarhet mellan resistenta träd i försöksplanteringen och föräldraträden. Variation i tidpunkten för ett angrepp och dess svårighetsgrad kan försvåra fältförsök för att testa resistens. Därför används ibland en mer aktiv screening, exempelvis genom att inokulera trädet med patogenen.

Utföra genetisk screening: Att screena med molekylära markörer som är associerade med resistens blir allt viktigare för att hitta och validera resistenta träd. Screeningen testas bäst i kombination med mer konventionella metoder som att identifiera potentiellt resistenta individer i försöksplanteringar eller genom att validera fältundersökningar. Genetisk testning med markörer kan endast utföras om man först har stora mängder fenotypisk information kombinerat med genetisk information att identifiera och validera markörer/modeller från.

Undersöka resistensen hos närbesläktade arter: Närbesläktade trädslag kan variera stort i hur mottagliga de är för en specifik skadegörare. Genom att i försöksplanteringar undersöka trädslag inom samma släkte som den sjukdomsdrabbade arten kan man få en ökad kunskap exempelvis om mekanismerna för resistensen. Det kan indikera hur genomförbart ett resistensprogram är och hur möjlig-

heten ser ut att ta fram hybrider mellan den skadedrabbade arten och närbesläktade arter.

Beakta resistensens ärftlighet: Den observerbara (fenotypiska) resistensen beror av genetiska faktorer och miljöeffekter. I vilken utsträckning fenotypisk resistens är ärftlig är avgörande för att ett resistensprogram ska gå att genomföra och vara framgångsrikt. Likaså innebär samspelet mellan trädens genotyp och miljön att trädets näringsmässiga status eller torkstress i hög grad kan påverka uttrycket av en resistent fenotyp, även om resistensen har hög ärftlighet (heritabilitet). Provenienser som visar tydlig resistens mot en skadegörare på en plats kan vara mer mottagliga om de i stället planteras i området där miljön är mer stressande för träden.

Steg 3: Välja strategi för att utveckla resistent träd

Hur effektiva och genomförbara olika alternativ är för att utveckla resistent träd beror på den information man samlat in i steg 1 och 2. Vid val av strategi bör man särskilt beakta exempelvis genomförbarheten utifrån begränsningar i tid och ekonomi, skadegörarens spridningshastighet och virulens, frekvens och typ av resistens hos det drabbade trädslaget och närbesläktade arter samt vilken acceptans det finns för att plantera resistent träd. Nedan framgår olika alternativ för att utveckla resistent träd.

Förlita sig på naturliga processer och skötsel av naturliga populationer: Naturliga processer sker snabbast när träd har en hög dödlighet, selektionstrycket är högt och populationen har en hög anpassningsförmåga. Effektiviteten av det naturliga urvalet minskar om man avverkar resistent träd vid försök att begränsa utbrottet. Genom att skapa luckor för förnyring i skadedrabbade skogar kan det naturliga urvalet främjas. Strategin är ett viktigt alternativ för att mildra effekter på kort och medellång sikt av skadegörare med snabb och vidsträckt spridning och vid begränsade resurser.

Klassisk förädling för att selektera resistent individer: Strategin är lämplig när skadedrabbade trädslag visar en låg till måttlig frekvens av ärftlig resistens. Att utveckla resistent träd innebär ofta kompromisser mellan flera prioriteringar. Några exempel är att bibehålla resistens mot redan kända skadegörare, behålla trädens anpassningsförmåga och se till att resistent material planteras på rätt plats.

Genetiska markörer och genomisk selektion: Klassisk förädling använder allt oftare olika genomiska tekniker för att förstå den genetiska bakgrunden till resistens (avsnitt 5.2.4). Med Marker Assisted Selection (MAS) och genomisk selektion kan man prediktera unga plantors resistensnivåer. MAS kan effektivisera förädlingen men det är ofta ändå en utmaning att identifiera enskilda markörer som är stabilt associerade med resistens, särskilt om flera gener med små individuella effekter är inblandade. Vid genomisk selektion används tusentals genetiska markörer, vanligen Single Nucleotide Polymorphism (SNP) som är en punktmutation av ett enstaka baspar i DNA-sekvensen.

Steg 4: Föröka resistent material för odling

Förökning i fröplantager som har byggts upp av fröplantor från utvalda föräldrar: Träden i denna typ av plantager har initialt mer variation i resistens än föräldrarna på grund av rekombination mellan föräldrarnas genom, där mindre resistent individer sedan selektas bort. Ett starkt urval leder till mer resistent och genetiskt enhetliga avkommor. Det kan vara gynnsamt kommersiellt, men ökar samtidigt risken både för att skadegöraren utvecklas för att övervinna resistensen och att trädens anpassningsförmåga minskar i förhållande till andra hot.

Förökning i plantager som är uppbyggda av utvalda kloner: Denna typ av plantager innehåller individer av utvalda genotyper vilka är förökade genom vegetativa tekniker. Den genetiska variationen i klonplantagen beror bland annat på antalet kloner. Antalet kloner är en balans mellan att säkra en större vinst genom att endast använda de mest resistent klonerna och att behålla genetisk variation i andra egenskaper. Empirisk och teoretisk forskning har föreslagit att 20–50 kloner behövs för förädlingen i allmänhet, inte specifikt för resistens, för att uppfylla båda dessa mål. Hur väl förädlingen lyckas med vegetativt förökat material varierar både mellan och inom trädslag. Tekniker som somatisk embryogenes¹¹ kräver stora investeringar, vilket kan reducera dess användning i resistensprogram med begränsade resurser.

¹¹ Somatic embryogenesis innebär att man massproducerar embryon från vanliga frön. Embryovävnaden kan förökas i ett laboratorium och mogna till nya embryon. Dessa kan gro i ett lämpligt substrat och därefter odlas till plantor.

Steg 5: Använda det resistenta materialet

Naturliga processer och skötsel av naturliga populationer: Om resistensstrategin är avhängig av att det resistenta materialet sprids av sig själv krävs en god föryngring och tillräcklig förbindelse mellan populationer. Beroende på resistensens omfattning kan denna strategi vara tillräckligt effektiv och ske till en låg kostnad. Skadorna kan dock breda ut sig snabbare än nya resistenta träd hinner spridas och etableras, varför även en aktiv spridning av resistent material kan bli nödvändig.

Riktad eller mer godtycklig användning: Användningen av ett resistent odlingsmaterial kan riktas till vissa geografiska områden eller användare för att maximera fördelarna. Det kan även användas mer godtyckligt. Det senare kan vara lämpligt om odlingsmaterialet är förhållandevis billigt, utbudet är stort och om bakslag i odlingen har relativt begränsade konsekvenser för exempelvis virkesproduktion eller biologisk mångfald. Om materialet däremot är kostsamt, utbudet är begränsat, eller om eventuella bakslag får större negativa konsekvenser kan en mer målinriktad och planerad användning vara lämplig. Genom en riktad användning till lämpliga områden får man störst utdelning av materialet. Andra fördelar är att man kan undvika att plantera stora mängder genetiskt liknande material inom samma område, underlätta genflödet av resistenta träd och minska effekter av fragmentering av andra organismer.

Steg 6: Följa upp odlingen av resistenta träd

Det är viktigt att följa upp resistenta genotyper i skogsodlingen med avseende på exempelvis tillväxt, överlevnad och mortalitet. På så sätt kan man både mildra hot mot träden och förbättra resistensprogrammet. Information om skador och mortalitet hos individer av samma trädslag som inte är resistenta kan ge en slags standard för att utvärdera hur resistenta träd presterar. Informationen bör helst också omfatta vilket tryck som skadegöraren utövar på träden.

4.3.2 Resistensförädlingen i Sverige

Den genetiska komponenten i skogsskador är central. I sin enklaste form kan skador på skog i stort beskrivas så här: Trädens funktioner och egenskaper – till exempel fotosyntes, strukturella integritet eller att ta upp och transportera vatten och näringsämnen – påverkas av skador. Storleken och omfattningen av skadorna beror bland annat på trädens försvar. Försvaret i sin tur bygger bland annat på trädens anatomiska, morfologiska och fysiologiska egenskaper. Dessa styrs av genetiska och miljömässiga faktorer och deras samspel. Resistensförädlingen är ännu i sin linda och omfattar huvudsakligen rotröta och törskate (nedan), samt askskottsjukan (avsnitt 6.2).

Rotröta

För gran sker en viss resistensförädling mot svampen rotticka, *Heterobasidion* spp., som orsakar rotröta. Skogsbrukets årliga kostnader för denna skada uppgår till 700–800 miljoner kronor årligen. I Sverige finns *H. annosum* s.s., tidigare kallad P-typen, som angriper tall och andra trädslag, samt *H. parviporum*, tidigare S-typen, som främst angriper gran. *H. annosum* s.s. förekommer i södra Sverige upp till norrlandsgränsen, medan *H. parviporum* finns i hela landet. Rottickan sprider sina sporer vid temperaturer över noll grader. Sporeerna är luftburna och gror på färska ytor av ved som stubbar och skadade rötter. Svampens mycel växer ned i veden och kan sprida sig till närstående träd genom kontakter mellan rötterna. Angripna tallar får nedsatt tillväxt och högre mortalitet. Granar dör sällan, men rötan kan gå flera meter upp i stammen och mycket kraftigt reducera värdet på virket.

Granens försvarar sig mot rotticka genom att producera organiska föreningar som hämmar svampens tillväxt. Detta kemiska försvar innebär att vissa träd kan ha en viss genetisk resistens mot svampen. Det ger förutsättningar för att förädla gran med en ökad resistens mot rotticka. I dag sker genetisk forskning på både rottickan och värdrädet. Resultaten är tänkta att användas i förädlingsprogrammet för gran. Målet är att välja bort plantor som visar en låg resistens mot rotröta och framöver höja den genomsnittliga resistensen hos de förädlade granplantorna. Det finns även planer på att vegetativt föröka plantor från särskilt motståndskraftiga grankloner.

Genom molekylärbiologiska tekniker har man identifierat gener som styr resistensen mot rotröta. Generna används för att identifiera genotyper med en lägre eller högre grad av resistens. Hitintills har endast en begränsad del av kloner i fröplantager och förädlingsprogram testats för resistens, varför behovet av fortsatt systematisk testning är stort. Även metoder för att inokulera gran med rotticka har utvecklats för att man framöver ska kunna screena plantmaterial för förädling eller anläggning av nya fröplantager.

Törskatesvamp på tall

Törskate *Cronartium pini* är en rotsvamp som angriper flera arter av tall i olika åldrar. Den kan förekomma under hela omloppstiden i ett trädbestånd och finns i hela norra barrskogsbältet. Svampens sporer infekterar trädet genom klyvöppningar i barren eller direkt i barken. Därefter växer hyfer in i trädens ledningsvävnader och blockerar trädets transport av växtnäring och vatten. När infektionen vuxit från angreppstället in till stammen dör den delen av trädet som är ovanför grenen. Därefter dör vanligen hela trädet vilket kan ta decennier hos äldre träd. Ofta tar det några år att fastställa skadan från det att trädet har angripits.

Svampens orangea fruktkroppar framträder i juni och signalerar att trädet är angripet. Grenar kan också lysa av röda barr. Träden får avlånga sår på stammen som är fulla av kåda och angripna grenar blir förtjockade. Döda trädtoppar syns tydligt på äldre tallar, medan symptomen i tät ungskog och medelålders skog kan vara svåra att se.

Törskatesvampen förekommer i två varianter. Den asexuella (tidigare *Peridermium pini*) sprider sig mellan tallar. Den sexuella (tidigare *Cronartium flaccidum*) värdväxlar med olika kärlväxter, främst skogskovall och tulkört. Båda varianterna förekommer i hela landet och kan särskiljas med DNA-teknik. Man har inte funnit skillnader i virulens mellan varianterna, men enskilda populationer kan vara olika aggressiva.

Sedan 2006 har Skogforsk undersökt genetisk variation i tallens känslighet för törskate. Resultaten har använts för att kartlägga graden av resistens hos kloner i några fröplantager som producerar frö till geografiska områden som är drabbade av denna svamp. I ett par fröplantager har man tagit bort eller minskat antalet kloner som är

mest mottagliga för törskate, och i andra har graden av resistens mot törskate ingått som ett kriterium för att välja ut kloner till plantagen.

Man vet i dag att tallens resistens mot törskate är genetiskt be-
tingad, men inte om den styrs av några få eller av många gener

Möjliga skadegörare i resistensförädlingen

Även andra svampsjukdomar kan framöver orsaka ökade problem i skogsbruket. Ett exempel är *Snöskytte* som angriper föryngringar av tall i snörika områden i norra Sverige. Angreppet sker enbart på tallbarr som har varit täckta med snö. Svampens rottrådar (mycel) växer genom snön från planta till planta. Tallens skador beror av snötäckets tjocklek och hur länge snön har legat.

Gremmeniella, eller tallens knopp- och grentorka, kan döda unga skott och knoppar på tall, contortatall och gran, samt angripa äldre tallskog. Svampen gynnas av fuktiga förhållanden, låga vår- och sommartemperaturer och försvagade träd. Sjukdomen är alltid lågintensivt närvarande men kan blossa upp i enorma epidemier, och skadorna kan då leda till stora ekonomiska förluster.

Knäckesjuka är en rostsvamp som värdväxlar mellan tall och asp. Svampen påverkar tallens tillväxt. Små tallplantor kan dö av svampen, medan tallar över tre meter sällan blir angripna. Knäckesjuka kan vara en inkörsport för andra skadegörare, exempelvis diplodiasjukan på tall som är orsakad av *Diplodia sapinea*. Resistensförädling för knäckesjuka skulle kunna vara möjlig men är i dag svår att motivera eftersom det inte finns kvantitativa data på tallens minskade tillväxt.

Sjukdomar orsakade av *Gremmeniella*, knäckesjuka, snöskytte och törskate har inventerats efter utbrott i fältförsök och observationsförsök på tall i norra Sverige. Resultaten tyder på att graden av ärftlig resistens kan vara tillräckligt hög för att resistensförädla mot dessa sjukdomar. Urvalet av kloner till förädlingen baseras då både på klonernas generella anpassning till klimatet och på populationens variation i den naturlig resistensens.

Även om var och en av dessa sjukdomar inte alltid i sig orsakar stora förluster, är de delar av ett större problem kallat ”multiskadad skog”, i vilket även viltskador ingår. Det är ett samlingsnamn på skador på unga tallplantor, och eftersom så många skadegörare specia-

liserat sig just på sådana finns det goda ekonomiska skäl att förädla på multiresistenta tallplantor.

Utmaningar och åtgärdsbehov i resistensförädlingen

Det går inte att säkert prognosticera vilka skadegörare som kommer att orsaka stora skador på skog och skogsträd. Det gäller kanske främst mindre välkända men relativt spridda svampsjukdomar som diplodiasjukan och rödbandsjuka. Osäkerheten försvårar generellt möjligheten till en tillräcklig beredskap att hantera skadegöraren.

Det kan även vara svårt att använda data från fältförsök för vanliga svampsjukdomar för att tillräckligt väl kunna skatta trädens resistens. Ofta varierar sjukdomstrycket i försöken, eller så är angreppen för få. För att få data över resistens behöver träden visa tydliga angrepp av skada och i tillräckligt hög frekvens. Vissa skadegörare, som törskate, angriper inte alla trädförsök. Även sjukdomar som rotröta kan uppträda först efter att försöken är avslutade vilket innebär att de inte observeras när försöken inventeras. Eftersom Skogforsk i allmänhet bevarar fältförsöken som observationsförsök kan det vara möjligt att över tid gå tillbaka till försöken för att mäta eventuella angrepp i dessa äldre försök.

En annan utmaning är att det inte finns någon infrastruktur eller finansiering för att systematiskt testa skogsträdens resistens, oavsett om syftet är virkesproduktion eller bevarande. Detta avser således även trädarter som i dag har förädlingsprogram. Infrastruktur är en viktig faktor i flera amerikanska program för resistensförädling (avsnitt 5.2). Även i Europa finns liknande exempel på infrastruktur för att odla upp och testa almens resistens mot almsjukan.¹² Ett program för resistensförädling behöver pågå under lång tid, i kontrollerade förhållanden och ofta omfatta en storskalig testning av trädmateriäl. Testningen är beroende av stora mängder data från traditionella tester, men kan i viss utsträckning på sikt effektiviseras av genomiska analyser (avsnitt 5.2.4).

I dag baseras urvalet av förädlade träd på höjd, diameter, överlevnad/frysskada, sprötkvist och grenvinkel/grengrovlek. Utifrån dessa egenskaper beräknar man ett index. Men fler egenskaper går att lägga

¹² Institute of Plant Protection (IPP) i Italien och Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales (CNRGF) i Spanien.

till, och mot bakgrund av ökade risker för skogsskadegörare behöver skogsträdsförädlingen även börja ta hänsyn till trädens motståndskraft. Det kan ske på bekostnad av den potentiella genetiska vinsten i arealproduktion, förutsatt att träden inte drabbas av skada eller sjukdom. I tider av klimatförändringar ökar behovet av att värdera och göra avvägningar mellan att inkorporera nya egenskaper som är viktiga för trädens motståndskraft och den eventuella minskningen i arealproduktion som det kan innebära.

4.4 Förädling med hjälp av genetisk modifiering

4.4.1 Genetisk modifiering – ett svårfångat och föränderligt begrepp

Människan har odlat växter under tusentals år och påverkat deras utbredning och genetik. Man valde ut individer som passade ens syften och använde dem i generation efter generation. På så sätt anrikades vissa egenskaper och naturliga mutationer uppstod under tidens lopp. Våra odlade grödor ser följaktligen inte ut som sina vilda förfäder – vilket är en förutsättning för vår användning.¹³ Redan jägar-samlar-samhällen påverkade utbredningen av nötbärande träd i Amazonas.¹⁴ Människans förflyttningar av domesticerade och icke domesticerade växter till nya miljöer har påverkat deras genetik, genom lokal anpassning, mänskligt urval och genflöde.

Både i naturliga populationer och i odlade växtsorter finns gener som ger olika slags resistens, ensamma eller tillsammans med andra gener. Vid konventionell resistensförädling utnyttjar man vanligen resistensanlag som redan finns i naturliga eller odlade populationer (avsnitt 4.4.1) och som avslöjas genom att bäraren av anlagen utvecklar mindre sjukdomssymptom. I avancerad förädling kan identifieringen underlättas med hjälp av markörbaserad förädling och andra molekylärgenetiska metoder (avsnitt 5.2.4). Man kartlägger arvsmassan och möjliggör kort sagt selektion direkt på resistensanlagen, i stället för att endast studera sjukdomssymptom. Detta sparar mycket tid, inte minst avseende långsamtväxande organismer som träd. Konventionell förädling kan även omfatta tekniker där man använder strålning eller kemikalier för att inducera slumpvisa förändringar av arvs-

¹³ Von Bothmer et al. 2015.

¹⁴ Shepard & Ramirez. 2011.

massan. Det kan handla om såväl punktmutationer som större förändringar, där DNA-sekvenser klipps bort eller dupliceras. Befintliga resistensanlag kanske inte räcker för att bevara vissa trädarter som hotas av sjukdomar och skadegörare. Då kan nya resistensanlag behöva tillskapas med konventionella mutationsmetoder eller genetisk modifiering.¹⁵

Lagreglering av genetiskt modifierade växter

Enligt miljöbalkens förarbeten, proposition 1997/98:45, regleras genetiskt modifierade organismer eftersom tekniken kan tillföra nya egenskaper till organismerna, vilka normalt inte förekommer i naturen. Propositionen understryker att det kan leda till något principiellt nytt från evolutionär och ekologisk synpunkt. Därför finns ett tillståndsförfarande, där bland annat noggranna miljöriskbedömningar görs från fall till fall innan ärendena avgörs. Vad som är genetisk modifiering definieras och avgränsas av EU-direktiv 2001/18. Direktivets definition för en genetiskt modifierad organism är ”en organism, med undantag för människor, i vilken det genetiska materialet har ändrats på ett sådant sätt som inte sker naturligt genom parning och/eller naturlig rekombination.” Regelverket ger ett par möjligheter till undantag. Inducering av mutationer med hjälp av strålning och kemikalier definieras som genetisk modifiering men undantas reglering, eftersom dessa tekniker anses vara beprövade.

Samtidigt sker en ständig utveckling av molekylära och andra tekniker som kan förändra växters och andra organismers arvs massa. EU-domstolen prövade 2018 om en uppsättning av nya genomiska metoder för genetisk redigering (ändring av befintligt DNA), såsom gensaxen CRISPR-Cas9, skulle definieras som genetisk modifiering och omfattas av regelverket (fall C-528/16). Domstolens tolkning innebär att metoderna kom att omfattas av direktivets reglering, på samma sätt som annan genetisk modifiering, såsom överföring av gener mellan arter.

De nya genomiska metoderna kan inducera mindre mutationer av den befintliga arvs massan, riktade mot specifika platser på genomet utan att introducera främmande DNA. Dessa egenskaper minskar risker med och underlättar riskbedömningen av den modifierade

¹⁵ Jacobs et al. 2023.

organismen. På molekylär nivå är förändringarna ofta desamma som vid naturliga mutationer, samt som vid mutation med hjälp av strålning eller kemikalier. Därför finns en bred uppslutning i EU och Sverige kring behovet av att modernisera EU-direktiv (2001/18). Ett arbete pågår för närvarande för att förenkla regleringen av vissa nya genomiska metoder och liknande tekniker och göra regelverket mer proportionerligt i förhållande till riskerna med teknikerna.

Om nuvarande lagstiftning inte ändras försvårar det användningen av CRISPR-Cas9 och annan genredigering generellt. Det försvårar även användningen av genetisk modifiering i naturvårdssyfte, såsom att tillföra resistens till träddarter som hotas av sjukdomar och skadedörare. Lagstiftningen innehåller till exempel krav på märkning och spårbarhet som är mycket svåra att följa om man planterar ut resistent träd för att rädda en trädpopulation i naturen. För att kunna använda genetisk modifiering i naturvårdssyfte är det angeläget att vissa anpassningar görs av reglerna. Om lagstiftarna är medvetna om användningsområdet naturvård, kan de vid regelverkets utformande ta höjd för de särskilda förhållanden som kan råda vid sådan användning. Utredningen har därför gjort ett inspel vid EU-kommissionens remittering av förslag till modernisering av lagstiftningen och till regeringen inför förhandlingen av förslaget. Utredningen har pekat på att genetisk modifiering skulle kunna bidra till artbevarande och till den gröna given hållbarhetsmål på ett innovativt sätt. Vi har förordat att användningsområdet diskuteras och bland annat nämnt märkningskravet.

4.4.2 Resistensförädling är ett användningsområde

Genetisk modifiering kan öka den genetiska variationen som finns tillgänglig för förädlaren. Det kan därför bidra med nya källor för resistens och tolerans på flera sätt. Genetisk modifiering kan också kombineras med andra metoder och på så sätt ge fler möjligheter för förädlaren.

Genetiskt modifierade växter av flera arter odlas kommersiellt på stora arealer och i många länder i dag – år 2022 på 202 miljoner hektar i 27 länder.¹⁶ Genom utvecklingen av genredigering, inte minst med gensaxen CRISPR/Cas9, har det blivit enklare och mer accep-

¹⁶ Gentekniknämnden. 2023.

terat att utveckla genetiskt modifierade grödor. Det pågår exempelvis flera projekt i Afrika som kommer att gagna lantbruket där.¹⁷ Många sorter som odlas bär resistens mot svåra skadegörare eller sjukdomar. Genetiskt modifierade träd har tagits fram som är resistenta mot virus, svamp, insekter och bakterier.¹⁸ Tre trädarter hade godkänts för kommersiell användning i världen 2023, två av släktet *Populus* (asp) och en eukalyptus.

Genetisk modifiering för resistensförädling kan ske på olika sätt. En metod utgår ifrån att överföra resistensmekanismer mellan arter och populationer. Gener och andra sekvenser som man vet har givit en art resistens mot en viss sjukdom eller skadegörare kan flyttas till en annan art, som man vill göra resistent mot en liknande angripare. Ett välkänt exempel är att man har använt gener som kodar för toxinproteiner från en bakterie *Bacillus thuringiensis*, för att göra träd resistenta mot insektskadegörare.¹⁹ Generna producerar ett toxin som dödar insekter som äter av det. Man har även använt sig av resistens från andra arter för att få resistens mot sjukdomar orsakade av svamp och virus. Eftersom varje svamp-värd-interaktion är unik är det svårt att förutsäga resultatet av att flytta en resistensmekanism från en art till en annan.

Ett annat tillvägagångssätt utgår från noggranna studier av exempelvis sjukdomssvampen och infektionsprocessen, samt karaktärisering av värdväxtens genom och genomets variation inom arten. Det är liknande kartläggningar som kan underlätta konventionell förädling (avsnitt 5.2.4). Med denna information kan man förändra befintliga gener, till exempel med hjälp av genredigering.

Med kännedom om svampens infektionssätt kan man modifiera så kallade känslighetsgener. Dessa gener kodar för strukturer, näring eller kemiska signaler i växtcellerna som svampen använder för att känna igen, infektera, eller utnyttja värden. Om man förändrar dessa strukturer kan svampen få svårt att ta sig in i, utnyttja eller döda värden. Man kan också modifiera de resistensgener, R-gener, som finns i alla växter och som mobiliserar växtens eget aktiva försvar mot angriparen.

Med kunskap om andra arters eller populationers resistensgener och deras funktion kan man göra förutsägelser om vilka förändringar

¹⁷ Ledford. 2024.

¹⁸ ISAAA. *Pocket K No. 50: Biotech/GM Trees*, Biotech/GM Trees | ISAAA.org [hämtad 2024-04-22].

¹⁹ Klocko et al. 2013.

i DNA-sekvensen som skulle kunna ge värdarten resistens, antingen genom att modifiera känslighetsgener, eller genom att öka växtens aktiva resistens, till exempel genom att öka produktionen av försvars-substanser som hejdar infektionen. Det kan till exempel handla om att modifiera styrkan, timingen eller lokaliseringen av uttrycket (genaktiviteten) av befintliga resistensgener som påverkar svampen negativt, eller gener som skapar barriärer för svampens fortsatta infektion.

Man kan även lyfta in och kombinera gener som ger låg resistens från samma art, så att de nedärvs tillsammans och därmed ger en högre grad av resistens som dessutom är svårare att övervinna för svampen. När man använder gener från samma art eller arter som går att korsa kallas tekniken cis-genes, i motsats till transgenes, där man överför gener mellan arter som inte är korsningsbara. Ett ökat uttryck av befintliga resistensgener skulle också kunna minska risken för att skadegöraren kan bryta växtens resistens.

4.4.3 Framåtblick – den genetiska modifieringens roll

Många skadegörare kan potentiellt orsaka stor skada på skogsträd om de introduceras i Sverige. Det gäller samtliga trädarter. Det är viktigt att Sverige och EU har tillräcklig beredskap att hantera framtida hot mot skogsträden, deras livsmiljöer och följearter. Med tanke på att den globala handeln ständigt ökar spridningen av skadegörare, samt ett klimat i förändring, behövs olika åtgärder beroende på i vilket stadium skadegöraren befinner sig (avsnitt 5.4). Framför allt behöver lagstiftning, andra styrmedel och analyser förhindra nya skadegörares introduktion i EU eller Sverige. Om de introduceras behöver man bland annat genom styrmedel minska risken för att de sprids. Om detta inte lyckas och skadegöraren orsakar allvarliga skador på ekologiska, ekonomiska och sociala värden, behöver de hanteras med andra åtgärder, till exempel resistensförädling. Det finns anledning att öka beredskapen för dessa åtgärder även som en del av naturvärden. Många arter och hela livsmiljöer står på spel. Det är således god naturvård att se till att sjukdomar och skadegörare inte äventyrar våra skogsträd och deras följearter.

Genetisk modifiering kan spela en roll i det här sammanhanget. Diskussioner om nyttan med genetisk modifiering handlar oftast om egenskaper som är kopplade till odling. Men genetisk modifiering

kan också vara ett potentiellt kraftfullt verktyg inom naturvård. Man behöver givetvis bedöma och beakta de realistiska risker som kan finnas från fall-till-fall och hantera dem genom val av tillvägagångsätt och åtgärder. Enligt EU-kommissionens meddelande och Rådets resolution om användningen av försiktighetsprincipen måste man beakta både risker med åtgärden och risker med att inte vidta den²⁰. Om livsmiljöer och många arter hotas av en skadegörare, som i fallet med almsjukan, kan det väga upp en liten risk vid användningen av genetiskt modifierade växter.

Några tänkbara områden där genetisk modifiering kan användas i naturvårdssyfte är resistensförädling mot invasiva skadegörare, modifieringar som gör att en invasiv skadegörare inte hittar en växt samt växter och mikroorganismer som sanerar mark från föroreningar som inte kan tas om hand av naturliga processer. I en längre framtid kan man även tänka sig olika koncept för så kallade gendrivare som möjliggör modifiering av en invasiv art så att den blir mindre invasiv, eller som gör en art som hotas av en förorening mer robust mot den. Genom en fortsatt teknik- och metodutveckling kan det som verkar osannolikt i dag bli verkligt imorgon. Det kan komma att bli avgörande att använda alla verktyg i verktygslådan mot skadegörare, även genetisk modifiering, i naturvårdande och andra syften.

²⁰ Rådsresolution för CELEX 52000DC0001. Meddelande från kommissionen om försiktighetsprincipen. Bryssel den 2.2.2000. KOM (2000) 1 slutlig.

5 Almsjukan och dess hantering

5.1 Almsjukan – en ökad global värsting

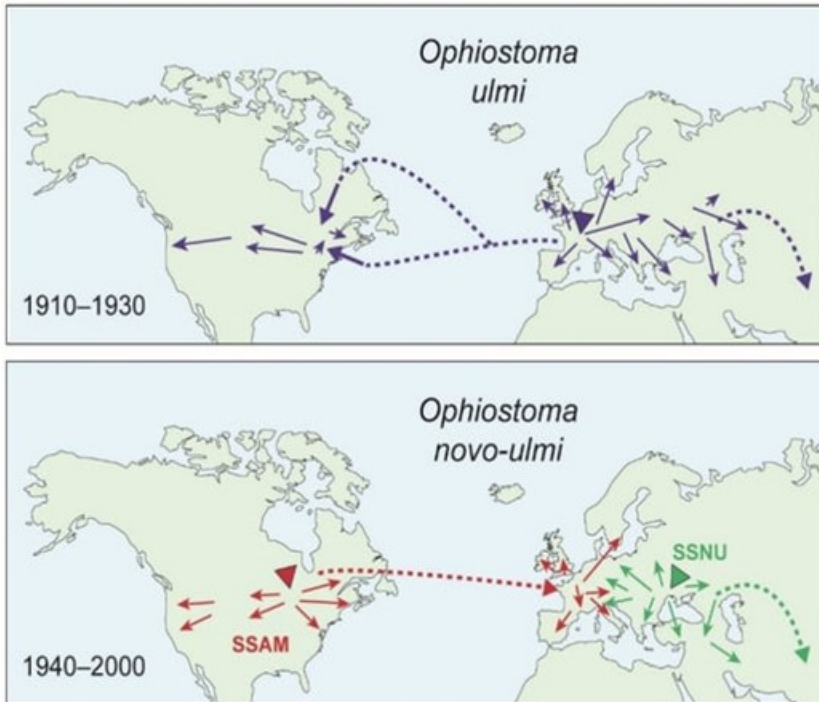
5.1.1 Almsjukan från Asien har orsakat två epidemier

Almsjuka är en dödlig svampsjukdom på alm som orsakas av sporsäcksvampen *Ophiostoma ulmi*. En betydligt mer aggressiv form av almsjuka orsakad av arten *O. novo-ulmi* är känd sedan 1970-talet. Denna form dominerar i dag och har ödelagt stora delar av Europas och Nordamerikas almbestånd. Enligt Global Invasive Species Database är almsjukan klassificerad som en av världens 100 mest invasiva arter.

Släktet alm, *Ulmus* består av ett fyrtiotal arter. Ett trettiotal arter finns i Asien, åtta i Nordamerika och tre i Europa. Almsjukan kommer ursprungligen från Asien och har därifrån spridits av människan genom den globala virkeshandeln. I svampens ursprungliga område finns arter av alm som i olika utsträckning är resistent mot almsjukan, till exempel turkestansk alm *U. pumila* och kinesisk alm *U. parvifolia*.

O. ulmi kom till Europa på 1910-talet (figur 5.1). Svampen härjade under ett par decennier och orsakade stora skador på alm i Europa. Flera länder införde förbud mot import av almvirke. I Sverige förbjöds handel med levande alm 1931. Almsjukan mattades av runt 1936, troligen till följd av att svampen angreps av ett virus. Tron på att sjukdomen därmed var besegrad sänkte uppmärksamheten och försenade kraftigt reaktionerna när den nya vågen av almsjuka kom, initialt orsakad av två separata introduktioner av *O. novo-ulmi* i slutet av 1940-talet.

Figur 5.1 Almsjukans introduktion och spridning i Europa och USA: svampen *Ophiostoma ulmi* under 1910–1930 (övre bild) och *O. novo-ulmi* under 1940–2000 (undre bild)



Anm.: Underarterna *O. novo-ulmi americana* (SSAM, röda pilar) och *O. novo-ulmi* (SSNU, gröna pilar). Stora pilspetsar visar var almsjukan främst introducerades, medan små pilspetsar visar sjukdomens fortsatta spridning. Streckade pilar anger sekundär import av almsjukan. *O. novo-ulmi* spred sig till områden som tidigare ockuperats av *O. ulmi*. Underarten SSAM spred sig från Nordamerika till Västeuropa under 1960-talet. Båda underarterna började överlappa varandra i västra Europa ungefär från 1970-talet.

Källa: Brasier et al. 2021.

Vid det laget hade många länder tagit bort sina importförbud, bland annat Sverige. År 1950 upptäckte man utbrott av almsjuka *O. ulmi* i Stockholm, Uppsala, Norrköping och Kalmar. Året därpå införde Sverige ett importförbud på obarkat almvirke. Det lyckades hålla almsjukan borta fram till 1978. Då slog svampen till med full kraft mot almarna i Skåne, med början i Örups almskog i Tomelilla. Där dog över 90 procent av almen inom loppet av fem år.

5.1.2 Almsjukan sprids för egen maskin och med människans hjälp

Almsjukan sprids på naturlig väg, via en insektsvektor och genom rotkontakt mellan smittade träd. Spridningen sker även genom handel, transport och hantering av smittade almar och almvirke. Sjukan sprids av olika arter av almsplintborrar, skalbaggar i släktet *Scotylus* (figur 5.2). De bär svampsporererna på sina kroppar. Under försommaren året efter att almsplintborren har lagt sina ägg i trädets bark har larverna utvecklats till puppor och sedan till fullbildade skalbaggar. De nykläckta borrarerna lämnar då sina yngelplatser och flyger upp i kronorna på friska almar. Där ”näringsgnager” de på unga almskott för att fylla på med energi inför att honorna ska lägga sina ägg.

Om almsplintborrarna kläcks i ett almsjukt träd fastnar almsjukesvampens sporer på deras kroppar när de gräver sig ut ur barken. Genom de sår som uppkommer av näringsgnaget förs sporererna in i almens ytliga kärlsystem. Så fort sporererna börjar gro sprids svampens hyfer via almens nybildade kärlsträngar, celler som kan vara flera meter långa. Almen aktiverar hastigt en försvarsmekanism för att förhindra att svampen sprids inne i trädet. Försvaret innebär att trädet överproducerar en slags celler, tyller, som växer ut och täpper igen ledningskärlen för vatten och näring. Detta försvar är dock kontra- produktivt, eftersom det leder till att trädet på kort tid vissnar, att en stor del av kronan dör och så småningom även stammen. Det lyckas dessutom inte hindra svampen nämnvärt.

Flera arter av almsplintborre är kända i Sverige, bland annat större almsplintborre *Scotylus triarmatus*, mindre almsplintborre *S. laevis*, tandad almsplintborre *S. multistriatus*, *S. rugulosus* och *S. pygmaeus*. På Gotland sprids almsjukan av tandad almsplintborre.¹ Ett steg i almsplintborrarnas livscykel är att de, främst under juni och juli månad, lägger ägg i döende eller nyligen döda almar (figur 5.2). På det viset gynnas skalbaggen av svampen lika mycket som svampen av skalbaggen. Dessa träd kallas ibland för ”boträd” eller ”yngelträd”. Äggen läggs även i obarkad almved som kan ha huggits upp och lagrats.

¹Olson et al. 2016.

Figur 5.2 Almsjukans spridning och almsplintborrarnas livscykel



Illustration: Gunilla Wärnström, paintBOXdesign.

Alla Sveriges arter av almsplintborre övervintrar som larver i sina ”puppkammare”. Stora arter har den i den tjocka barken på grova stamdelar, medan små arter har sin puppkammare i veden under tunn bark på kvistar och klenare stamdelar. Svampen kan också sprida sig av egen kraft, oberoende av almsplintborren. Det sker genom att svampens mycel hos angripna träd sprider sig ned i trädets rotsystem.

I nästa steg kan sjukdomen spridas via rotkontakter från det smittade trädet till närstående träd, och genom rotskott – särskilt hos lundalm – som bildar nya träd.

Även människan sprider almsjukan genom handeln med smittad almved. Spridningen sker globalt, regionalt och lokalt. Exempelvis tyder DNA-analyser på att smittad, obarkad almved förmodligen kom från fastlandet till Gotland vilket 2005 var startskottet för sjukdomens spridning på ön.

Almsjuka kan även spridas med de verktyg som man har använt för att exempelvis såga i ett almsjukt träd. Verktyg som har varit i kontakt med almved måste därför alltid desinficeras, till exempel genom att bränna av såg- och knivblad, med gasolbrännare eller T-sprit. Även verktyg som har använts i till synes friska almar behöver desinficeras för att minska smittspridningen. Man ska heller aldrig lagra obarkad almved som ved till spisen, stockar eller virkesvältor.

Smittade träd försvarar sig även genom att utsöndra toxiska ämnen. Dessa, i kombination med tyllbildningarnas karaktäristiska utseende kan visa att trädet är smittat. De ser ut som en mörk missfärgning, en ring eller prickar, i trädets yttersta årsring. Missfärgningen är synlig i snittet av en avsågad gren och som mörkare strimmor när man täljer av almens bark. Om man vill försöka rädda trädet från almsjukan, måste man såga av den insjuknade grenen så långt ner i den friska veden att man inte längre ser någon missfärgning. För att rädda trädet måste denna åtgärd ske snabbt efter att symtomen på almsjuka har visat sig.

5.1.3 Läget varierar för Sveriges almarter

Skogsalm – försvinner från fastlandet²

I dag är större delen av skogsalmen söder om Norrland drabbad av almsjuka. I Rödlista 2020 uppskattades att omkring hälften av träden hade dött på fastlandet med lokala variationer, till exempel är nästan all alm borta i Skåne. Almarna försvinner i snabb takt på fastlandet och Öland. Undantaget är främst små, isolerade förekomster av underarten bergalm (subsp. *montana*) i södra och mellersta Norrland. Efter-

² Texterna i avsnitten om skogsalm, lundalm och vresalm är delvis hämtade från SLU Art-databankens Artfakta för respektive trädart.

som almsjukan har fortsatt att sprida sig sedan Rödlista 2020 släpptes är läget på fastlandet i dag ännu mer bekymmersamt.

Almsplintborren angriper främst mer mogna almar, varför träden ofta hinner reproducera sig innan de blir angripna. Det innebär att unga skogsalmar kan finnas kvar i framtiden, i alla fall under en tid. Om äldre träd dör ut kan det dock leda till att unga träd drabbas i en större utsträckning av almsjukan, och under svåra almsjukeår angrips även de yngre träden.³

Lundalm – rik förekomst på Gotland

I Sverige förekommer lundalm på Öland och Gotland. I mitten av 1990-talet upptäckte man almsjukan i Mittlandsskogen på Öland. Smittan nådde södra Öland något decennium senare och 2019 var en majoritet av lundalmarna döda. På Öland finns ett minskande antal lundalmsbuskar, vilket delvis kan bero på att de är kloner av ett almsjukt träd som har förökats sig med rotskott. På Gotland finns fortfarande en rik förekomst av frisk lundalm på grund av kontinuerlig almsjukebekämpning (avsnitt 5.1.5).

Vresalm – dystert framtid på Öland

Vresalm förkommer naturligt enbart på Öland. Även då almsjuka konstaterades på lundalm och skogsalm under 1990-talet, noterades sjukdomen på vresalm först 2019. En anledning kan vara att almsplintborren lade sina ägg på vresalm när nästan all lundalm och skogsalm hade dött. Almsplintborrens lägre preferens för vresalm kan bero på ämnet alnulin i vresalmens bark som i viss mån avskräcker almsplintborrar från att gnaga gångar i trädet. Möjligen har det även en dämpande effekt på deras vilja att näringsgnaga på de unga skotten och föra över smittan till trädet.

Mittlandsskogen var tidigare Ölands ”hotspot” för Europas tre almarter. I dag är landskapsbilden med alm och ask förvandlad till skelettskogar. Under 1990-talet gjordes riktade inventeringar av vresalmen på Öland och förekomsterna är därför väl kända. På ön finns 222 kända florumskottlokaler för vresalm. Före almsjukan kom bestod många bestånd av upp till tio träd, i dag består flertalet av enstaka eller högst

³ CABI. 2019.

fem träd. Några större förekomster med 50–100 träd, finns bland annat i Torslunda och Högsrum socknar.

Enligt Ölands botaniska förening har i dag uppskattningsvis 10–25 procent av vresalmen överlevt. Vissa bestånd verkar ännu inte vara angripna av almsjukan. Föryngringen av vresalm är dålig och det finns inte så många unga bestånd eller träd. Många bestånd består av medelgrova till stora träd som nu är angripna av almsjukan.

Vresalmens framtid i Sverige ter sig ganska dystert. Försvinner den från Mittlandsskogen går den förlorad i Sverige. Det görs inga åtgärder för att bevara arten på Öland. Ett hopp kan vara om vissa träd är resistenta mot almsjukan. Det är möjligt, men resurskrävande att vaccinera ett urval av stora bestånd (avsnitt 5.2.6). Träden växer ofta oländigt och långt från allmän väg. Några relativt lättåtkomliga friska bestånd eller träd med god fröproduktion kan möjligen vaccineras. Enligt Ölands botaniska förening är en årlig uppföljning av trädens demografi, status och föryngring på vissa lokaler eller provtytor önskvärd.

5.1.4 Elm zig zag sawfly – en dörrknackare som hotar almen

Insekten *Aproceros leucopoda* är ytterligare ett potentiellt hot mot almen och dess följearter, särskilt i kombination med almsjukan. Denna stekel förekommer naturligt i tempererade delar av östra Asien. År 2003 fördes den in i Polen och Ungern och har successivt spridit sig vidare till bland annat Tyskland. I Centraleuropa har den lett till omfattande angrepp och avlövat träd eller hela bestånd.

Stekelns larver äter enbart almlöv och lämnar karakteristiska sick-sack-formade gångar efter sig i löven. Larverna verkar föredra löv från lundalm och skogsalm, men angriper även av vresalm och den förädlade hybriden ”Resista” som är resistent mot almsjukan. *A. leucopoda* föder två till fyra generationer steklar per år. Den vuxna larven spinner en kokong som fästs på ett löv, kvistar eller mark. Larven förpuppas och övervintrar i kokongen. Arten sprids sannolikt genom kokonger i jord, eller som larver på plantmaterial av exempelvis parkträd och bonsaier. Stekelns snabba spridning i Europa tyder på att den troligen kan sprida sig på egen hand.

A. leucopoda är inte en karantänskadegörare. Dels har den redan en vid utbredning i Europa, dels saknas effektiva åtgärder att kon-

trollera den. Sedan 2015 är den inte längre upptagen på växtskyddsorganisationen EPPO:s varningslista. *A. leucopoda* kan även etablera sig i Sverige där det finns alm. Förebyggande åtgärder för att förhindra dess introduktion handlar om att inte föra in alm från länder där *A. leucopoda* finns. Invintrade växter av alm utan löv har lägre sannolikhet att sprida insekten. *A. leucopoda* behöver bekämpas så fort den upptäcks för att förhindra att den etablerar sig i landet. Enligt erfarenheter från andra länder är information också viktigt för att öka allmänhetens medvetenhet om skadegöraren.

5.1.5 Kontinuerlig kontroll på Gotland

Tidiga insatser och EU-stöd

Hösten 2005 upptäcktes almsjukan i Vallstena socken på Gotland. Länsstyrelsen, SLU och Malmö stads gatukontor, med 20 års erfarenhet av almsjukebekämpning i Malmö, samordnade sig och skred snabbt till verket. Under vintern 2006 utförde Länsstyrelsen i Gotland en första, mindre inventering av sjuka träd vilka man avverkade och eldade upp. Insatserna fortsatte kontinuerligt i större skala. Syftet var att kontrollera almsjukans spridning och försöka rädda almens rika natur- och kulturvärden. Det faktum att Gotland är en ö minskar risken för nya introduktioner av almsjuka från omgivande länder. Parallellt med dessa bekämpningsinsatser följde man almsjukans utveckling på Öland där sjukdomen inte bekämpades. Detta gav en unik möjlighet att jämföra almsjukans spridning på en ö där den bekämpades (Gotland), med en ö där inga insatser gjordes (Öland).

Skillnaden i almarnas tillstånd i dag på Öland och Gotland är frapperande. Bekämpningen på Gotland har kraftigt bromsat in almsjukans spridning och omkring 90 procent av lundalm och skogsalm bedöms ha överlevt. På Öland däremot är lundalm, skogsalm och vresalm ytterst hårt drabbade av sjukdomen. I Mittlandskogen bedöms ungefär 95 procent av almarna vara döda.

Resurser krävdes, och kommer att fortsätta krävas, för att bekämpa almsjukan på Gotland. Under 2007–2012 var främst Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen finansärer. Även Länsstyrelsen Gotlands län, Svenska kyrkan och Gotland kommun bidrog med medel.

EU-kommissionen beviljade 2013 Skogsstyrelsens Life + Nature projekt LifeELMIAS, *Saving wooded Natura 2000 habitats from in-*

vasive alien fungi species on Gotland Island of Sweden". LifeELMIAS pågick under 2013–2018, men åtgärderna mot almsjukan avslutades våren 2017. Skogsstyrelsen på Gotland tillsammans med SLU, Länsstyrelsen, Region Gotland och Naturvårdsverket deltog i LifeELMIAS. EU-kommissionen finansierade 50 procent av åtgärderna och framför allt Naturvårdsverket medfinansierade den övriga delen. LifeELMIAS främsta aktivitet var att inventera och destruera almsjuka träd. Projektet bedrev även studier på bland annat almsplintborren och almsjukesvampen, man genomförde skötselåtgärder i Natura 2000-områden, vaccinerade friska almar, samlade in frön från friska askar, samt informerade om almsjukan och askskottsjukan.

Årshjul i ett adaptivt bekämpningsarbete⁴

Inventering av almsjuka träd

Ett tidigt steg i det gotländska bekämpningsarbetet är att identifiera almsjuka träd. Det sker lättast från slutet av juni till slutet av augusti när almbladen på infekterade grenar börjar gulna och almarna ”flaggar” (figur 5.3). Inventeringen pågår från början av juli till i mitten av september (figur 5.4). Då börjar almens förbereda sig för vintern och tecknen på almsjuka kan vara svåra att skilja från vanliga höstfärger. Under varma, torra somrar kan löven gulna tidigare hos stressade träd, vilket förkortar inventeringsperioden.

⁴ Uppgifter från Skogsstyrelsen, bland annat en rapport som kommer publiceras under 2024.

Figur 5.3 En alm med flaggande blad – ett tecken på smitta av almsjukan som slår hårt mot almen i Sverige och hela Europa. Infektionen sprider sig inne i trädet och stryper tillförseln av vatten och näring

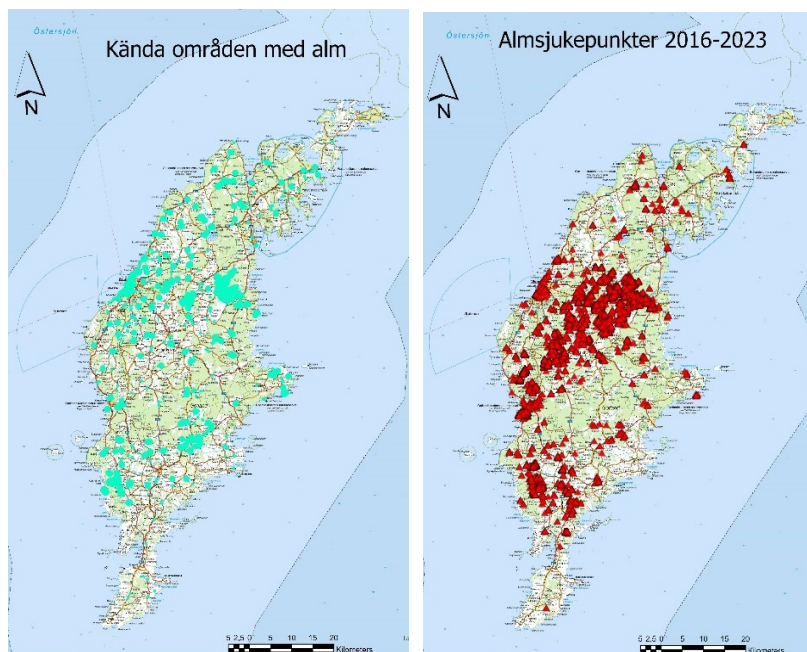


Foto: Gunnar Isacson, Skogsstyrelsen.

Avverkning av almsjuka träd och riskträd

Almsjuka träd börjar avverkas och destrueras under augusti eller september månad (figur 5.5). Även friska träd som kan bli smittade genom rotkontakt med närstående sjuka almar (riskträd) avverkas. Eftersom sjuk avverkad lundalm kan skjuta rotskott från stubben, slår man i ”Ecoplug” i stubben innanför barken för att döda rötterna. Om omgivande träd med rotkontakt med det nertagna trädet under nästföljande års inventering visar sig ha en underutvecklad grönkrona med missformade blad destrueras de under kommande destruerings-säsong. Ecoplug innehåller herbiciden glyfosat som aktiv substans. Den sprids via rotkontakter till omgivande träd, varför även dessa tas ner.

Figur 5.4 Kända områden med alm på Gotland (vänster) och platser med almsjuka träd under 2016–2023 (höger)



Källa: Skogsstyrelsen.

Skogsstyrelsen använder dock inte glyfosat i vattenskyddsområden, in- till vattendrag eller om markägaren inte önskar det. Vidare krävs dispens för behandling med glyfosat i bland annat städer och naturreservat. Enligt ett beslut från EU-kommissionen kommer glyfosat vara godkänt i växtskyddsmedel inom EU till och med december 2033.

Almsjuka träd fälls med motorsåg och trädens stamved, grenar och toppar transporteras med en skogstraktor med vagn (skotare) till en närbelägen upplagsplats nära väg. Alternativt kan resterna från fällda almar eldas upp där de fälldes. Sågar och andra redskap desinficeras därefter för att förhindra smittspridning. Man använder olika motorsågar för almsjuka träd och riskträd för att undvika smittspridning. Av samma skäl desinficeras alltid verktyg innan provtagning för almsjukekontroll. Almsjuka träd måste avverkas och transporteras i väg innan temperaturen når 16 grader. Då flyger en ny generation almsplintborrar ut ur veden på jakt efter friska almar.

Figur 5.5 Skelett av döda almar som ska avverkas på Gotland. Om bekämpningen av almsjuka upphör, möter majoriteten av Gotlands almar inom femton år samma öde



Foto: Sanna Black-Samuelsson.

Destruktion av almved

Vid avlägget destrueras almens ved, toppar och grenar genom flisning. Även den måste avslutas innan nya almsplintborrar flyger ut. Flisningen förhindrar att veden blir liggande som yngelmaterial för en ny generation borrar, när de börjar lägga sina ägg i juni. Grövre virke från ett almsjukt träd sprider inte sjukdomen om all bark från stockarna avbarkas ända in till splintveden och eldas upp. Då dödas alla almsplintborrar eller larver som kan finnas i barken. Om virket hanteras korrekt kan det användas till exempelvis till ved, i möbeltillverkning, eller lämnas kvar i naturen för de organismer som behöver död almved.

För att förhindra spridning av almsjuka rekommenderar Skogsstyrelsen att markägarna inte själva sågar i friska eller sjuka almar eftersom det kan leda till att svampen sprids vidare med smittade verktyg. Markägare transporterar heller inte ved, virke eller flis av alm. Genom att inte lagra almved, även frisk sådan, som inte är barkad förhindrar man att almsplintborren använder veden som yngelplats. Efter att barken tagits bort måste den omedelbart brännas. Alla verktyg som har använts i saneringen behöver desinficeras och brännas av. Det operativa bekämpningsarbetet har sedan 2017 utförts av entreprenörer. Skogsstyrelsen lyfter vikten av erfarenhet och kontinuitet i det fortsatta operativa arbetet.

Pågående utvecklingsarbete

Enligt Skogsstyrelsen och länsstyrelsen på Gotland fungerar bekämpningen i många avseenden väl. Årshjulet, det adaptiva arbets sättet, den generellt goda kommunikationen med markägare, samt inventerarnas och entreprenörernas gemensamma applikation är några exempel. Samtidigt fortsätter arbetet att utvecklas. Ett exempel är att systematisera rapporteringen av potentiellt resistenta träd till Skogsforsks och SLU:s initiativ ”Almuppropet” (avsnitt 5.2.3). Ett annat exempel rör saneringen av almsjuka träd i alléer. Det handlar om att utveckla ett system för att inte behöva ta enskilda beslut för varje allé, utan kunna ge en generell dispens för flera områden samtidigt (figur 5.6). Vem som är skyldig att bekosta ersättningsträd i alléerna behöver också förtydligas. I dag står Skogsstyrelsen för den kostnaden.

Figur 5.6 Almar i allé förekommer fortfarande på Gotland tack vare den kontinuerliga bekämpningen av almsjuka



Foto: Sanna Black-Samuelsson.

Information och kommunikation om almsjukan är viktigt och behöver öka, bland annat då fler fastlänningar äger mark på Gotland än tidigare. Några av Skogsstyrelsens förslag är att involvera allmänheten i att rapportera almsjuka exempelvis med en applikation, samt att Skogsstyrelsen ger fler kurser i att identifiera almsjuka.

Ersättning till markägare för att man avverkar och transporterar bort deras almsjuka träd och riskträd har diskuterats. Brännvärdet av almvirket är lågt. Om barken från almsjuka träd tas bort och bränns upp kan virket förädlas. Att hitta ett ändamålsenligt ersättningssystem är dock komplicerat och Skogsstyrelsen bedömer att staten inte behöver ersätta markägarna för nertagna träd. Ett system för att följa upp markägare som vill barka och behålla virket kan däremot vara lämpligt för att säkra att åtgärderna har utförts.

Under 2022 och 2023 ökade antalet identifierade sjuka träd, medan antalet riskträd var relativt stabilt. Om ökningen beror på att fler träd faktiskt är sjuka, är det en oroande utveckling, men den kan också bero på andra faktorer.⁵ Skogsstyrelsen har förfinat sitt digitala fältstöd, vilket de anser har underlättat identifieringen. Fler inventerare, även personer utan tidigare erfarenhet, kan också förklara ökningen. Antalet skadade träd kan därför vara överskattat. Fortsatt kalibrering och utveckling av inventeringen är nödvändig. Ett gynnsamt väder kan ha inneburit att almsplintborren har flugit mer och därmed ökat smittspridningen. För att stagnera eller minska smittspridningen på Gotland är det viktigt att identifiera, avverka och transportera i väg flertalet infekterade träd. Sker dessa insatser effektivt minskar troligen antalet almsjuka träd.

Artificiell intelligens kan effektivisera inventeringen av sjuka träd

Inventeringen av almsjuka träd är centralt i bekämpningsarbetet. Skogsstyrelsen arbetar med att effektivisera arbetet med hjälp av artificiell intelligens, AI. Man försöker identifiera almar i flygfoton och satellitbilder med hjälp av maskininlärning⁶ som ett komplement till inventeringar i fält.

För att förbättra bildernas upplösning har man testat drönarbilder med en RGB-kamera (RGB står för grundfärgerna rött, grönt och blått). En instruktion för annotering⁷ av almar i drönarbilder har tagits fram och man har tränat en AI-modell i att detektera almar i bilderna. Modellens detektioner visade sig dock i fältkontroller inte stämma tillräckligt väl gentemot behoven.

Kommande AI-utveckling avser att förbättra annoteringsdata till modellen för att kunna skilja alm från andra trädslag i högupplösta drönarbilder. Mer avancerade kameror med hyperspektrala och multispektrala sensorer kan behövas för att urskilja almar om annoteringen av almar i drönarbilder inte går att förbättra.

⁵ Skogsstyrelsen. 2023 b.

⁶ Maskininlärning är ett område inom artificiell intelligens. Det handlar om metoder för att med data ”träna” datorer att upptäcka och ”lära” sig regler för att lösa en uppgift, utan att datorerna har programmerats med regler för just den uppgiften.

⁷ Annotering är processen där etiketter (de rätta svaren) sätts på träningsdata (exempelvis markering av olika trädslag i drönarbilder). Det är ett tidskrävande steg i utvecklingen och ett noggrant och konsekvent arbete är en förutsättning för tillförlitliga modeller.

Skogsstyrelsen arbete har inneburit stora utvecklingsinsatser och en intern kompetenshöjning, bland annat kring att skapa miljöer för att träna AI-modeller. Skogsstyrelsen anser att en AI-utveckling för lövträd är mer komplicerad än för barrträd. Den förväntas samtidigt vara värdefull även för andra skadegörare på lövträd, som smaragdpraktbaggen. Vidare kan AI-modeller utvecklas, till exempel för att detektera törskateangrepp på tallar i drönarbilder, eller döda granar i ortofoto och satellitbilder.

5.1.6 Bekämpa eller inte bekämpa? Handlingsalternativ för almsjukan på Gotland

Finansieringen av almsjukebekämpningen har sedan avslutet av EU-kommissionens LifeELMIAS projekt 2017 varit en återkommande fråga, främst för Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen. För att göra ett långsiktigt vägval i frågan lät myndigheterna, samt Länsstyrelsen Gotlands län och SLU, ta fram fyra kunskapsunderlag (2019–2020):

1. scenarier för almpopulationens framtid på Gotland⁸,
2. beräkning av almpopulationens storlek⁹,
3. kunskapssammanställning om almens betydelse för andra arter¹⁰ (avsnitt 2.4.4), och
4. analys av åldersstruktur hos almsjuka träd¹¹.

Framtidsscenarierna för alm (punkt 1) belyste hur populationen utvecklas vid olika bekämpningsinsatser fram till 2100. Man utgick från Riksskogstaxeringens data (punkt 2) med 232 400 träd i klassen 10–30 centimeter, 54 400 i klassen 30–50 centimeter och 11 200 träd i klassen >50 centimeter, i kombination med två nivåer av inväxning av alm och tre nivåer av antal avverkade almar.

Man beräknade även ett spridningstal, "r" för att beskriva almsjukans dynamik. Spridningstalet beskriver en exponentiell tillväxt, där basen är antalet träd i ursprungspopulationen och antalet träd som fortfarande lever vid olika tidpunkter:

⁸ Stenlid. 2020.

⁹ Wulff & Roberge. 2020.

¹⁰ Sundberg et al. 2020.

¹¹ Länsstyrelsen Gotlands län, Linköpingsuniversitet. 2020.

$$r = \ln (\times 2 / (1 - \times 2)) - \ln (\times 1 / (1 - \times 1))^{12}$$

Spridningstalet för almsjukan på Gotland var initialt över 2, men sjönk sedan under 0,10 i takt med att bekämpningen gav effekt (Tabell 5.1). Detta värde är enligt forskare på SLU jämförbart med eller lägre än andra aktiva bekämpningsprogram har uppmätt.

Analyserna visade tydligt att den genomförda bekämpningen på Gotland kontrollerar almsjukan och håller dess spridningshastighet nere. Erfarenheter från Sverige och andra delar av världen visar att man utan bekämpningsåtgärder kan förvänta sig att förlora 90 procent av alla almar inom ett geografiskt område inom tio år. Enligt undersökningar från till exempel södra England, där aggressiva former av almsjuka förekommit sedan mitten av 1960-talet, har almbeståndet reducerats från cirka 23 miljoner almar till tre miljoner under perioden 1971–1986. Erfarenheter visar också att det är av största vikt att man inte avbryter bekämpningsinsatserna, utan fortsätter varje år.

Analysen visar att om man upphör med bekämpningen kommer almar med en diameter över tio centimeter att vara angripna och döda inom 15 år. Den inväxt av alm som sker blir snabbt också angripen. Det resulterar i en population med klana träd som inte fungerar som livsmiljö för många arter. Liknande blir resultatet om man tappar i effektivitet i bekämpningsarbetet. Då ökar spridningen av almsjuka, vilket innebär större kontrollåtgärder. Scenarierna visar också att om dubbelt så många träd avverkas som 2020, behålls inte en livskraftig population av alm som är grövre än tio centimeter till 2100. Om bekämpningen fortsätter på dagens nivå kan man 2100 ha en almpopulation med äldre och grövre träd.

¹² r är sjukdomsutvecklingstalet, $\ln (\times 2 / (1 - \times 2))$ är logittalet för sjukdomsfrekvensen vid tidpunkt 2 och $\ln (\times 1 / (1 - \times 1))$ är logittalet för tidpunkt 1. $\times / (1 - \times)$ är en faktor som tar hänsyn till att en del av populationen redan har dött och därför inte kan bli infekterad.

Tabell 5.1 Spridningstal för almsjukan på Gotland baserat på antalet almsjuka träd och riskträd som har sanerats från 2005 till 2023

Träden är grövre än tio centimeter diameter i brösthöjd.
Tabellen är kompletterad med data för 2021–2023

	Almsjuka träd	Riskträd	Spridningstal, r
2005	71	–	–
2006	64	–	0,64
2007	877	126	2,13
2008	3 266	6 957	2,33
2009	2 078	5 329	0,52
2010	2 635	2 875	0,27
2011	2 974	2 000	0,20
2012	3 788	1 467	0,18
2013	3 385	1 046	0,13
2014	3 206	404	0,10
2015	3 991	1 378	0,14
2016	3 048	936	0,09
2017	2 973	1 780	0,10
2018	2 282	940	0,07
2019	3 143	463	0,07
2020	2 656	1 041	0,07
2021	3 754	905	0,08
2022	5 460	896	0,11
2023	5 635	841	0,10

Källa: Uppgifter om antalet almsjuka träd och riskträd från Skogsstyrelsen.
Beräkningar av spridningstal av SLU.

Baserat på de fyra underlagen och myndigheternas diskussioner togs en promemoria fram 2020. Den skulle tjäna som ett beslutsstöd kring fortsatt almsjukebekämpning på Gotland. Promemorian beskriver följande tre handlingsalternativ, samt deras möjligheter och risker:

Alternativ 1, inriktningsbeslut om fortsatt långsiktig bekämpning

Bekämpningen sker med oförändrad ambitionsnivå genom att årligen inventera almsjuka träd och destruera dessa tillsammans med närstående riskträd. Den beräknade kostnaden om 5,2 miljoner kronor per år finansieras genom att Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen vardera bidrar med halva beloppet. Åtgärderna redovisas årligen

till myndigheterna och var femte år utvärderas arbetet och beslut tas om en eventuell justerad fortsatt inriktning.

Möjligheter:

- Almen kan långsiktigt finnas kvar på Gotland med ungefär halva den beståndsstorlek som fanns före almsjukans utbrott. Även äldre träd finns kvar på en nivå så att största delen av arter knutna till alm förmodas ha möjlighet att fortleva, det vill säga det finns en chans att bevara den biologiska mångfalden knuten till alm.
- Framtidsutsikterna blir bättre för bevarandestatusen för de naturhabitat där almen är ett viktigt träslag. Ett exempel är naturtypen löväng 6 530 som är en prioriterad naturtyp i Art- och habitatdirektivets bilaga 1.¹³
- Det finns tid att utveckla effektivare bekämpningsmetoder vilket både kan minska kostnader och öka almens överlevnad. Denna metodutveckling omfattas inte av uppskattade årliga kostnader.
- Bekämpningsarbetet kan planeras mer effektivt samtidigt som förutsättningarna förbättras att behålla och rekrytera erfaren personal.
- Naturvårdsverkets och Skogsstyrelsens investeringar för att bevara de mycket höga naturvärden som är knutna till förekomsterna av alm på Gotland har inte varit förgäves. Att fortsätta bekämpa almsjukan kan jämföras med arbetet med invasiva främmande arter. Ett exempel är pågående bekämpning av mårddhund i norra Sverige som runt 2020 hade en årlig kostnad på 13 miljoner kronor.

Risker:

- Fortsatt bekämpning är en förutsättning för att almbeståndet inte ska kollapsa. Bekämpningen kan bli sämre och leda till stora konsekvenser. Försämringar kan avse brist på finansiella medel eller organisatoriska tillkortakommanden. Nya skadegörare som kan vara en effekt av klimatförändringar kan försvåra almens framtid, liksom en ökad exploatering och ändrad markanvändning. Eftersom det inte är möjligt att säkra en stabil bekämpning över tid

¹³ Rådets direktiv 92/43/EEG av den 21 maj 1992 om bevarande av livsmiljöer samt vilda djur och växter.

finns en osäkerhet i möjligheten att bevara en livskraftig, framtida population av alm.

- Modellerna i kunskapsunderlaget är förenklade, men beskriver ändå troliga huvudsakliga scenarion. Data är inte helt robusta för att vidareutveckla med mer detaljerade scenarion. Värdefulla faktorer för en mer detaljerad analys kan avse takten i vilken yngre alm växer in i den ”äldre” och grövre gruppen av alm. Känsligheten i modellernas antaganden är inte analyserad, det vill säga hur liten variation i ingångsvärden som kan leda till misslyckanden.
- Osäkerheten både i att förutsäga framtida händelser och i kunskapsunderlagets modeller innebär att avsikten att bevara almen med dess associerade arter på Gotland kan misslyckas.

Alternativ 2, avsluta bekämpningen

Möjligheter:

- Medel kan sparas och användas för andra naturvårdsåtgärder. Om det inte går att fortsatt ha en tillräckligt effektiv almsjukebekämpning, kan det vara mer kostnadseffektivt att avsluta bekämpningen, snarare än att fortsätta finansiera åtgärder som har en osäker utgång.
- Lundalmen förväntas inte försvinna om man avslutar bekämpningen. Men eftersom den art av almsplintborre, *Scotylus multi-stratus*, som förekommer på Gotland även kan yngla i klen ved och grenar kommer troligen endast almsly att finnas kvar. Vissa av de specialiserade arter som är knutna till almens ved eller blad kan kanske ändå överleva. Det är främst lavar och mossor som är beroende av grova almar.

Risker:

- Den stora nackdelen är uppenbar: man kan förvänta sig att populationen av ”vuxna” almar på Gotland snabbt slås ut, troligen inom fem till 15 år, om man jämför med hur utvecklingen har sett ut på Öland. Tillsammans med almarna förlorar man också många arter ut som är bundna till alm, eller till alm och ask.

- Massdöd av alm innebär även en stor omvandling av landskapet på kort tid.
- Bevarandestatusen försämras för lövrika naturreservat och lövängar. Det sker även en förlust av almens ekosystemtjänster i bland annat odlingslandskapet, alléer och parker.
- Åtgärder för att aktivt ersätta förlusten av många lövträd skulle innebära höga samhällskostnader.
- Vägvalet är troligen oåterkalleligt. Bara ett års uppehåll av bekämpningsåtgärderna kan förväntas leda till att almsjukan börjar spridas snabbt. Att återta kontrollen skulle vara mycket svårt, kostsamt och ta lång tid.

Alternativ 3, avvakta beslut

Beslut om finansiering för ett år (2021), inför ett mer långsiktigt beslut. Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen bidrar vardera med halva kostnaden om cirka 5,2 miljoner kronor.

Möjligheter:

- Vid behov av mer tid för att bereda ett långsiktigt beslut och/eller ytterligare kunskapsunderlag kan ett årligt beslut om finansiering vara ett alternativ. Då kan bekämpningen fortsätta utan att man riskerar dess stabilitet.

Risker:

- Att årligen starta om bekämpningsarbetet är ineffektivt. Det kan leda till svårigheter att behålla personal och entreprenörer. Drivkraften att utveckla nya metoder för att bekämpa och följa upp arbetet med almsjukan stannar av. Det är svårt se behovet av ytterligare underlag, utöver ovan nämnda jämviktsanalys.

I december 2020 slöt Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket en muntlig överenskommelse att fortsätta att bekämpa almsjukan på Gotland. Myndigheterna ska dela på kostnaderna, men finansieringen behöver inte alltid vara jämnt fördelad.

5.1.7 Rekommendation för hantering av almsjuka träd på fastlandet

Detta avsnitt presenterar delar av de rekommendationer som Skogsstyrelsen avser att publicera under 2024. Almsjukans spridning är mycket svår att kontrollera på fastlandet eftersom almsplintborren flyger så långt. Det finns inga samordnade insatser, men i vissa situationer kan det finnas skäl att bekämpa sjukdomen. Det avser exempelvis almsjuka träd i anslutning till byggnader eller på tomt, i parker, grönområden, vid lekparkar eller andra platser där människor vistas, intill vägar, i andra områden där döda träd på sikt kan utgöra en säkerhetsrisk, i områden med höga naturvärden, eller i områden där almsjuka är mycket ovanlig eller helt nyligen har konstaterats. För att ta ner almsjuka träd i alléer ska man kontakta länsstyrelsen söka dispens från bestämmelsen om biotopskydd.

Av Skogsstyrelsens rapport kommer bland annat följande checklista för att undvika spridning av almsjuka framgå:

- Såga eller skär inte i almar om du inte måste.
- Lagra inte obarkad almved. Oavsett om almarna har haft almsjuka eller inte ska obarkad almved aldrig lagras i vedstackar, i vedboden, som helstammar i skog, på tomt eller annan plats.
- Transportera eller flytta inte obarkad almved från en plats till en annan om avsikten inte är för att destruera almveden. Det gäller både upphuggen spisved, helstammar av alm samt ris, toppar och grenar från alm.
- Desinficera alltid verktyg och sågar som använts i almved, även om du tror att almen varit frisk. Desinficering sker i första hand med hjälp av gasolbrännare eller dylikt på den skärande delen av verktyget. I andra hand kan T-sprit användas. Kedjor från motorsågar kan läggas i T-sprit några timmar.

5.2 Resistensförädling av alm

5.2.1 Internationella erfarenheter av resistenta almar

Den första resistensförädlingen mot almsjuka startade på 1930-talet i Nederländerna, som drabbades hårt av den första sjukdomsvågen. Dutch elm disease är för övrigt den engelska översättningen av alm-

sjuka. Även i Nordamerika, före detta Sovjetunionen och Italien startade tidigt förädlingsprogram. För att utveckla kloner med en ökad resistens använde man asiatiska almar, som turkestansk alm *Ulmus pumila* och kinesisk alm *U. parvifolia*, vars resistens skulle kunna bero på att almarterna under mycket lång tid har utvecklats tillsammans med svampen. Dessa resistenta kloner korsades med de mer mottagliga europeiska och nordamerikanska almarterna.¹⁴

Den andra almsjukepandemin ledde till resistensförädling i fler länder, som Frankrike och England. De egenskaper som förädlingen eftersträvar är en stabil och hållbar resistens, fysisk likhet med inhemsk alm, lämplighet för gatuplantering, tillväxttakt, samt tolerans mot översvämning och torka. I USA har korsningen mellan sibirisk alm och japansk alm gett flera resistenta kloner som nu odlas upp i Europa, där syftet främst är gatuplantering.

I Sverige odlar och saluför Björkhaga plantskola årligen omkring 200–300 varumärkesskyddade resistenta hybrider av fyra resistenta kloner. Två kloner är en korsning mellan *Ulmus japonica* och *U. pumila*. Övriga två kloner är en korsning mellan *U. pumila* och *U. minor*, samt mellan *U. parviflora* och *U. americana*. Hybriderna är således inte inhemsk alm. Enligt plantskolan används de resistenta hybriderna främst i städer, parker och alléer och förefaller hittills vara helt resistenta mot almsjuka, men de är också sterila. Plantskolan har träd som är 25 år gamla som inte har bildat några blommor eller har någon frösättning. Hybridernas växtsätt skiljer sig från de europeiska almarternas. De kan ha en funktion i städer, parker eller alléer, men är inte ett alternativ för svensk natur, eftersom de inte är fertila. Dessutom har de inte utvecklats tillsammans med de europeiska almarternas följarter, och kan förmodligen inte fungera som värd åt dem.

Almen har flera mekanismer för resistens

I andra delar av Europa har man noterat individer av europeisk alm som uppvisar färre eller inga sjukdomssymptom. Resistensen beror på olika mekanismer eftersom den gestaltar sig olika. Man har sett att individer med en tidig knoppsprickning uppvisar mindre symptom av almsjuka.¹⁵ Resultaten kan förklaras med almens vedegenskaper.

¹⁴ Burdekin & Rushforth. 1996.

¹⁵ Ghelardini. 2007.

När almsplintborrarna överför svampsporer till det nya trädet, sprids de i de närings- och vattentransporterande ledningsbanorna. Hos almen är detta alltid i den yttersta, mest nybildade årsringen. Almen är en så kallad bandporig art, där vårveden växer snabbt och där de stora och jämnt spridda kärnen bildar tydliga ringar, där vatten och näring effektivt transporteras i den yttersta årsringen. Strukturen innebär samtidigt att träden blir mer sårbara för almsjuka, i och med att svampens sporer lätt diffunderar in i trädet. Trädet försvarar sig genom att bilda en blockerande struktur, thyller, och utsöndrar även gelatinösa sockerföreningar för att skapa en barriär mot svampens fortsatta spridning. Det leder dessvärre till att ledningsbanorna blockeras helt när infektionen är överväldigande, vilket skadar trädet.

Den sena veden, sommarveden, karaktäriseras däremot av trånga och grupperade kärn, där svampens sporer har svårare att spridas i trädet. Thyllbildningen leder då inte till en lika chockartat omfattande blockering av ledningsbanorna. Om den sena veden bildas före perioden då almsplintborrarna som mest intensivt söker föda i träd-kronan, är det i sådan ved sporer kommer att spridas. Då minskar trädets mottaglighet för almsjukan. Forskare rekommenderar därför almgentotyper med tidig knoppsprickning till förädlingsprogram, förutsatt att urvalet inte sker på bekostnad av trädets tillväxt eller frostkänslighet. Genom kunskap om fenologi¹⁶ kan förädlare förhindra synkroniseringen mellan perioden då förekomsten av almsplintborrar är hög och perioden då spridningen av svampsporer sker mest effektivt i trädet.

Resistensprogrammet för alm i Spanien startade 1986. Dess främsta mål är att bevara almen och utveckla toleranta inhemska kloner. Efter 27 års arbete med resistenstester på tusentals kloner kunde man registrera sju kloner av tolerant lundalm med olika genetiska, morfologiska och fenologiska egenskaper.¹⁷ Ingen av dem är fullständigt resistent, men en eller två av dem uppvisar mer motståndskraft än de andra. Klonerna är registrerade för att användas som skogsodlingsmaterial. Genom nya urval och korsningar fortsätter man att utveckla toleranta inhemska kloner och får samtidigt en ökad kunskap om genetiken bakom almens resistens mot almsjuka. Pågående

¹⁶ Fenologi beskriver årligen återkommande företeelser i naturen, som trädets lövsprickning, blomning, fruktsättning, höstlövsfärg och lövfällning.

¹⁷ Martín et al. 2015.

arbete antas kunna ge ungefär 20 nya resistent kloner som är släkt med övriga sju.

I Spanien sker resistensförädlingen i första hand med lundalm och i begränsad utsträckning med vresalm. Skogsalmen är en liten art i Spanien som där inte är så drabbad av almsjukan eftersom träden ofta finns i isolerade förekomster. Resistensförädlingen sker i stora drag genom att man lokaliserar främst äldre alm som har överlevt almsjukan. Genom analyser identifierar man om almarna är potentiellt resistent mot almsjukan, vilka i så fall förökas och planteras ut i fältförsök. Trädens resistens utvärderas genom att de inokuleras med almsjukessvamp och sedan övervakas under kommande säsong. Almen behöver vara ungefär fyra år gammal för att man på ett tillförlitligt sätt ska kunna bedöma om den är resistent.¹⁸ Det innebär att man måste invänta resistenstester, vilket bromsar upp urvalet och förädlingen av resistent alm.

Flera internationella forskningsstudier har undersökt mekanismerna bakom almens resistens mot almsjuka i naturliga almpopulationer. Spanska och andra studier pekar på att olika aspekter av almens kemiska, fysiologiska och anatomiska egenskaper spelar in. Det inkluderar anatomiska karaktärer som storleken på almens xylemkärl, hastigheten och styrkan i resistensens responser (som inducerad oxidativ stress), samt tidpunkten för aktivering av tillväxt på våren, som nämndes ovan. Resistensen beror av både konstitutiva och inducerande försvarsmekanismer och kontrolleras av flera gener. Men karaktäriseringen av och kunskapen om mekanismerna bakom resistensen är fortfarande inte fullständig. Eftersom resistensen varierar såväl mellan olika arter av alm och mellan genotyper inom samma art är viktigt att lära sig mer om dessa mekanismer och deras samspel för att fullt ut förstå resistensens funktion. Även yttre faktorer påverkar trädens tolerans mot almsjuka. Exempelvis kan torka modifiera vedens struktur, vilket påverkar patogenens expansion i trädet.

Eftersom tillförlitliga test av lundalmens almsjukeresistens kan utföras först vid fyra eller fem års ålder görs även försök med andra tillvägagångssätt, där känsliga genotyper kan selekteras bort i ett tidigare skede. Man har även försök med att inokulera svampen i rot-systemet på småplantor och mäta deras oxidativa stress och tillväxt, samt utsöndrade fenoliska ämnen.

¹⁸ Solla et al. 2005.

Komplexa miljömässiga, biologiska och genetiska faktorer kan potentiellt leda till oförutsägbara konsekvenser av förädlingen. För att undvika detta och förbättra resistensens hållbarhet i relation till svampen och insektsvektorn rekommenderas följande åtgärder¹⁹:

- Genomföra resistenstester under flera år och vid olika klimat- och markförhållanden. På så sätt testas interaktioner mellan almen, patogenen och miljön. Testerna bör omfatta ett stort antal avkommor från samma klon, samt några kloner som är mer mottagliga mot almsjukan som fungerar som kontroller.
- Använda resistent kloner som är stabila över olika miljöer på platser där miljöförhållanden sannolikt kommer att skifta. En stabil fenotyp innebär att klonen svarar förhållandevis enhetligt på patogenen i olika miljöer.
- Använda isolat av patogenen som är insamlat från xylemet från lokala svårt sjuka träd för att inokulera almar och testa deras resistens. Man bör kontrollera isolat som är äldre än ett år för att säkra att svampkulturen inte har börjat att degenerera.
- Kombinera olika mekanismer för resistens för att förbättra resistensen på sikt.

5.2.2 Sverige behöver en egen resistensförädling av alm och ask

Flera länder har längre erfarenhet av att resistensförädla alm än Sverige. Trots det är det centralt att Sverige har en egen resistensförädling, både av alm och ask, av flera anledningar:

- *Biologiska faktorer.* Hittills finns inga erfarenheter av att korsa svenska kloner av skogsalm/lundalm med resistent lundalm från till exempel Spanien. Det är således oklart hur klonernas tillväxt och anpassning kommer att fungera i svenska förhållanden, och hur hållbar resistensens är över tid och i olika miljöer. Knoppsprickningen hos alm beror av en kombination av luftens temperatur och antalet ljustimmar per dag. Tidpunkten för almens knoppsprickning i relation till almsplintborrens mest intensiva kläckningstider, som verkar ha relevans i resistensförädlingen, skiljer sig mellan

¹⁹ Martín et al. 2023.

svenska och spanska populationer. Även om konventionell förädlingsteknik med korsningar fungerar, kan man behöva göra en eller flera återkorsningar för att få en stabil resistens. Detta skulle i så fall fördröja utplanteringen av resistenta kloner.

- *Växtskydd.* Det finns växtskyddsaspekter och risker med att föra in växtmaterial till Sverige från andra länder i EU (kapitel 3).
- *Juridiska faktorer.* Om lundalm/skogsalm korsas med främmande arter av alm, som manchurisk alm, leder det till en hybrid som i dag omfattas av regler för främmande trädslag. Generellt sett bör inhemska arter i möjligaste mån användas framför utländska.
- *Forskning.* Forskningen är avgörande för att öka Sveriges beredskap kring skadegörare, varför nationell kompetens och forskningsinfrastruktur behöver utvecklas. Ju större kunskap och erfarenhet som finns om ett odlingsmaterial, desto bättre blir beslutsunderlaget gällande för- och nackdelar med materialets användning och dess konsekvenser.
- *Resursfrågan.* Sverige som ett stort skogsland behöver ha en egen kapacitet att resistensförädla skogsträd, som alm och ask. Vi kan inte förvänta oss att andra länder, ofta med mindre resurser än Sverige, ska lösa problemet. Det visar också att Sverige försöker hitta lösningar på konsekvenserna av invasiva främmande arter på skogsträd och deras biologiska mångfald. Ett eget avancerat forskningsprogram stärker även den inhemska forskningens infrastruktur inför kommande behov, nästa gång ett av våra trädslag angrips av en invasiv skadegörare.
- *Sannolikheten att lyckas.* Resistensförädlingen syftar ytterst till att bevara almen och asken i Sverige. Genom egen resistensförädling och stödjande forskning ökar sannolikheten att lyckas förädla motståndskraftiga kloner. Detta är centralt med tanke på det akuta läget i synnerhet för alm.

Vi bedömer således att det finns fördelar med att bygga upp en förädlingsverksamhet i Sverige. Den internationella samverkan som är ändamålsenlig avser framför allt forskningsutbyte, och endast i begränsad utsträckning utbyte av genetiskt material.

5.2.3 En plan för resistensförädling av alm i Sverige

Skogforsk har gjort en övergripande plan för aktiviteter och kostnader för att resistensförädla alm under en period av tio år, givet extern finansiering. Sammanfattningsvis avser Skogforsk att:

- starta en långsiktig förädling av skogsalm och lundalm för resistens mot almsjuka,
- utveckla metoder för att testa resistens hos skogsalm och lundalm som är potentiellt resistent mot almsjukan, och
- undersöka om det finns en naturlig resistens bland almar i Sverige. Identifierar man almar med en ökad motståndskraft mot almsjukan finns ett basmaterial för fortsatt förädling.

I dag är det inte tillräckligt väl känt om det finns almar i Sverige som har en resistens mot almsjukan. Under 2023 gick därför Skogforsk och SLU ut med ett ”Almupprop” till allmänheten. Man efterfrågade tips om friska, större almar som står intill sjuka eller döda träd i områden där almsjukan har härjat. Ett hundratal personer hörde av sig och tipsen har följts upp på olika sätt. Skogforsk och SLU har under senare år även samarbetat i universitetets egna inventeringar av potentiellt resistent träd och det finns en gemensam databas över dessa ”kandidatträd”. Eftersom almsjukan fortsätter att spridas kan många kandidatträd hinna att insjukna under kommande år. Kandidatträden behöver testas systematiskt för att säkerställa att det är genetiska faktorer och inte miljön som är orsaken till att träden fortfarande är friska. För denna testning behöver man i) sätta upp metoder för att vegetativt föröka alm; ii) utföra resistenstester på ett kontrollerat sätt; och iii) fortsatt följa utvecklingen hos de potentiellt resistent almar.

Preliminära resultat visar att skogsalm kan förökas vegetativt med sticklingar, men att metoden behöver optimeras för att fungera på material från äldre träd. Ympning av skogsalm är ett alternativ som Skogforsk också kommer att arbeta med. Skogforsk planerar att i samarbete med den spanska forskargruppen (avsnitt 5.2.3) sätta upp resistenstest i Sverige och anpassa testmetoden till skogsalm. Testet går i stort ut på att odla plantor under fyra år, sedan inokulera dem med almsjukessvampen och mäta hur väl olika individer står emot svampens närvaro. Inokuleringen upprepas året därpå. Testerna om-

fattar ett relativt stort antal plantor som måste växa under flera år och kommer planteras i fältförsök nära Skogforsks forskningsstation. Frön från dessa kandidatträd kommer att samlas in och testas i avkommeförsök²⁰. Parallellt behöver man fortsätta med inventeringarna, dels för att hitta fler kandidatträd, dels för att följa utvecklingen hos de träd man tidigare identifierat efter allmänhetens tips och egna inventeringar.

Hittills utförda inventeringar har fokuserat på skogsalm, men planen är att även resistensförädla lundalm. Möjligheterna att hitta kandidatträd av lundalm på Öland bedöms vara goda, eftersom almsjukan där har fått härja fritt och de överlevande almarna kan således vara motståndskraftiga mot sjukdomen. Däremot kan det på Gotland vara svårare att urskilja potentiellt resistenta träd från träd som till följd av bekämpningsarbetet inte har smittats av almsjukan.

Beträffande den hårt drabbade vresalmen på Öland är det tveksamt om det går att hitta tillräcklig genetisk variation för resistens mot almsjuka för att kunna starta resistensförädling. Ett alternativ att noga överväga är att introducera potentiellt motståndskraftiga almar från Baltikum, där arten förekommer i större friska populationer.

Vid sidan av resistensförädlingens operativa delar finns behov av analyser, kommunikation och samverkan med forskningen. Gällande samverkan med Spanien bedömer den forskargrupp vid Universidad Politécnica de Madrid som vi har varit i kontakt med, att Sverige bör kunna få tillträde till resistenta kloner om det är juridiskt möjligt. Ett samarbetsavtal mellan länderna kan bli aktuellt där bevarandesyftet framgår. Samtidigt är kommande resistensförädling av skogsalm i Sverige av intresse för Spanien som inte bedriver en sådan. Ett samarbete kan även bli aktuellt med Italien²¹ och Storbritannien²².

²⁰ I ett avkommeförsök testar man nedärvning och genetisk reglering av egenskaper. Försöken kan bestå av familjer med helsyskon eller halvsyskon. För helsyskonfamiljer känner man till vilket "faderträd" som har pollinerat "moderträdet". För halvsyskonfamiljer är endast moderträdet känt. Fäderna är olika eftersom pollen från okända fäder har pollinerat moderträden.

²¹ National Research Council of Italy, Institute for Sustainable Plant Protection.

²² Forest Research, Northern Research Station, Roslin. UK. Forest Research is the research agency of the Forestry Commission and Great Britain's principal organisation for forestry and tree-related research.

5.2.4 Mycket vunnet med molekylärgenetiska metoder i resistensförädlingen

Det finns flera tekniker för att analysera stora mängder data för biologiska molekyler och deras variation, så kallade omiker. Dessa tekniker kan ge en större förståelse för hur en arts resistens mot en skadegörare fungerar, till exempel almens och askens resistens mot almsjuka respektive askskottsjuka. Genomik handlar om kartläggning av arvsmassan (genomen) och analys av genetisk variation i populationer, samt jämförelser med kända genom. På så sätt kan man få information om gener, deras placering, den genetiska strukturen och variationen, samt genernas funktioner hos de arter man studerar. Transkriptomik är ett verktyg för att förstå hur generna fungerar och samspelar. Man gör systematiska studier av stora mängder data av genernas uttryck för att få information om vilka gener som uttrycks i olika situationer, när de uttrycks och var någonstans i vävnaderna som de uttrycks, samt var dessa gener finns i arvsmassan.

Att använda genomik på alm skulle initialt kräva en stor insats. Almens hela arvs massa måste sekvenseras²³ noggrant för att man ska kunna ta fram ett så kallat referensgenom. Därefter behöver man sekvensera ett stort antal andra genom av alm från en eller flera populationer, så kallad resekvensering, för att kunna jämföra dessa DNA-sekvenser med varandra och mot referensgenome. Dessa analyser kan direkt ge värdefull information om vilka gener som finns hos almen och var på kromosomerna de är belägna.

Analyserna ger även information om genetiska skillnader mellan almar. Det handlar både om skillnader i enstaka baser och större skillnader mellan gensekvenser. Dessa olika skillnader kan användas som markörer, eller referenspunkter, i förhållande till egenskaper. Markörerna och kopplingen till egenskaper kan man sedan använda direkt i förädlingsarbetet, för urval, så kallad genomisk selektion.

Genomisk selektion effektiviserar avsevärt den konventionella resistensförädlingen. Genom att kartlägga almens arvs massa och jämföra den med kända arvs massor kan man förstå funktionen av de gener som man finner genom likheter (homologi) mellan dessa arvs massor. På så vis kan man koppla gener och genfunktioner till resistens som man identifierar i naturliga populationer. Det kan leda till att man

²³ Sekvenseringen innebär att man kartlägger ordningsföljden på de fyra baser som bygger upp arvs massan.

finner och kan förädla på resistensgener, både resistens som styrs av en enstaka gen (kvalitativ eller monogen resistens), eller av flera gener (kvantitativ eller polygen resistens). Man kan även upptäcka gener som bidrar till att göra trädet mer mottagligt för svampen. Eftersom man tidvis kan utgå från en karta av markörer, i stället för att testa egenskaper, kan denna markörbaserade förädling spara tid och resurser. Genomik ger också värdefull information om den genetiska variationen inom och mellan populationer, samt information som kan vara användbar för genetisk modifiering av arten.

Transkriptomik av alm kan göras utan genomik, men understöds väsentligt av om det finns ett referensgenom och resekvenseringar av alm. Genom att jämföra genuttryck mellan almar som är infekterade respektive inte infekterade av almsjukan, får man en uppfattning om vilka gener som är aktiva vid almens respons mot sjukdomen. Jämför man skillnader i genuttryck mellan almar som är resistent respektive känsliga mot almsjukan kan man få ledtrådar för att identifiera gener som är involverade i almens resistens mot sjukdomen.

Genomik och transkriptomik kan leda till en ökad förståelse och nya tillvägagångssätt som väsentligt skyndar på och förbättrar förädlingsarbetet. Kort sagt ökar sannolikheten för att man ska lyckas bevara almen, vilket är en fördel eftersom det brådskar att utveckla alm som är resistent mot almsjukan. Utöver det bidrar teknikerna med genetisk information som är värdefull för att resistensen ska förbli hållbar över tid och i olika miljöer, med andra ord möjliggöra en hållbar restaurering av almpopulationer. Den ökade förståelse som genereras genom genomik och transkriptomik på alm och almsjuka kan också öka förståelsen för hur resistensen mot olika skadegörare fungerar för andra skadegörare på alm och för olika skadegörare hos andra träddarter. Om konventionell förädling inte skulle räcka för att utveckla resistent alm, ger genomik och transkriptomik en god start för förädling med hjälp av genetisk modifiering. Genomik och transkriptomik är således värdefulla kompletterande verktyg för att utveckla resistent alm. Tillsammans med konventionell förädling, understödjande forskning, genetisk modifiering och andra ansträngningar ökar dessa båda omiker avsevärt möjligheten att bevara almen i Sverige.

Genomik och transkriptomik på lundalm i Spanien

Juan Martins forskargrupp i Spanien avser att publicera ett referensgenom för lundalm under 2024.²⁴ Tanken är att även göra transkriptomik med de resistent klonerna och mottagliga kloner som jämförelse med och utan svampinfektion, för att försöka identifiera gener som kan tänkas reglera resistensen. Än så länge arbetar man inte med studier av hela arvsmassan, helgenomstudier (Genome-Wide Association Study). Denna metod undersöker genvarianter hos ett stort antal individer för att se vilka som är associerade med en viss fenotyp, i det här fallet ”resistens mot almsjuka”. Sedan försöker man bland de genvarianterna isolera de gener som ger upphov till resistensen. Metoden kräver ett mycket stort antal träd för att få statistiskt säkra skattningar på resistensen som visar att den inte är orsakad av slumpen.

Sedan tidigare resekvenserar man ett mindre antal genotyper. Material från olika genotyper samlas in i syfte att identifiera skillnader mellan enstaka baser i DNA-sekvensen (SNP:s). Det ger ett underlag att konstruera ett så kallat SNP-chip. Med ett sådant chip kan man enkelt ta reda på exakt vilka av chippets SNP som finns representerade hos en given individ. Det blir användbart om man lyckats koppla några SNP till almsjukeresistens. I realiteten betyder det att de individer som visar sig ha dessa SNP också bär på de gener som är lokaliserade nära SNP:arna på genomet, och i idealfallet räcker det då med att testa varje individ mot chippet för att ta reda på om den är resistent eller inte. Man utvecklar även genomisk selektion för att resistensförädla lundalm. Eftersom resistensen som man hittills har hittat är kvantitativ, undersöks den genetiska strukturen bakom resistensen och man identifierar de platser på genomet som kontrollerar resistensen. Genom att kombinera olika genetiska verktyg hoppas man hitta regioner med kandidatgener för de olika resistenstyperna i lundalmens genom.

Molekylärgenetiska metoder i utredningens förslag

Molekylärgenetiska metoder kan, som framgår ovan, väsentligen skynda på och underlätta resistensförädlingen och dess tillämpning, vilket ökar möjligheten att bevara almen i Sverige. Följande moment bör ingå i ett arbete med genomik av skogsalm och lundalm:

²⁴ Juan Martin, personlig kommunikation.

- Utveckling av en effektiv bioassay²⁵ för avläsning av resistensnivå.
- Sekvensering, hopsättning och annotering (jämförelser och analys av likheter, struktur och funktion) av ett referensgenom vardera av skogsalm och lundalm.
- Resekvensering av 100 träd per art för att kartlägga genetisk variation.
- Konstruktion av SNP-chip samt analys av genetisk variation hos ett begränsat antal markörer kopplat mot en fenotypning²⁶ av variationer i resistens.
- Genotypning²⁷ av 1 000 träd per art.
- Utveckling av modeller för genomisk selektion för att styra urval av och förädlingsprogram för resistenta träd.

5.2.5 Genetisk modifiering av alm

I dag är det svårt att bedöma vilka resistensgener mot almsjukan som kan finnas i naturliga svenska almpopulationer. En stor fördel med genetisk modifiering i detta sammanhang är att tekniken kan förse almpopulationen med nya resistensgener. Det är viktigast när det finns få eller ingen resistensgen i naturliga populationer, men kan även generellt bidra till en ökad hållbarhet i almens resistens genom tillgång till fler gener och genvarianter.

För att åstadkomma resistens med hjälp av genetisk modifiering kan man kopiera en resistensmekanism på molekylär nivå, som finns i en annan växtart mot en annan svampsjukdom. Det har till exempel föreslagits att kandidatgener kan hämtas från de framgångar som har gjorts för att öka den amerikanska kastanjens resistens mot en svår svampsjukdom.²⁸ Användning av transgenes, alltså överföring av DNA från en annan art, skulle i så fall troligen bli aktuell. Ett annat tillvägagångssätt är att studera de molekylära mekanismer som induceras i alm vid infektion, eller vid induktion av resistens på annat sätt och förstärka de gener som är involverade i resistensen. I vissa fall

²⁵ Bioassay är en analytisk metod för att bestämma styrkan eller effekten av ett ämne, exempelvis en patogen, genom dess effekt på bland annat levande växter eller vävnader.

²⁶ Fenotypning är studier av observerbara egenskaper hos en organism.

²⁷ Genotypning är en metod för att visualisera en eller flera gener i en levande organism.

²⁸ Marcotrigiano. 2017

kan man ändra var och när dessa gener uttrycks (är aktiva). Detta tillvägagångssätt är möjligt även genom mindre förändringar av be-
fintliga gener och andra genetiska element, genredigering, men krä-
ver då kunskap om DNA-sekvenser och genfunktioner.

Arbete har gjorts för att kartlägga vilka gener som uttrycks bland annat vid infektion av almar med *O. novo-ulmi* och för att härleda deras funktioner. Forskningen har gett ledtrådar till strategier för val av gener som kan användas vid genetisk modifiering.²⁹ Forskare har även kartlagt molekylära beståndsdelar i almens försvar vid infektion med *O. novo-ulmi*, vilket också ger indikationer om kandidatgener.³⁰ Försök med ökad resistens inducerad av infektion med andra endo-
fytsvampar visar också på ett antal kandidatgener som skulle kunna aktiveras eller förstärkas med hjälp av genetisk modifiering av almarna.³¹ Resistens är dock en komplex egenskap och kan se olika ut för olika patogener och olika värdväxter. Därför kan resultatet av ovan be-
skrivna genetiska modifieringar av resistensgener bli svårförutsäg-
bart och kräver omfattande försök och testning av utfallet.

Molekylära kartläggningsarbeten³² kan även ge kandidater till vissa känslighetsgener (avsnitt 5.2.4), som receptorproteiner som kan vara en igenkänningssignal och inkörsport för almsjukan. Sådana känslighetsgener skulle potentiellt kunna modifieras med hjälp av genredigering så att patogenen inte känner igen almens celler.

Ett visst arbete har redan gjorts för att med hjälp av genetisk modifiering åstadkomma resistens mot almsjukan i amerikansk alm. Forskare har fört in en gen som producerar en syntetiskt framtagen antimikrobiell peptid, som gav viss resistens i unga skott.³³ Tidiga fältförsök med kloner som hade ett lägre uttryck av genen har dock inte varit så lovande.³⁴ Spåret har inte lett vidare beroende på bristande resurser.³⁵

Användningen av resistensgener från andra arter försvåras bland annat av olikheter mellan patogener, värdväxter och miljöer, i kombination med trädens långa omloppstid och stora arvsmassa. Träd kan

²⁹ Exempel på det är stressrelaterade transkriptionsfaktorer, kinasor och gener som är involverade i fenylalaninmetabolism, som har kopplingar till produktion av lignin, suberiner och fenoler.

³⁰ Perdiguero et al. 2015 och 2017.

³¹ Martinez-Arias et al. 2021 a och 2021 b.

³² Perdiguero et al. 2017.

³³ Newhouse et al. 2007.

³⁴ Kaczmar. 2008.

³⁵ Marcotrigiano. 2017.

också vara särskilt svåra att modifiera genetiskt.³⁶ Det är svårt att skatta sannolikheten för att resistensgener från en annan art ska fungera i det nya sammanhanget. Därför blir ett sådant tillvägagångssätt osäkert, varför man behöver utföra många olika försök. En stor begränsning är att almen är mindre mottaglig i unga år. Det gör att strategier som inte bygger på förstudier och kunskap från kartläggning, utan är mer chansartade blir mindre intressanta, i alla fall i det inledande skedet.

Det finns synergier mellan genetisk modifiering, stödjande forskning och förädlingsåtgärder för att utveckla resistent alm. Genetisk modifiering används i dag i Sverige och i andra länder för att utröna geners funktion. Sådant arbete kan innefattas i de forskningsuppgifter som vi föreslår finansiering till (avsnitt 9.6), men förstärks om medel ges specifikt till att göra genetiska modifieringar för att ta fram kandidatkloner av resistent alm. Rön som görs vid stödjande forskning kan användas vid genetisk modifiering för att möjliggöra fler resistensstrategier och fler resistensgener. Information om såväl olika geners funktion och betydelse som var de uttrycks är av stort intresse. Det gäller även information om hur almsjukans infektionsprocess går till och vad som gör svampstammar mer virulenta. Ett vackert exempel på hur sådan information kan leda till genetisk modifiering med resulterande resistens är de amerikanska kastanje-träd som är resistent mot svampen *Cryphonectria parasitica*. Svampen har nästan utplånat de stora nordamerikanska kastanjeskogarna. Forskare upptäckte att de mer virulenta svampstammarna hade högre nivåer av ämnet oxalat, som är giftigt för kastanjerna. Man införde därför ett oxalatoxidas i kastanjerna som bryter ner oxalat, vilket resulterade i avgiftning och resistens mot svampen.³⁷

Metodiken för genetisk modifiering handlar till stor del om att härleda funktioner till gener och andra gensekvenser och att använda dem. Det betyder att metodiken historiskt ofta har centrerat kring att en gen har en funktion och inte att flera gener tillsammans ger en funktion. Resultatet blir oftast så kallad monogen (kvalitativ) resistens, medan resistens i naturen inte sällan är polygen (kvantitativ) till sin natur, alltså uppstår genom samverkan av två eller flera gener, såsom har observerats för askens naturliga resistens mot askskott-

³⁶ Strauss et al. 2022.

³⁷ Marcotrigiano 2017.

sjukan.³⁸ Senare utveckling, inte minst vid användning av genredigering, har dock alltmer omfattat komplexa och polygena egenskaper, såväl som "kontrollregioner" i arvsmassan. Markörbaserad konventionell resistensförädling utnyttjar resistensgener som redan finns i populationerna, vilket leder till att resistensen ofta är polygen.

Den monogena resistensen har både nackdelar och fördelar gentemot den polygena. Patogenen har lättare att bryta resistensen om det bara finns en resistensgen. Med polygen resistens måste svampen övervinna två eller ofta flera mekanismer samtidigt, vilket minskar risken för resistensbrytning. Det ökar sannolikheten för att resistensen ska vara hållbar över trädens hela omloppstid. Å andra sidan kan den polygena resistensens gener klyva ut när trädet korsar sig i nästa generation på så sätt att avkomman bara har en av de ursprungliga generna. Det kan potentiellt leda till individer med otillräcklig resistens om de enskilda resistensgenerna inte är så starka. Det ger ökade möjligheter för svampen att bryta den resistensen på längre sikt.³⁹

Om man kan använda sig av överföring av hela gener med genetisk modifiering finns en potentiell möjlighet. Utan att föra in främmande gener skulle man kunna gruppera flera naturligt förekommande svaga resistensgener, som tillsammans utgör en tillräcklig resistens, på samma ställe i genomet, så att de nedärvs tillsammans. Genetiskt torde då den resistensen uppföra sig som monogen, med de fördelar som det ger och samtidigt består den av flera olika mekanismer, med de fördelar som det ger.

Uttrycket av resistensgenen och eventuellt andra gener kan ibland påverkas av förekomsten av genetiska omarrangeringar och så kallade positionseffekter. Därför brukar man göra flera modifieringsförsök (transformationshändelser) och välja ut den bästa växten. Användning av genetisk modifiering som metod innebär således ofta i praktiken att man i förädlingen introducerar och selekterar på en enda eller ett fåtal individer (genotyper). Det nuvarande regelverket som reglerar utsättning av genetiskt modifierade växter styr också i praktiken användningen mot att använda en enda transformationshändelse, genom de mycket omfattande kraven på undersökningar. Med andra ord finns en risk att man minskar den genetiska variationen i förädlingsmaterialet och därmed i de populationer som man restaurerar, om man inte hanterar risken. En alltför liten genetisk variation gör

³⁸ Stocks et al. 2019.

³⁹ Martin et al. 2023.

populationer känsligare för framtida förändringar i miljön. Ett sätt att hantera risken kan vara att föra in resistensgenen i flera olika genetiska bakgrunder för att bredda den genetiska variationen i restaurerade populationer. Ett annat sätt kan vara att genomföra fler korsningar med naturliga almpopulationer.

Vid valet av teknik och vilken resistens man använder för almarna bör man överväga om andra arter i naturen kan påverkas negativt. Resistens, oavsett med vilken teknik den åstadkommit, riskerar alltid att påverka andra arter än skadegöraren.⁴⁰ Om resistensen redan finns i samma naturliga populationer kan man på goda grunder argumentera att den inte utgör något nytt och därmed inte påverkar andra arter på annat sätt än vad som gäller i naturtillståndet. En ökad andel av almpopulationen som bär en viss resistens skulle dock teoretiskt kunna försvåra för andra arter. Om resistensen flyttas från en almpopulation till en annan kan resistensen innebära något nytt och påverka andra arter på annat sätt.

Alla risker måste dock ses mot bakgrund av att naturliga mutationer oupphörligt uppstår i naturliga populationer av träd och att gener naturligt kan spridas mellan populationer.

När man använder genetisk modifiering för att ändra uttryck av befintliga gener, eller i synnerhet när man överför andra arters resistensgener, introducerar man något som är nytt i de naturliga populationerna. Även en del av dessa förändringar skulle dock kunna uppstå genom naturliga mutationer. Detta måste avgöras från fall till fall. Växter som har genetiskt modifierats genom genredigering torde dock i det här avseendet vara att likställa med växter med spontana mutationer.

Resistensens natur är viktig för sannolikheten att andra arter än den avsedda skadegöraren påverkas. Avgörande för det är hur specifik den är. Den typ av resistens där man ändrar på känslighetsgener, såsom de ytproteiner som svampen använder för att känna igen och ta sig in i almens celler, är mycket specifik och sannolikheten för att andra arter påverkas är således mycket liten. En tumregel kan vara att ju generellare som resistensmekanismen är, desto större är sannolikheten för att fler arter kan påverkas. Dagens regelverk för genetiskt modifierade växter föreskriver noggrann riskbedömning av dessa risker.

⁴⁰ Martin et al. 2023.

Analysen av de risker som olika åtgärder kan ge upphov till måste givetvis också bedömas i perspektivet av de risker som uppstår om man inte vidtar dessa åtgärder.⁴¹ Att inte göra någonting för att bevara almen innebär sannolikt de största riskerna för biologisk mångfald. De tillvägagångssätt som utredningen föreslår beskrivs i avsnitt 9.7.

5.2.6 Biologisk kontroll och vaccinering

Biologisk kontroll av almsjukan genom almens egna endofytsvampar

Under senare decennier har intresset i samhället ökat för att använda biologisk kontroll mot skadeinsekter och patogener. Metoden innebär att man använder skadegörarens naturliga fiender för att hålla skadegöraren på en så låg nivå att värdträdet överlever.

Almens stam hyser många arter av endofyter, motsvarande ungefär tio procent av den totala artrikedomen.⁴² Endofytsvampen *Fusarium* visat sig vara vanligt förekommande i almar som har en motståndskraft mot almsjukan.^{43,44} I laboratoriestudier har svampen visats kunna påverka patogenens tillväxt genom att utsöndra kemiska signaler i odlingssubstratet, vilket karaktäriseras av en reaktionszon i patogenens mycel.

Nya studier bekräftar potentialen i att använda vissa endofytiska jästsvampar för att öka almens motståndskraft mot almsjuka, mekanismerna för detta och skillnader i respons mellan känsliga och mer motståndskraftiga kloner.⁴⁵ Om almens mikrobiom⁴⁶ är ärftligt kan en möjlighet vara att förbättra almens mikrobiella funktion. Möjligen kan man transplantera mikrobiom som ökar almens motståndskraft mot almsjukan. Biologisk kontroll av almsjukan med hjälp av endofyter verkar vara möjligt. Ytterligare forskning krävs för att en praktisk tillämpning ska vara tänkbar.

⁴¹ Rådsresolution för CELEX 52000DC0001. Meddelande från kommissionen om försiktighetsprincipen. Bryssel den 2.2.2000. KOM (2000) 1 slutlig.

⁴² Macaya-Sanz et al. 2023.

⁴³ Witzell et al. 2013.

⁴⁴ Martínez-Arias et al. 2021.

⁴⁵ Sobrino-Plata et al. 2022.

⁴⁶ Ofta används begreppet mikrobiom för att beskriva alla mikroorganismer i en viss miljö eller den sammanlagda arvsmassan hos alla mikroorganismer i en viss miljö.

Möjligt men kostsamt att vaccinera alm

Vaccinering är en eventuellt fungerande metod för att kontrollera almsjukan. Man använder ett preparat, DutchTrig®, som är baserat på svamparten *Verticillium albo-atrum*. Preparatet injiceras på var tionde centimeter runt almens stam. I bland annat Nederländerna, Tyskland, Schweiz, USA och Sverige finns goda erfarenheter av denna behandling, men det finns också åtskilliga rapporter om att skyddet inte är fullständigt. Exakt hur effektivt vaccinet är har inte utretts tillfredsställande.

Vaccinet aktiverar almens eget försvar genom inducerad resistens vilken varar under en begränsad tid. Behandlingen behöver därför upprepas varje år för att verka effektivt. Vaccineringen kan inte bota ett almsjukt träd, men den kan förhindra att friska träd blir smittade.

Eftersom metoden är relativt kostsam används den i Sverige främst på vårdträd, riktigt gamla eller speciellt värdefulla träd för naturvård eller kulturvård. Vaccinering är således inte rimlig att använda för ett mer storskaligt bruk. Enligt Skogsstyrelsen finns indikationer på att vaccinerade almar fortsätter att ha viss motståndskraft efter avslutad vaccinering. DNA-prover visar att träden är eller har varit smittade, men inte utvecklar symptom.

5.2.7 Restaurering med resistent alm

I Spanien används resistent kloner av lundalm främst vid pilotprojekt för att restaurera skog.⁴⁷ Användningen beror huvudsakligen på tillgången till ett genetiskt diversifierat material och lämpliga strategier för plantering. Restaureringen behöver vara grundad i kunskap om almens ekologi och motståndskraft mot abiotiska och biotiska störningar. När restaureringen inte lyckas beror det ofta på miljöfaktorer, som temperatur och markfuktighet. Restaurering med resistent alm är fortfarande i sin linda och det behövs ytterligare kunskap och erfarenheter i flera avseenden. Ett rör lämpliga metoder för plantering och efterföljande skötsel. Ett annat avser almklonernas eventuella konsekvenser på ekosystemtjänster, kanske främst den biologiska mångfalden. Ett exempel är påverkan på almens svampsamhällen.

⁴⁷ Martín et al. 2019.

På den europeiska marknaden finns flera almsjukeresistenta hybrider från korsningar mellan mottagliga europeiska almar och resistenta främmande asiatiska almar. Dessa hybrider har framför allt använts i stadsskogar, men vissa skulle potentiellt kunna användas för virkesproduktion. Eftersom hybriderna består av ett främmande träslag kan de vara kontroversiella i ekologisk och social kontext, eller inte möjliga ur ett juridiskt perspektiv att introducera i naturen. Dessutom är hybriderna inte fertila och deras värde för följearter på de europeiska almarterna är inte känd.

I Sverige kan en riktad restaurering med resistent alm bli aktuell efter ungefär tio års resistensförädling. Vid det laget väntas få almar finnas kvar på fastlandet. Det innebär att arter som är associerade med alm kommer att få svårt att sprida sig till den nya resistenta populationen. Almens spridningsförmåga och den strategi man tillämpar för att bevara associerade arter påverkar i det hänseendet restaureringen. Det kan därför vara lämpligt att plantera resistenta almar på flera platser, både på fastlandet och på Gotland. Om antalet resistenta kloner är begränsat bör de i första hand planteras ut på Gotland. Plantering av resistent alm i närheten av befintliga överlevande almar bör öka möjligheten för almens följearter att sprida sig till de resistenta träden. Man behöver använda sig av flera genetiskt olika kloner för att bredda den genetiska basen. Klonerna måste samtidigt vara anpassade till den lokala miljön.

En möjlig strategi i Sverige kan vara att restaurera med potentiellt, men ännu inte bevisat, resistent alm tills dess att man har utvecklat mer resistenta träd. Man bör då vara införstådd med att vissa av klonerna kan dö av almsjukan, medan andra överlever och reproducerar sig under vissa miljöförhållanden. Detta förfarande tillämpas delvis i England och Frankrike. Även vaccinering av utvalda almar i artrika "hotspots" är ett alternativ för att överbrygga tidsgapet tills resistenta almar finns tillgängliga. Vaccinerade träd fungerar därmed som tillfälliga livsmiljöer för den biologiska mångfalden.

Människors attityder gällande restaurering är också viktiga. Skogsstyrelsen har noterat att det finns ett intresse av att plantera resistenta träd på Gotland. I dag avser intresset främst ask, eftersom resistensförädlingen där har kommit avsevärt längre än för alm. Eftersom markägarens samarbetsvilja är nödvändig för att kunna plantera ut resistent ask och alm behöver en restaurering uppmärksammas i informationsinsatser.

5.3 Regler för effektivare insatser

5.3.1 Från regler till frivillighet i almsjukebekämpningen

Under de inledande stadierna av utbrottet av almsjuka på Gotland identifierades både almsjuksvampen *Ophiostoma novo-ulmi* och *O. ulmi*. Förekomsten av *O. ulmi* har med tiden stadigt minskat, sannolikt för att den förträngts av den mer virulenta *O. novo-ulmi*. Detta mönster har även observerats i andra länder, där *O. ulmi* i dag har blivit mycket sällsynt eller helt ersatts av *O. novo-ulmi*.

Under perioden 1998–2016 fanns föreskrifter om bekämpning av *O. novo-ulmi* (SJVFS 1998:91). Jordbruksverket överlät sin beslutanderätt om bekämpning till Länsstyrelsen Gotlands län, som avtalade med Skogsstyrelsen att utföra operativa åtgärder. Med stöd av bland annat 4 § i förordningen om växtskydd (1995:681) gällde föreskrifterna bekämpning av almsjuka *O. novo-ulmi* i kommunal eller annan regi. Avverkningen av almsjuka träd skulle ske under hösten och vintern närmast efter genomförd inventering. Träd fick även avverkas under sommaren i direkt anslutning till inventeringen, och fick endast transporteras med täckt transportfordon eller i sluten container. Avverkade träd skulle vara upparbetade före den 15 april året efter inventeringen. Med upparbetning avsågs bearbetning till pappersmassa, flisning, barkning, bränning eller annan behandling som gjorde det omöjligt att sprida almsjukan vidare.

Lagstiftningen innebar att om en markägare uttryckligen nekade till att avverka och destruera almsjuka träd kunde Jordbruksverket förelägga markägaren att utföra åtgärderna på egen bekostnad. Jordbruksverket upplyste samtidigt markägaren om att Skogsstyrelsen utan kostnad kunde utföra dessa åtgärder.

Arbetet med att revidera EU:s växtskyddsregler skedde ungefär samtidigt med arbetet med att ta fram en ny EU-lagstiftning för invasiva arter. Almsjukan var inte aktuell att reglera i den nya EU-förordningen för växtskydd (2016/2023), eftersom den redan förekommer med en stor utbredning inom EU. Almsjukan går inte att utrota och generellt finns inte effektiva åtgärder för att motverka risker med och konsekvenser av sjukdomen.

Efter att föreskriften SJVFS 1998:91 upphört att gälla, grundas almsjukebekämpningen på Gotland av markägarnas frivillighet. Många, inte minst nya markägare är positiva till bekämpningen. Skogsstyrelsen erfar dock att flera markägare inte vill sanera almsjuka träd. Anled-

ningen kan vara att markägarna inte har tilltro till att bekämpningen fungerar, att incitament saknas eftersom alm inte är ett ekonomiskt viktigt trädslag, eller att frivilligheten innebär att man inte behöver lyssna till myndigheten.

En oroväckande trend är att fler markägare önskar behålla veden från avverkade träd för energibehov till följd av höga energipriser under senare år. Markägarna låter virket ligga kvar för att torka, vilket tar upp till två säsonger. Under torktiden drar virket till sig almsplintborrar och fungerar som en smittohärd. Det är särskilt problematiskt när större markägare inte vill låta avverka och/eller transportera bort almsjuka träd. År 2023 identifierades 400–500 sjuka träd hos ett fåtal större markägare som under några år nekat myndigheten tillträde för bekämpningsinsatser. Antalet sjuka träd motsvarade cirka tio procent av alla sjuka träd som registrerades på hela Gotland. Dessa data visar hur fort almsjukan sprids när almsjuka träd får stå kvar. Det kan även påverka andra markägares drivkraft och frivillighet att sanera almsjuka träd.

Skogsstyrelsen, länsstyrelsen på Gotland, entreprenörer som arbetar med saneringen och forskare på SLU framhåller därför behovet av att återinföra lagstiftning för att få marktillträde så att bekämpningsarbetet ska få avsedd effekt. Frivillighet i kombination med information och rådgivning är inte ett alternativ till lagstiftning, eftersom sådana insatser av ansvariga myndigheter inte har visat sig fungera för att få marktillträde.

5.3.2 Vad kommande lagstiftning bör adressera

En kommande lagstiftning för att effektivisera bekämpningen och minimera spridningen av almsjuka på Gotland bör adressera ett antal aspekter. Nedan angivna punkter är exempel på sådana.

- *Tillträde för åtgärden.* Detta avser tillsynsmyndighetens tillträde för att möjliggöra övervakning (inventering) av almsjuka träd, samt tillträde för avverkning och destruering av träd. Åtgärden innefattar möjligheten att ta ner träd som står olämpligt, även då de inte är sjuka eller är av ett annat trädslag än alm. Syftet är att säkerställa arbetsmiljö och åtkomst till almsjuka träd.

- *Detaljerad beskrivning av åtgärden.* Det ska vara tydligt vad behörig myndighet avser att göra på markägarens mark och egendom. Åtgärder som nertagning av träd behöver beskrivas i detalj och omfatta alla delar som eventuellt kan påverkas. Detta bör ske enligt vedertaget sätt genom att generella konkretiseringar sker i föreskrift (inklusive allmänt råd när så är lämpligt), för transparens och förutsägbarhet. Vidare innebär det att de unika detaljerna i det enskilda fallet konkretiseras i den utsträckning som behövs och är lämpligt, i ett beslut om utförandet av den faktiska bekämpningsåtgärden. Beslutet bör utformas med viss flexibilitet så att det faktiska utförandet inte förutsätter ett ändringsbeslut om det tänkta genomförandet måste justeras på grund av oförutsedda omständigheter eller omständigheter utom utförarens kontroll.
- *Vem som bekostar nertagning och/eller destruering av träd.* Det ska framgå om kostnaden eller delar av den ska hamna på markägaren eller leder till någon form av ersättningsskyldighet från tillsynsmyndigheten till markägaren. Om markägaren väljer att genomföra åtgärden själv och själv står för kostnaden finns inget behov av ett ersättningssystem. Gällande bekämpningen av nationella skogsskadegörare som granbarkborre och mörghorn betalas ingen ersättning ut till markägaren.
- *Markägarens hantering vid nertagning.* Det är viktigt att säkerställa att träd som tas ner av markägaren hanteras korrekt.
- *Brott mot regelverket.* Det ska vara tydligt att markägaren begår ett brott mot regelverket om man låter almsjuka träd stå kvar eller inte hanterat nedtagna träd på ett smittsäkert sätt.
- *Dyra avverkningar.* Man kan behöva ta höjd för träd som är dyra att ta om hand. Eventuellt kan det finnas någon form av undantag för dyra avverkningar. Det behöver i så fall framgå vad som avses med en dyr avverkning. Alternativt finns behov av någon form av buffertbudget.
- *Lagring av färskt almvirke.* Det ska framgå hur färskt almvirke ska lagras i terräng eller på gården. Om det exempelvis uppstår en tvist som behöver redas ut i domstol, bör det vara specificerat hur almvirket skall förvaras under tiden, exempelvis täckt/vattengjutet/barkat, för att inte bidra till ökad smitta. Det behöver också specificeras hur lång tid almvirke anses utgöra en risk.

- *Vem som äger trädet.* Utgångsläget är att markägaren äger trädet. Om markägaren inte uppfyller åtgärden i form av destruering kan tillsynsmyndigheten komma att utföra den i markägarens ställe, utan att ta över ägarskapet. Åtgärden med destruering bör innefatta hela kedjan och att tillsynsmyndigheten styr åtgärden hela vägen. Om markägaren vill utföra åtgärden själv kan det vara lämpligt att beslut kan specificera åtgärdens genomförande. Det kan avse bland annat tidpunkter, att förflyttning inte får ske eller begränsas, samt dokumentering av vart virket tar vägen, till exempel om det säljs vidare, och eventuellt begränsningar i det hänseendet (exempelvis försäljningsförbud).
- *Verkställande av beslut.* Beslut från tillsynsmyndigheten om att ta ner och destruera sjuka almar bör ha omedelbart verkställande (med möjlighet till överklagande). Detta för att undvika att träden står och smittar ytterligare under tiden för eventuella tvister.
- *Påverkan på mark.* Sker åtgärd på ett sådant sätt att markägarens övriga mark påverkas (åkermark) föreslås att markägaren får stå för skadan. Om tillsynsmyndigheten utför åtgärden på ett sådant sätt så att en grannes fastighet (åkermark) påverkas är det rimligt att tillsynsmyndigheten ersätter denne.
- *På vem kravet på en eventuell återplantering faller.* I det fall det finns behov av en avverkningsanmälan/tillstånd för ädellövträd behöver regelverket vara överordnat Skogsvårdslagen, så att markägaren inte blir skyldig att återplantera ädellövskog. Om det uppstår önskemål från markägaren om att återplantera en tidigare yta där tillsynsmyndigheten har tagit bort alm, bör den kostnaden falla på markägaren.

5.3.3 Alternativ för att reglera almsjukebekämpningen på Gotland

Vår slutsats är att regler snarast behöver införas för att på ett så effektivt sätt som möjligt bekämpa almsjukan på Gotland. Detta är även resultatet från en samhällsekonomisk analys av almsjukan (avsnitt 10.1, samt bilaga 2). I vår preliminära konsekvensutredning gällande sådana regler framgår bland annat vad som kan uppnås med en sådan reglering, samt effekterna om regleringen inte kommer till stånd (av-

snitt 10.2). Två lagstiftningar framstår som ändamålsenliga i sammanhanget:

- att reglera almsjukan som en nationellt invasiv främmande art,
- att hantera almsjukan som en nationellt reglerad skadegörare enligt växtskyddslagen.

Att reglera almsjukan som en nationellt invasiv främmande art

Enligt 8 kap. 4 § första stycket i miljöbalken har regeringen bemyndigande att bland annat meddela föreskrifter om åtgärder för att förebygga spridning av invasiva främmande arter och för att minimera, mildra och avhjälpa sådana arters negativa effekter på den biologiska mångfalden. Utredningen bedömer att det är möjligt att reglera almsjukens svampen *Ophiostoma novo-ulmi* som en invasiv främmande art av medlemsstatsbetydelse för Sverige när det gäller Gotland i förordningen (2018:1939) om invasiva främmande arter: det är möjligt att förebygga och kontrollera svampens spridning och därmed minimera dess allvarliga effekter på den biologiska mångfalden. Det är även möjligt att anpassa kraven i förordningen till vad som är lämpligt för den aktuella främmande invasiva arten.

Förordning (EU) nr 1143/2014 om invasiva främmande arter omfattas av Miljöbalkens tillämpningsområde. Enligt 28 kap. 1 § miljöbalken har en myndighet och den som på myndighetens uppdrag utför ett arbete rätt att få tillträde till fastigheter, byggnader, andra anläggningar och transportmedel och där utföra undersökningar och andra åtgärder för att fullgöra uppgifter enligt miljöbalken eller EU-förordningar.

Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten gav i juli, 2023 förslag till regeringen på invasiva främmande arter att reglera som nationellt invasiva (avsnitt 3.4.5). Denna process sammanföll med vår utredning. Enligt vår bedömning motsvarar regelverket för invasiva främmande arter mycket väl de behov som föreligger för att utföra en effektiv bekämpning av almsjukan på Gotland. För att utnyttja ”fönstret” i processen kring nationella invasiva främmande arter förde vi tidigt en dialog med Naturvårdsverket om möjligheten att uppta almsjukan på Gotland på den nationella förteckningen.

I vår dialog har Naturvårdsverket framfört behovet av ytterligare resurser för att föreslå hanteringsprogram för fler invasiva främ-

mande arter i Sverige. I det sammanhanget betraktas patogener på skogsträd lite som Pandoras ask. Om almsjukan listas finns en risk att det kan öppna upp för att lista fler patogener. Det kan innebära att resurserna för landlevande invasiva främmande arter främst går till att hantera invasiva skadegörare på skogsträd.

I februari, 2024 avstyrkte Naturvårdsverket utredningens förfrågan om att föreslå almsjukan till nationsförteckningen. Man angav följande skäl:

- Att föreslå almsjukan bryter mot den EU-tillämpade principen att inte lista patogener som invasiva främmande arter enligt artikel 4 i förordning (EU) nr 1143/2014. Om Sverige listar almsjuka riskerar det att undergräva förtroendet för nationsförteckningen som verktyg. Detta eftersom almsjukan är så spridd att det inte finns utsikter att bekämpa den, eller ens identifiera dess förekomst förrän det är för sent. De krav på åtgärder som aktiveras av ett upptagande i nationsförteckningen skulle inte ha någon påverkan på spridningen av almsjuka.
- Regelverket för invasiva främmande arter bygger på att ansvaret för åtgärder enligt artikel 7 i förordning (EU) nr 1143/2014 åläggs fastighetsägaren och att fastighetsägaren därmed ska finansiera åtgärderna. Risken ökar att åtgärder mot almsjukan inte vidtas med den skyndsamhet som är nödvändig för bekämpning. Om fastighetsägaren inte vidtar åtgärder på eget initiativ kan förelägganden bli nödvändiga som kan leda till process i domstol, vilket i sin tur kan leda till utebliven bekämpning det året.
- Även om tillträdesfrågan löses begränsas länsstyrelsens möjligheter att vidta åtgärder av statsstödsregelverket, givet att ansvaret för åtgärder vilar på fastighetsägaren. Det bör även övervägas om fastighetsägarens passivitet blir straffsanktionerad enligt 29 kap. miljöbalken för det fall almsjukan förs in på den nationella förteckningen.
- Även om almsjukebekämpningen på Gotland hittills har kunnat bedrivas i den omfattning som behövts för att spridningen av sjukdomen inte skulle eskalera, är bekämpningen sårbar, eftersom utebliven eller otillräcklig bekämpning något enstaka år kan vara tillräckligt för att man förlorar kontrollen över almsjukans sprid-

ning. Om almsjukan tas upp på nationsförteckningen kan det få den konsekvensen.

Enligt vår analys finns vissa otydligheter i Naturvårdsverkets skrivelse. En sådan är innebörden och motiveringen av EU:s tillämpade princip att inte lista patogener. Det är inte heller tydligt varför förtroendet för nationsförteckningen som verktyg skulle undergrävas genom att lista almsjukan. Flera landlevande arter som föreslås till nationsförteckningen går att bekämpa och kontrollera, men inte utrota. Invasiva främmande arter hanteras ofta genom separata, anpassade föreskrifter, vilket också skulle vara fallet med almsjuka. Vad beträffar ansvaret för bekämpningsåtgärder ger miljöbalken möjlighet till marktillträde för det allmänna (staten) för att hantera en invasiv art. Det förefaller också oklart hur en listning av almsjuka leder till att man förlorar kontrollen över sjukdomens spridning, i stället för det motsatta. En reglering skulle innebära att samtliga, i stället för flertalet, markägare ger ansvarig myndighet marktillträde för bekämpningsinsatser. En annan fråga är huruvida EU:s tillämpade princip även avser att inte lista skadeinsekter. Om så är fallet går regelverket för invasiva främmande arter inte att tillämpa för att hantera de kraftiga och ökande hoten av skadegörare på skogsträd, samt konsekvenserna för trädens biologiska mångfald. Vi anser att detta är en allvarlig brist med regelverket.

Att reglera almsjukan inom ramen för växtskyddslagen

Det andra alternativet är att genom 7 § växtskyddslagen (2022:725) reglera almsjukan (avsnitt 3.4.1). Av propositionen 2021/22:148 *En ny växtskyddslag*⁴⁸ framgår följande:

I avsnitt 9.2 gör regeringen bedömningen att den nya växtskyddslagen bör ge utrymme för att kunna ställa krav på åtgärder för att begränsa förekomsten av växtskadegörare som inte är karantänskadegörare, om dessa växtskadegörare kan medföra oacceptabla ekonomiska, miljömässiga eller sociala konsekvenser genom angrepp på trädslag som används i virkesproduktion. ... Genom att använda formuleringen trädslag som används i virkesproduktion i bemyndigandet finns möjlighet att meddela föreskrifter till skydd för all produktion och tillvaratagande av virke oavsett vad virket ska användas till. Föreskrifterna och besluten får vidare

⁴⁸ *Regeringens proposition 2021/22:148 En ny växtskyddslag* En ny växtskyddslag (regeringen.se). Avsnitt 9.2 avser den nya växtskyddslagens tillämpningsområde. [hämtad 2024-04-22].

endast ställa krav på åtgärder som bedöms vara samhällsekonomiskt effektiva och kan motiveras av ett allmänt intresse att skydda virkesproducerande träd och träprodukter. Åtgärderna ska vara proportionerliga och effektiva i relation till målsättningen att begränsa förekomsten av skadegöraren och därmed de skador den orsakar. För att säkerställa samhällsekonomiskt effektiva åtgärder är det lämpligt att såväl föreskrifter som beslut i det enskilda fallet föregås av en riskvärdering där en avvägning görs mellan nyttan av minskad förekomst av växtskadegöraren, vilka genomförbara och effektiva åtgärder som finns, eventuella negativa konsekvenser av åtgärderna och kostnaderna för åtgärderna. Eftersom utrotning av de aktuella skogsskadegörarna inte är möjlig bör syftet med åtgärderna i stället vara att minska förekomsten av dem för att därigenom minska skador i virkesproduktionen. Det är därför inte rimligt att ställa krav på lika ingripande åtgärder som då syftet är utrotning av en karantänkskadegörare. Åtgärder bör i dag vidtas för att begränsa förekomst och spridning av skadegörarna. Att det inte föreslås någon möjlighet till ersättning till aktörer som drabbas av ekonomiska förluster på grund av åtgärder som vidtas med anledning av dessa Prop. 2021/22:148 64 nationellt reglerade växtskadegörare (se avsnitt 9.12) har betydelse vid proportionalitetsbedömningen av hur långtgående krav på åtgärder som kan riktas mot enskilda. Med hänsyn härtill kan det inte bli fråga om några mera ingripande krav på åtgärder. Lämpligheten i en nationell reglering bör kontinuerligt utvärderas. Om kostnaden för åtgärderna i en framtid överstiger nyttan av dem, kan det mest lämpliga vara en avreglering.

Enligt växtskyddslagen och proposition 2021/22:148 är det möjligt att föreskriva om växtskadegörare som orsakar oacceptabla ekonomiska, miljömässiga eller sociala konsekvenser. Innebörden av termen virkesproduktion är medvetet vid ("*all produktion*", "*oavsett vad virket ska användas till*") och almvirke används i viss mån även i dag (avsnitt 2.2.2). Framför allt orsakar almsjukan oacceptabla konsekvenser för den biologiska mångfalden (avsnitt 2.4.2 och 8.2), men även för sociala värden. Utifrån de antaganden som har gjorts i den samhällsekonomiska analysen framgår att nettovärdet för fortsatt almsjukebekämpning på Gotland uppgår till nyttor för en rad ekosystemtjänster om ungefär 487 miljoner kronor (avsnitt 10.1, samt bilaga 2). Åtgärder mot almsjukan är av allmänt intresse och är genomförbara och effektiva i relation till målet att begränsa förekomst och spridning av patogenen *Ophiostoma novo-ulmi*, samt dess skador på almen och trädens följearter (avsnitt 5.1.5–6).

Främst är det markägaren som är skyldig att hantera nationellt reglerade växtskadegörare enligt växtskyddslagen. Om den enskilde inte vill ge marktillträde, kan enligt 22 § växtskyddslagen en kon-

trollmyndighet besluta att förelägga markägaren för att gällande regelverk och beslut ska följas. Ett vite får enligt 23 § växtskyddslagen förenas med förelägganden. Om markägaren inte har följt ett föreläggande får enligt 24 § en kontrollmyndighet besluta att vidta åtgärder för att åstadkomma en rättelse på den enskildes bekostnad.

Skogsstyrelsen har föreskrifter för att begränsa förekomsten av större mörghorre, granbarkborre och sextandad barkborre. Enligt 6 kapitlet i Skogsstyrelsens föreskrifter (SKSFS 2011:7) till Skogsvårdslagen⁴⁹ ska skogsmarkens ägare eller annan som förfogar över skog eller virke avverka stående och liggande granar som är angripna av granbarkborre. Allt angripet virke ska transporteras till terminal, industri eller behandlas så att ingen ny insektsgeneration lämnar virket. Markägaren ansvarar för att utföra dessa åtgärder.

Regeringen har bemyndigande att utöka de växtskadegörare som Skogsstyrelsen kan föreskriva om. För de markägare på Gotland som nekar Skogsstyrelsen marktillträde att bekämpa almsjukan, kan regler liknande dem för granbarkborre vara ett alternativ. Det innebär att dessa markägare själva avverkar och transporterar bort almsjuka träd. För att inte öka spridningen av almsjuka måste markägarna i så fall informeras exakt om hur insatserna ska ske.

5.4 Klokt att förbättra Sveriges beredskap för skogsskadegörare

5.4.1 Allvarliga konsekvenser när ansvaret för skadegörare faller mellan stolarna

Invasionsprocessen av en främmande skadegörare innehåller olika stadier och möjliga motåtgärder att sätta in. För karantänsskadegörare kan det schematiskt beskrivas så här:

1. *Handel och transport av växter, växtprodukter och andra föremål.* EU:s förordning 2016/2031 om skyddsåtgärder mot växtskadegörare reglerar spridning av växtskadegörare med växter, växtprodukter och andra föremål. ”Växtprodukter” är material med ursprung i växter och avser bland annat trä och spannmål. ”Växter” omfattar fröer avsedda för sådd, samt plantor och andra levande

⁴⁹ Dessa föreskrifter kommer ersättas av nya föreskrifter och allmänna råd till växtskyddslagen preliminärt vid årsskiftet 2024/25.

växtdelar som färska frukter, grönsaker och snittblommor. ”Andra föremål” är alla material eller föremål, utom växter eller växtprodukter, som kan hysa eller sprida skadegörare, inklusive jord eller odlingssubstrat.

2. *Skadegöraren introduceras i landet.* Enligt artikel 17 i EU:s förordning 2016/2031 ska medlemsstaten vid ett bekräftat fall ”omedelbart vidta alla nödvändiga växtskyddsåtgärder för att utrota EU-karantänkskadegöraren från det berörda området”.
3. *Skadegöraren etablerar sig.* Motåtgärder avser främst att minska skadegörarens förutsättningar för att överleva och föröka sig, samt förhindra att den sprids. Om utrotning misslyckas i ett avgränsat område övergår bekämpningen där till inneslutning, enligt artikel 28.2 i förordning 2016/2031. I alla andra områden fortsätter utrotningsstrategin om ett utbrott hittas. Nationella myndigheter i ett land med inneslutningsområden har skyldighet att se till att det finns åtgärder för att hindra spridning från sådana områden. Ett exempel är tallvedsnematoden i Portugal, där exempelvis träemballage av barrträ från Portugal ska behandlas och märkas enligt ISPM 15-standarden. Myndigheterna i Portugal gör kontroller av aktörerna och myndigheterna i EU gör kontroller av träemballage som kommer från Portugal.
4. *Skadegöraren sprider sig.* Skadegörarens spridningsförmåga och olika miljöfaktorer påverkar spridningen. När en skadegörare har börjat föröka sig kan den spridas över större områden. Inom EU och Schweiz underlättas spridningen av relativt öppna nationsgränser. Mot andra europeiska länder råder strikt gränskontroll. Om en skadegörare har börjat sprida sig inom EU handlar det om att hantera skadegöraren genom att eventuellt försöka hålla nere populationen. I detta stadium är inte längre en reglering som karantänkskadegörare aktuell. Om den huvudsakliga spridningsvägen är via växter för plantering med flera kriterier, kan en reglering som reglerad icke-karantänkskadegörare vara aktuell. För ett område inom EU som fortfarande är fritt från skadegöraren, kan det vara aktuellt att etablera en skyddad zon, där bland annat särskilda regler för införsel gäller.

Med tanke på klimatförändringar och global handel är det enbart en tidsfråga innan nästa aggressiva skadegörare på skogsträd gör entré i Sverige. Samtidigt finns här redan främmande skadegörare som gynnas av klimatförändringarna och som orsakar stor skada på trädens ekologiska, ekonomiska och sociala värden. Många av dessa skadegörare omfattas inte av något regelverk, till exempel arter i släktet *Phytophthora*. Dessa svampliknande mikroorganismer dödar vävnader i rot, stam och blad, framför allt på al, ek och bok i södra Sverige. Även skadeinsekten elm zig-zag sawfly *Aproceros leucopoda*, har redan orsakat allvarlig skada på alm i Europa (avsnitt 5.1.4). Dessutom kan nya stammar av en patogen uppstå som ökar dess sjukdomsframkallande förmåga.

Klimatförändringarna gynnar även inhemska skogsskadegörare, exempelvis den inhemska skadeinsekten dubbelögad bastborre *Polygraphus poligraphus*. Den är vanlig i hela landet och orsakar liksom granbarkborre betydande skador på gran. Frågan är hur god Sveriges beredskap är att hantera skadegörare på skogsträd, dels ”dörrknackarna” som ännu inte finns här, men främst de som redan är spridda i landet.

Jordbruksverket har ett omfattande uppdrag gällande karantänsskadegörare och icke-reglerade karantänsskadegörare. Uppdraget ställer stora krav på resurser för att ha kapacitet att inventera och agera gällande karantänsskadegörare. Det innebär stora kostnader för personal som ska planera och utföra inventeringen och för diagnos. Reglerna för karantänsskadegörare omfattar även potentiella karantänsskadegörare och ger verktyg för att hantera dessa arter. Jämfört med tidigare regelverk ger EU:s förordning 2016/2031 om skyddsåtgärder mot växtskadegörare förbättrade verktyg för att agera tidigt och ställer större krav på medlemsstaterna att inventera, samt vidta snabba åtgärder vid konstaterade fall.

Karantänsskadegörare kan introduceras via import av varor till Sverige och sedan etablera och sprida sig. Jordbruksverket gör importkontroll av de varor (i bilaga XI del A i EU:s förordning 2019/2072) som EU har bedömt riskerar att föra med sig karantänsskadegörare. Jordbruksverket inventerar därför årligen karantänsskadegörare främst i barrskog, blandskog, hamnar, plantskolor och garden centers, stadsnära grönområden, växthus och fruktodling. Det är en riskbaserad inventering, vars fokus är riskpunkter där sannolikheten för angrepp

av ett urval av karantänskadegörare är som högst.⁵⁰ Med ett rullande schema i en mångårig plan för inventeringar är förhoppningen att man löpande inventerar alla karantänskadegörare som har möjlighet att etablera sig i Sverige. År 2021 avsåg inventeringen i barrskog tallvedsnematoden och tallbocken *Monochamus sp* som är en vektor för nematoden. Samma år skedde inventeringen i blandskog genom att sätta ut två sporfällor, en på Tönnersjöhedens fältstation och en i Grimsö försökspark, i syfte att fånga luftburna svampsporer. Man inventerade även hamnar, riskpunkter i tätbebyggelse och stadsnära grönområden med avseende på olika karantänskadegörare på träd.

Gällande oreglerade skadegörare har Jordbruksverket möjlighet att stoppa en sändning av varor till Sverige för att göra en nationell bedömning. Om man hittar en organism vid importkontrollen görs en artbestämning och sedan en snabb riskbedömning som ligger till grund för om åtgärder ska vidtas mot sändningen. Jordbruksverket gör för närvarande högst en riskbedömning av oreglerade arter per år, men sammantaget identifierar EU-länderna årligen många skadegörare. För perioden 2021–2023 finns en lista över 39 arter och i vissa fall släkten som medlemsstaterna har stoppat vid import. Vissa av arterna går vidare till en tillfällig reglering och skickas samtidigt till europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA), eller till europeiska växtskyddsorganisationen (EPPO) för fullständig riskbedömning. Samma möjligheter finns om Sverige identifierar en oreglerad organism på territoriet. Förebyggande importregler för varor på grund av risker med reglerade karantänskadegörare ger även ett skydd för oreglerade skadegörare, exempelvis genom importförbud eller krav på sundhetscertifikat.

Sverige är emellertid sällan det första landet i EU som en ny skadegörare i unionen etablerar sig i. Ofta sprids nya skadegörare till Sverige via andra EU-länder som har ett varmare klimat. Därför är det viktigt för Sverige att andra EU-länder har kapacitet att hantera dessa skadegörare, till exempel att Portugal har kapacitet att hantera tallvedsnematoden. Enligt Jordbruksverket avser sårbarheten i Sveriges beredskap för växtskadegörare främst begränsningar i personella resurser och nationella analyslaboratorier. I dag analyserar laboratorier i Danmark reglerade skadegörare. En annan sårbarhet avser inventeringsarbetet, exempelvis sporfällor som är en metod som Jordbruksverket använder i samverkan med SLU. Det behövs ökade resur-

⁵⁰ Jordbruksverket. 2022.

ser för att täcka in större områden med sporfällor om de ska kunna bidra med statistiskt säkerställda data.

Enligt en rapport från Skogsstyrelsen fungerar växtskyddslagstiftningen tämligen väl för att hantera befintliga skadeinsekter och deras eventuella utbrott.⁵¹ Om en ny skadeinsekt dyker upp finns nationella processer som hanterar behovet av en snabb förändring av Växtskyddsförordning (2022:795). Det innebär att om Skogsstyrelsen finner eller blir uppmärksam på en problematisk skadeinsekt som skulle kunna vara hanterbar inom växtskyddsregleringen utan justering av den, kan myndigheten göra en framställan till regeringen om en ändring eller en utökning av arter i regleringen. Instämmer regeringen i denna motivering utökas förordningen och Skogsstyrelsen kan vid behov föreskriva och fatta beslut om bekämpningsåtgärder. Vidare ser Skogsstyrelsen ett behov av utökade rådgivningsinsatser för att förbättra samplanering över fastighetsgränser för att öka skogens resiliens på landskapsnivå.

Vilken lagstiftning blir aktuell om en ny, allvarlig växtskadegörare på skog introduceras i Sverige? Berörda myndigheters förfarande kan schematiskt beskrivas så här:

1. Jordbruksverket bedömer om skadegöraren är en reglerad karantänskadegörare, eller om den preliminärt uppfyller kriterierna för karantänskadegörare enligt artikel 3 i EU:s förordning 2016/2031, eller genom att använda verktyget skyddad zon. Om så är fallet är det Jordbruksverkets ansvar att hantera skadegöraren genom det regelverket.
2. Om det inte är en karantänskadegörare kan ansvaret ligga på Naturvårdsverket att hantera skadegöraren inom ramen för förordningen (2018:1939) om invasiva främmande arter.
3. Naturvårdsverket, ansvarig myndighet för landlevande invasiva främmande arter, menar att det finns en EU-tillämpad princip att inte lista patogener – och möjligen även skadeinsekter – som nationellt invasiva främmande arter. Det innebär i så fall att detta regelverk inte är tillämpligt för skadegöraren.
4. Då återstår att låta Skogsstyrelsen bedöma om skadegöraren kan medföra oacceptabla ekonomiska, miljömässiga eller sociala konsekvenser genom angrepp på trädslag som används i virkesproduk-

⁵¹ Skogsstyrelsen. 2023 c.

tionen. Regeringen bör i så fall ge Skogsstyrelsen ett bemyndigande att arten regleras som en nationellt reglerad art enligt växtskyddslagen (2022:725).

5.4.2 Variationsrikt skogsbruk med fler lövträd för att bättre klara klimatförändringar och skadegörare

Ett förändrat klimat och ett ökat hot av skadeinsekter och patogener innebär att skogsbruket kommer behöva anpassas för att minska risken för skogsskador. Skogen behöver vara mer motståndskraftig mot angrepp av såväl befintliga som nya skadegörare, samt mot bland annat vind, torka och brand. Ett variationsrikt skogsbruk är en viktig åtgärd för en framtidsanpassad skog. Det kan omfatta ett skogsbruk med blandskog, lövskog och användning av olika skogsbruksåtgärder vid förnygring, gallring och avverkning. Användning av olika frökällor är också lämpligt för att öka den genetiska variationen i landskapet. En skog med variation innebär samtidigt ett mer uthålligt skogsbruk, vilket främjar en rad ekosystemtjänster. Skogsstyrelsen ger bland annat rådet att blanda gran, tall och löv på olika sätt.⁵² Då doftar det av fler trädslag än det skadeinsekten är intresserad av vilket minskar skogens attraktionskraft. Dessutom sprids värdväxterna ut, så en enda talrik angripare kan inte göra lika stor skada.^{53,54}

För många lövträd finns varken historiskt sett eller i dag i stort sett någon förädlingsverksamhet i Sverige.⁵⁵ För att skogsägare ska ha tillgång till en bred palett av skogsodlingsmaterial finns därför ett behov av förädlingsverksamhet och fröproduktion av fler trädslag än i dag.⁵⁶ Det gäller främst lövträd som i ett ändrat klimat blir mer intressanta för skogsodling, bland annat skogsek, bok och al. Förhoppningsvis ökar tillgången på förädlad material av fler lövträd framöver i och med en satsning som Sveaskog initierade vintern 2024. Planen är att påbörja en förädling av asp, bergek, bok, fågelbär, gråal, klibbal, lind, lönn, oxel, rönn, glasbjörk, skogsek och sälj. Syftet med förädlingsprojektet är att skapa förutsättningar för en större variation av trädslag i den svenska skogen. Tanken är att projektet ska löpa till 2028 och därefter övergå i Skogforsks ordinarie förädlingsverksamhet.

⁵² Skogsstyrelsen. 2019 a.

⁵³ Hantsch et al. 2014.

⁵⁴ Pautasso et al. 2005.

⁵⁵ Rosvall & Stener. 2014.

⁵⁶ Skogsstyrelsen. 2020.

På sikt ska skogsägare kunna köpa plantor av dessa lövträd och på så sätt få en ökad handlingsfrihet för att anpassa sina skogar till ett förändrat klimat.

I dag importerar Sverige trävirke från lövträd för bland annat möbel-, trä-, och inredningsindustrin. I och med att Ryssland och Ukraina i dag inte är tillgängliga leverantörer, finns ett tilltagande behov av lövträ från svensk skog. Ett ökat skogsbruk med lövträd skulle, förutom att skapa motståndskraftiga skogar och gynna flera ekosystemtjänster, även innebära att Sverige på sikt kan bli mer självförsörjande på lokal lövträråvara.

För att öka beredskapen mot växtskadegörare behöver alla berörda aktörer bidra. Bland annat information och rådgivning är viktiga styrmedel. En tidig upptäckt av nya skadegörare ökar möjligheten att hantera dem. Många aktörer anser att det är otydligt vilken myndighet som ansvarar för att ge rådgivning och för att förhindra eller bekämpa angrepp av växtskadegörare. Åtgärdsprogrammet⁵⁷ för särskilt skyddsvärda träd har adresserat att det finns oklarheter i ansvaret för särskilt skyddsvärda träd i miljöer som inte omfattas av de areella näringarna.⁵⁸ Berörda myndigheter (Jordbruksverket, Länsstyrelsen, Skogsstyrelsen och SLU) arbetar därför med att förtydliga och kommunicera detta ansvar genom att utveckla SLU:s webbsida *Skogsskada*.

Skogsskada informerar redan i dag om olika skadegörare, främst på skogsträd. Denna information kan utökas med skadegörare på till exempel träd i parker och gatumuljöer. Informationen ska även omfatta karantänskadegörare. Det ska framgå vilken myndighet som ansvarar för respektive skadegörare, eller om det inte finns någon ansvarig myndighet, vilket är fallet för vissa skadegörare. Ett parallellt utvecklingsarbete med *Skogsskada* kan framöver leda till en ny applikation för skogsskador. *Skogsskada* som mobilapplikation, allra helst med AI-baserad bildigenkänning, skulle kunna revolutionera allmänhetens möjlighet att rapportera iakttagelser till berörd myndighet, kanske enbart genom att fotografera ett angrepp, en fruktkropp eller en insekt. Dessa åtgärder är goda exempel på hur den nationella beredskapen kring skadegörare på skog kan öka, men är sannolikt inte tillräckliga.

⁵⁷ För hotade arter och naturtyper vars existens man inte kan säkra genom skyddade områden eller andra åtgärder för hållbar användning av mark och vatten finns särskilda åtgärdsprogram. De beskriver kunskapsläget om arternas och naturtypernas ekologi, hotbilder och vilka åtgärder som behövs för att stärka arternas populationer i landet.

⁵⁸ Naturvårdsverket. 2021.

6 Askskottsjukan

6.1 Askskottsjukan

6.1.1 Askskottsjukan orsakas av en aggressiv svamp

I hela Europa dör asken av askskottsjukan. Sjukdomen orsakas av en invasiv främmande sporsäcksvamp *Hymenoscyphus fraxineus* (figur 6.1). Svampen tar sig in i askens blad och sprider därefter sina hyfer i blad och bladskaft. Via bladskaftet kan svampen växa in i trädets skott och döda innerbarken. Om skadan når runt hela skottet eller grenen skärs vatten- och näringstillförseln av till delarna ovanför det angripna området, vilka snart dör.

Svampen kan också angripa djupare liggande vävnader och sprida sig inne i grenar och stam, och vid högt sjukdomstryck även infektera stammen direkt genom barken och orsaka dödliga skador.

När hösten kommer faller asken de infekterade bladskäften, och det är på dessa som svampen nästa år (och senare) bildar nya fruktkroppar (figur 6.2). De kan även bildas direkt på trädets döda skott. Från juni till september producerar fruktkropparna sporer som sprids med vinden och angriper nya träd.

Figur 6.1 Ask som har dött av askskottsjukan. Sjukdomen slår hårt mot asken i hela Sverige och Europa. Infektionen sprider sig inne i trädet och stryper tillförseln av vatten och näring



Foto: Michele Cleary, SLU.

På sommaren kan man se bruna fläckar på angripna blad, och bladskåft som hänger vissnande till följd av att infektionen spridit sig i skotten och strypt tillförseln av vatten och näring. En ask som har varit infekterad under lång tid har röda och gulbruna fläckar på grenar och stammar, liksom döda grenar och skott. När toppskottet dör släpper den apikala dominansen och det bildas nya skott. Från stammen skjuter vilande skott ut när grenar dör och dessa ”vattskott” ger trädet ett karaktäristiskt, buskigt utseende. Unga träd utan resistens dör snabbt, medan askar som är äldre än cirka 20 år successivt försvagas av askskottsjukan. Efter hand som sjukdomen fortskrider och träden tappar kraft blir de ofta angripna av en rötsvamp, honungsskivling vilken kan vara dödsstöten för såväl små plantor som stora träd.

Figur 6.2 Fruktkroppar på askens bladskaft som producerar sporer vilka 181med vindens hjälp sprider askskottsjukan



Foto: Michelle Cleary, SLU.

Askskottsjukan växlar troligen mellan ett patogent och ett vilolikhande, latent stadium. Det kan förklara varför en inaktiv skada på en ask efter ett antal månader kan aktiveras igen. Det är svampens toxin, viridiol, som gör den farlig för trädet. Eftersom *H. fraxineus* så effektivt invaderar askens vävnader är det svårt att hitta en fungicid (svampdödande bekämpningsmedel) som kan skydda trädet mot askskottsjukan. Angreppens svårighetsgrad påverkas bland annat av trädens individuella egenskaper, som ålder, liksom av förhållandena där träden växer.

6.1.2 Askskottsjukan finns i hela världen

Askskottsjukan har sitt ursprung i östra Asien, där det finns många arter av ask, exempelvis manchurisk ask *Fraxinus mandshurica*. Inga utbrott av askskottsjuka har rapporterats från östra Asien, trots att *H. fraxineus* förekommer i en tredjedel av alla friska manchuriska askar. I dag vet man att svampen i sin ursprungliga miljö är en endofyt som lever i askens lövverk, där den varken skadar eller direkt gynnar trädet.¹ Så länge lövverket sitter kvar tycks svampen vara passiv,

¹ Inoue et al. 2019.

men när det fällt på hösten övergår den till att vara saprofytt, en nedbrytare, som lever på att bryta ner bladskafte. Att den därigenom är först på plats i maten är en fördel gentemot andra nedbrytare.

Manchuriska askar kom in, möjligen från Ryssland eller Kina, till en plantskola i östra Polen i början av 1990-talet, eller några år tidigare.² År 1992 rapporterades från Polen döda vävnader på grenar och stammar, vissna stjälkar och för tidigt fälda löv på många askar i landet, vilket ledde till att träden dog. I Baltikum upptäcktes samma sjukdomssymptom något år senare. Under de följande två decennierna spreds sjukdomen över i stort sett hela askens utbredningsområde i Europa. I Sverige noterades den för första gången 2001, på Öland, och finns i dag överallt där det finns ask i landet. Sjukdomens effekter varierar mellan olika länder, men vanligtvis angrips och dödas mellan 80–90 procent av all ask. Vissa individer som klarar sig utan symptom har visat sig ha en resistens, eller tolerans, mot askskottsjukan (avsnitt 6.2).

Hela den europeiska populationen av *H. fraxineus* är mycket homogen, med små genetiska skillnader. Det beror på att sjukdomsutbrottet orsakats av avkomman till endast två individer av svampen.³ Detta fenomen – även kallat för ”genetisk flaskhals” – förekommer ibland vid epidemier av nya skadegörare. Det beror just på att epidemierna orsakas av enstaka, punktvisa introduktioner, där ett fåtal exemplar av skadegöraren, exempelvis via handel, kommer till en viss plats och sedan förökar och sprider sig i sin nya miljö. En bidragande orsak till den snabba spridningen är att värdväxten inte har hunnit utveckla ett försvar mot skadegöraren. Askskottsjukan har därför ett begränsat batteri av sjukdomsalstrande gener. De askar i Europa som är motståndskraftiga mot sjukdomen, är motståndskraftiga mot just dessa gener. Men om fler individer, med andra sjukdomsgener (eller genvarianter, så kallade alleler), skulle introduceras till Europa, finns det inga garantier för att askarna även skulle vara resistent mot dessa. Ett sådant scenario skulle innebära ytterligare ett hårt slag mot asken i Europa. Det gäller i princip vilka individer som helst i svampens ursprungliga område som ännu inte kommit till Europa. De orsakar i genomsnitt fem gånger så stora nekroser som de få genotyper vi fått in i Europa gör – eftersom de innehåller många fler alleler än de våra askar redan har mött, och eftersom våra askar börjat utveckla

² Kowalski. 2006.

³ Burokiene et al. 2015.

resistens just mot de alleler som de utsatts för under sjukdomens utbrott i Europa.

En artikel i Nature presenterade data över askens tillstånd i 27 europeiska länder, vilket resulterat i över 36 000 observationer.⁴ Forskarna fann en avsevärd ökning av dödlighet, med ”hotspots av dödlighet” i södra Skandinavien och nordöstra Europa. Resultaten pekar på vikten av snabba, statliga åtgärder och gemensamma räddningsinsatser över nationsgränser för att motverka en fortsatt ökning av askens dödlighet.

6.1.3 Rekommendationer för hur sjuka askar ska hanteras

Skogsstyrelsen lämnar bland annat följande rekommendationer kring hur man ska hantera ask som har angripits eller dött av askskottsjukan:⁵

- Avverkning av sjuka askar har inte någon egentlig betydelse för att minska askskottsjukans spridning. Anledningen är att svampen producerar omfattande mängder av sporer som sprids långväga med vinden. Dessutom har i princip alla askar i Sverige i dag svampen i sitt lövverk, och när bladskaften faller kommer de att bidra till spridningen.
- Såvida döda eller döende askar inte utgör en säkerhetsrisk bör de stå kvar. Det underlättar identifieringen av potentiellt resistent träd. Samtidigt ökar mängden död ved, vilket gynnar lavar och organismgrupper. Ett rimligt uttag av skadade träd kan å andra sidan rädda virkesvärden och bidra till en något minskad nivå av svampsporer. En lämplig hantering av skadade träd handlar således om att väga för och nackdelar för framför allt natur-, kultur och ekonomiska värden.
- För skadade askar i miljöer där de förekommer i ett begränsat antal träd, som städer, parker och trädgårdar, är det lämpligt att om möjligt samla ihop och bränna visnade blad. Det reducerar svampens möjligheter att bilda sporer, vilket kan bidra till att minska askskottsjukans fortsatta spridning.

⁴ George et al. 2022.

⁵ Skogsstyrelsen. 2013 b.

- På hamlade askar bör man generellt beskära infekterade grenar där svampangreppet inte har nått huvudstammen. Samma gäller askar som nyligen har hamlats eller hamlas regelbundet. Däremot bör man undvika att restaureringshamla gamla och sjuka (veteran) träd, eftersom svampen troligen har spridit sig in till huvudstammen. Beskär man dessa träd kan de ytterligare försvagas, vilket kan påskynda askskottsjukans förlopp.

6.2 Hoppet om genetiken – vissa askar är resistent mot askskottsjukan

Även då ett stort antal askar varje år drabbas av askskottsjukan överlever många av dem angreppet. Det är när en alltför stor del av trädet blir angripet som det dör. Stora askar med stor trädkrona klarar sig därför oftast bättre än små träd med en liten trädkrona. En del träd överreagerar även på askskottsjukan genom att lägga all energi på sitt försvar. Då skjuter trädet inga nya friska skott och de delar av trädet som är angripna ”stängs av”, vilket till slut leder till att trädet dör.

Eftersom askskottsjukan har funnits i Sverige sedan 2001 och är mycket väl spridd, har sannolikt alla svenska askar utsatts för den. Därför borde de träd som överlevt ha en viss motståndskraft mot sjukdomen, och det bedrivs i dag resistensförädling baserat på detta. Askens förmåga att föryngra sig naturligt är mycket god. På sikt skulle det kunna innebära en ny generation askar med en något bättre motståndskraft. Trots att en mycket stor del av alla askar i Sverige och Europa är drabbade av sjukdomen finns därför troligen en framtid för asken i Sverige (figur 6.3). Vilken ekologisk och kulturell betydelse som asken får avgörs dock av hur framgångsrikt förädlingsarbetet är och på åtgärder för restaurering. Framtidens askar kommer genom sjukdomen dessutom att ha passerat en smal genetisk flaskhals och står betydligt sämre rustade att möta nya utmaningar. Vad som händer med artens existens om ytterligare en patogen eller skadeinsekt skulle introduceras är oklart.

Figur 6.3 En liten andel av asken i Sverige och Europa är resistent mot askskottsjukan. Ett tecken på att en ask är resistent är att den är frisk trots att den växer nära allvarligt sjuka askar



Foto: Sanna Black-Samuelsson.

Heritabiliteten (ärfthligheten) för askens mottaglighet för skador i trädkronan och andra egenskaper relaterade till sjukdomen har i flertalet avkommeprövningar och klontester i Europa varit hög, vilket visar att det finns en stark genetisk kontroll för dessa egenskaper.⁶ Forskare har också funnit att askens resistens mot askskottsjukan är en kvantitativ egenskap som styrs av flera gener och som svarar bra både på det naturliga urvalet och på urvalet i förädlingen.⁷ Denna slutsats framgick av en studie där DNA sekvenserades från hela genomet av ett stort antal askar. Man identifierade över tretusen polymorfismer (olikheter) i enstaka baser i DNA-sekvensen. Dessa var antingen associerade med en låg eller en hög tolerans mot askskottsjukan. Sextioen av dessa olikheter var belägna i eller nära gener som tidigare beskrivits som involverade i andra växtarters svar på en patogen. Dessa 61 olikheter kunde sedan användas för att med över 90 pro-

⁶ Enderle et al. 2019.

⁷ Stocks et al. 2019.

cents noggrannhet förutsäga om ett träd skulle vara tolerant mot askskottsjukan. Dessa resultat visar att genomiska analyser kan påskynda urvalet av resistent askar.

En svensk forskningsstudie visar potentialen i att använda genomiska data i resistensförädlingen av ask och att data kan användas för ett så kallat markörbaserat urval.⁸ Utvalda sjukdomstoleranta askar visade små genetiska skillnader jämfört med en naturlig populationen av ask där träden har varierande toleransnivå mot askskottsjukan. Resultaten tyder på att det är möjligt att göra ytterligare urval av toleranta träd i förädlingen utan att nämnvärd genetisk variation går förlorad. Eftersom resistensen kontrolleras av många gener med en liten effekt behöver man kombinera flera molekylära markörer för att öka möjligheten att förutsäga vilka träd som är resistent och välja ut dem för fortsatt förädling.

6.2.1 Resistensförädling av ask i Sverige så här långt

Skogforsk har under flera år arbetat med resistensförädling av ask, i samarbete främst med SLU (figur 6.4, tabell 6.1). Verksamheten har finansierats genom olika externa finansiärer. Avsaknaden av ett stabilt och långsiktigt ekonomiskt stöd har försvårat arbetet.

Asken används i blygsam utsträckning i skogsbruket. För att tillfredsställa behovet av frö etablerade Skogforsk år 1995 och 1996 två fröplantager i Skåne, i Trolleholm och Snogeholm. Sammanlagt planterade man 106 kloner av ask som var utvalda med avseende på kriterier för produktion och kvalitet, i huvudsak väl växande träd med raka och kvistfria stammar.

Askskottssjukans intåg i Sverige drabbade även de båda fröplantagerna. Eftersom varje klon i plantagerna representeras av flera kopior kunde man undersöka en eventuell genetisk resistens mot askskottsjukan. Plantagerna inventerades därför vid flera tillfällen (2006, 2007, 2010, 2011). Resultaten visade att askens resistens till stor del är genetiskt kontrollerad, men endast ett fåtal kloner hade en hög motståndskraft som var relativt stabil över tid.⁹

⁸ Chaudhary et al. 2020.

⁹ Stener. 2018.

Figur 6.4 I Skogforsks växthus i Ekebo odlas ask som genom förädling har fått en ökad motståndskraft mot askskottsjukan



Foto: Sanna Black-Samuelsson.

Utifrån dessa lovande resultat fortsatte man att utöka genpoolen av motståndskraftiga askar. År 2014 inventerades askar i naturliga bestånd, parker och alléer. Genom information från Skogsstyrelsen och Länsstyrelsen lokaliserades askar som hade överlevt askskottsjukan, även då flertalet omgivande träd var drabbade. Man identifierade drygt 650 träd på 121 platser över askens hela svenska utbredningsområde. Av dessa tog man sticklingar från de 52 mest lovande. De planterades 2016 i ett försök för att systematiskt mäta deras resistensnivå. Försöket innehåller även kloner från fröplantagerna i Snogeholm och Trolleholm samt den resistenta manchuriska asken. Under 2017 och 2018 planterades ytterligare två klonförsök, men många ympar dog av torkan under sommaren 2018. Ännu ett klonförsök planterades hösten 2022 i Snogeholm. Det består av 78 nya motståndskraftiga kloner från återinventeringen 2018, samt en klon från de gamla fröplantagerna.

Efter tips från allmänheten om potentiellt resistenta askar gjordes nya inventeringar. År 2019 undersökte man 414 askar från 80 platser,

varav 347 valdes ut. Under 2022 och 2023 planterades åtta avkommeprövningar av potentiellt resistent ask. Frön till plantproduktion har samlats in från lovande kloner i Trolleholms fröplantage och från inventeringen 2014. En inventering i Snogeholm och Trolleholm 2021 visade på en fortsatt hög motståndskraft hos tio lovande kloner i fröplantagerna, medan mottagliga kloner alltså var drabbade av askskottsjukan. Vissa motståndskraftiga kloner har gått förlorade till följd av betesskador, men de överlevande har visat en stabil resistens under femton år och utgör en solid grund för fortsatt resistensförädling.¹⁰

Tabell 6.1 Tillgängliga resurser av ask med varierande grad av motståndskraft mot askskottsjukan från 2014 till 2023

Med kandidater avses potentiellt resistent askar. Färgerna visar försök med överlappande material. Siffrorna representerar antal kloner och antal bestånd som klonerna samlats ifrån (i parentes). För avkommeprövningar representerar siffran i parentes antal planterade försök

Aktivitet/År	1995	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gamla fröplantager	106 (27)										
Inventering av kandidater		655 (121)					414 (80)	272 (97)			
Återinventering av kandidater						360				347 (80)	
Klonförsök				65* (16)	54 (11)	36 (9)				79* (25)	
Avkommeprövningar										20 (5)	23 (3)

*Innehåller några kloner från plantagen (1995). Klonförsök Snogeholm 2017 med 54 kloner, 2018 med 36 kloner från inventeringen 2014.

Källa: Skogforsk.

6.2.2 Planer för fortsatt resistensförädling

Skogforsk har gjort en övergripande plan för aktiviteter och kostnader gällande resistensförädling av ask under den kommande tioårsperioden. Målet är att utveckla 20 kloner av ask med en ökad motståndskraft mot askskottssjukan som kan användas som frökälla. På längre sikt behöver antalet resistent kloner öka för att bredda den genetiska variationen. Upprop till allmänheten har resulterat i en

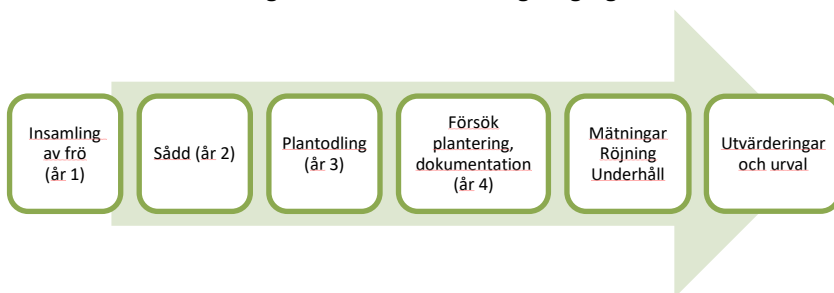
¹⁰ Liziniewicz et al. 2022.

mängd tips på potentiellt resistent askar. Många av träden har inventerats vid flera tillfällen och det har resulterat i en lista med ”kandidatträd”. De behöver testas systematiskt genom så kallad klontestning och avkommeprövning för att deras nivå av motståndskraft ska kunna avgöras.

Klontestning innebär att man samlar in material från kandidatträd och förökar upp det vegetativt genom sticklingar eller ympning för att få flera kopior av varje genotyp. Detta är relativt arbetskrävande, men genom att testa flera kopior av varje klon får man ett säkrare mått på motståndskraften hos varje individ. Avkommeprövning innebär att frö samlas in från kandidatträden och används för att producera plantor som man sedan testar (figur 6.5). Detta är ett enklare förfarande än vegetativ förökning, men kräver att man testar fler plantor. Man har inte information om vilka individer som är pollenföräldrar till avkommorna. Skattningen av kandidatträdens motståndskraft blir därför något sämre, men ger i stället information om hur egenskapen nedärvs.

Figur 6.5 Princip och tidplan för avkommeprövning av ask som är potentiellt motståndskraftig mot askskottsjukan

Varje år sår Skogforsk avkommor från 60 ”kandidatträd” av ask som potentiellt är motståndskraftiga mot askskottsjukan. Tidplanen rullar kontinuerligt under resistensförädlingens gång



Källa: Skogforsk.

Klontestning och avkommeprövning har båda sina för- och nackdelar, varför metoderna är bra att kombinera. Under en tioårsperiod är planen att systematiskt testa 600 kandidatträd. Från varje kandidatträd testas 200 avkommor, vilket innebär 120 000 plantor totalt. Dessa planteras ut i försök där askskottssjukan finns. Man förlitar sig på naturlig infektion vilket har visat sig fungera väl. Om 2 500 plantor planteras per

hektar, behövs under testperioden på tio år 48 hektar mark, vilket Skogforsk bedömer att man kan få tillgång till genom sina samarbetspartners. Parallellt klontestas de mest lovande individerna. Material samlas in från kandidatträden, ympas och planteras ut i klonförsök. Båda typerna av försök behöver regelbunden skötsel där inhängning och röjning är kostnadskrävande men centrala åtgärder för att lyckas i resistensförädlingen.

För att öka möjligheten att hitta tillräckligt många resistent individer kommer Skogforsk även att arbeta med ytor där det förekommer naturlig föryngring av ask. På många platser finns stora uppslag av askplantor, och man avser där att märka upp plantorna och följa deras utvecklingen. Majoriteten av dem blir smittade och dör innan de hinner växa upp till större träd, men förhoppningen är att hitta individer som har en bättre motståndskraft. Detta är en mer osäker metod än de som nämnts ovan, men är mindre arbetsintensiv och har potential att bredda den genetiska basen i framtida populationer av askar med en förbättrad resistens.

Under senare delen av projektperioden kommer Skogforsk att utföra kontrollerade korsningar mellan de mest lovande klonerna. Avkommorna från dessa korsningar planteras ut i försök och man utvärderar deras nivå av resistens mot askskottsjukan. Eftersom resistensen beror på flera gener kommer olika individer ha olika kombinationer av resistensgener. Genom att korsa resistent individer kan man bland avkommorna hitta individer som kombinerar resistensgener från båda föräldrarna och på så sätt uppnå en högre resistensnivå än varje förälder enskilt. Om antalet resistent kloner visar sig vara lågt är tanken att korsa de bästa klonerna även med kloner som visar en svagare motståndskraft.

Skogforsk har även planer på att göra DNA-analyser från alla kandidatträd och till viss del även från andra askar, och förvara detta för framtida studier. Syftet är att kunna undersöka den genetiska strukturen av populationer och jämföra hur väl de utvalda kandidatträden speglar askens genetiska variation i Sverige. På sikt, när det finns tillräckligt med data över resistensnivån hos olika individer, kan DNA-analyser användas för att identifiera viktiga gener för resistens. Dessa data kan förenkla urvalet av individer i förädlingen. Det finns inga garantier för att man ska lyckas få fram tillräckligt många askar som är resistent mot askskottssjukan och om det inte fungerar bör man överväga andra alternativ. En möjlighet är att använda sig av gen-

redigering, vilket kräver forskningsinsatser för att anpassa metoden till ask och identifiera lämpliga gener att redigera. Detta utförs lämpligen av något av universiteten i Sverige, gärna med internationellt samarbete.

Ett annat alternativ är att använda andra arter av ask för att kunna bevara en del av den biologiska mångfald som är knuten till den sjukdomsmottliga europeiska asken *Fraxinus excelsior*. Flera arter inom släktet *Fraxinus* och arterna i östra Asien har under lång tid samexisterat med och är immuna mot askskottsjukesvampen. För att inte förlora tid är en möjlighet att påbörja utvärderingen av resistensnivån hos ett flertal främmande arter av ask, undersöka hur väl de växer i Sverige och i vilken utsträckning de fungerar som värd för följararter på ask *F. excelsior*. Det handlar då om att föröka upp material från befintliga främmande arter av ask i Sverige, som finns i bland annat botaniska trädgårdar. Hybridisering mellan främmande resistentarter av ask och vår inhemska ask kan möjligen också vara en väg framåt. Sådana hybrider och främmande arter kan teoretiskt också användas för att överbrygga tiden tills det finns resistent ask att plantera ut.

I resistensförädlingen samarbetar Skogforsk och SLU med Köpenhamns universitet om metodutveckling och för att utbyta material. Andra pågående utbyten av material sker med forskare i Norge, Litauen, Polen, Irland och Storbritannien. Sedan 2014 arbetar Sverige, Danmark, Norge och Litauen med att förbättra skogsodlingsmaterial av ask.¹¹ Potentiellt resistent ask har valts ut från flera platser i respektive land och testas i avkommeprövningar och klontester. Genom att göra ett urval baserat på observerbara (fenotypiska) egenskaper av potentiellt resistent ask, följt av en stark framåtriktad selektion baserat på avkomman, avser man att utveckla en frökälla med denna andra generation av ask. Frökällan är tänkt att användas för skogsplantering och restaurering. Projektets tio genetiska fältförsök omfattar avkommor från drygt 250 moderträd, totalt runt 18 000 planter, som kommer studeras avseende deras resistens mot askskottsjukan. Man kommer även samla in material för framtida genomiska studier.

I dag finansierar Sveaskog resistensförädling av ask och alm med en miljon kronor årligen. Så länge detta bidrag kvarstår minskar behovet från statsbudgeten upp till en miljon kronor i Paket 1, och med en miljon kronor i Paket 2 och 3 (tabell 9.2–9.4).

¹¹ Liziniewicz et al. 2024.

6.3 Restaurering med resistent ask

På sikt är förhoppningen att genom förädling och användning av ett resistent odlingsmaterial få tillbaka asken i landskapet (figur 6.6). Det är viktigt att ta tillvara den genetiska variationen i askarnas resistens för att bevara trädslaget. Om det endast finns ett fåtal resistent kloner och de planteras ut på flera platser kan en låg genetisk variation göra dem mer sårbara för andra biotiska och abiotiska hot. Det krävs resurser för att förädla både befintligt friskt material av ask och att öka den genetiska variationen i genpoolen med fler friska askar.

Redan nu är en möjlighet att successivt börja plantera ut potentiellt resistent askkloner på platser, som naturreservat, där trädslaget är viktigt för den biologiska mångfalden. Detta behöver ske i dialog med berörd aktör, som länsstyrelsen. Det finns i dag möjlighet att samla in frön från friska askar i fröplantagen i Trolleholm för detta ändamål och från fröplantagen i Snogeholm om ungefär fem år.

I dag finns småskaliga försök med utplantering av vissa toleranta askar i väntan på kloner som har genomgått mer testning. En möjlighet kan också vara att undersöka resistensen hos de småplantor som vuxit upp under eller alldeles i närheten av resistent askar. Försök med att plantera ut resistent kloner är ett viktigt steg i resistensförädlingen och skulle troligen underlättas av ett nationellt program för både ask och alm. Generellt finns behov av att hitta olika pragmatiska lösningar gällande restaurering med resistent ask. Stödjande forskning är också betydelsefullt för en restaurering med resistent ask (avsnitt 7.5). Ett nästa steg om resistensförädlingen lyckas är att i större skala föröka upp resistent askar. Beroende på mängden plantor kan en sådan produktion behöva ske i en skogsplantskola.

6.4 Smaragdpraktbaggen är ett nytt hot mot asken

Smaragdpraktbaggen *Agrilus planipennis* är en karantänskadegörare som härstammar från nordöstra Asien (Kina, Japan, Korea och Rysslands ostligaste delar). Arten är införd till Nordamerika och Europa, men är ännu inte påträffad i Sverige eller våra grannländer. Den har rapporterats från Moskvaområdet sedan 2003 och från Sankt Petersburg runt 2019.¹²

¹² EPP0. 2023.

Smaragdpraktbaggen är en 8–13 millimeter avlång, grönglänsande skalbagge. Livscykeln är oftast ett år, men kan vara längre i riktigt kalla områden. Skalbaggens honor lever ungefär 22 dagar och lägger 60–90 ägg i skrevor i barken. När de millimeterstora äggen kläcks efter 7–10 dagar borrar larverna igenom barken för att få tag på näring och skär av de närings- och vätsketransporterande kärnen. Larverna blir runt tre centimeter långa. De äter tills det blir svalare på hösten och övervintrar i gångar i barkens inre delar hos större träd, eller i yttre veddelar hos klena träd. Larverna förpuppas på våren, varpå färdiga skalbaggar kryper fram ur D-formade hål och tar sig till trädkronan för att äta på blad.

Aggressiva angrepp av smaragdpraktbaggen i Nordamerika och Ryssland har resulterat i att samtliga angripna askar har dött efter några år. Baggens spridning västerut till norra Europa ökar risken för att den oavsiktligt ska introduceras i Sverige. Om så sker försvåras pågående resistensförädling mot askskottsjukan och det blir än viktigare att identifiera askar som även är motståndskraftiga mot smaragdpraktbaggen. Dessutom är stressade träd mycket känsligare för smaragdpraktbaggen än fullt friska, dels för att de har mindre resurser att försvara sig med, dels för att skalbagarna kan lukta sig till dem och aktivt söker upp dem. Efter askskottsjukans härjningar är 95–99 procent av alla askar i Sverige och Europa i varierande grad medfarna. Även de askar som uppvisar motståndskraft har tagit skada och kommer därför att ha en förhöjd mottaglighet för skalbaggens angrepp. Att dessa två skadegörare nu samtidigt kommer att plåga Europas askbestånd kommer att resultera i en additiv effekt som är betydligt värre än vad hade kunnat ställa till med var och en för sig.

Figur 6.6 Asken är ett majestätiskt trädslag vars framtid i Sverige är hotad på grund av askskottsjukan. Den invasiva främmande smaragdpraktbaggen innebär ytterligare ett allvarligt hot om den introduceras i Sverige

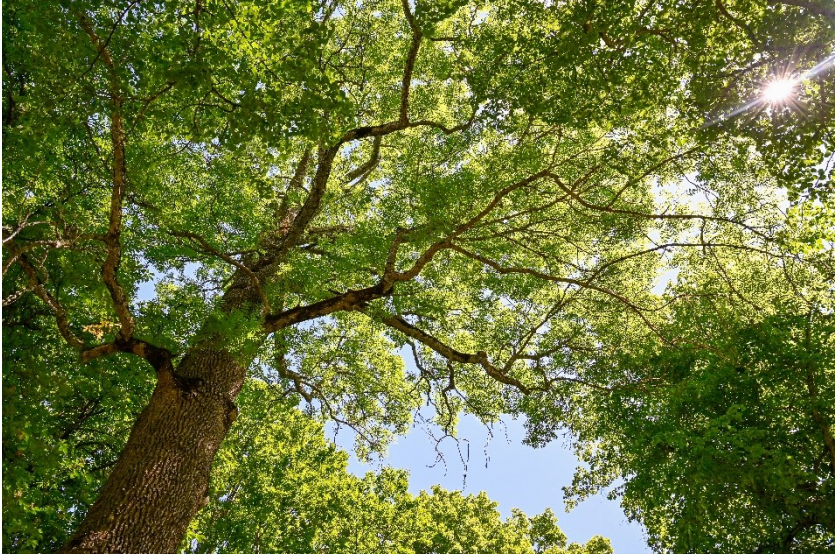


Foto: Jonas Rönnbro.

7 Forskningsbehov för att bevara och förädla alm och ask

7.1 Stödjande forskning är centralt för att lyckas med andra åtgärder

Formas redovisade 2022 ett regeringsuppdrag om pågående forskning på almsjuka och askskottssjuka i Sverige.¹ Enligt rapporten sker forskning främst på ask och askskottsjukan. Det kan bero på att askskottsjukan introducerades senare än almsjukan i Sverige och att forskningsinsatser har varit nödvändiga för att förstå askskottsjukans effekter.

Forskningen på askskottsjukan och almsjukan bedrivs av relativt få forskare i Sverige och omfattar olika inriktningar. För ask handlar det bland annat om genetiken bakom resistens mot askskottsjuka, och sjukdomens effekter på den biologiska mångfalden. För alm avser forskningen främst biologisk kontroll av almsjukan. Det begränsade antalet forskare har troligtvis underlättat kontakterna mellan olika inriktningar inom och mellan universitet, samt med förädlingsverksamheten.

Forskningen i Sverige om trädens patogener (skogspatologi) och skadeinsekter (skogsentomologi) är bred. Exempelvis inbegriper den skogspatologiska forskningen på SLU trädens resistens mot sjukdomar, hur försvarsmekanismer kan induceras hos skogsträd och hur andelen motståndskraftiga träd kan öka i framtidens skogar. Man använder moderna molekylära tekniker, bland annat för att kartlägga gener för resistens och undersöka specifika mikroorganismers kapacitet att orsaka sjukdom.

Den skogsentomologiska forskningen på SLU avser tillämpad ekologi rörande bland annat insekters populationsbiologi och beteende, skogsekosystemets insektsvärld, bevarande av biologisk mång-

¹ Formas. 2022.

fald, samt hur man kan motverka insektsskador i skogsbruket. Samspelen mellan skadeinsekt, dess fiender och värdträdet adresseras i syfte att förstå och motverka insektshärjningar och skogsskador.

Som framgår av Formas rapport är Sverige framstående när det gäller forskning om skogsträdens skadeinsekter och patogener, samt angriparnas ekologiska konsekvenser. Kompetensen har bland annat byggts upp i samband med forskning och infrastruktur gällande mer kommersiellt betydelsefulla trädslag, som gran och tall. Denna kompetens och infrastruktur är i princip tillgänglig och omfattar långt fler personer och övriga resurser än vad som hitintills varit involverade i forskningen om almsjuka och askskottsjuka. Kompetensen i Sverige är således hög och det finns en tydlig utvecklingspotential när det gäller forskning om almsjukan och askskottsjukan. Den begränsande faktorn för forskningen, särskilt gällande alm, är bristen på forskningsanslag.

7.2 Alm – främst om endofytsvampar i beviljade forskningsmedel

Enligt Vetenskapsrådets databas Swecris beviljade Formas under 2009–2019 drygt nio miljoner kronor för olika forskningsprojekt relaterade till almsjuka och i vissa fall även andra skadegörare. Projekten omfattade studier över endofytsvampars funktioner och betydelse, bland annat som biokontroll för att bekämpa almsjukan, liksom faktorer som påverkar spridningen av invasiva patogener.

I ett nytt Formasfinansierat projekt under 2023–2024 använder forskarna konceptet ”holobiont” som ett teoretiskt ramverk. Det innebär att växter och deras associerade mikrober betraktas som en funktionell och evolutionär enhet. Man studerar potentiella samband mellan almsjukeresistens och de svampsamhällen som associeras med alm i Sverige. Vidare undersöker man om vaccineringen av alm påverkar de svampar och lavar som almarna hyser, samt karakteriserar den nordliga populationen av almsjukan för att stödja framtida resistens tester. Även Stiftelsen Skogssällskapet finansierar studier över almar- nas symbiotiska mikrosamhällen och hur de kan användas i almsjukebekämpningen.

7.3 Forskningsbehov kopplat till almsjukan

Det finns påtagliga behov av forskningsstudier till stöd för förädlingen av resistent alm. Vi har efterfrågat underlag från forskningen över vilka forskningsfrågor de anser vara mest relevanta för att hantera almsjukan och bevara almen i Sverige. Utifrån forskarnas underlag har vi gjort en prioritering av de förslag vi anser är viktigast och vilken finansiering som krävs för att genomföra denna forskning (avsnitt 9.6).

De föreslagna forskningsbehoven kan delas upp i fyra huvudsakliga områden (nedan): Biologi, ekologi och patologi hos alm och/eller almsjukan; forskning för att utveckla och möjliggöra förädling av motståndskraftig alm; restaurering av ekosystem där almen är ett viktigt trädslag; och ekologiska effekter av almsjukan. För varje fråga anges inom parentes när forskningen bör ske.

Biologi, ekologi och patologi hos alm och/eller almsjukan

Dessa förslag anser vi vara prioriterade:

- Förutsättningarna för att i Sverige initiera förädling för ökad resistens mot almsjuka ser olika ut för lundalm, skogsalm och vresalm. För *lundalm* finns mycket erfarenheter och kunskap, främst i Spanien. Möjligen kan resistent kloner från till exempel Spanien komplettera potentiellt resistent lundalm från Sverige. Det förutsätter att man studerar skillnader och likheter mellan lundalmens genetiska variation på Gotland och från spanska eller andra populationer i Europa. *Skogsalm* har inte förädlats i Europa i samma utsträckning som lundalm. Här ger genetisk information kunskap om lämpliga populationer att samla material från till ett förädlingsprogram. För *vresalm* som nästan är uttraderad från Öland finns troligen inte tillräckligt många potentiellt resistent inhemska träd för att utveckla ett förädlingsprogram. (Forskning bör ske år 1–2).
- Klimat/väderfaktorer påverkar samspelet mellan patogen och insektsvektor, samt interaktionen mellan träd och svamp, men mekanismerna för detta är okända. Det behövs studier på cellulär och molekylär nivå av svampinfektionen och trädens försvarsrespons för att förstå de mekanismer som är inblandade i interaktionen. Man behöver kartlägga försvarsrespons hos träd som ingår i ett

förädlingsprogram. Vidare finns behov av studier över hur kloner från exempelvis Spanien på fysiologisk och kemisk nivå uttrycker försvarsresponser i ett nytt klimat. (Forskning bör ske år 1–3).

- Forskning kopplad till fjärranalys krävs för att identifiera almsjuka träd i bekämpningen på Gotland (avsnitt 5.1.5). (Forskning bör ske år 1–3).

För att hålla kostnaderna nere har vi prioriterat ned följande förslag på forskning:

- Genetisk information om *Ophiostoma ulmi/novo-ulmi* är nödvändig för att förstå risken kring att svampen kan övervinna almens resistens mot almsjuka. Studierna omfattar jämförelser mellan svampens genetiska variation på fastlandet, på Gotland, samt i förhållandet till Europa. Man bör även skatta antalet introduktioner av sjukdomen till Gotland. En låg genetisk variation av almsjukan på Gotland kan tyda på få introduktioner, vilket kan öppna för att använda hypovirulens (se nedan) för biologisk kontroll av svampen. Det innebär att svampens förmåga att framkalla sjukdom, dess patogenicitet, minskar eller försvinner genom att den angrips av virus.
- Artificiell intelligens och digitala verktyg behöver utvecklas för att underlätta en effektiv datautvinning, till exempel för att karaktärisera populationer av patogener och resistensegenskaper.
- Mikroorganismer som är associerade med alm som interagerar med almsplintborren och *Ophiostoma* eller aktiverar trädets försvar bör studeras (se ovan).
- Forskning om almsplintborrens ekologi och biologi skulle ge en ökad förståelse över almsjukans epidemiologi.

Forskning för att utveckla och möjliggöra förädling av motståndskraftig alm

Dessa förslag anser vi vara prioriterade:

- Kunskap om hur man bäst massförökar och odlar alm, hur man utför tillförlitliga och upprepbara resistenstester i ett så tidigt skede som möjligt, samt vilka faktorer man bör beakta i resistensföräd-

lingen är av central betydelse. Det genetiska underlaget, det vill säga förädlingspopulationen av skogsalm och lundalm, behöver analyseras. (Forskning bör ske år 1–3).

- Molekylärgenetiska metoder. Forskningen bör kartlägga lundalmens och skogsalmens genom och eventuellt den variation som finns mellan almar och almpopulationer samt göra jämförelser med kända gener och genfunktioner. Genetiska markörer bör utvecklas och användas på resistent växtmaterial för att relatera den resistens man har hittat till genetiska strukturer. Fokus bör ligga på att underlätta resistensförädlingen och samarbete bör ske med resistensförädlingen och arbetet med genetisk modifiering. (Forskning bör ske år 1–3) (Se även avsnitt 5.2.4)
- Genetisk modifiering. För att möjliggöra användningen av genetisk modifiering av alm behöver först optimala protokoll för cellodling, vävnadsodling och transformering utarbetas. Fortsatt forskning handlar om att ta tillvara rön från övrig forskning för att utifrån det ta fram nya resistensgener och växtmaterial som kan användas i resistensförädlingen. (Forskning bör ske främst år 1–3). (Se även avsnitt 5.2.5)

Restaurering av ekosystem där almen är ett viktigt trädslag

Målet med resistensförädlingen är att återintroducera alm i områden där trädslaget riskerar att gå förlorat eller redan har gått förlorat, samt restaurera förlorade habitat och ekosystem. För detta krävs forskning om etablering och överlevnad av planterade resistent almar. Andra viktiga forskningsområden avser själva restaureringen. Hur kan den biologiska mångfalden restaureras så effektivt som möjligt. Hur påverkas andra organismer, biodiversiteten och hela ekosystemen av en utplantering? Övriga åtgärder i syfte att överbygga följarternas brist på livsmiljöer och för att vidmakthålla att de har en tillräcklig genetisk diversitet kan också vara aktuellt. (Forskning bör ske år 4–10).

Ekologiska effekter av almsjukan

Kunskapen behöver öka i flera avseenden gällande almen på Gotland. Man behöver studera almbeståndens struktur och vilka olika värden som är förknippade med olika åldersklasser av alm. Vilket samband finns mellan trädens ålder, art (lundalm eller skogsalm) och deras associerade biologiska mångfald? Vid vilken ålder blir vilka trädslag lämpliga livsmiljöer för olika organismgrupper och arter? Det behövs även studier på och övervakning av både alm och ask för att förstå almsjukans och askskottsjukans effekter på olika organismgrupper, för att kunna hantera dem. (Forskning bör ske år 1–3).

7.4 Ask – ett axplock av tidigare och pågående forskning

Ett europeiskt projekt *FRAXBACK*² om ask och askskottsjukan pågick under 2012–2016 och involverade mer än 200 forskare från olika discipliner från 38 länder. Projektet fokuserade på olikheter och likheter mellan europeiska regioner och länder beträffande askens betydelse, genetik och resistens mot askskottsjukan, sjukdomens spridning, samt övervakning, påverkan och hantering av sjukdomen.³

SLU var drivande i projektet och universitetet gav bland annat ut två böcker. Den ena boken syntetiserar forskarnas befintliga kunskap om askskottsjukan och ger praktiska riktlinjer för en hållbar förvaltning av ask i Europa.⁴ Den andra boken redogör för aktuell forskning om askskottsjukan och andra invasiva främmande skogsskadegörare.⁵ Bland annat finns en översiktsartikel om askskottsjukan i Sverige som beskriver sjukdomsförlopp, dynamiken hos svamp och värdträd, askens tolerans mot sjukdomen, samt skötsel av ask i landskapet och i skog.⁶

Enligt Vetenskapsrådets databas Swecris beviljade Formas under 2010–2023 drygt 18 miljoner kronor för olika forskningsprojekt helt eller delvis relaterade till askskottsjuka. Projekten omfattade studier över askskottsjukans mekanismer, faktorer som påverkar spridningen av invasiva patogener (även för almsjuka och *Phytophthora*), funktio-

² Cooperation in Science and Technology (COST) programme. Action FP1103 FRAXBACK.

³ Enderle et al. 2019.

⁴ Vasaitis et al. 2017.

⁵ Enderle et al. 2017.

⁶ Cleary et al. 2017.

nell genomik i molekylära och cellulära processer som leder till resistens, samt utvecklingen av molekylära markörer för resistens. Dessa projekt har löpt ut.

Ett nytt Formasfinansierat forskningsprojekt tar under 2024–2027 fram ny kunskap om smaragdpraktbaggen och om svamparna som den sprider. Forskarna vill undersöka hur dessa nya arter kan påverka asken och dess följearter som är starkt beroende av trädslaget som boplats, föda eller skydd. Man ska också undersöka om askar som är resistenta mot askskottsjukan även kan överleva angrepp av praktbaggen. Då båda sjukdomarna finns i Ukraina finns möjligheten att studera interaktionen mellan skadegörare och träd innan praktbaggen når västra och norra Europa. Man vill även initiera en förädlingsmetod som är baserad på molekylära markörer för att förbättra och anpassa program för förädling och fröproduktion av ask.

Ett annat forskningsprojekt är finansierat av Stiftelsen för strategisk forskning under 2022–2024. Här samverkar svenska och ukrainska forskare för att öka kunskapen om interaktionerna mellan ask, askskottsjuka och smaragdpraktbaggen, samt diversiteten av de svampar som är associerade med smaragdpraktbaggen. Även här studeras askar som har motståndskraft mot båda skadegörarna och man modellerar skadegörarnas kombinerade effekter på ask. Andra exempel på finansierar av forskning om askskottsjukan är Stiftelsen Skogssällskapet och Föreningen Skogsträdsförädling.

7.5 Forskningsbehov kopplat till askskottsjukan och smaragdpraktbaggen

Det finns flera prioriterade forskningsfrågor som syftar till att bevara asken i Sverige. De omfattar: Askens resistens mot askskottsjuka; Skötsel av och restaurering med resistent ask; Ekologiska studier beträffande askens betydelse för den biologiska mångfalden; samt Askens resistens mot smaragdpraktbaggen.

Askens resistens mot askskottsjuka

Forskning kring askens resistens mot askskottsjukan bidrar till resistensförädlingen av ask i Sverige. Sådana studier omfattar:

- Försvarsmekanismer hos ask (konstitutiva och inducerade mekanismer) som är involverade i resistens mot askskottsjukan.
- Variationen inom och mellan arter i släktet ask i deras cellulära, biokemiska och molekylära svar på askskottsjukan.
- Effekter av klimatfaktorer och biotisk stress på askens resistens.
- Interaktionen mellan associerade svampsamhällen, asken och askskottsjukan, samt svamparnas funktionella roll i resistensen.
- Samtidig resistens mot både askskottsjukan och smaragdpraktbaggen.
- Test och valideringsmetoder för resistent askar med bland annat molekylärgenetiska verktyg för att påskynda förädlingen.

Skötsel och restaurering av resistent ask

Forskning som syftar till att bedöma bland annat askens tillväxt och hälsa bidrar till att ta fram rekommendationer till skogsägare gällande skötsel av resistent ask. Sådana studier omfattar:

- Statusen av naturligt föryngrad ask i olika geografiska områden och ståndortstyper.
- Hur askkloner som visar en hög motståndskraft mot askskottsjukan presterar i försök under olika miljöförhållanden.
- Förbättrade tekniker för att producera askplantor i plantskolor.
- Skogsägares attityder och vilja att framöver återbeskoga med ask.
- Strategier för att restaurera med resistent ask.

Ekologiska effekter av askskottsjukan

Forskning kring bevarande av askens biologiska mångfald och prioriterade åtgärder för restaurering omfattar:

- Systematisk övervakning av hur förlusten av ask påverkar trädslagets biologiska mångfald, tröskelvärden för dessa följearter och risken för samutdöende om asken går förlorad.
- Anpassningsåtgärder, inklusive användningen av andra potentiella värdträd för att bevara askens följearter, samt riktade insatser för att förbättra tillgången till livsmiljö för dessa alternativa värdträd.
- Optimering av framtida skötselåtgärder i de få områden där långsiktiga data finns tillgängliga och som möjliggör analyser av förändringar i ekosystemets artsammansättning före och efter askskottsjukans introduktion.

Resistens mot smaragdpraktbaggen

Det finns stora kunskapsluckor att åtgärda avseende askens resistens mot smaragdpraktbaggen, samt om interaktioner mellan ask, smaragdpraktbaggen och baggens eventuella antagonister. Man behöver klarlägga om det finns kloner av ask som är motståndskraftiga både mot askskottsjukan och smaragdpraktbaggen, och hur ett angrepp av den ena skadegöraren påverkar resistensen mot den andra. Askens motståndskraft mot praktbaggen är i dag inte tillräckligt beforskad.

8 Att bevara skogsträdens gener och associerade arter

8.1 Genetisk variation – skogsträdens skattkista

8.1.1 Att bevara genetisk variation¹

Bevarandet av alm och ask handlar också om att bevara deras genetiska variation. Detta ”genbevarande” kan ske direkt på trädens växtplats (*in situ*), oftast i en skyddad skog. Det kan också ske utanför trädens växtplats (*ex situ*), till exempel i fröbanker, genbanksytor, klonarkiv, botaniska trädgårdar och arboretum. Genbevarande gör det möjligt att i framtiden ha tillgång till genetisk variation som kanske inte finns i produktionsskogen. Variationen kan vara värdefull till exempel som vetenskapligt referensmaterial för att belysa effekter av urval och arters utveckling, för framtida försörjning och välstånd, eller för att tillgodose etiska och existentiella värden. I många sammanhang används begreppet skogsgenetisk resurs. Det är ärftligt material inom och mellan skogsträd och andra vedartade växter som är av ett faktiskt eller potentiellt ekonomiskt, miljömässigt, vetenskapligt eller socialt värde.² Värdet av skogsträdens genetiska resurser är ofta okänt. Det motiverar vikten av att både uthålligt bruka och bevara skogsträdens genetiska variation. Sådana bevarade resurser är särskilt viktiga efter epidemier, som exempelvis almsjukan och askskottsjukan, eftersom de kan motverka effekten med en genetisk flaskhals.

Det finns ett policyområde för genetisk variation som bland annat omfattar:

¹ Avsnitten 8.1.1 och 8.1.2 är i stora delar direkt hämtade från Skogsstyrelsens strategi för genbevarande av skogsträd från 2022.

² Definition från FN:s jordbruks- och livsmedelsorgan, FAO.

- FN:s konvention om biologisk mångfald. Konventionen lade grunden för nationerna att själva ta ansvar för att bevara och hållbart bruka genetisk variation.
- En global handlingsplan för skogsgenetiska resurser.³ En mellanstatlig kommission vid FN:s jordbruks- och livsmedelsorgan, FAO har beslutat om handlingsplanen. Skogsstyrelsen har ett officiellt mandat att ta fram nationella statusrapporter⁴ och arbeta för att implementera och följa upp handlingsplanen.
- Forest Europe. En paneuropeisk frivillig politisk process mellan drygt 40 signatärstater och EU som utvecklar gemensamma strategier för att bevara och hållbart bruka Europas skogar. Resolutioner om skogsgenetiska resurser antogs i Strasbourg 1990, Wien 2003, Warszawa 2007, Madrid 2015 och Bratislava 2021.
- Europeiska strategin för skogsgenetiska resurser.⁵ Strategin ger stöd och styrning exempelvis för nationellt genbevarande.
- Skogspolitikens miljömål och miljö kvalitetsmålet *Levande skogar*.

Ett antal kriterier är viktiga för att genbevara skogsträd. Ett alleuropeiskt samarbetsprojekt, European Information System on Forest Genetic Resources (EUFGEN) har formulerat riktlinjer för att genbevara skogsträd i Europa, bland annat beroende på trädslagets olika egenskaper.⁶ Enligt dessa riktlinjer bör antalet träd man genbevarar vara så stort att beståndet har en tillräckligt hög genetisk variation för att överleva, reproducera sig och undvika inavel, korsning mellan närbesläktade individer som resulterar i en snäv genetisk variation. Ett resurseffektivt sätt att få information om trädens genetiska variation är att tillämpa vissa generella principer:

- Genetisk variation ökar med populationens storlek, då små populationer exempelvis har en ökad risk för inavel.
- Trädslag med en vid geografisk utbredning har högre genetisk variation än trädslag med en snäv utbredning, eftersom träden är genetiskt anpassade till sina olika lokala miljöer.

³ Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. 2014.

⁴ Skogsstyrelsen. 2020.

⁵ EUFORGEN. 2021. Strategin antogs 2021 av den alleuropeiska organisationen EUFORGEN där Sverige är medlem.

⁶ EUFORGEN. 2008.

- Vindpollinerade trädslag som gran, tall och björk sprider sina gener mycket lång väg. Generellt har de mer genetisk variation än insektspollinerade trädslag, som lind, lönn och fågelbär.
- Trädslag som befruktar sig själva, som lönn och lind, har en lägre genetisk variation än trädslag som helt eller delvis är ”utkorsande”, som gran och tall.
- Trädslag som har en omfattande vegetativ förökning, som asp och al, har mindre genetisk variation inom sina populationer än trädslag som förökar sig sexuellt.

8.1.2 Genetisk variation bevaras för många, men inte alla inhemska trädslag

Om antalet reproducerande träd av inhemska arter är tillräckligt, enligt ovan nämnda principer, bevarar Skogsstyrelsen dem *in situ* i biotopskyddsområden. Man bevarar således naturmiljöer, trädslag och genetisk variation i samma områdesskydd. Omkring 700 skogsgenetiska resurser (enskilda bestånd) av 22 inhemska trädslag bevaras i dag (tabell 8.1). För flera trädslag omfattar det artens hela svenska utbredningsområde, vilket innebär en hög genetisk variation. Genresurser finns i 491 biotopskyddsområden, motsvarande en areal av knappt 4 300 hektar. Genresurserna bevaras för evigt (åtminstone i teorin), eftersom avtalet om området mellan myndighet och markägare gäller under obegränsad tid. Träden i genresursen kan anpassa sig till miljön och föryngras naturligt, vilket är en förutsättning för genbevarande. Skötseln av en genresurs får dock inte skada områdets naturmiljö i övrigt. Frön och annat material kan insamlas från en genresurs, för forskning eller förädling, efter kontakt med markägare och Skogsstyrelsen. Genresurserna dokumenteras även i en europeisk dataportal, (EUFGIS)⁷.

⁷ EUFGIS, European Information System on Forest Genetic Resources.

Tabell 8.1 Antal genetiska resurser, bestånd där man bevarar genetisk variation, av olika trädslag i Skogsstyrelsens biotopskyddsområden

Trädslag	Antal genresurser	Genresursernas totala yta (hektar)
Ask	38	227
Asp	57	342
Avenbok	11	40
Bergek	14	102
Bok	40	157
En	8	52
Fågelbär	6	20
Glasbjörk	25	171
Gran	196	1 205
Gråal	11	56
Hassel	12	49
Hägg	5	39
Klibbal	30	102
Lundalm	1	9
Lönn	7	27
Rönn	7	74
Skogsalm	16	118
Skogsek	51	219
Skogslind	19	101
Sälga	8	86
Tall	126	968
Vårtbjörk	12	124

Källa: Skogsstyrelsen.

8.1.3 Genbevarande utanför växtplatsen

Erfarenheter av att bevara skogsträd *ex situ* i Sverige begränsar sig främst till Skogsstyrelsens skogliga genbank. Genbankutredningen lämnade 1978 sitt delbetänkande *Skogliga genresurser - bevarande, utnyttjande och förnyelse* (Ds Jo 1978:12). Den föreslog att inrätta en skoglig genbank för att säkra och bevara skogsträdens genetiska variation och göra den tillgänglig för forskning och praktiskt skogsbruk. Skogsstyrelsen föreslogs som huvudman för genbanken. År 1980 inrättades den skogliga genbanken efter ett förslag från regeringen. Syftet var att bevara ”ursprunglig” genetisk variation som en slags försäkring

inför framtiden.⁸ Anledningen var att det fanns farhågor att Sveriges skogar alltmer skulle bestå av förädlade eller proveniensförflyttade skogsträd som skulle påverka skogsträdens ursprungliga genetiska variation.

Initialt präglades genbanken av stora ambitioner. Den omfattade 67 planteringar av gran i mellersta och norra Sverige och 171 geografiskt spridda naturligt föryngrade bestånd av tall. Man planterade även ek från södra Sverige och ympar av gran från Götaland på sex ytor vardera. Med åren decimerades genbanken alltmer. Markägarna uttryckte önskemål om att i stället använda marken för bete eller odling, eller så tyckte man att träden växte dåligt. Det fanns även oklara ägarförhållanden och andra problem. Följden blev att Skogsstyrelsen fick avveckla flertalet ytor. Av ek återstår i dag endast tre ytor med knappt 300 kloner på totalt 5,8 hektar.

Den skogliga genbanken är ett exempel på ett statistiskt genbevarande där den genetiska variationen inte utvecklas över tid. En slutsats är att det framför allt krävs ett avtal för mark, samt tillräckliga resurser för att sköta träden för att man långsiktigt ska lyckas med ett *ex situ* bevarande.

8.1.4 Genbevarande av alm och ask

I dag bevarar Skogsstyrelsen genetisk variation *in situ* i 38 bestånd av ask och 16 bestånd av skogsalm. För lundalm finns enbart en genresurs, och för vresalm ingen alls. Om genresurser av alm drabbas av almsjuka, krävs troligen en dispens av myndigheten för att avverka och frakta i väg almsjuka träd, eftersom åtgärder som kan skada områdets andra naturvärden inte är tillåtna. Skogsstyrelsen fortsätter att genbevara alm och ask på grund av hoten från almsjukan och askskottsjukan. Om det inte visar sig vara tillräckligt för att bevara almen och askens genetiska variation, kan det behöva kompletteras med andra insatser.

Ett exempel kan vara att frysa in frö av alm och ask i frövalven i Svalbard⁹. Denna genbank nyttjas nästan uteslutande i dag för att under lång tid bevara och lagra frömateriel av grödor. De trädslag som finns bevarade enligt Svalbards fröportal, är en accession vardera av

⁸ Skogsstyrelsen. 2019 b.

⁹ NordGen, *Svalbard Global Seed Vault*, Svalbard Global Seed Vault – NordGen, [hämtad 2024-04-22].

kinesisk alm *Ulmus parvifolia*, manna-ask *Fraxinus ornus* och rödask *Fraxinus pennsylvanica*. Ett antal villkor behöver uppfyllas för att nyttja Svalbards genbank, eftersom den är ett av två säkerhetslager för kopior av frön som lagras i andra genbanker i Sverige och övriga länder. Bland annat behöver dessa genbanker bevara frömaterialet permanent, samt ha rutiner och kapacitet för att föröka och producera nya frön vid behov. Ett annat villkor är att kopior på det genetiska material som deponeras på Svalbard görs tillgängligt för växtförädling, forskning och utbildning, enligt det internationella fördraget för växtgenetiska resurser. Om Svalbard ska vara ett alternativ framgent för att lagra alm och ask krävs således en hel del insatser.

Genetisk variation av alm, ask och andra skogsträd skulle med fördel kunna bevaras i skyddade områden som är större än biotopskyddsområden, till exempel naturreservat. Möjligheten att genbevara rödlistade skogsträd (som alm och ask), samt andra trädarter som förekommer i små och spridda bestånd (som idegran och oxel), skulle sannolikt öka. Trädens genetiska variation bevaras i teorin redan i naturreservat, men dessa områden uppfyller i dag inte svenska och europeiska kriterier för genbevarande. För att göra det behöver genbevarandet dokumenteras, och naturlig föryngring och skötsel av trädbeståndet måste vara möjlig.

I den alleuropeiska organisationen Euforgen pågår aktiviteter som ett stöd för nationellt genbevarande. De utgår bland annat från Euforgens europeiska strategi¹⁰ för genbevarande. En arbetsgrupp inom Euforgen arbetar med att ta fram riktlinjer för ett statiskt och dynamiskt *ex situ* bevarande av skogsträdens genetiska variation. Ett annat arbete avser olika aspekter av askskottsjukan.

8.2 Ask, alm och associerade arter

8.2.1 En Noaks Ark på Gotland

Hur ser framtiden ut för almen och askens följearter om trädarterna försvinner? Enligt SLU Artdatabanken kommer arter som är starkt knutna till alm och ask att successivt dö ut regionalt. Allvarligast ser det ut för almens följearter. Man bör notera att SLU Artdatabankens klassningar av följearter på alm och ask (avsnitt 2.4) utfördes under

¹⁰ de Vries et al. 2015.

2015–2017 när läget för trädslagen var bättre än i dag. Sedan 2017 har almsjukan och askskottsjukan fortsatt härja fritt på fastlandet och Öland. Nya klassningar av antalet följearter skulle enligt experter på SLU Artdatabanken sannolikt visa på att en ökad andel följearter på lundalm är hotade, vilket man bedömer kommer framgå av Rödlista 2025.

Gällande lavar på alm har SLU Artdatabanken utfört en preliminär omklassning. För att skatta almens betydelse för olika lavararter har man, liksom vid tidigare klassningar, använt sig av klasserna (ordnade efter hur viktig almen är för arterna) Utnyttjas (+1), Viktig (+2) och Nödvändig (+3). Preliminära data visar att den relativa betydelsen mellan skogsalm och lundalm för andra arter har förskjutits, i och med att lundalmspopulationen på Gotland är förhållandevis stabil, medan skogsalmspopulationen på fastlandet och Öland i stort har gått förlorad. Få arter förekommer på vresalm, bland annat beroende på dess barkegenskaper och reducerade populationsstorlek.

En fältinventering av alla almarter skulle sannolikt ge en ännu dystrare bild, eftersom ett antal arter på skogsalm kan försvinna från fastlandet då de sannolikt inte längre förekommer i tillräckligt stora populationer för att överleva. Det skulle visa att skogsalm inte längre fungerar som livsmiljö för många arter och att höga naturvärden nu går förlorade. Omklassningen av arter på skogsalm är försiktig och omfattar enbart säkerställda förändringar. Klassningen av lundalm avser i praktiken situationen på Gotland, eftersom den endast finns kvar som en spillra på Öland. Klassningen utfördes på lavar, men utvecklingen kan vara likartad även för andra organismgrupper som är knutna till alm. Detta kommer att framgå av Rödlista 2025.

Slutsatsen av den preliminära omklassningen av lavar på alm är att almen på Gotland alltmer kommer att fungera som en livbåt – en Noaks Ark – för många arter (figur 8.1). Betydelsen av Gotland som livsmiljö ökar dessutom i takt med att almen och asken försvinner i övriga Sverige. Men, Gotland bör inte betraktas som en lösning enbart för almens följearter i Sverige, utan även för många arter i övriga Europa.

Figur 8.1 Lundalmen på Gotland är en livbåt – en Noaks Ark – för många rödlistade och andra arter



Foto: Amanda Overmark, Skogsstyrelsen.

En glädjande nyhet gällande den biologiska mångfalden är de fynd av nya lavar som gjordes av Länsstyrelsen Gotlands län 2023.¹¹ Arterna *Agonimia flabelliformis*, *Opegrapha lamyi* och *Opegrapha pertusariicola* har inte tidigare rapporterats i Sverige och saknar fortfarande svenska namn. För ytterligare några nyfunna arter finns än så länge ingen officiell vetenskaplig beskrivning och därmed inte heller några namn. Man fann även flera fynd av nya arter för Gotland, bland annat den akut hotade hasselvärtlaven *Pyrenula coryli* och lavsammetsmögel *Taeniolella arthoniae*. Den senare är rödlistad, men är på grund av otillräckliga data inte klassad som hotad. De många nya artfynden förklarades med att Gotland jämfört med övriga landet har kvar mer av det gamla kulturlandskapet av ädellövskogar, betesmarker och ängen. I dessa förekommer fler gamla träd av ask, alm, ek, lönn, oxel och hassel, som är levnadsmiljö för lavarna.

¹¹ Länsstyrelsen Gotland län, *Flera nya lavararter har hittats på Gotland*, Flera nya lavararter har hittats på Gotland | Länsstyrelsen Gotland (lansstyrelsen.se), [hämtad 2024-04-22].

8.2.2 Konsekvenser för den biologiska mångfalden

Om populationerna av alm och ask fortsätter att minska eller går förlorade får det allvarliga och oåterkalleliga konsekvenser för deras biologiska mångfald (avsnitten 2.4.3–4, figur 8.2). Viktiga parametrar för följearternas prognos är i vilken grad de är specialiserade på almens olika strukturer (som bark och ved), deras geografiska utbredning, utvecklingen av almsjukan och askskottssjukan, samt om almsjukan bekämpas på Gotland. Den enda möjligheten att bevara almen och dess följearter i Sverige är genom att skyndsamt sätta in olika åtgärder (se förslag i kapitel 9).

Några trädarter skulle kunna erbjuda en livsmiljö för vissa av almens och askens följearter. Det gäller dock inte de följearter som är obligat knutna till trädarterna. Lönn hyser flest gemensamma arter med alm och ask och kan vara ett alternativ för några mossor och lavar som växer på bark och ved (epifyter). Lönn är dock sällsynt förekommande på Gotland. Skogskornell *Cornus sanguinea* kan vara ett alternativ för ett fåtal epifytiska lavar och mossor eftersom dess barkstruktur påminner om den hos alm och ask. Exempelvis förekommer den rödlistade klosterlaven *Biatoridium monasteriense* på skogskornell. Även äkta fläder *Sambucus nigra* kan vara ett substitut för ett fåtal epifytiska lavar och mossor, som de rödlistade lavarna *Caloplaca ulcerosa* och *Sclerophora pallida*.

I Skåne förekommer vissa av almens och askens följearter på tysklönn *Acer pseudoplatanus*. Den infördes i Norden i slutet av 1700-talet och förekommer i parker, som gatuträd, i alléer och privata trädgårdar och har sedan spridit sig. Den är i dag naturaliserad i södra Sverige. Tysklönn har observerats med mindre och medelstora förekomster på i stort sett hela Gotland. Eftersom den är klassad som en invasiv främmande art finns juridiska och andra hinder för att plantera trädslaget. Möjligen skulle tysklönn kunna gynnas på vissa platser, för att fungera som en livbåt för vissa av almen och askens följearter.

Figur 8.2 Asknätfjäril *Euphydryas maturna* är starkt hotad av bland annat askskottsjukan



Foto: Lina Lönnberg.

8.2.3 Staten har ett ansvar att bevara alm och ask

I kapitel 3 redogör vi för det nationella ansvaret gällande växtskadegörare och den biologiska mångfalden. Utifrån denna och annan information i detta betänkande drar vi slutsatsen att staten har ett ansvar att bevara alm och ask i Sverige.

Att långsiktigt bevara alm och ask i Sverige berör främst miljö kvalitetsmålen *Levande skogar* och *Ett rikt växt- och djurliv*. Riksdagen definierar dessa mål så här:

Levande skogar: Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas.

Ett rikt växt- och djurliv: Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.

Varje miljö kvalitetsmål är förtydligat med preciseringar. De används också för att följa upp miljö kvalitetsmålet. Ett långsiktigt bevarande av alm och ask i Sverige har betydelse för flera preciseringar i *Levande*

skogar och *Ett rikt växt- och djurliv* (tabell 8.2). Vår bedömning är att bevarandet av alm och ask har stor betydelse för preciseringarna Gynnsam bevarandestatus och genetisk variation, Bevarade natur- och kulturmiljövärden, Hotade arter och återställda livsmiljöer, Främmande arter och genotyper, Friluftsliv, samt Biologiskt kulturarv. Den förestående förlusten av arter, livsmiljöer och kulturvärden om effektiva åtgärder inte sätts in är svår att överskatta.

Tabell 8.2 **Preciseringar av miljö kvalitetsmålen *Levande skogar* och *Ett rikt växt- och djurliv* (kursiv text) samt en klassificering av vilken betydelse ett långsiktigt bevarande av alm och ask i Sverige bedöms ha för respektive precisering**

Rubriken för respektive precisering är i fet stil. Klassificeringen är indelad i klasserna stor, medel och begränsad. *De invasiva främmande arterna almsjukan och askskottsjukan hotar alm och ask

Precisering	Klassificering
Gynnsam bevarandestatus och genetisk variation. Naturtyper och naturligt förekommande arter knutna till skogslandskapet har gynnsam bevarandestatus och tillräcklig genetisk variation inom och mellan populationer. <i>Bevarandestatusen för i Sverige naturligt förekommande naturtyper och arter är gynnsam och för hotade arter har statusen förbättrats samt att tillräcklig genetisk variation är bibehållen inom och mellan populationer.</i>	Stor
Hotade arter och återställda livsmiljöer. Hotade arter har återhämtat sig och livsmiljöer har återställts i värdefulla skogar.	Stor
Bevarade natur- och kulturmiljövärden. Natur- och kulturmiljövärden i skogen är bevarade och förutsättningarna för fortsatt bevarande och utveckling av värdena finns.	Stor
Grön infrastruktur. Skogens biologiska mångfald är bevarad i samtliga naturgeografiska regioner och arter har möjlighet att sprida sig inom sina naturliga utbredningsområden som en del i en grön infrastruktur. <i>Det finns en fungerande grön infrastruktur, som upprätthålls genom en kombination av skydd, återställande och hållbart nyttjande inom sektorer, så att fragmentering av populationer och livsmiljöer inte sker och den biologiska mångfalden i landskapet bevaras.</i>	Medel
Skogsmarkens egenskaper och processer. Skogsmarkens fysikaliska, kemiska, hydrologiska och biologiska egenskaper och processer är bibehållna.	Begränsad
Friluftsliv. Skogens värden för friluftslivet är värnade och bibehållna.	Stor
Främmande arter och genotyper. Främmande arter och genotyper hotar inte skogens biologiska mångfald / <i>den biologiska mångfalden.</i>	Stor*
Genetiskt modifierade organismer. Genetiskt modifierade organismer som kan hota den biologiska mångfalden är inte introducerade. <i>Samma.</i>	Begränsad
Biologiskt kulturarv. <i>Det biologiska kulturarvet är förvaltad så att viktiga natur- och kulturvärden är bevarade och förutsättningar finns för ett fortsatt bevarande och utveckling av värdena.</i>	Stor

9 Överväganden och förslag

9.1 Summering av betänkandets förslag

Här presenterar vi åtta förslag för att bevara alm och ask i Sverige (figur 9.1, avsnitt 9.2–9.9). Sju av förslagen avser statlig finansiering (tabell 9.2–9.4). Vårt nionde förslag avser en ökad nationell beredskap för skogsskadegörare.

Figur 9.1 Förslag på samhällsekonomiskt motiverade åtgärder för att långsiktigt bevara skogsalm, lundalm och ask i Sverige

Guldfärgade förslag avser statlig finansiering

Asterisker anger förslagets grad av prioritet:

***högsta prioritet, **hög prioritet och *prioriterat

Åtgärder för långsiktigt bevarande

Förslag för alm

Bekämpa almsjukan på Gotland***

Regler för bekämpningen**

Resistensförädling***

Stödjande forskning**

Genetisk modifiering*

Förslag för ask

Resistensförädling**

Stödjande forskning**

Övriga förslag

Program för alm och ask**

Beredskap skogsskadegörare**

Det råder skilda förutsättningar för de fyra trädarter som utredningen omfattar: skogsalm, lundalm, vresalm och ask, såväl avseende deras status i Sverige som erfarenheter av resistensförädling. Tabell 9.1 summerar förväntade konsekvenser av utredningens förslag för de fyra trädarterna och deras följarter, samt konsekvenser om åtgärderna uteblir.

Tabell 9.1 Förväntade konsekvenser av föreslagna åtgärder för Sveriges tre almarter, ask och trädarternas associerade biologiska mångfald (följarter), samt konsekvenser om åtgärder inte sätts in

Aspekt	Ask	Skogsalm	Lundalm	Vresalm
Trädartens nuvarande status i Sverige	Starkt hotad, någon procent av alla träd är resistent	Akut hotad, nästan borta på fastlandet men kvar på Gotland	Akut hotad, men ett stort, unikt bestånd på Gotland	Akut hotad, en spillra kvar på Öland
Resistensförädling Sverige	Ja, sedan 2006	Start 2023	Start 2025 förutsatt medel	Inte planerad
Erfarenheter av internationell resistensförädling	Ja, goda	Ja	Ja, goda	Ja
Förväntade konsekvenser för träddarten <i>med</i> åtgärder	Positivt	Mycket positivt, många träd överlever	Mycket positivt, många träd överlever	Inga föreslagna åtgärder, endast klena träd överlever
Är åtgärderna samhällsekonomiskt motiverade	Ja	Ja	Ja	Svårt hitta sådana åtgärder
Konsekvenser för träddarten <i>utan</i> åtgärder	Negativt, men asken fortlever	Mycket negativt, endast klena träd överlever	Mycket negativt, endast klena träd överlever	Inga åtgärder, föreslås, endast klena träd överlever
Konsekvenser för träddartens följararter <i>med</i> åtgärder	Flera arter bevaras	Flera arter bevaras	Flera arter bevaras	Inte aktuellt
Konsekvenser för träddartens följararter <i>utan</i> åtgärder	Negativt, flera följararter riskerar att försvinna	Mycket negativt, flera följararter förväntas försvinna	Mycket negativt, flera följararter förväntas försvinna	Vresalmens fåtal följararter förväntas försvinna

Förslagen som avser finansiering är även presenterade i tre ”paket” (Tabellerna 9.2–9.4). Paketerna väntas i olika utsträckning bidra till möjligheten att bevara alm och ask i Sverige. Se även samhällsekonomiska analyser för alm (avsnitt 10.1) och ask (avsnitt 10.3).

- *Paket 1, högsta prioritet:* kostnad för två förslag som är av högsta prioritet för att bevara alm: almsjukebekämpning på Gotland (avsnitt 9.3) och resistensförädling av alm (avsnitt 9.5).
- *Paket 2: Paket 1, samt fyra högprioriterade andra förslag:* ett program för alm och ask (avsnitt 9.2), forskning om almsjuka (avsnitt 9.6), resistensförädling av ask (avsnitt 9.8), samt forskning om ask (avsnitt 9.9). Notera att av dessa fyra andra förslag är forskningen om alm mest prioriterad.
- *Paket 3: Paket 2, samt genetisk modifiering av alm* (avsnitt 9.7).

Vi bedömer att utredningens syfte, förslag och de behov som har identifierats framför allt avser Utgiftsområde 23 Areella näringar, landsbygd och livsmedel. I betänkandet har vi identifierat ett par undanträngningseffekter till följd av en omfördelning som skulle vara olyckliga. Eftersom vi inte fullt ut kan överblicka konsekvenserna av en omfördelning, förordar vi att finansieringen bör ligga inom det allmänna reformutrymmet.

9.2 Ett nationellt program för alm och ask

Förslag: Ett långsiktigt nationellt program bör inrättas på SLU Skogsskadecentrum för att samordna forskning och resistensförädling med målet att bevara alm och ask i Sverige. Fördelarna med ett sådant program är bland annat möjligheten att samla aktörer med olika kompetens och uppdrag runt uppgiften. Programmet bör finansieras under en femårsperiod med nya, öronmärkta anslag för att undvika undanträngningseffekter på befintlig verksamhet vid SLU Skogsskadecentrum.

Bedömningen

Situationen för almen i Sverige är i dag ytterst kritisk. Det krävs flera åtgärder från statens sida om almen, och dess följearter, ska leva kvar. Även för ask är läget bekymmersamt. Åtgärder för att bevara alm och ask avser främst resistensförädling och stödjande forskning. För detta krävs en samlad, större insats under en längre period. Åtgärderna är till stor del beroende av varandra. För att vara så framgångsrika och resurseffektiva som möjligt behöver de samordnas.

Vid SLU Skogsskadecentrum finns en hög och bred expertis gällande skador på skogsträd. I centrumets verksamhet ingår en analysfunktion, miljöövervakning, forskning, samt en etablerad och bred extern samverkan kring skogsskador. Vi bedömer att SLU Skogsskadecentrum är väl lämpat som värd för ett program för alm och ask. Centrumets ledning har i dialog med utredningen samtyckt till att koordinera ett sådant program.

Ett begränsat antal forskare arbetar i dag med almsjuka och askskottsjuka, varav flera är anknutna till SLU Skogsskadecentrum. Även forskare och experter med olika kompetenser från andra relevanta lärosäten och organisationer bör medverka och bidra i programmets arbete med alm och ask. Ett nära samarbete mellan universitet och Skogforsk är viktigt för att utveckla motståndskraftig alm och ask. Även samverkan med Skogsstyrelsen eller den myndighet som ansvarar för bekämpningen av almsjuka på Gotland är viktig, liksom med berörda länsstyrelser och andra aktörer.

En uppgift för programmet är att fördela anslag för forskning om alm och almsjuka, samt om ask, askskottsjuka och smaragdpraktbaggen. Stödjande forskning är centralt för att lyckas med resistensförädlingen. Anslagen ska fördelas inom universitetet och till andra berörda lärosäten. Förslag på prioriterade forskningsområden framgår av avsnitten 5.2.4–5, samt av kapitel 7.

Vi föreslår en statlig finansiering till SLU Skogsskadecentrum på en halv miljon kronor per år under en period på fem år. Medlen avser programmets möjlighet till beredskap och flexibilitet exempelvis för att omhänderta ny kunskap, samt hantera risker och hinder. På så vis möjliggör man ett starkt resultatriktat genomförande. Medlen är tänkta som en inbyggd resiliens och bör riktas till där behoven är som störst. Medlen bör även riktas till insatser för bland annat informa-

tion och kommunikation om programmet. Anslagen till programmet ska vara öronmärkta och framgå av regleringsbrevet till SLU.

SLU Skogsskadecentrum bör årligen rapportera till regeringen om uppgifter av värde gällande programmet för alm och ask och dess finansiering. En samlad redovisning för forskning och förädling är lämplig. Om bekämpningsinsatser på Gotland inte redovisas separat till regeringen av ansvarig myndighet, bör även dessa insatser ingå. En mer omfattande redovisning och utvärdering av det nationella programmet för alm och ask bör ske efter fem år.

9.3 Fortsatt bekämpning av almsjukan på Gotland

Förslag: Den kontinuerliga bekämpningen av almsjukan på Gotland behöver fortsätta. Regeringen bör tilldela Skogsstyrelsen nya, öronmärkta anslag på 6,5 miljoner kronor årligen i dagens penningvärde för den fortsatta bekämpningen under kanske en tjuugoårsperiod. Parallellt bör alm som är resistent mot almsjukan förädlas för att kunna planteras ut. Almsjukebekämpning är av högsta prioritet för att skogsalm och lundalm ska överleva i Sverige, annat än som klena träd med ett begränsat biologiskt och kulturellt värde. Bekämpningen innebär samtidigt att många av almens följearter bevaras, liksom rika kulturhistoriska och sociala värden.

Bedömningen

Skogsalm, lundalm och vresalm är rödlistade i Sverige enligt den högsta hotkategorin, Akut hotad (CR). De tre almarterna utgör ungefär en tiondel av antalet inhemska trädslag i Sverige, och är bland de trädarter som förknippas med de högsta kulturhistoriska och ekologiska värdena. Almarterna riskerar att gå förlorade till följd av almsjukan, en sjukdom som orsakas av den oavsiktligt införda invasiva främmande svampen *Ophiostoma ulmi* och *O. novo-ulmi*.

Almsjukan går inte att utrota, men kontinuerliga kontrollinsatser på Gotland visar tydligt att sjukdomen kan hållas i schack på en ö. Insatserna har lett till att den gotländska förekomsten i dag är kanske Europas största bestånd av alm. Den fungerar samtidigt som en livbåt, en slags Noaks Ark, för ett mycket stort antal rödlistade och

andra arter. Den gotländska almpopulationen är således helt unik i sitt slag i Sverige och Europa. Att bevara den är av riksintresse och en angelägenhet för hela Europa.

Att fortsätta den årliga bekämpningen av almsjukan på Gotland är en grundläggande förutsättning för almens fortlevnad i Sverige. En livskraftig almpopulation på ön för enligt en extern samhällsekonomisk analys med sig nyttor till ett samlat värde på minst 579 miljoner kronor under en tjuugoårsperiod (bilaga 2). Analysen uppskattar nettovärdet av årliga bekämpningskostnader om 6.5 miljoner kronor under samma period till cirka 92 miljoner kronor. Tas hänsyn till att även medelstora träd (diameterklass 30–50 centimeter) tillhandahåller ekosystemtjänster, samt att almen bidrar till Natura 2000-områden ökar nyttovärdet till 1,019 miljarder kronor. Det innebär att bekämpningen av almsjukan i tjuugo år motsvarar ett positivt nettovärde på 927 miljoner kronor (avsnitt 10.1.2). Ett uppehåll i bekämpningen får stora, svårreparerade konsekvenser eftersom spridningen av almsjukan ökar, fler almar dör och insatserna framåt blir mer kostsamma. Att helt upphöra med bekämpningen innebär att alla almar med en diameter över tio centimeter kommer att vara angripna och döda inom 15 år. Ett scenario med endast ung alm kvar leder troligen till en försämrad konkurrensförmåga, vilket innebär ytterligare en nackdel för trädens långsiktiga överlevnad och anpassningsförmåga. Många associerade arter skulle gå förlorade och framtidsutsikterna radikalt försämrats för bevarandestatusen av Natura 2000-områden med alm.

De samhällsekonomiska kostnaderna av att inte bekämpa almsjukan, men behöva hantera dess effekter, uppskattas under kommande 20 år till mellan 85 och 92 miljoner kronor. Det omfattar bland annat avverkning av sjuka almar som utgör en fara för allmänhet och egendom, avverkning av träd inom naturreservat för att förhindra almsjukans spridning, samt avverkning av träd som utgör hinder för skogsbruk. Avverkning av träd på bebyggd mark avser även kostnader bland annat för markåterställning och plantering av ersättningsträd. Eftersom flertalet almar förväntas vara döda efter 20 år utan bekämpning, kommer kostnaderna för att hantera almsjuka träd successivt att avta.

Det är tydligt att en fortsatt almsjukebekämpning är mer samhällsekonomiskt lönsam än att avsluta den. Vi bedömer att resistensförändringen av alm (avsnitt 9.5) i en nära framtid kommer att resul-

tera i resistent almar. Det innebär att bekämpningen av almsjuka behöver utföras under en relativt begränsad tid för att fortsatt kontrollera sjukdomens spridning. Det gör bekämpningen än mer angelägen och viktig. I dag och framöver finns emellertid en stor sårbarhet kring dess finansiering. Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket delar på kostnaden, men kan av resursskäl inte garantera en fortsatt kontinuerlig bekämpning.

Vi bedömer att det är av högsta prioritet att säkra en långsiktig, öronmärkt, statlig finansiering av bekämpningsarbetet för att rädda almen i Sverige (förslaget ligger i Paket 1, tabell 9.2). Det förbättrar även berörda myndigheters förutsättningar att utföra resurseffektiva och ändamålsenliga insatser. Samtidigt är det avgörande att ta fram resistent almar parallellt med bekämpningsarbetet för att lösa problemet. De åtgärder som behövs är framför allt förädling av alm som är resistent mot almsjukan, stödjande forskning för resistensförädlingen, samt utveckling av metoder för att inventera almsjuka träd. Almsjuka-bekämpningen på Gotland i kombination med resistensförädling ökar väsentligt sannolikheten att bevara almen, samt rädda många av trädens följearter och andra värden.

Skogsstyrelsen har en lång erfarenhet av bekämpningens operativa och administrativa arbete. Myndigheten har god kännedom om var almen finns på Gotland och om markägare. Det finns ett uppbyggt samarbete med bland annat SLU, länsstyrelsen Gotlands län och entreprenörer. Skogsstyrelsens arbete med rådgivning, information och teknisk metodutveckling är också mycket relevant i sammanhanget, liksom expertisen bland annat i området skogsskador och naturvårdsbiologi.

Vi föreslår att Skogsstyrelsen blir ansvarig myndighet för att bekämpa almsjukan på Gotland. I Skogsstyrelsens uppgifter bör även ingå att öka informationsinsatserna om bekämpningen. Ansvaret kopplas till en öronmärkt statlig finansiering på 6,5 miljoner kronor per år i upp till 20 år. Genom nya anslag riskerar inte bekämpningsarbetet att skapa undanträngningseffekter på myndighetens övriga verksamhet. Finansieringen bör framgå av myndighetens regleringsbrev. Det bör noteras att budgetsiffrorna är i 2024 års penningvärde och att hänsyn bör tas till att kostnaderna kan variera över tid. Det kan exempelvis bero på generella kostnadsökningar, variationer i almsjukans spridning samt metodutvecklingen av AI-verktyg för inventeringen av almsjuka träd. Med ny, öronmärkt finansiering och ett

utvecklat regelverk (avsnitt 9.4) säger sig Skogsstyrelsen kunna ta på sig rollen som ansvarig myndighet för bekämpningen av almsjuka på Gotland.

Skogsstyrelsen bör årligen rapportera till regeringen om verksamheten, alternativt kan den vara en del av redovisningen i det nationella programmet för alm och ask (avsnitt 9.2). Rapporteringen ska omfatta resultat från inventeringen av antalet almsjuka träd och riskträd, samt andra uppgifter av värde för verksamheten och dess finansiering. En mer omfattande utvärdering av verksamheten bör ske efter fem, respektive tio år.

9.4 Regler för att bekämpa almsjukan på Gotland

Förslag: Ny lagstiftning behöver tas fram för att få marktillträde och säkerställa full verkningsgrad av bekämpningen av almsjuka på Gotland. Vi föreslår att almsjukesvampen *Ophiostoma novo-ulmi* i första hand regleras som en nationellt reglerad skadegörare enligt växtskyddslagen (2022:725) och att Skogsstyrelsen ges bemyndigande enligt 2 kap. 3 § växtskyddsförordningen att meddela föreskrifter för att bekämpa almsjukesvampen *O. novo-ulmi* på Gotland. Ett annat alternativ är att reglera almsjukesvampen *O. novo-ulmi* som invasiv främmande art av medlemsstatsbetydelse för Sverige när det gäller Gotland.

Bedömningen

Vår bedömning är att regler snarast bör införas för att almsjukebekämpningen på Gotland ska få önskad effekt. Behovet av regler framgår även av en samhällsekonomisk analys av almsjukan (Avsnitt 10.1–2, bilaga 2). Om bekämpningen utförs med stöd av lagstiftning får ansvarig myndighet tillträde att inventera, avverka och transportera bort samtliga identifierade almsjuka träd, vilket minskar smittspridningen. Tidigare liknande föreskrifter för almsjukan *Ophiostoma novo-ulmi* upphävdes 2016, och sedan dess kräver bekämpningen markägarnas medgivande. Antalet markägare som vill behålla virket efter avverkning och inte låter myndigheten destruera

det har ökat, vilket enligt Skogsstyrelsen har lett till att sjukdomsspridningen har tilltagit.

Det finns i huvudsak två alternativ för att reglera *O. novo-ulmi*¹ på Gotland (avsnitt 5.3.3). Den ena är att uppta almsjukan på en nationell förteckning av invasiva främmande arter. Naturvårdsverket, som är ansvarig myndighet för landlevande invasiva främmande arter, har dock avstyrkt detta förslag. Den andra möjligheten är att hantera svampen inom ramen för växtskyddslagen (2022:725). Enligt denna lag och proposition 2021/22:148 är det möjligt att föreskriva om växtskadegörare som orsakar oacceptabla ekonomiska, miljömässiga eller sociala konsekvenser genom angrepp på skogsträd som används i virkesproduktionen. Termen virkesproduktion har en vid innebörd och kan även omfatta alm. Framför allt orsakar almsjukan oacceptabla konsekvenser för den biologiska mångfalden (avsnitt 2.4 och 8.2), men den får även påtagliga sociala konsekvenser.

Nettovärdet för fortsatt almsjukesbekämpning på Gotland uppgår till uppskattningsvis minst 487 miljoner kronor (bilaga 2) i form av ekosystemtjänster. Tas hänsyn till att även medelstora träd (diameterklass 30–50 centimeter) tillhandahåller ekosystemtjänster, samt att almen bidrar till Natura 2000-områden ökar nyttovärdet till 1,019 miljarder kronor. Det innebär att bekämpningen av almsjukan i tjugo år motsvarar ett positivt nettovärde på 927 miljoner kronor (avsnitt 10.1.2). Åtgärder mot almsjukan är genomförbara och effektiva i relation till målet att begränsa sjukdomsspridningen och förlust av trädens följearter.

Vi föreslår att almsjukesvampen *Ophiostoma novo-ulmi* i första hand regleras som en nationellt reglerad skadegörare enligt växtskyddslagen (2022:725) och att Skogsstyrelsen ges bemyndigande enligt 2 kap. 3 § växtskyddsförordningen att meddela föreskrifter för att bekämpa *O. novo-ulmi* på Gotland. Om detta av någon anledning inte är en framkomlig väg, bör regeringens pröva att reglera almsjukan *O. novo-ulmi* som en invasiv främmande art av medlemsstatsbetydelse för Sverige när det gäller Gotland.

Regler för *O. novo-ulmi* på Gotland kan bland annat hantera tillträde, en beskrivning av åtgärder samt när de är tillämpliga och ägarskap gällande träden (avsnitt 5.3.2). Av vår preliminära konsekvens-

¹ Förekomsten av *O. ulmi* har stadigt minskat, sannolikt förträngd av den mer virulenta *O. novo-ulmi*, ett mönster som även har observerats i andra länder. För närvarande bedöms *O. ulmi* vara mycket sällsynt eller helt ersatt av *O. novo-ulmi*.

utredning framgår vad som kan uppnås med en sådan reglering, samt effekterna av om den uteblir (avsnitt 10.2). Det finns som vi ser det inga effektiva alternativa lösningar till en reglering. Frivillighet i kombination med information eller rådgivning har hittills inte varit tillräckligt för att få tillträde till all mark.

Reglerna är ett nödvändigt verktyg i bekämpningen. Tänkt regler innebär en inskränkning av ett fåtal markägares beslutsrätt. Bedömningen är att dessa inskränkningar berättigas av det allmänna och nationella intresset av att bevara almen i Sverige, samt dess biologiska och kulturella värden. De sjuka almarna har också ett mycket begränsat värde, som minskar med tiden, om de inte tas ned. Bekämpningen kan också ses som en slags service till markägaren, dels för att få bort sjuka träd, dels att minska sjukdomens spridning.

9.5 Resistensförädling av skogsalm och lundalm

Förslag: Regeringen bör finansiera resistensförädling av skogsalm och lundalm. Sverige behöver bygga upp en egen sådan verksamhet. Vi föreslår en statlig finansiering till Skogforsk på 1,2 miljoner kronor per år, beräknat i dagens penningvärde, under en period av tio år. Förslaget är ett helt centralt komplement till att bekämpa almsjukan på Gotland och av högsta prioritet för att bevara almen i Sverige.

Bedömningen

En långsiktig finansiering av resistensförädling av skogsalm och lundalm är, tillsammans med almsjukebekämpning på Gotland, vårt högst prioriterade förslag (Paket 1, tabell 9.2). Genom resistensförädling är det möjligt att utveckla motståndskraftiga träd för en framtida restaurering. För skogsträd som alm och ask som i dag har andra värden än ekonomiska, är det svårt att erhålla den långsiktiga finansiering från skogsnäringen eller forskningsstiftelser som verksamheten kräver. Det förefaller oss naturligt och väl motiverat att staten bär denna i sammanhanget begränsade kostnad.

Sverige har nära ett sekel av erfarenhet av skogsträdsförädling. Skogforsk bedriver den operativa verksamheten på uppdrag av skogs-

bruket och staten. Förädlingsmålen omfattar i huvudsak en ökad tillväxt och förbättrad virkeskvalitet hos främst gran och tall, men även av björk och contortatall. Arbete sker även från och till med bland annat skogsek, bok och hybridasp. I samarbete med SLU bygger Skogforsk även upp en verksamhet kring resistensförädling gällande rotröta på gran, törskatesvamp på tall, samt askskottsjuka.

Internationellt finns goda erfarenheter av att resistensförädla alm. Ett program för lundalm startade 1986 i Spanien och har resulterat i motståndskraftiga kloner som har planterats ut. Forskning om resistens mot almsjuka har pågått under lång tid. Den visar att almens resistens varierar mellan arter och styrs av flera gener som är koppade till olika kemiska, fysiologiska och anatomiska egenskaper. Vår bedömning är dock att Sverige behöver en egen resistensförädling av alm. Olika möjligheter, hinder och risker med att korsa svenska och utländska almkloner är i dag inte kända. Det avser bland annat trädens anpassningsförmåga och tillväxt under olika klimat-, ljus- och miljöförhållanden, liksom resistensens hållbarhet över tid och i olika miljöer. Även juridiska och fytosanitära aspekter måste beaktas. Med tanke på almens akuta situation i Sverige är det extra riskfyllt att förlita sig på resistent alm från andra länder.

Skogforsk har, efter önskemål från utredningen, gjort en plan för att bygga upp resistensförädling av skogsalm och lundalm under kommande tioårsperiod. Avsikten är bland annat att samla in frö från potentiellt resistent träd, vegetativt föröka plantor från dessa ”kandidatträd”, inokulera dem med almsjuksvampen och utvärdera deras resistensnivå över tid. Planen är också att i samarbete med spanska forskare sätta upp resistenstest och anpassa testmetoden till skogsalm. Även samarbete med Italien, Storbritannien och Estland kan bli aktuellt.

Skogforsk har en uppbyggd organisation, faciliteter, kunskap om och erfarenheter av förädlingsverksamhet för flera trädslag, samt av resistensförädling av ask. Skogforsk kan storskaligt föröka upp plantor, samt sätta upp, registrera, sköta och analysera genetiska fältförsök. Vi föreslår en statlig finansiering till Skogforsk på 1,2 miljoner kronor per år, beräknat i dagens penningvärde, under en period av tio år, motsvarande totalt 12 miljoner kronor. Lämpligt är att bidraget utbetalas via Formas som redan i dag fördelar stöd till Skogforsk för samfinansierad skogsforskning i enlighet med regleringsbrev från Landsbygds- och infrastrukturdepartementet. Ett andrahandsalter-

nativ är att SLU genom ett nationellt program för alm och ask fördelar medel även till Skogforsk.

Vi bedömer att åtgärder för vresalm inte är tillräckligt samhälls-ekonomiskt motiverade och ger därför inga förslag för arten. Den förekommer endast på Öland, men beståndet har minskat kraftigt av almsjukan. Inga bekämpningsåtgärder har hittills utförts eller planeras och trädens framtid ter sig dyster. Jämfört med skogsalm och lundalm är vresalm värd för mycket färre arter, både på grund av sin decimerade förekomst, snäva geografiska utbredning och surare bark. Vissa friska träd förekommer nära sjuk alm, vilket kan tyda på en resistens mot almsjukan. Om resistensförädling av arten ändå skulle bli aktuell, kan man överväga att komplettera öländskt material med vresalm från närliggande områden, som Baltikum.

9.6 Forskning om almsjuka

Förslag: Regeringen bör i en flerårig, sammanhållen satsning stödja forskning om alm och almsjuka genom öronmärkta anslag. Riktad forskning behöver ske parallellt och i dialog med den operativa resistensförädlingen av alm. Understödjande forskning är central för en framgångsrik resistensförädling, vilket i sin tur är avgörande för att långsiktigt bevara skogsalm och lundalm i Sverige. Forskningsbehoven avser bland annat almen och almsjukans biologi, ekologi och patologi, utvecklingen av molekylära verktyg för resistensförädling, samt restaurering med resistent alm. Forskningen förväntas ge synergieffekter för framtida arbete med andra skadegörare på skogsträd.

Bedömningen

I sin rapport om pågående forskning om almsjuka och askskottsjuka i Sverige drar Formas slutsatsen att om alm och ask ska kunna bevaras krävs en specifik satsning som kan växla upp arbetet och erbjuda kontinuerlig forskningsfinansiering under en längre tid.² Vi delar Formas bedömning. Förslaget att finansiera almforskning är, efter

² Formas. 2022.

almsjukebekämpning och resistensförädling av alm, utredningens högst prioriterade finansieringsförslag (se ”Paket-2”, tabell 9.3).

Vi anser, liksom Formas, att en forskningssatsning blir mest effektiv om den organiseras i form av ett program. Vi motiverar detta i förslaget *Ett program för alm och ask* (avsnitt 9.2). För alm bör forskningens övergripande mål vara att utveckla kunskap om och verktyg för att bevara alm genom resistensförädling, kontroll av almsjukan och så småningom kunna restaurera med resistent alm.

För att uppnå detta mål behöver forskningen bedrivas längs flera spår. Det handlar om forskning inom biologi, ekologi och patologi gällande alm och almsjukan, om forskning för att utveckla och möjliggöra förädling av resistent alm, inklusive utveckling av molekylära verktyg för resistensförädling forskning om restaurering av miljöer eller ekosystem där almen är ett viktigt trädslag, samt forskning om almsjukans ekologiska effekter (avsnitt 7.3). Inte minst är forskning som är kopplad till den operativa resistensförädlingen central för almens överlevnad. Här behöver riktad grundforskning och mer tillämpad forskning ske parallellt och i dialog med förädlingens olika steg. Med en synkroniserad och iterativ forskning förväntas resistensförädlingen ge störst utväxling. Den typ av mångdisciplinär forskning som krävs blir möjlig och mest resurseffektiv om forskare från olika forskningsfält och lärosäten samverkar. Det handlar om att dela expertis, erfarenheter och material, samt att gemensamt nyttja infrastruktur såsom laboratorier och växthus.

I Sverige har forskningen gällande alm och almsjukan, åtminstone under 2000-talet, haft tillgång till begränsade ekonomiska resurser. Ett fåtal forskare har på delar av sin tid kunnat ägna frågan sin uppmärksamhet. En anledning till bristande forskningsanslag torde vara att den föreslagna forskningen inte uppfattats ha högsta originalitet och nytänkande. Almsjukefrågan har också präglats av en viss fatalism, en uppfattning om att åtgärder inte är möjliga eftersom sjukdomen har funnits under lång tid och att dödligheten är så hög. Det är dock andra värden än högsta vetenskaplig kvalitet som står på spel gällande almen i Sverige. Det handlar om att hantera effekterna av en ovanligt aggressiv invasiv främmande art och därigenom uppnå olika samhällsnyttor. De omfattar en hållbar förvaltning av ekosystem, biologisk mångfald och flera andra ekosystemtjänster. Just fallet Gotland exemplifierar forskning med ett påtagligt, väldefinierat och uppnåeligt mål.

Den bioteknologiska forskningen för alm med utveckling av understödjande molekylärbiologiska metoder, liksom fjärranalys och AI är att betrakta som innovativ. Här ser vi även möjligheter till synergier med forskning och utvecklingsinsatser för andra skadegörare på skogsträd. Detta är centralt med tanke på att klimatförändringarna och den globala handeln väntas innebära allt större problem med skadegörare på skogsträd och i skogsbruket.

Givet att forskningsmedel skjuts till bedömer vi att förutsättningarna är mycket goda för att forskningen ska vara genomförbar och ge resultat. Expertisen i området är både hög och bred, man har tillgång till avancerad forskningsinfrastruktur som laboratorier för genetiska och patologiska analyser, samt växthus. Det inarbetade kontaktnätet mellan forskare, växtförädlare och myndigheter är gediget och uppgiften uppfattas som angelägen och efterfrågad. Det finns även en pågående samverkan med bland annat Estland, Italien, Spanien och Storbritannien om att bevara alm genom forskningsinsatser och resistensförädling.

Budgeten är till stor del beräknad utifrån uppskattad arbetstid för de olika forskningsfrågorna. Det totala beloppet på 34 miljoner kronor är fördelat på sju år, varav de största insatserna avser de tre första åren med 9 miljoner kronor årligen. Anslagen till forskning kan framgå av regleringsbrevet till SLU. Ansvaret för att koordinera och fördela anslaget bör ligga på SLU Skogsskadecenter (avsnitt 9.2).

9.7 Genetisk modifiering av alm

Förslag: Regeringen bör finansiera forskning med hjälp av genetisk modifiering på alm för att öka möjligheten att lyckas utveckla hållbar resistens mot almsjuka. Arbetet bör ske parallellt och i dialog med den operativa resistensförädlingen av alm och övrig forskning om alm. Forskningen bör dels omfatta genredigering med nya genomiska metoder, dels genöverföring. På grund av potentiella hinder i form av regler och acceptans bör dock användning av genetiskt modifierade almar vara en andrahandslösning att tillämpa för att förstärka den konventionella resistensförädlingen om den inte är tillräcklig. Arbetet bör dock påbörjas samtidigt med övriga åtgärder.

Bedömningen

I nuläget är det oklart om det finns resistensgener i de naturliga svenska almpopulationerna och om de är tillräckliga för långsiktigt hållbar resistens. Molekylära metoder för genetisk kartläggning ökar chanserna att finna fler resistensmekanismer och resistensgener (avsnitt 5.2.4 och 9.6). Genetisk modifiering skulle öka antalet resistensgener och ge en större utväxling av den molekylära kartläggningen i och med att teknikerna möjliggör förändringar av funna gener och andra strukturer. Användningen av resistensgener från andra arter och andra klimat underlättas eller möjliggörs också genom genetisk modifiering, eftersom man kan överföra en identifierad resistensgen som är skild från övriga genomet, även från arter som inte kan korsas, och man kan anpassa genen och dess aktivitet. Om resistensen beror på en mindre mutation kan man också med hjälp av genredigering mutera svenska almar på samma sätt som i ursprungsorganismen. Slutligen kan teknikerna användas till att gruppera resistensgener som hittats genom konventionell förädling.

Genetisk modifiering ska ses som ett stöd till övriga åtgärder och bedrivs lösningsorienterat. Arbetet bör ske parallellt och i dialog med resistensförädlingen och övrig forskning, så att de olika åtgärderna kan stärka varandra.

Genetisk modifiering kan öka antalet tillgängliga mekanismer och gener för resistens och ökar därmed chanserna att lyckas bevara almarterna genom resistensförädling. Det kan dock finnas hinder för att använda genetiskt modifierade almar, på grund av det nuvarande regelverkets krav och negativa attityder. På grund av dessa svårigheter bör förstahandslösningen vara att åstadkomma resistent almar med konventionell växtförädling. Endast om den konventionella växtförädlingen leder till ett otillräckligt resultat bör genetiskt modifierade almar användas och planteras ut. Eftersom det brådskar att rädda almarna är det dock kanske inte möjligt att först konstatera att den konventionella växtförädlingen inte kan åstadkomma tillräckligt resistent almpopulationer, för att sedan påbörja förädling förstärkt med genetisk modifiering. Denna förädling bör således påbörjas samtidigt med övriga åtgärder. Den pågående EU-förhandlingen om ett uppdaterat regelverk för regleringen av användningen av växter framtagna med nya genomiska metoder kan också komma att möjliggöra användning av sådana genetiskt modifierade träd inom något år.

Vi föreslår att även denna forskning inordnas i ett nationellt program för alm och ask och att arbetet koordineras av SLU Skogsskadecentrum. Vi föreslår att regeringen anslår 3,5 miljoner kronor årligen i tre år samt 1 miljon kronor per år i två efterföljande år. Anslagen till forskning kan framgå av regleringsbrevet till SLU. Ansvar för att koordinera och fördela anslaget bör ligga på SLU Skogsskadecenter (avsnitt 9.2).

Det föreslagna arbetet för att ta fram genetiskt modifierad alm är en kompletterande åtgärd som förstärker resistensförädlingen. Därför är den inte lika avgörande för resultatet i de flesta scenarier och ingår endast i ”Paket 3” (tabell 9.4).

9.8 Resistensförädling av ask

Förslag: Regeringen bör finansiera en fortsatt och utökad förädling av ask som är resistent mot askskottsjuka. Vi föreslår en statlig finansiering till Skogforsk på 1,4 till 2,7 miljoner kronor per år, beräknat i dagens penningvärde, under en period av tio år. Förslaget är av hög prioritet för att bevara asken i Sverige.

Bedömningen

Asken, Sveriges Kungsträd, bedöms som Starkt hotad (EN) till följd av askskottsjukan. Sjukdomen har härjat i Sverige sedan början av 2000-talet och har, liksom i övriga Europa, dödat en majoritet av all ask. Askskottsjukan orsakas av en invasiv främmande sporsäcksvamp *Hymenoscyphus fraxineus* som sprider sina luftburna sporer långväga.

Någon procent av asken i Sverige har visat sig vara motståndskraftig mot sjukdomen. Skogforsk har tagit fasta på askens genetiska variation i resistens och har, främst i samarbete med SLU, i runt ett decennium bedrivit resistensförädling. Genom inventeringar har man identifierat och följt upp potentiellt motståndskraftiga träd som testas i försök med kloner och ”avkommeprövningar”. Sedan förädlingens start brottas man med behovet av långsiktiga anslag, vilket försvårar verksamheten.

Asken har ett betydande värde för flera ekosystemtjänster, framför allt för den biologiska mångfalden. Många arter är specifikt be-

roende av ask för sin överlevnad. Andra arter delas med alm, som i och med almsjukan riskerar att försvinna. Asken är även viktig i många Natura 2000-områden och andra områdesskydd och skapar stabila, resilienta ekosystem. Arten bidrar även med kulturella tjänster som stads- och parkträd, vackra vådräd på gårdar, miljö och estetik, friluftsliv och vardagsrekreation. Det har också historiskt hamlats flitigt och hamlas än i dag för att skapa habitat åt specialiserade arter. Asken är också mycket mytomspunnen. Enligt nordisk mytologi var Ask den första mannen och det evigt gröna världsträdet Yggdrasil, var en ask. Asken har även ett värde för försörjande tjänster som virke till möbler, parkettgolv, inredning och skaft till verktyg och idrottsredskap.

Vi bedömer att staten bör bidra till att bevara asken i Sverige. En långsiktig finansiering av fortsatt och förstärkt resistensförädling, i kombination med stödjande forskning är högprioriterad för askens fortlevnad ("Paket 2", tabell 9.3). Detta är särskilt motiverat med tanke på hotet från ännu en invasiv främmande art, smaragdpraktbaggen *Agrilus planipennis*. Det tveklöst mest ändamålsenliga och resurseffektiva är att fortsätta pågående resistensförädling av ask i Sverige, i stället för att förlita sig på att denna verksamhet bedrivs i andra länder som heller inte har samma klimat, växtlighet eller mikroflora. Bland annat finns biologiska, fytosanitära och samhällsekonomiska skäl för detta. Som stort skogsland bör Sverige även fortsätta att bygga upp kunskap och erfarenhet genom resistensförädling och stödjande forskning för att hantera ökade hot från skadegörare och klimatförändringar på våra trädslag. De erfarenheter som resistensförädling av ask innebär kan även vara betydelsefulla för att resistensförädla andra trädslag mot andra skadegörare.

På Skogforsk finns kompetens och infrastruktur, bland annat odlingsmöjligheter i växthus och fältförsök, för att fortsatt driva resistensförädlingen. Skogforsk har, efter önskemål från utredningen, gjort en övergripande plan för fortsatt resistensförädling av ask under kommande tioårsperiod. Målet är att utveckla 20 kloner med en ökad motståndskraft mot askskottsjuka och använda dem som frökälla. Vissa kloner kan snart börja planteras ut. Vi föreslår en statlig finansiering till Skogforsk på 1,4 till 2,7 miljoner kronor per år, beräknat i dagens penningvärde, under en period av tio år, totalt 20,3 miljoner kronor. Lämpligt är att bidraget utbetalas via Formas som redan i dag fördelar stöd till Skogforsk för samfinansierad skogsforskning i en-

lighet med regleringsbrev från Landsbygds- och infrastrukturdepartementet. Ett andrahandsalternativ är att SLU Skogsskadecentrum genom ett nationellt program för alm och ask fördelar medel även till Skogforsk.

9.9 Forskning om askskottsjukan och smaragdpraktbaggen

Förslag: Regeringen bör i en flerårig, sammanhållen satsning stödja forskning om ask, askskottsjuka och smaragdpraktbaggen genom öronmärkta anslag. Riktad forskning behöver ske parallellt och i dialog med den operativa resistensförädlingen av ask för att stärka den. Den understödjande forskningen är central för en fortsatt framgångsrik operativ resistensförädling, vilken i sin tur är viktigt för att långsiktigt bevara asken i Sverige. Forskningsbehoven avser områden som resistensbiologi, biodiversitet och restaurering med resistent ask.

Bedömningen

En sammanhållen, långsiktig satsning på forskning på ask, askskottsjuka och smaragdpraktbaggen är högt prioriterat för att bevara asken och dess följearter i Sverige ("Paket-2", tabell 9.3). Forskningens övergripande mål bör vara att utveckla kunskap om och verktyg för resistensförädling och restaurering med resistent ask. Forskning om åtgärder för att bekämpa skadegörare eller resistensförädla hotade arter är generellt alltför operativa för att beviljas forskningsanslag. Tillfälliga anslag är varken tillräckliga eller av den långsiktiga karaktär som krävs för att hantera effekterna av invasiva främmande arter på skogsträd.

Förädling av ask som är resistent mot askskottsjukan har pågått under ungefär ett decennium i Sverige och utgör en slags kärna till ett bevarandeprogram för resistent ask. Parallellt med fortsatt resistensförädling uppstår behovet av ny kunskap. Det avser bland annat hur hållbar resistensen mot askskottsjuka är över tid och i olika miljöer, samt att identifiera och inkorporera fler resistensgener mot askskottsjuka i förädlingsarbetet. Forskningsbehoven avser även fördjupade

studier av askskottsjukans infektionsförlopp, resistensbiologi och påverkan på askens biodiversitet. Skogforsk har utvecklat askplantor med en ökad resistens mot askskottsjukan som kan planteras ut. Det innebär en ny situation i förädlings- och forskningsverksamheten, eftersom inga utvecklade resistenta plantor av något trädslag ännu har planterats ut i svensk natur. Detta pionjärarbete är ett starkt motiv till understödande forskning kring utplantering och skötsel av resistent ask, samt dess eventuella påverkan på andra organismer. Riktad forskning ger solidare underlag och ökar sannolikheten för att lyckas med restaureringen. Även forskning om smaragdpraktbaggen är centralt för att bevara asken i ett Europa som redan i dag är härjat av askskottsjukan. När smaragdpraktbaggen kommer till Sverige, vilket vi bör utgå från, riskerar askens svårigheter att bli av en annan magnitud. Det stora hotet mot asken är den potentiella synergieffekten av att samtidigt angripas av två skadegörare. En ask som är angripen av askskottsjuka är både mer attraktiv och mer känslig för smaragdpraktbaggen, och en ask som lägger resurser på att försvara sig mot den ena angriparen har mindre över till den andra.

SLU har bedrivit forskning på askskottsjukan sedan 2000-talet, vilket starkt har bidragit till den kunskap som finns om sjukdomen i dag. SLU har tillgång till avancerad forskningsinfrastruktur, såsom laboratorier för genetiska och patologiska analyser, samt växthus. Universitetets inarbetade kontaktnät med forskare, växtförädlare och myndigheter borgar för att forskningen ska generera önskade resultat. Det finns även ett pågående internationellt samarbete med bland annat Danmark, Irland, Litauen, Norge, Polen, Storbritannien och Ukraina, med syftet att bevara ask genom forskningsinsatser och resistensförädling. För ask, liksom för alm, finns goda möjligheter till synergier gällande forskning och utvecklingsinsatser för andra skadegörare på andra skogsträd.

Förslaget avser forskningsanslag om 3,5 miljoner kronor per år under fem år, motsvarande totalt 17,5 miljoner kronor. Budgeten är till stor del beräknad utifrån uppskattad arbetstid för olika forskningsfrågor. Forskningsanslagen kan framgå av regleringsbrevet till SLU. Ansvaret för att koordinera och fördela anslaget bör ligga på SLU Skogsskadecenter (avsnitt 9.2).

9.10 Ökad nationell beredskap för skogsskadegörare

Förslag: Det behövs en ökad nationell beredskap för att hantera det accelererande hotet från såväl främmande som inhemska skadegörare på skogsträd i Sverige. Regeringen bör ge berörda myndigheter i uppdrag att utreda möjligheter och hinder, samt föreslå åtgärder för att förstärka beredskapen gällande skadegörare på skogsträd. Det avser bland annat behov av olika styrmedel, resurser, digitala och andra verktyg, samverkan, infrastruktur och kunskap.

Bedömningen

Allt fler nya skadegörare kommer sannolikt introduceras i Sverige genom global handel och införsel inom EU. Flera skadegörare väntas, särskilt i kombination med klimatförändringarna, orsaka betydande skador på skogens ekonomiska, ekologiska och sociala värden (avsnitt 3.2 och 5.4). Många av dessa är förmodligen inte kända som skadegörare ännu och kan introduceras genom en enstaka, oförutsedd händelse. I värsta fall kan de, som almsjukan och askskottsjukan, orsaka explosiva sjukdomsutbrott.

Processen för hanteringen av en ny skadegörare omfattar flera steg (avsnitt 3.4). I det första steget, handel och transport av växter och växtprodukter, regleras skadegörarnas spridning till EU genom EU:s förordning 2016/2031. Den reglerar även skadegörarens introduktion i landet. Om skadegöraren ändå etablerar sig i landet, krävs motåtgärder för att minska dess förutsättningar att överleva, reproduceras och spridas. Om skadegöraren ändå sprider sig i EU och Sverige behövs andra styrmedel och åtgärder. Ett exempel är en god skogsskötsel, bland annat att plantera rätt trädslag på rätt mark. Även en blandskog eller ett variationsrikt skogsbruk kan minska risken för skador. Användningen av olika skötselmetoder, flera trädslag och olika frökällor med en större genetisk diversitet ger en variation i brukandet av skogen. Om skadegöraren leder till omfattande skador, som almsjuka, askskottsjuka, törskate och rotröta, är resistensförädling ett viktigt verktyg att ta till.

Vissa oreglerade främmande skadegörare finns i dag i EU, men ännu inte i Sverige. Andra främmande och inhemska skadegörare är redan spridda i landet och orsakar omfattande skador och höga sam-

hållskostnader för en rad ekosystemtjänster. Eftersom skogsträden är ett fundament, en ryggrad för den biologiska mångfalden, kan allvarliga skogsskador innebära förödande konsekvenser för ekosystem och trädens följarter. Även kulturella och sociala värden kan påverkas i stor omfattning, almsjukan och askskottsjukan är tydliga exempel på detta. För virkesproducerande trädslag kan skadorna uppgå till miljardbelopp, bland annat för förlorat virkesvärde, återbeskogning, samt samhällskostnader för eventuella ersättningar och bidrag till skogsägaren.

Vår sammantagna bedömning är att den nationella beredskapen kan och behöver öka för att vi ska vara bättre rustade att möta det accelererande hotet av skadegörare på skog. Vi föreslår därför att regeringen uppdrar åt Jordbruksverket, Skogsstyrelsen, SLU och Naturvårdsverket, i samverkan med andra eventuellt berörda aktörer att utreda förutsättningarna för en ökad nationell beredskap för skadegörare på skogsträd. Man bör analysera möjligheter med och hinder för en nationell reglering av skadegörare enligt växtskyddslagen (2022:725), och som en invasiv främmande art av medlemsstatsbetydelse enligt EU-förordning (1143/2014). Med tanke på skogsträdens betydelse för den biologiska mångfalden förefaller regelverket för invasiva främmande arter även vara lämpligt för vissa invasiva skadegörare på skogsträd.

En samlad genomlysning bör även redogöra för pågående initiativ i området, samt undersöka behovet av ytterligare lagstiftning eller andra styrmedel, kunskap och resurser avseende skadegörare. Exempelvis kan informationsöverföring mellan skogsägare, myndigheter, forskare, förädlare och allmänhet behöva utvecklas. En bredare involvering av aktörer än i dag kan vara aktuell, exempelvis den praktiska trädvården i arbetet med främmande trädslag. Även frågan om infrastruktur behöver belysas, till exempel för att utföra resistens-tester av skogsträd för ekonomiska, ekologiska och sociala syften. Finansiering, samordning och placering av en sådan infrastruktur kan behöva adresseras. Sammantaget bör utredningens förslag bidra till ett sektorsövergripande, solitt och tydligt system avseende bland annat ansvarsfördelning, styrmedel, digitala och andra verktyg för att resurseffektivt och ändamålsenligt kunna hantera skogsträdens skadegörare.

Tabell 9.2 **Paket 1 – högsta prioritet. Behov av medel för att finansiera åtgärder som är av högsta prioritet för att bevara skogsalm och lundalm i Sverige**

Uppskattade kostnader (miljoner kronor). Budgetsiffrorna är i 2024 års penningvärde och förväntas öka över tid

Paket 1 – högsta prioritet	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Bekämpa almsjukan Gotland	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Resistensförädling alm	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Summa	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7

Tabell 9.3 **Paket 2 – högprioriterat. Behov av medel för att finansiera åtgärder som är av hög prioritet för att bevara skogsalm, lundalm och ask i Sverige. Åtgärder i kursiverad stil anger vad som skiljer Paket 2 från Paket 1. Notera: stödjeforskning om alm är högst prioriterad av kursiverade åtgärder**

Uppskattade kostnader (miljoner kronor). Budgetsiffrorna är i 2024 års penningvärde och förväntas öka över tid

Paket 2 – hög prioritet	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Bekämpa almsjukan Gotland	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Alm resistensförädling	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>Alm stödjeforskning</i>	9,0	9,0	9,0	3,0	3,0	0,5	0,5			
<i>Ask resistensförädling</i>	1,4	1,5	1,7	2,2	1,9	2,1	2,4	2,0	2,4	2,7
<i>Ask stödjeforskning</i>	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5					
<i>Medel för flexibilitet</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5					
Summa	22,1	22,2	22,4	16,9	16,6	10,3	10,6	9,7	10,1	10,4

Tabell 9.4 **Paket 3 – prioriterat. Behov av medel för att finansiera prioriterade åtgärder för att bevara skogsalm, lundalm och ask i Sverige. Åtgärden genetisk modifiering av alm är tillagd, vilket är skillnaden jämfört med Paket 2**

Uppskattade kostnader (miljoner kronor). Budgetsiffrorna är i 2024 års penningvärde och förväntas öka över tid

Paket 3 – prioriterat	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Bekämpa almsjukan Gotland	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Alm resistensförädling	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Alm stödjeforskning	9,0	9,0	9,0	3,0	3,0	0,5	0,5			
Ask resistensförädling	1,4	1,5	1,7	2,2	1,9	2,1	2,4	2,0	2,4	2,7
Ask stödjeforskning	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5					
Medel för flexibilitet	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5					
<i>Genetisk modifiering alm</i>	3,5	3,5	3,5	1,0	1,0					
Summa	25,6	25,7	25,9	17,9	17,6	10,3	10,6	9,7	10,1	10,4

10 Samhällsekonomiska analyser och konsekvensutredning

10.1 Samhällsekonomisk analys av alm och almsjukan

10.1.1 Tydligt positiva samhällsekonomiska effekter av fortsatt bekämpning

Vi har låtit ett konsultföretag göra en samhällsekonomisk analys (härefter kallad ”analysen”) gällande nyttor och kostnader med en bekämpning av almsjukan på Gotland. Analysen framgår i sin helhet i bilaga 2. Följande tre handlingsalternativ har analyserats:

- Att avsluta bekämpningen – referensalternativet.
- Att bekämpa utan stöd av lagstiftning – åtgärdsalternativ 1, vilket motsvarar nuvarande situation.
- Att bekämpa med stöd av lagstiftning – åtgärdsalternativ 2.

Slutsatsen från analysen är bland annat att en fortsatt bekämpning av almsjukan på Gotland kan effektiviseras med hjälp av lagstiftning som skulle säkerställa markåtkomst och göra det möjligt att avverka almsjuka träd och destruera virket.

Sett till referensalternativet innebär almsjukan inte några samhällsekonomiska nyttor. Kostnaderna för att avsluta bekämpningen avser bland annat att avverka sjuka träd som utgör fara för människor, hindra brukande av mark eller försämrar estetiken i bebyggda miljöer. Avverkningar som exempelvis kräver arborist, dispens och plantering av ersättningsträd är extra kostsamma. Samlat uppskattas hanteringskostnaderna till cirka 316 miljoner kronor under femton år. Totalt innebär referensalternativet en samhällsekonomisk kostnad om 316 miljoner kronor.

Fortsatt bekämpning förväntas medföra flera samhällsekonomiska nyttor som bevarade ekosystemtjänster, kulturella och rekreativa värden, samt en upprätthållen biologisk mångfald. Dessa nyttor är svåra att kvantifiera, men en grov uppskattning baserad på tidigare studier indikerar att bevarandet av almpopulationen kan generera nyttor värda cirka 579 miljoner kronor. Detta jämförs med kostnaderna för fortsatt bekämpning, som uppskattas till cirka 92 miljoner kronor över en tjugofemårsperiod. Det samhällsekonomiska nettovärdet av fortsatt bekämpning uppgår därmed till nyttor om 487 miljoner kronor.

Även om siffrorna är behäftade med stor osäkerhet är det tydligt att positiva samhällsekonomiska effekter av fortsatt bekämpning vida överstiger kostnaderna. Analysen rekommenderar vidare att bekämpning sker med hjälp av lagstiftning för att säkerställa fortsatt effektivitet och begränsa smittspridning i högsta möjliga mån.

10.1.2 Almens nyttovärde är sannolikt avsevärt högre än vad analysen visar

Vår bedömning är att almens samhällsekonomiska nytta är betydligt större än vad analysen föreslår, uppskattningsvis 1,019 miljarder kronor (se redogörelse nedan). Som framgår av bilaga 2, har analysen endast tagit i beaktande alm på Gotland med en diameter större än 50 centimeter i brösthöjd (drygt 19 000 träd) och uppskattat ett genomsnittligt värde om trettiotusen kronor per träd. Det innebär nyttor runt 579 miljoner kronor sammanlagt. Men även träd med en mindre diameter är, i varierande utsträckning, värdefulla för olika ekosystemtjänster.

Enligt Riksskogstaxeringens inventering finns 296 000 almar över 10 centimeter i diameter på Gotland.¹ Inventeringen anger dock inte antalet träd i diameterklassen 30–50 centimeter. Däremot finns uppgifter från Skogsstyrelsen om andelen sjuka träd i olika diameterklasser från almsjukebekämpningen under 2016–2023. Totalt 28 591 träd bekräftades vara almsjuka under denna period (tabell 5.1). Av dessa hade ungefär 6 procent en diameter över 50 centimeter (1 715 träd), 15 procent hade diametern 30–50 centimeter (4 289 träd), och 79 procent diametern 10–30 centimeter (22 587 träd). För enkel-

¹ Wulff & Roberge. 2020.

hetens skull gör vi antagandet att sannolikheten att insjukna är densamma för alla almar i dessa diameterklasser, och att antalet sjuka träd per klass således korrelerar med det totala antalet träd. Det innebär att 15 procent av de 296 000 träden har diametern 30–50 centimeter, vilket motsvarar 44 400 träd. Räknas de 4 289 almsjuka träden bort kvarstår 40 111 friska träd. Träd av denna storlek är sannolikt värdefulla för en rad följearter. Om vi antar att varje träd i denna diameterklass har ett värde av, lågt räknat, 8 000 kronor, motsvarar det ett nyttovärde på 320 miljoner kronor. Om nyttan av alm i diameterklassen 30–50 centimeter adderas till nyttan av alm över 50 centimeter i diameter, innebär det ett nyttovärde på 899 miljoner kronor. Även de 211 253 träden ($0,79 \times 296\,000 - 22\,587$) med diametern 10–30 centimeter har ett värde, som dock inte är beräknat.

Analysen lyfter även den metodmässiga problematiken med att använda ett genomsnittligt värde per träd för att beräkna ett totalvärde för en hotad art. En svårighet är att beräkningen inte tar hänsyn till förändringar i populationens storlek. Almpopulationen i Sverige var till för bara några decennier sedan avsevärt större än i dag. Detta är en förklaring till varför almen hyser högst andel rödlistade arter av alla inhemska trädarter (avsnitt 2.4.2). Som konstateras i analysen bör värdet per träd rimligtvis vara högre, ju närmare utrotning en art är, eftersom varje enskilt träds bidrag till den biologiska mångfalden ökar. Motsatt gäller att värdet per träd bör vara lägre för en mer talrik och därmed mindre hotad art. Liksom analysen, drar vi slutsatsen att det beräknade totalvärdet för alm om 579 miljoner kronor bör tolkas som en schablonmässig uppskattning av vissa av de ekosystemtjänster som almen skapar, dock med hänsyn till att det verkliga värdet sannolikt är högre.

Vidare bedömer vi att analysen inte tillräckligt väl speglar almens nytta i skyddade områden på Gotland, inte minst i Natura 2000-områden, där almarna bär upp centrala värden. Sverige har en skyldighet att säkerställa att våra Natura 2000-områden bidrar till en gynnsam bevarandestatus för utpekade arter och naturtyper. Ädellövskog och lövblandad barrskog är prioriterade naturtyper i Art- och habitatdirektivet och de klasser av skog där almen på Gotland främst förekommer. Institute for European Environmental Policy, IEEP, har sammanställt 35 studier som värderar den totala nyttan i Natura 2000-områden i Europa.² Den uppskattas till 50–20 000 euro per hektar och

² Brink et al. 2011.

år, med ett medelvärde på 3 950 euro eller 44 161 kronor³ per hektar och år. Nuvärdet för nyttan över n år beräknas enligt:

$$\Sigma bin_0 = \text{nyttovärdet} \times \text{ytan} / (1,035)^n,$$

Medelvärdet kan appliceras på de totalt 2 700 hektar i Natura 2000-områden som finns på Gotland (avsnitt 2.4.5). Summerat över en kalkylperiod på 15 år, från 2025–2040, blir nuvärdet av dessa områden 1,49 miljarder kronor. Almen förekommer lågt räknat på 10 procent av arealen, motsvarande ett nuvärde på 150 miljoner kronor. Detta värde visar även betydelsen av att bekämpa almsjukan för Natura 2000-områden med alm.

Även medborgares värderingar är en utgångspunkt för samhällsekonomiska analyser. En studie över betalningsviljan för att bevara almen på Gotland/Sverige skulle ytterligare belysa almens uppskattade samhällsekonomiska nytta. En dylik studie ligger dock utanför utredningens ramar. En kunskapsammansättning om monetär värdering av skoglig biologisk mångfald i Sverige, Finland och Norge visar att det finns en genomsnittlig positiv betalningsvilja att bevara biologisk mångfald genom att skydda mer skog.⁵ Skogar med stor betydelse för att bevara den biologiska mångfalden bör ha en större marginalnytta och innebära en högre betalningsvilja än skogar med en mindre sådan betydelse. Studien lyfter även vikten av att beakta alla relevanta nyttor och kostnader, oavsett om de är marknadsprissatta eller inte. I annat fall finns risken att politiska beslut och underlag kring skogens nyttjande mer liknar företagsekonomiska än samhällsekonomiska beslut.

Samtidigt finns risker och osäkerheter som är svåra eller inte möjliga att skatta. En sådan är om almsjukan ökar kraftigt, kanske på grund av att lagstiftning inte införs och antalet markägare som nekar ansvarig myndighet marktillträde ökar kraftigt, organisatoriska tillkortakommanden på ansvarig myndighet, eller spridningen av en ny aggressiv stam av patogenen. Ytterligare en osäkerhet är om en ny invasiv skadegörare på alm introduceras i Sverige, som elm zig zag sawfly. Sannolikheten för att ovan nämnda risker ska inträffa är ökända

³ Valutakursen från den 12 mars, 2024.

⁴ n är det totala antalet kalkylperioder (år) och 1,035 är den standardmässiga reala diskonteringsräntan på 3,5 procent. Värdet av den summerade nyttan under en kalkylperiod på 15 år beräknas enligt $\Sigma bin_0 = 44\,161 \times 2\,704 / (1,035)^n$ där $n=0$ gäller år 2025 och $n=15$ gäller år 2040.

⁵ Skogsstyrelsen. 2024.

och är svåra att inkludera i en analys. Skulle de inträffa behöver man på ett rättvist sätt skatta både kostnaderna som uppstår med att hantera de skador som uppstår, och värdet av träden och de ekosystemtjänster som träden tillhandahåller.

Med utgångspunkt från det resonemang vi har fört är bedömningen att almens nyttovärde på Gotland uppskattningsvis är 1,019 miljarder kronor⁶.

Kostnader för förslagen visavi kostnad och nytta med alm/almsjukan

En summering av uppskattade kostnader i miljoner kronor (mnkr) för våra föreslagna åtgärder för alm (alla kostnader är i 2024 års penningvärde) under en tioårsperiod ger:

- *Paket 1:* kostnad för almsjukebekämpning på Gotland och resistensförädling av alm: 7,7 mnkr årligen under perioden 2025–2034. *Totalt 77 miljoner kronor.*
- *Paket 2:* *Paket 1*, samt forskning på alm och ett nationellt program: 17,2 mnkr (2025–2027); 11,2 mnkr (2028–2029); 8,2 mnkr (2030–2031); och 7,7 mnkr (2032–2034). *Totalt 113,5 miljoner kronor.*
- *Paket 3:* *Paket 1 + 2*, samt genetisk modifiering av alm: 20,7 mnkr (2025–27); 12,2 mnkr (2028–2029); 8,2 mnkr (2030–2031); och 7,7 mnkr (2032–2034). *Totalt 126 miljoner kronor.*

Paketens totala kostnader bör jämföras med uppskattade kostnader och nyttovärdet av alm. Den uppskattade kostnaden för att inte bekämpa almsjukan på Gotland är 316 miljoner kronor under femton år (bland annat avverkning av träd som utgör en fara för allmänheten). Utan bekämpning går samtidigt almens samhällsekonomiska nyttor för olika ekosystemtjänster om uppskattningsvis 1 miljard kronor förlorade.

Den totala kostnaden under tio år är även för det dyraste paketet betydligt lägre än uppskattade kostnader av att inte bekämpa almsjukan på Gotland. Bekämpning och resistensförädling av alm kommer

⁶ En summering av nyttovärdet utifrån analysen (579 miljoner kronor, mnkr), träd i diameterklassen 30–50 centimeter (320 mnkr) och Natura 2000-områden (150 mnkr).

dock innebära kostnader även efter 2034. Storleken på och finansieringen av dessa bör analyseras i samband med en redovisning av resultat av forskning, resistensförädling och bekämpning av almsjuka.

Sammanfattningsvis är bedömningen är att samtliga föreslagna åtgärder för alm är samhällsekonomiskt motiverade.

10.2 Preliminär konsekvensutredning gällande regler för att bekämpa almsjukan på Gotland

En konsekvensutredning gällande nya regler för att bekämpa almsjukan på Gotland är möjlig först i samband med att myndigheten har fått ett bemyndigande att föreskriva om sådana regler. Konsekvenserna kan komma att skilja något beroende på detaljutformningen av reglerna. Här presenterar vi därför en preliminär konsekvensutredning.

Problemet och vad som kan uppnås med en reglering

Skogsalm, lundalm och vresalm är i Sverige rödlistade i kategorin Akut hotade. Almarna riskerar att gå förlorade till följd av almsjukan. Sjukdomen orsakas i dag av den invasiva främmande svampen *Ophiostoma novo-ulmi*. Almsjukan går inte att utrota, men den kontinuerliga bekämpningen på Gotland visar tydligt att sjukdomen kan hållas i schack. Insatserna har lett till att Gotland i dag har Europas kanske största bestånd av alm. Den fungerar även som en livbåt, en Noaks Ark, för ett mycket stort antal arter.

För att almen ska finnas kvar i Sverige ser vi behov av regler för att effektivt kontrollera almsjukan på Gotland. En sådan lagstiftning skulle minska hastigheten i vilken almen och dess biologiska mångfald går förlorad. Parallellt med bekämpningen behöver andra åtgärder sättas in, framför allt förädling av resistent alm, men även stödjande forskning och digitala verktyg för att inventera smittade träd. Framgångsrik bekämpning ända tills resistent almar kan planteras ut krävs för att rädda de ekosystem som är knutna till almarna på Gotland. Efter att tidigare föreskrifter för almsjukan upphävdes 2017 är bekämpningen på Gotland beroende av markägarnas medgivande. Vissa markägare nekar myndigheten tillträde och det har blivit vanligare att markägare inte låter myndigheten att transportera i väg avverkade, almsjuka träd, vilket har lett till en ökad sjukdoms-

spridning. Konsekvensen är att almsjukans spridning har ökat, eftersom sjuka träd fungerar som reservoarer för almsplintborren, den insekt som sprider almsjukan.

För att almsjukebekämpningen ska ge avsedd effekt och vara samhällsekonomiskt motiverad behövs ånyo regler på Gotland. Många berörda markägare har erfarenheter av tidigare reglering (under 1998–2016). Tänka regler väntas innebära en inskränkning av ett mycket begränsat antal markägares beslutsrätt. De angripna träden har ett begränsat värde som dessutom minskar om de står kvar. En bieffekt kan vara ett generellt minskat incitament hos markägarna att frivilligt ge marktillträde. Denna bieffekt bedöms dock inte särskilt sannolik. Samtidigt väntas reglerna ha en tydligt positiv effekt både på möjligheten att bevara almen i Sverige och på markägarnas marker. Bedömningen är att det nationella intresset att långsiktigt bevara lundalm och skogsalm, deras biologiska och kulturella värden, det låga motstående värdet samt det positiva värdet för samma markägare berättigar ovan nämnda inskränkningar.

Alternativa lösningar och konsekvenser av om någon reglering inte kommer till stånd

Problemen med att det inte finns regler för almsjukebekämpningen är varaktiga och kommer att eskalera. Ekonomisk kompensation till markägare som beviljar markåtkomst för bekämpning kan vara ett alternativ till reglering. Detta alternativ väntas inte leda till önskad effekt, det vill säga att samtliga markägare ger myndigheten marktillträde. Alternativet blir även mer kostsamt och ökar myndighetens administrativa börda. Det är även oklart om EU:s statsstödsregler tillåter en sådan kompensation.

Konsekvensen av att en reglering uteblir och bekämpningen fortsatt endast äger rum där myndigheten ges marktillträde är att almsjukans spridningstakt accelererar. Fler grova och äldre träd kommer insjukna och dö vilket kommer påverka framför allt den biologiska mångfalden, men även få mycket negativa effekter på kulturella och sociala värden. Markägarna i området kommer också att drabbas än mer av almsjukan. Det finns också en risk att det leder till uppgivenhet, både bland de som utför bekämpningen och markägare som hittills beviljat tillträde. Även antalet riskträd kommer att öka. Samtidigt

förlorar bekämpningsarbetet i effektivitet och blir alltmer kostsamt och resurskrävande.

Ett tillfälligt uppehåll i bekämpningen leder till att almsjukans spridningshastighet accelererar och ökade skador på almen och andra värden. Ju längre uppehållet är, desto fler och mer svårreparerade blir skadorna. Det är inte omöjligt att ett enda års uppehåll leder till att sjukdomsspridningen eskalerar utom kontroll. Scenariot att helt sluta bekämpa almsjukan innebär ett existentiellt hot mot ett stort antal arter som är beroende av alm. Det innebär också att Sverige, eller till och med Europa, förlorar den kanske största, återstående populationen av alm.

Vilka berörs av regleringen

Markägare på Gotland med alm på sina ägor berörs av regleringen. En majoritet av dessa markägare ger i dag Skogsstyrelsen tillträde till marken för att inventera, ta ned och transportera bort almsjuka träd. Avsikten är att ansvarig myndighet fortsatt ska försöka komma överens med markägaren om hanteringen av almsjuka träd. Myndigheten ska endast restriktivt använda sig av reglerna i de specifika fall där markägare nekar myndigheten tillträde till marken.

Bemyndiganden som myndighetens beslutanderätt grundar sig på

Almsjukevampen *Ophiostoma novo-ulmi* bör i första hand regleras som en nationellt reglerad skadegörare enligt växtskyddslagen (2022:725). Skogsstyrelsen bör ges bemyndigande enligt 2 kap. 3 § växtskyddsförordningen att meddela föreskrifter för att bekämpa almsjukevampen *O. novo-ulmi* på Gotland.

Sveriges medlemskap i Europeiska unionen

Det finns utrymme för viss nationell särreglering inom växtskyddslagen (2022:725), utan att det bryter mot EU:s förordning 2019/2072 om skyddsåtgärder mot växtskadegörare.

Ikraftträdande och informationsinsatser

Ikraftträdandet beror av fortsatt process kring regelverk. Ansvarig myndighet bör informera markägare och eventuella övriga berörda aktörer på Gotland om kommande lagstiftning.

Berörda företag: antal, storlek och bransch

Skogs- och lantbruksföretag med verksamhet på Gotland förväntas bli berörda av regleringen.

Tidsåtgång och företagens administrativa kostnader

Reglerna förväntas ha en marginell påverkan på företagens tidsåtgång och administrativa kostnader, eftersom regleringen utgår från att myndigheten gör allt arbete.

Andra kostnader och förändringar till följd av regleringen

Regleringen väntas inte medföra några kostnader för markägarna på Gotland. Markägarna förlorar värdet av de sjuka almarna. Detta nettovärde är litet och skulle minska med tiden om almarna inte tas ned. För berörda myndigheter innebär arbetet med att ta fram nya regler en viss kostnad.

Påverkan på konkurrensförhållanden

Nej.

Övrig påverkan på företagen

Nej.

Särskilda hänsyn till små företag

Nej.

De nya reglerna väntas inte ha betydelse för den kommunala självstyrelsen, brottslighet och brottsförebyggande arbete, sysselsättning och offentlig service, jämställdhet eller möjligheter att nå integrationspolitiska mål.

10.3 Samhällsekonomisk analys av askskottsjukan

I stora delar är resonemang och beräkningar gällande almens samhällsekonomiska nyttor giltiga även för ask. Våra förslag rör främst den mer hotade almen vars prognos, om åtgärder inte sätts in, är betydligt mer oroande än askens. Av dessa anledningar gör vi endast en summarisk samhällsekonomisk analys av ask.

Åtgärdsalternativet för ask avser resistensförädling och stödjande forskning om askskottsjuka och smaragdpraktbaggen i syfte att bevara ask och restaurera miljöer med resistent ask. Det innebär också att man har en beredskap när smaragdpraktbaggen introduceras i Sverige. Referensalternativet innebär att man inte gör några åtgärder för att bevara ask, utveckla resistent kloner eller för att ha en beredskap för praktbaggen. En kondenserad beskrivning av handlingsalternativens väntade konsekvenser, kostnader och utfall framgår av tabell 10.1.

Tabell 10.1 Sammanfattning av handlingsalternativen för ask

Handlingsalternativ	Innehåll	Konsekvens	Kostnader	Utfall
Referensalternativ	Inga åtgärder sätts in mot askskottsjukan	Askskottsjukan fortsätter att döda ask	Avverka och ersätta träd	En större andel ask dör och vissa följeslagare försvinner
Åtgärdsalternativ	Förädling och forskning för att utveckla resistent ask	Resistent ask utvecklas, samt beredskap mot praktbaggen	Förädling och forskning	Resistent ask planteras ut som på sikt kan ersätta död ask och korsas in i naturliga bestånd

10.3.1 Nyttor och kostnader

Askskottsjukan ger ingen mätbar ekonomisk eller samhällelig nytta och tillför inga ekosystemtjänster. Analysens avser därför de samhällsekonomiska kostnader och skador som askskottsjukan leder till, samt de nyttor som uppstår av att utveckla ask som är resistent mot ask-

skottsjukan. Liksom för alm, är askens kostnader och nyttor komplicerade att skatta.

Asken tillhandahåller flera kategorier av ekosystemtjänster med monetära och andra nyttor (tabell 10.2). Några av tjänsterna kan tillhandahållas av andra skogsträd, medan andra är specifika för ask, främst biologisk mångfald (avsnitt 2.4.3) och kulturella tjänster (avsnitt 2.4.6). Det finns även ett behov av askvirke för olika ändamål som inte tillhandahålls genom nationell försörjning (avsnitt 2.3.2). Under perioden 2020–2022 uppgick Sveriges import till drygt 103 miljoner kronor (8 590 ton virke), medan exporten motsvarade blygsamma 2,3 miljoner kronor (285 ton virke).

Tabell 10.2 Summering av de samhällsekonomiska nyttor som asken skapar

Typ av ekosystemtjänst	Beskrivning	Monetära nyttor	Kvalitativa nyttor	Spekulativa nyttor
Försörjande tjänster	Virke, genetiska resurser, slöjdmaterial	Svåruppskattat, virket säljs i mindre partier som till möbler, parkettgolv, inredning	Medelstor betydelse, som till golv, inredning, ledstänger, verktyg, möbler	Ökad användning för flera ändamål. Lövfoder i händelse av torrperioder.
Reglerande tjänster	Förebygga väderrelaterade skador som storm, vatten- och koldioxidreglering	Svåruppskattat	Medelstor betydelse, andra arter än ask kan utföra tjänsterna	–
Kulturella tjänster	Miljö och estetik, kulturella värden, friluftsliv, vardagsrekreation, skog och natur för upplevelseturism	Svåruppskattat	Stor betydelse i kulturella naturmiljöer	Ökad turism och rekreationsnäring, högre värdering av fastighet
Stödande tjänster	Biologisk mångfald, habitat och livsmiljö, stabila resilienta ekosystem	Svåruppskattat	Stor betydelse för följearters överlevnad och för Natura 2000-områden	–

Övergripande litteratursökningar har inte lett oss fram till relevanta studier som uppskattar askens nyttovärde för olika ekosystemtjänster. En möjlighet är att utgå från att askens värde är lika stort som almens,

det vill säga 30 000 kronor per träd. Vi har inga uppgifter över det ungefärliga antalet friska askar på olika marker i Sverige. Vi utgår därför från officiell statistik över trädslagens totala virkesförråd under 2018–2022.⁷ Av statistiken framkommer att virkesförrådet av levande ask i alla diameterklasser i hela landet var 5,6 miljoner m³sk, vilket motsvarar 0,2 procent av det totala virkesförrådet för alla trädslag. Statistiken visar även att almens totala virkesförråd var 1,4 miljoner m³sk, vilket är så pass lågt att det avrundats till en trädslagsandel på 0,0 procent. Virkesförrådet av ask är fyra gånger högre än av alm. Askens värde för den biologiska mångfalden och för kulturella tjänster är störst för träd i de större diameterklasserna, 30–45 centimeter och över 45 centimeter. Virkesförrådet av dessa var 2,8 respektive 1,9 miljoner m³sk. Virkesförrådet är ett trubbigt instrument för denna typ av analys, men indikerar ändå att värdet av asken och dess ekosystemtjänster kan vara lika högt eller kanske högre än almens.

Liksom för alm kan askens nyttovärde även uppskattas utifrån dess förekomst i Natura 2000-områden. Vi har uppgifter för dessa områden på Gotland, men inte för övriga Sverige. På Gotland är den totala arealen av Natura 2000-områden med ask 6 332 hektar (avsnitt 2.4.5). Summerat över kalkylperioden 2025–2040, uppgår nuvärdet av dessa områden till 3,5 miljarder kronor (jämför med beräkningar i avsnitt 10.1.2). Gör man antagandet att ask, lågt räknat, koloniserar 20 procent av arealen, blir nuvärdet 700 miljoner kronor.

Askskottsjukan förekommer i hela Sverige, men sjuka träd avverkas generellt inte annat än om de utgör en fara för allmänhet och egendom, hindrar brukande av mark, eller försämrar det estetiska värdet på bebyggd mark. Antalet sjuka askar som årligen avverkas av till exempel markägare eller kommun, liksom antalet nya träd som planteras efter avverkning är inte känt, varför kostnader i referensalternativet är svåra att uppskatta.

Kostnaderna i åtgärdsalternativet avser förädling och stödjande forskning och uppgår under en tioårsperiod till 37,8 miljoner kronor i 2024 års penningvärde (tabell 9.3). Uppdelat per åtgärd innebär det kostnader för resistensförädling på 1,4–2,7 miljoner kronor per år under tio år, totalt 20,3 miljoner kronor. Kostnader för stödjande forskning är 3,5 miljoner kronor årligen (2025–29), totalt 17,5 miljoner kronor. Liksom för alm finns risker och osäkerheter för ask,

⁷ SLU. 2023.

vars sannolikhet är svåra eller inte möjliga att skatta. Ett exempel är om askskottsjukan ökar kraftigt, ett annat är om en ny invasiv skadegörare på ask introduceras i Sverige, som smaragdpraktbaggen.

Även då vi inte landar i ett uppskattat nyttovärde av ask kan vi konstatera att det vida överstiger kostnaderna för fortsatt nationell resistensförädling (avsnitt 9.8) och stödjande forskning (avsnitt 9.9). Vår bedömning är således att dessa åtgärder är samhällsekonomiskt motiverade.

Referenser

Artiklar och publikationer

- Beck, P., Caudullo, G., Tinner, W. & de Rigo, D. (2016). *Fraxinus excelsior* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J, de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e0181c0.
- Brasier, C., Franceschini, S., Forster, J. & Kirk, S. (2021). Enhanced Outcrossing, Directional Selection and Transgressive Segregation Drive Evolution of Novel Phenotypes in Hybrid Swarms of the Dutch Elm Disease Pathogen *Ophiostoma novo-ulmi*. *J. Fungi* 7, 452.
- Brink, P. et al. (2011). Estimating the Overall Economic Value of the Benefits provided by the Natura 2000 Network. Final Report to the European Commission, DG Environment on Contract ENV.B.2/SER/2008/0038. Institute for European Environmental Policy. GHK. Ecologic, Brussels 2011.
- Budde, KB., Nielsen, LR., Ravn, HP. & Dahl Kjær, E. (2016). The Natural Evolutionary Potential of Tree Populations to Cope with Newly Introduced Pests and Pathogens—Lessons Learned From Forest Health Catastrophes in Recent Decades. *Curr Forestry Rep* 2, 18–29.
- Burdekin, DA., & Rushforth, KD. (1996). Elms resistant to Dutch elm disease. Arboriculture Research Note.
- Burokiene, D. et al. (2015). Genetic population structure of the invasive ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* in its expanding range. *Biol Invasions* 10.007/s10530-015-0911-6.

- Calleja-Rodriguez A., Andersson Gull, B., Wu, H.X. et al. (2019). Genotype-by-environment interactions and the dynamic relationship between tree vitality and height in northern *Pinus sylvestris*. *Tree Genetics & Genomes* 15: 36. <https://doi.org/10.1007/s11295-019-1343-8>.
- Caudullo, G., Welk, E. & San-Miguel-Ayanz, J. (2017). Chorological maps for the main European woody species. *Data in Brief* 12, 662–666.
- Chaudhary, R., Rönneburg, T., Stein Åslund, M., Lundén, K., Durling, M.B., Ihrmark, K., Menkis, A., Stener, L.-G., Elfstrand, M., Cleary, M. & Stenlid, J. (2020). Marker-Trait Associations for Tolerance to Ash Dieback in Common Ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Forests*, 11, 1083. <https://doi.org/10.3390/f11101083>.
- Cleary, M., Nguyen, D., Stener, LG., Stenlid, J. & Skovsgaard, JP. (2017). Ash and ash dieback in Sweden: a review of disease history, current status, pathogen and host dynamics, host tolerance and management options in forests and landscapes. In R. Vasaitis & R. Enderle (eds), *Dieback of European Ash (Fraxinus spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management*, 195–208.
- Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. (2014). *Global plan of action for the conservation, sustainable use and development of forest genetic resources*.
- de Vries, S.M.G et al. (2015). *Pan-European strategy for genetic conservation of forest trees and establishment of a core network of dynamic conservation units*. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy. xii + 40 p. ISBN 978-92-9255-029-5.
- Enderle, R., Pliūra, A., & Vasaitis, R. (Editors). (2017). *Advances in Ash Dieback Research, and Some Other Invasive Diseases of Trees*. ISBN (print version) 978-91-576-8696-1. ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8. Print: SLU Service/Repro, Uppsala, 2017. COST Action FP1103 FRAXBACK, supported by the EU Framework Programme Horizon 2020.

- Enderle, R., Stenlid, J. & Vasaitis, R. (2019). An overview of ash (*Fraxinus* spp.) and the ash dieback disease in Europe. *CAB Reviews* 14, No. 025. doi: 10.1079/PAVSNNR201914025.
- Ennos, R. (2014). Resilience of forests to pathogens: an evolutionary ecology perspective. *Forestry* 88:41–52.
- EPPO. 2023. PM 7/154(1) *Agilus planipennis*. *EPPO Bulletin* 53:285–308.
- EUFORGEN. (2008). Pan-European minimum requirements for dynamic genetic conservation units of forest trees.
- EUFORGEN. (2021). Forest genetic resources strategy for Europe. 2021. European Forest Institute.
- Formas. (2022). Almsjuka och askskottssjuka – pågående forskning i Sverige. Rapportnummer: R3:2022. ISBN 978-91-540-6154-9. Diarienummer: 2021–03039.
- Fuentes-Utrilla, P., Squirrell, J., Hollingsworth, P. M. & Gil, L. (2006). *Ulmus laevis* (Pallas) in the Iberian Peninsula. An introduced or relict tree species? New data from cpDNA analysis. Genetics Society, Ecological Genetics Group conference, University of Wales Aberystwyth 2006.
- Gentekniknämnden. 2023. Genteknikens utveckling 2023. ISBN 978-91-527-9264-3.
- George, J.P., Sanders, T.G.M., Timmermann, V., Potočić, N. & Lang, M. (2022). European-wide forest monitoring substantiate the necessity for a joint conservation strategy to rescue European ash species (*Fraxinus* spp.). *Sci Rep* 12, 4764. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08825-6>.
- Ghelardini, L. (2007). Budburst phenology, dormancy release and susceptibility to Dutch elm disease in elms (*Ulmus* sp.). *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*.
- Hantsch, L., Bien, S., Radatz, S., Braun, U., Auge, H., & Bruelheide, H. (2014). Tree diversity and the role of non-host neighbour tree species in reducing fungal pathogen infestation. *Journal of Ecology* 102: 1673–1687. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12317>.
- Herms, D.A. & Mattson, W.J. (1992). The Dilemma of Plants: To Grow or Defend. *The Quarterly Review of Biology* 67: 283–335.

- Hultberg, T., Sandström, J., Felton, A., Öhman, K., Rönnerberg, J., Witzell, J. & Cleary, M. (2020). Ash dieback risks an extinction cascade. *Biological Conservation* 244, 108516. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108516>.
- Inoue, T., Okane, I., Ishiga, Y., Degawa, Y., Hosoya, T., & Yamaoka Y. (2019). The life cycle of *Hymenoscyphus fraxineus* on Manchurian ash, *Fraxinus mandschurica*, in Japan. *Mycoscience* 60: 89–94.
- IPBES. (2023). Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Roy H.E. et al. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- Jacobs, D.F. et al. (2023). Reintroduction of at-risk forest tree species using biotechnology depends on regulatory policy, informed by science and with public support. *New Forests* 54, 587–604. <https://doi.org/10.1007/s11056-023-09980-y>.
- Jordbruksverket. (2022). Sammanfattning av inventering för karantänkadegörare 2021.
- Jönsson, M.T. & Thor, G. (2012). Estimating Coextinction Risks from Epidemic Tree Death: Affiliate Lichen Communities among Diseased Host Tree Populations of *Fraxinus excelsior*. *PLoS ONE* 7: e45701.
- Kaczmar, N.S. (2008). Field testing of transgenic American elm (*Ulmus americana* L.) expressing an antimicrobial peptide transgene: Vascular anatomy and resistance to *Ophiostoma novo-ulmi*. State University of New York College of Environmental Science and Forestry ProQuest Dissertations Publishing, 2008. 1463745.
- Klocko, A.L. (2013). Bt-Cry3Aa transgene expression reduces insect damage and improves growth in field-grown hybrid poplar. *Canadian Journal of Forest Research* 44(1). <https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-0270>.
- Kowalski, T. (2006). *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathol.* 36: 264–270.

- Kraft, T. (2021). Skogsträdsförädlingen 2017–2020. Arbetsrapport 1088–2021. Skogforsk.
- Ledford, H. (2024). Crispr-edited crops break new ground in Africa. *Nature* Vol 626, 2024.
- Lind, M. (2023). När almen tystnar. Om träden vi älskar och dödar. Natur & Kultur. 325 s. ISBN 978-91-27-17904-2.
- Liziniewicz, M, Tolio, B & Cleary, M. (2022). Monitoring of long-term tolerance of European ash to *Hymenoscyphus fraxineus* in clonal seed orchards in Sweden. Short communication *Forest Pathology*, 52:e12773.
- Liziniewicz, M., Cleary, M., Dahl Kjær, E., Rostgaard Nielsen, L., Tollefsrud, M.M. & Marculyniene, D. (2024). Speeding up nature to bring ash back in Nordic and Baltic forests. *Skogforsk Arbetsrapport* 1190–2024.
- Länsstyrelsen Gotlands län & Linköpings universitet. (2020). Analys av åldersstruktur hos almsjuka almar. *Rapporter om Natur och Miljö* 2020:7. Länsstyrelsen i Gotlands län.
- Macaya-Sanz, D., Witzell, J, Collada, C., Gil, L. & Martín, J.A. (2023) Core endophytic mycobiome in *Ulmus minor* and its relation to Dutch elm disease resistance. *Front. Plant Sci.* 14: 1125942.
- Marcotrigiano, M. (2017). Elms Revisited. *Arboriculture & Urban Forestry* 43:217–241.
- Martín, J.A., Solla, A., Venturas, M., Collada, C., Domínguez, J., Miranda, E., Fuentes, P., Burón, M., Iglesias, S. & Gil, L. (2015). Seven *Ulmus minor* clones tolerant to *Ophiostoma novo-ulmi* registered as forest reproductive material in Spain. *iForest* 8: 172–180.
- Martín, J.A., Sobrino-Plata, J., Rodríguez-Calcerrada, J., Collada, C. & Gil, L. (2019). Breeding and scientific advances in the fight against Dutch elm disease: Will they allow the use of elms in forest restoration? *New Forests* 50, 183–215. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9640-x>.

- Martín, J.A., Domínguez, J., Solla, A., Brasier, C.M., Webber, J.F., Santini, A., Martínez-Arias, C., Bernier, L. & Gil, L. (2023). Complexities underlying the breeding and deployment of Dutch elm disease resistant elms. *New Forests*. Review 54:661–696. <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09865-y>.
- Martínez-Arias, C., Sobrino-Plata, J., Gil, L., Rodríguez- Calcerrada, J. & Martín, J.A. (2021 a). Priming of Plant Defenses against *Ophiostoma novo-ulmi* by Elm (*Ulmus minor* Mill.) Fungal Endophytes. *Journal of Fungi* 7(9):687.
- Martínez-Arias, C., Sobrino-Plata, J., Ormeño-Moncalvillo, S., Gil, L., Rodríguez Calcerrada, J. & Martín, J.A. (2021 b). Endophyte inoculation enhances *Ulmus minor* resistance to Dutch elm disease. *Fungal Ecology* 50, 101024.
- Naturvårdsverket. (2021). Rapport. Uppdaterad åtgärdstabell 2021–2025 för Åtgärdsprogram för särskilt skyddsvärda träd.
- Newhouse, A.E., Schrod, F., Liang, H., Maynard, C.A. & Powell, W.A. (2007). Transgenic American elm shows reduced Dutch elm disease symptoms and normal mycorrhizal colonization. *Plant Cell Rep.* 26:977-87. doi: 10.1007/s00299-007-0313-z. Epub 2007 Feb 20. PMID: 17310333.
- Olson, Å., Menkis, A., Östbrant, IL., Davydenko, K., Bakys, R., Balalajkins, M. & Vasaitis, R. (2016). *Scolytus multistriatus* associated with Dutch elm disease on the island of Gotland: phenology and communities of vectored fungi. *Mycol Progress* 15, 55.
- Pautasso, M., Holdenrieder, O. & Stenlid, J. (2005). Susceptibility to Fungal Pathogens of Forests Differing in Tree Diversity. In: Scherer-Lorenzen, M., Körner, C., Schulze, ED. (eds) *Forest Diversity and Function*. Ecological Studies, vol 176. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-26599-6_13.
- Perdiguero, P., Venturas, M., Cervera, M.T., Gil, L. & Collada, C. (2015). Massive sequencing of *Ulmus minor*'s transcriptome provides new molecular tools for a genus under the constant threat of Dutch elm disease. *Front. Plant Sci.* 6: 541. doi:10.3389/fpls.2015.00541.

- Perdiguero, P., Sobrino-Plata, J., Venturas, M., Martín, J.A., Gil, L. & Collada, C. (2017). Gene expression trade-offs between defence and growth in English elm induced by *Ophiostoma novo-ulmi*. *Plant, Cell & Environment* 41:198-214.
doi: 10.1111/pce.13085.
- Rosvall, O. & Stener, L-G. (2014). Förvaltning av lövträdens genresurs – anpassning till förändrat klimat och behov. Rapport från Skogforsk.
- San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T. & Mauri A. (Eds.) (2016). European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- Shepard, G.H. & Ramirez, H. (2011). “Made in Brazil”: Human Dispersal of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, *Lecythidaceae*) in Ancient Amazonia. *Econ Bot* 65, 44–65.
- Skogsstyrelsen. (2009). Regler om användning av främmande trädslag. Meddelande 7. ISSN 1100–0295.
- Skogsstyrelsen. (2013 a). Beredskap vid skador på skog. Meddelande 3, 2012.
- Skogsstyrelsen. (2013 b). Meddelande 4/2013. Ask och askskottsjukan i Sverige.
- Skogsstyrelsen. (2017 a). Skogens ekosystemtjänster – status och påverkan. Rapport 2017/13.
- Skogsstyrelsen. (2017 b). Skogsskötselserien del 12. Skador på skog, del 1 och 2.
- Skogsstyrelsen. (2019 a). Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23.
- Skogsstyrelsen. (2019 b). Den skogliga genbanken – från storhetstid till framtid. Rapport 2019/3.
- Skogsstyrelsen. (2020). Rapport 2020/3. The second report on the state of the world’s forest genetic resources. Sweden.
- Skogsstyrelsen. (2023 a). Skogsträdsförädling för ökad resistens mot skadegörare. Rapport 2023/19.
- Skogsstyrelsen. (2023 b). Skogsskador i Sverige 2022. Rapport 2023/04.

- Skogsstyrelsen. (2023 c). Analys av regelverk utifrån behov av klimatanpassning i skogen och skogsbruket. Rapport 2023/17. SLU Artdatabanken. (2020). Rödlistade arter i Sverige 2020. SLU, Uppsala.
- SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet. Skogsdata 2023. (2023). Officiell statistik. ISSN 0280-0543.
- Sobrinó-Plata, J., Martínez-Arias, C., Ormeño-Moncalvillo, S., Fernández, I., Collada, C., Gil, L., Pieterse, C.M.J. & Martín, J.A. (2022). No priming, just fighting—endophytic yeast attenuates the defense response and the stress induced by Dutch elm disease in *Ulmus minor* Mill. *Tree Physiology* 42, 2086–2099.
- Solla, A., Martín, J.A., Ouellette, G.B., & Gil, L. (2005). Influence of Plant Age on Symptom Development in *Ulmus minor* Following Inoculation by *Ophiostoma novo-ulmi*. *Plant Dis.* 89:1035–1040. doi: 10.1094/PD-89-1035. PMID: 30791269.
- Stener, L-G. (2018). Genetic evaluation of damage caused by ash dieback with emphasis on selection stability over time. *Forest Ecology and Management* 409: 584–592.
- Stenlid, J. (2020). Almpopulationens framtid på Gotland. Rapportnummer: 2020:14. ISSN: 1653–7041. Länsstyrelsen i Gotlands län.
- Stocks, J.J., Metheringham, C.L., Plumb, W.J., Lee, S.J., Kelly, L.J., Nichols, R.A. & Buggs, R.J.A et al. (2019). Genomic basis of European ash tree resistance to ash dieback fungus. *Nat Ecol Evol* 3, 1686–1696. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1036-6>.
- Strand, M., Aronsson, M. & Svensson, M. (2018). Klassificering av främmande arters effekter på biologisk mångfald i Sverige – ArtDatabankens risklista. *ArtDatabanken Rapporterar* 21. ArtDatabanken SLU, Uppsala.
- Strauss, S.H., Slavov, G.T. & Di Fazio, S.P. (2022). Gene-Editing for Production Traits in Forest Trees: Challenges to Integration and Gene Target Identification. *Forests* 13,1887. <https://doi.org/10.3390/f13111887>.
- Sundberg, S., Carlberg, T., Sandström, J. & Thor, G. (red.) (2019). Värdväxters betydelse för andra organismer – med fokus på vedartade värdväxter. *ArtDatabanken Rapporterar* 22. ArtDatabanken SLU, Uppsala.

- Sundberg, S., Carlberg, T., Sandström, J. & Thor, G. (2020). Kunskaps sammanställning om almens betydelse för andra arter. SLU Artdatabanken, Uppsala. Rapport SLU.dha.2019.5.2-199.
- Vasaitis, R. & Enderle, R. (Eds.). (2017). Germany. Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.). Consequences and Guidelines for Sustainable Management. The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK. Edited by ISBN (print version) 978-91-576-8696-1, ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8. Print: SLU Service/Repro, Uppsala, 2017.
- Von Bothmer, Roland., Fagerström, T. & Jansson, S. (2015). Bortom GMO: vetenskap och växtförädling för ett hållbart jordbruk. *Fri tanke*. Johanneshov: MTM. ISBN: 978-91-87513-74-9.
- Witzell, J., Blumenstein, K., & Rozpedowska, E. (2013). Resistance to Dutch elm disease reduces xylem endophytic fungi presence in elms (*Ulmus* spp.). *PloS One* 8.
- Woodcock P., Cottrell, J., Buggs, R. & Quine, C. (2018). Mitigating pest and pathogen impacts using resistant trees: A framework and overview to inform development and deployment in Europe and North America. *Forestry* 91.
- Wulff, S. & Roberge, C. (2020). Inventering av almförekomst. SLU, Länsstyrelsen Gotlands län. Rapportnummer: 2020:12. ISSN: 1653-7041.
- Östbrandt, I-L., Vasaitis, R., Stenlid, J., Pliura, A. & Menkis, A. (2017). Natura 2000 habitats dominated by ash and elm, invaded by alien invasive fungi on the Gotland island of Sweden: an overview. *Baltic Forestry* 23: 264-269.

Webbsidor

- CABI. (2019). *Ophiostoma novo-ulmi* (Dutch elm disease). Invasive species compendium datasheet. Last modified 21 November 2019. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/37594>.
- European Commission, *Forematis, Forest Reproductive Material Information System*, FOREMATIS – Forest Reproductive Material Information System (europa.eu), [hämtad 2024-04-22].

- ISAAA. *Pocket K No. 50: Biotech/GM Trees*, Biotech/GM Trees | ISAAA.org [hämtad 2024-04-22].
- Jordbruksverket, *Krav på sundhetscertifikat för trä och bark*, Lista över trä och bark som kräver sundhetscertifikat – Jordbruksverket.se, [hämtad 2024-04-22].
- Jordbruksverket, *Växter och växtprodukter med importförbud* <https://jordbruksverket.se/vaxter/handel-och-resor/sundhetscertifikat-och-andra-atgarder-mot-vaxtskadegore-vid-handel-med-lander-utanfor-eu/vaxter-med-importforbud>, [hämtad 2024-04-22].
- Kemikalieinspektionen, *Regler för bekämpningsmedel*, Regler för bekämpningsmedel – Kemikalieinspektionen, [hämtad 2024-04-22].
- Länsstyrelsen Gotlands län, *Flera nya lavararter har hittats på Gotland*, Flera nya lavararter har hittats på Gotland | Länsstyrelsen Gotland (lansstyrelsen.se), [hämtad 2024-04-22].
- Naturvårdsverket, *Tillsynsvägledning växtskyddsmedel*, Växtskyddsmedel (naturvardsverket.se), [hämtad 2024-04-22].
- Naturvårdsverket, *Vårt arbete med biologisk mångfald*, Vårt arbete med biologisk mångfald (naturvardsverket.se), [hämtad 2024-04-22].
- NordGen, *Svalbard Global Seed Vault*, Svalbard Global Seed Vault – NordGen, [hämtad 2024-04-22].
- Skogsstyrelsen, *Frökällor och kategorier*, Frökällor och kategorier – Skogsstyrelsen, [hämtad 2024-04-22].
- SLU Artdatabanken (2024 a). Artfakta: *Acer campestre*. <https://artfakta.se/taxa/acer%20campestre-5> [hämtad 2024-04-19].
- SLU Artdatabanken (2024 b). Artfakta: *Tilia platyphyllos*. <https://artfakta.se/taxa/tilia-platyphyllos-1563> [hämtad 2024-04-19].
- SLU, *SLU svarar på frågor om granbarkborre* <https://www.slu.se/forskning/kunskapsbank/ekologi/slu-svarar-pa-fragor-om-granbarkborre/> [hämtad 2024-04-22].
- SMHI, *Klimat – statistik, forskning och vägledning*, <https://www.smhi.se/klimat> [hämtad 2024-04-22].

Träcentrum, *Information om våra vanligaste träslag*, Information om våra vanligaste träslag (tracentrum.se) [hämtad 2024-04-22].

Rättsakter, förslag och beslut

Förordning (1981:531) med instruktion för Skogsstyrelsen och skogsvårdsstyrelserna, svensk författningssamling 1981:531.

Regeringen. Näringsdepartementet. Regeringsbeslut, II 5, 2020-12-22, N2020/03160, N2020/03031 (delvis), N2020/0049. Regleringsbrev för budgetåret 2021 avseende Sveriges lantbruksuniversitet.

Regeringens proposition 2021/22:148 En ny växtskyddslag En ny växtskyddslag (regeringen.se). Avsnitt 9.2 avser den nya växtskyddslagens tillämpningsområde [hämtad 2024-04-22].

Rådets direktiv 92/43/EEG av den 21 maj 1992 om bevarande av livsmiljöer samt vilda djur och växter.

Rådsresolution för CELEX 52000DC0001. Meddelande från kommissionen om försiktighetsprincipen /* KOM/00/0001 slutlig */ Europeiska gemenskapernas kommission. Bryssel den 2.2.2000. KOM (2000) 1 slutlig.

Propositioner

Regeringens proposition 2021/22:148 En ny växtskyddslag En ny växtskyddslag (regeringen.se). Avsnitt 9.2 avser den nya växtskyddslagens tillämpningsområde [hämtad 2024-04-22].

Kommittédirektiv 2023:60

Skogsträdsförädling för ökad motståndskraft

Beslut vid regeringssammanträde den 27 april 2023.

Sammanfattning

En särskild utredare ska identifiera inhemska skogsträd där förädling kan vara en kostnadseffektiv åtgärd för långsiktigt bevarande samt, om utredaren bedömer det ändamålsenligt, föreslå hur förädlingsverksamhet ska hanteras, exempelvis i form av ett förädlingsprogram. Syftet är att öka motståndskraften hos hotade skogsträd såsom alm och ask mot skadegörare och långsiktigt bevara sådana arter. Uppdraget omfattar inhemska trädarter som i dag saknar eller har otillräcklig förädling. Utredaren ska beskriva pågående nationell förädling av skogsträd, involverade aktörer och hur arbetet finansieras samt relevanta samarbeten inom förädling utanför Sverige. Vid behov kan utredaren lyfta fram behov av forskning och innovation för ökad motståndskraft och bevarande.

Utredaren ska bl.a.

- identifiera arter av skogsträd som särskilt riskerar att utsättas för skador på grund av klimatförändringarna, skadegörare och sjukdomar och där skogsträdsförädlingen i Sverige är otillräcklig eller saknas, och
- föreslå hantering av förädlingsverksamhet, exempelvis i form av ett förädlingsprogram, för hotade arter såsom ask och alm för att öka motståndskraften mot exempelvis askskottsjuka och almsjuka.

Det ska framgå av de föreslagna åtgärderna om de är samhällsekonomiskt motiverade, vad de tillför och hur viktiga de är för förädlings- och bevarandearbetet som helhet.

Uppdraget ska redovisas senast den 30 april 2024.

Uppdraget att identifiera de inhemska arterna av skogsträd vars hälsa och överlevnad hotas av klimatförändringar, skadegörare och sjukdomar

Den svenska skogen och skogsnäringen spelar en stor roll för välfärden i Sverige. Samtidigt är det svenska skogsbruket centralt för svenskt klimatarbete och ger många miljöfördelar. Flera skogsträdarter är av betydelse för andra ekosystemtjänster och kulturarv i såväl skogsekosystem som städer och urbana parker. De pågående klimatförändringarna ger längre växtsäsonger vilket kan leda till en ökad skogstillväxt. Men klimatförändringar kan också medföra ökad risk för torka, minskad vintertjäle och ökad stormkänslighet vilket medför ökade risker i form av angrepp av befintliga och nya skadegörare.

Skogsstyrelsen har analyserat skogens och skogsbrukets sårbarhet för klimatförändringar och behovet av klimatanpassning i rapporten Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder (2019/23). I rapporten pekar Skogsstyrelsen på behovet av förädlingsprogram för flera trädslag.

Riksdagen har tillkännagett för regeringen att regeringen ska ge lämplig myndighet eller forskningsinstitut, t.ex. Skogforsk, i uppdrag att ta fram och genomföra ett växtförädlingsprojekt för resistens mot almsjuka respektive askskottsjuka (bet. 2020/21:MJU15 punkt 19, rskr. 2020/21:260).

Almsjuka och askskottsjuka orsakas av invasiva organismer i form av svampar som har kommit till Europa genom import av infekterat plantmaterial. Svampen som orsakar almsjuka sprids med en naturligt förekommande insekt. Almsjukan kom i sin första variant till Europa på 1910-talet. Almsjukan fördes vidare till Nordamerika där den utvecklades till en mer aggressiv variant. Den utvecklade varianten kom tillbaka till Europa på 1960-talet. Askskottsjukan noterades först i Baltikum i början av 2000-talet och har därefter spridits fort eftersom det är en luftburen smitta. Almsjuka och askskottsjuka bekämpas på liknande sätt genom borttagning av smittade träd. Stiftelsen Skogsbrukets forskningsinstitut (Skogforsk) har sedan några år till-

baka ett program för resistensförädling av ask med insamlade toleranta träd. Skogforsk driver även projektet Rädda Asken tillsammans med Sveriges lantbruksuniversitet.

Almsjuka och askskottsjuka är två exempel på sjukdomar där åtgärder för att bevara arterna alm och ask behöver utvecklas och där skogsträdsförädling för ökad motståndskraft kan vara en alternativ åtgärd.

Utredaren ska därför

- identifiera arter av skogsträd som särskilt riskerar att utsättas för skador på grund av klimatförändringarna, skadegörare och sjukdomar och där skogsträdsförädlingen i Sverige är otillräcklig eller saknas, och
- beskriva relevanta förädlingsprogram för dessa trädarter i jämförbara länder samt pågående och potentiella samarbeten som kan främja bevarandet av de svenska skogsträden.

Uppdraget att identifiera de hotade trädarter där skogsträdsförädling kan vara en kostnadseffektiv åtgärd för bevarande

Förädling och bevarande

Skogsträdsförädling är en av de viktigaste åtgärderna för att långsiktigt öka virkesproduktionen. Skogsträdsförädling kan delas upp i tre moment som upprepas i cykler: urval, korsning och testning. Efter testning sker ett nytt urval och en ny förädlingscykel påbörjas. Skogforsk bedriver skogsträdsförädling och arbetar i första hand med förädling av tall, gran, contorta och björk men bedriver också visst förädlingsarbete med trädslag som hybridasp, douglasgran, lärk och sitkagran. När klimatet förändras ställs nya krav på skogsodlingsmaterialet. Förädling ger möjlighet att ta fram frö som passar i ett framtida klimat.

Genetisk mångfald gör det möjligt för skogsträd att överleva, anpassa sig och utvecklas under föränderliga förhållanden. Det är avgörande för att upprätthålla skogarnas vitalitet, minimera risker och skapa resistens hos träden mot skadegörare. Att bevara denna mångfald, genom en förvaltning av skogsgenetiska resurser, är en nyckelfaktor för hållbar skogsförvaltning, eftersom det säkerställer skogarnas eko-

logiska motståndskraft och möjligheter att bidra till ekonomin även i framtiden.

Som ett resultat av ministerkonferensen 1990 för skydd av Europas skogar (Forest Europe) bildades 1994 programmet för bevarande av europeiska skogsgenetiska resurser (Euforgen). Sverige har genom Skogsstyrelsen deltagit i programmet sedan starten och tillsammans med övriga europeiska länder utvecklat strategier och kunskap om bevarande och hållbar användning av europeiska arter av skogsträd som genetiska resurser.

Skogsstyrelsen har sedan 2014 bevarat inhemska skogsträd som skogsgenetiska resurser. Bevarandet sker i trädens naturliga miljö i över 300 biotopskyddsområden med nära 500 genetiska resurser som utnyttjar områdenas långvariga skydd. Bevarande utanför den naturliga miljön, som exempelvis med frö- och klonbanker, kan vara motiverat för sällsynta eller hotade arter som alm och ask.

Skogforsk har i rapporten Förvaltning av lövträdens genresurs från 2014 beskrivit modeller för hur lövträdens genresurser långsiktigt och aktivt kan förvaltas samt hur nuvarande förädlingsinsatser och förädlingsmaterial kan vara en grund för sådana program. I rapporten föreslås en utökad insamling och förädling av ask, medan det anges att vissa trädslag, bl.a. alm, behöver utredas mer.

Utredaren ska därför

- beskriva den förädling och det bevarande av inhemska skogsträd som pågår i Sverige, vilka aktörer som är involverade och hur denna förädling finansieras,
- identifiera trädarter för vilka växtförädling kan vara en kostnadseffektiv åtgärd tillsammans med kompletterande åtgärder för bevarande, och
- om utredaren bedömer det ändamålsenligt, föreslå hantering av förädlingsverksamhet, exempelvis i form av ett förädlingsprogram, för hotade arter såsom ask och alm för att öka motståndskraften mot exempelvis askskottsjuka och almsjuka.

Det ska framgå av de föreslagna åtgärderna om de är samhällsekonomiskt motiverade, hur viktiga de är för skogsbruk och skydd av hotade trädarter och vad de tillför förädlings- och bevarandearbetet som helhet.

Forskning och innovation

Den svenska kompetensen vad gäller svampsjukdomar på träd är hög, mycket tack vare forskning om skador på kommersiellt intressanta trädslag. Sverige har också en väl utvecklad infrastruktur för molekylära och genetiska studier av både svampar och träd samt möjligheter till odling och förädling i stor skala.

Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (Formas) har på uppdrag av regeringen sammanställt pågående svensk forskning om almsjuka och askskottsjuka samt forsknings- och utvecklingsprojekt kring motståndskraftigt växt- och plantmaterial. Uppdraget redovisades i mars 2022 i rapporten Almsjuka och askskottssjuka – pågående forskning i Sverige (R3:2022).

Utifrån Formas rapport om pågående forskning kan utredaren behöva lyfta fram behovet av forskning och innovation för ökad motståndskraft och bevarande av hotade skogsträd.

Utredaren ska därför

- identifiera behov av forskning och innovation för att skydda hotade svenska skogsträd.

Konsekvensbeskrivningar

Utredaren ska göra de konsekvensbeskrivningar och kostnadsberäkningar som framgår av kommittéförordningen (1998:1474). Konsekvensanalysen ska ske löpande under utredningstiden för att säkerställa att samhällsekonomisk hänsyn tas vid utformningen av förslagen.

Kontakter och redovisning av uppdraget

Utredaren ska i sitt arbete, när det finns behov av det, föra dialog med och inhämta upplysningar från Skogsstyrelsen, Statens jordbruksverk, Naturvårdsverket, Sveriges lantbruksuniversitet inklusive Skogsskadecentrum, Formas och andra relevanta myndigheter och organisationer.

Uppdraget ska redovisas senast den 30 april 2024.

(Landsbygds- och infrastrukturdepartementet)

Samhällsekonomisk analys av almsjukan



Innehållsförteckning

Sammanfattning	270
Bakgrund	272
Almsjukan är orsaken till det hastigt krympande beståndet av almar i Sverige.....	272
Almsjukan har allvarliga effekter och sprids snabbt.....	272
Bekämpningen av almsjukan har hittills varit effektiv, men det är en utmaning att säkerställa fortsatt markåtkomst och finansiering	273
Denna rapport är en del av underlaget för att bedöma den samhällsekonomiska nyttan av bekämpning av almsjukan	274
Analyssteg och metod	276
Samhällsekonomisk analys innebär att mäta och jämföra kostnader och nyttor av olika handlingsalternativ	276
Nyttor och kostnader kan uppstå i olika tidsperioder, vilket kan justeras med diskontering	277
Presentation av handlingsalternativ	279
Åtgärdsalternativet innebär att almsjukan bekämpas på en nivå som upprätthåller en livskraftig population.....	279
I praktiken är det svårt att fastställa hur mycket mer effektiv bekämpningen blir med lagstiftning på plats	281
Referensalternativet innebär att bekämpningen av almsjukan upphör och majoriteten av almarna på Gotland dör inom 15 år.....	282

Nyttor och kostnader	283
Almsjukan för inte med sig några samhällsekonomiska nyttor ...	283
Att motverka almsjuka och främja en livskraftig almpopulation på Gotland leder till samhällsekonomiska nyttor	284
Ekosystemtjänster är ett samlingsbegrepp för de nyttor, resurser och tjänster som naturen tillhandahåller människan med.....	284
Almen tillhandahåller en försörjningstjänst genom sitt vackra och användbara virke.....	285
Almen bidrar till att binda växthusgaser i atmosfären och minska risken för översvämningar samt erosion.....	285
Almen är ett viktigt inslag i kulturella naturmiljöer	286
Almen tillhandahåller stödtjänster, särskilt genom att bidra till biologisk mångfald	286
Det finns stora utmaningar med att värdera ekosystemtjänster på ett holistiskt sätt	287
I flera studier har almens ekonomiska värde försökt fastställas.....	288
Kostnaderna för fortsatt bekämpning kan uppskattas med hjälp av tidigare kostnadsdata.....	290
Kostnaderna för fortsatt bekämpning kan bli lägre om regleringen implementeras	292
Det är utmanande att uppskatta de kostnader som kommer att uppstå om bekämpningen avslutas	293
Det är komplicerat att uppskatta hur många träd som kommer att behöva avverkas	294
Ett räkneexempel illustrerar hur stora kostnaderna kan bli om bekämpningen upphör	296
Resultat av samhällsekonomisk analys	299
Litteraturlista	301

Sammanfattning

Almsjukan, som orsakas av svamparna *Ophiostoma ulmi* och *O. novo-ulmi* och sprids via almsplintborren, utgör ett allvarligt hot mot det svenska almbeståndet. Det har uppskattats att cirka 95 procent av Europas almar har försvunnit till följd av almsjukan, och almpopulationen på Gotland utgör troligen den största kvarvarande i Europa.

Almsjukan kan bekämpas genom att sjuka almar avverkas och destrueras för att kontrollera spridningen av almsplintborren och skydda friska träd från almsjukesvampen. Trots framgångsrik bekämpning på Gotland finns utmaningar som markåtkomst, finansiering och minskad vilja från markägare att tillåta avverkning. Denna rapport utgör en del av underlaget för att bedöma de samhällsekonomiska konsekvenserna av att fortsätta eller avsluta bekämpningen av almsjukan.

Om bekämpningen fortsätter, kan denna effektiviseras med hjälp av lagstiftning som skulle säkerställa markåtkomst och inskränka på markägare möjlighet att förvägra avverkning och destruering av ved från träd på privat mark. Sådan lagstiftning skulle grundas på EU-förordningen 1143/2014 om invasiva främmande arter.

Den samhällsekonomiska analysen i denna rapport går ut på att uppskatta nyttor och kostnader för att fortsätta bekämpningen (i rapporten kallat åtgärdsalternativet) eller avsluta bekämpningen (referensalternativet).

Sett till referensalternativet, bedömer vi att almsjukan inte innebär några samhällsekonomiska nyttor. Kostnaderna för att avsluta bekämpningen inkluderar avverkning av sjuka träd som utgör fara för människor eller försämrar estetiken i bebyggda miljöer. Vi uppskattar dessa kostnader till cirka 316 miljoner kronor. Totalt innebär alltså referensalternativet en samhällsekonomisk kostnad om 316 miljoner kronor, utspjutt över en femtonårsperiod.

Vid fortsatt bekämpning förväntar vi oss flera samhällsekonomiska nyttor, såsom bevarade ekosystemtjänster, kulturella och rekreativa värden samt upprätthållande av biologisk mångfald. Även om dessa nyttor är svåra att kvantifiera, indikerar en grov uppskattning, baserad på tidigare studier, att bevarandet av almpopulationen kan generera nyttor värda cirka 579 miljoner kronor. Detta jämförs med kostnaderna för fortsatt bekämpning, som uppskattas till cirka 92 miljoner kronor över en tjugoårsperiod. Det samhällsekonomiska nettovär-

det av fortsatt bekämpning uppgår därmed till nyttor om 487 miljoner kronor.

Även om dessa siffror är behäftade med stor osäkerhet är det tydligt att de positiva samhällsekonomiska effekterna av fortsatt bekämpning vida överstiger kostnaderna. Vi rekommenderar vidare att bekämpning sker med hjälp av lagstiftning för att säkerställa fortsatt effektivitet och begränsa smittspridning i högsta möjliga mån.

Bakgrund

Ramboll har uppdragits av Regeringskansliet att genomföra samhälls-ekonomisk konsekvensanalys av almsjukan som orsakas av svamparterna *Ophiostoma ulmi* och den i dag mer vanliga och aggressiva *O. novo-ulmi*. Uppdraget kopplar till utredningen ”Skogsträdsförädling för ökad motståndskraft” (LI 2023:02).

Almsjukan är orsaken till det hastigt krympande beståndet av almar i Sverige

Skogsalm, lundalm, och vresalm, som utgör cirka tio procent del av de inhemska träden i Sverige, är alla rödlistade som akut hotade. Orsaken till detta är almsjukan, en sjukdom orsakad av svamparna *Ophiostoma ulmi* och den i dag mer vanliga och aggressivare *O. novo-ulmi*. Spridningen av almsjukan sker via almsplintborren (*Scolytus multistriatus*), som äter på almens skott och på så sätt sprider svampen till träden. Sjukdomen leder till snabb förlust av almar, och dess omfattande konsekvenser kräver effektiva bekämpningsåtgärder.¹ Sjukdomen upptäcktes för drygt hundra år sedan i Europa och sedan dess uppskattas cirka 95 procent av Europas almbestånd ha försvunnit.²

Almsjukan har allvarliga effekter och sprids snabbt

Almsjukans snabba spridning har allvarliga konsekvenser för almbeståndet. Svampens angrepp via almsplintborren leder till att trädens kärlsystem pluggas igen och träden vissnar hastigt, ibland på bara några veckor. Sjukdomen sprider sig också genom svampens mycel i

¹ Sundberg, S., Sandström, J. & Thor, G., 2020.

² Stenlid, J., 2020.

trädetrotsystem, vilket smittar friska almar i närheten och skapar en ond cirkel av infektion. Dessutom utgör vissnade träd eller almsjuk ved yngelmaterial för almsplintborren, vilket innebär att det är nödvändigt att avlägsna och destruera nyangripna och vissnade träd för att förhindra uppkomsten av en ny generation av almsplintborrar.³

Gotland, som först drabbades av *O. novo-ulmi* 2005, har lyckats begränsa spridningen genom målmedveten bekämpning, vilket har resulterat i troligen Europas största kvarvarande population av almar.⁴

Bekämpningen av almsjukan har hittills varit effektiv, men det är en utmaning att säkerställa fortsatt markåtkomst och finansiering

Almsjukan identifierades för första gången på Gotland 2005, och ett bekämpningsprogram startades året därpå. Bekämpningen innebär att sjuka almar avverkas och destrueras för att kontrollera spridningen av almsplintborren och skydda friska träd från almsjuksvampen. Fram till 2019 har cirka 63 000 träd sanerats, av den tidigare uppskattade almpopulationen på ungefär 1 miljon träd. Modellsimuleringar indikerar att programmet framgångsrikt minskat smittspridningen och uppnått målet om att bevara den värdefulla almpopulationen. En rapport från 2020 visar att det finns cirka 2,24 miljoner almar på Gotland, vilket alltså är mer än dubbelt så många som det tidigare uppskattade antalet. Majoriteten (1,94 miljoner eller cirka 87 procent) är under 10 centimeter i diameter och angrips endast i begränsad omfattning av almsjukan.⁵

Bekämpningen av almsjukan består av tre olika delar: inventering, avverkning – vilket även innefattar kontakt med markägare – och destruering av drabbade träd. Inventeringssäsongen sker från början av juli, vilket är tidpunkten då smittade träd börjar uppvisa tecken på sjukdom, och fortsätter under sommaren med slut i augusti eller september. Under inventeringsperioden besöker personal från Skogsstyrelsen eller upphandlade entreprenörer de områden på Gotland som har känd alm. Fynd registreras och träd som är drabbade eller befinner sig i riskzonen markeras. Aktuella träd klassificeras efter storleksklasser, och annan information samlas in, inklusive om träden är en del av en allé, om speciella åtgärder krävs, och om närliggande

³ Ibid.

⁴ Wägström, K. & Forsslund, A., 2021.

⁵ Stenlid, J., 2020.

byggnader eller strukturer (till exempel staket eller gravstenar) utgör hinder för fällning.⁶

Inför fällning av almsjuka träd har Skogsstyrelsen kontakt med markägarna, som kan vara både offentliga enheter som Naturvårdsverket och Region Gotland, och även privatpersoner. Markägaren måste ge sin tillåtelse för att Skogsstyrelsen ska få lov att fälla och destruera almsjuka träd. Detta utgör en utmaning, då markägarnas villighet att tillåta avverkning har minskat på senare år⁷. Bland annat önskar fler markägare behålla almvirket för energiförbrukning, vilket försvårar bekämpningen och ökar risken för spridning.⁸

Inför avverkning kan Skogsstyrelsen även i vissa fall behöva söka dispens hos Länsstyrelsen eller Region Gotland, exempelvis om almar ska fällas inom naturreservat, biotopskydd eller stadsplanerat område. Långa handläggningstider för dispenser och avsaknad av rutiner hos tillsynsmyndigheter utgör ytterligare hinder för effektiv bekämpning av almsjukan.⁹

När almsjuka träd har avverkats behöver veden destrueras omgående, vanligtvis genom att träden flisas och flisen därefter eldas upp. Detta för att almsplintborrens larver inte ska kunna överleva innanför barken och sprida sjukdomen vidare.

Denna rapport är en del av underlaget för att bedöma den samhällsekonomiska nyttan av bekämpning av almsjukan

För att säkerställa ett långsiktigt bevarande av almbeståndet i Sverige pågår just nu den statliga offentliga utredningen ”Skogsträdsförädling för ökad motståndskraft”. Utredningen syftar till att föreslå åtgärder för det långsiktiga bevarandet av hotade trädarter, främst alm och ask. Denna rapport utgör en del av underlaget för att bedöma de samhällsekonomiska effekterna av att upphöra eller fortsätta med bekämpningen av almsjukan.

För närvarande finns ett antal utmaningar i bekämpningen, främst att säkerställa nödvändig markåtkomst för sanering och att frakta i väg avvertrade träd. Ett verktyg för att hantera utmaningarna är att återinföra nationell lagstiftning för Gotland baserad på EU-förord-

⁶ Skogsstyrelsen, 2023a.

⁷ Skogsstyrelsen, 2023a.

⁸ Ibid.

⁹ Ibid.

ningen 1143/2014 om invasiva främmande arter. Utredningen anser att denna lagstiftning är ändamålsenligt verktyg för att hantera de utmaningar som för närvarande finns i bekämpningen.

Det ingår inte i Rambolls uppdrag att kartlägga och bedöma lämpligheten i annan lagstiftning eller policy som skulle kunna tillämpas för samma syften. Följande analys tar således avstamp i två på förhand specificerade handlingsalternativ: att fortsätta bekämpningen (hädanefter kallat åtgärdsalternativet) eller att avsluta bekämpningen (hädanefter kallat referensalternativet). Sett till åtgärdsalternativet finns två scenarion, att fortsätta bekämpning av almsjukan på Gotland som sedan 2017 skett utan stöd i något regelverk, eller att fortsätta bekämpningen med stöd av införandet av specifik lagstiftning för Gotland. Skillnader mellan åtgärdsalternativen i termer av kostnader och nyttor beskrivs endast kvalitativt.

Analyssteg och metod

Samhällsekonomisk analys är ett angreppssätt för att bedöma ekonomiska, sociala och/eller miljömässiga konsekvenser av olika beslut och åtgärder på samhällsnivå. I detta avsnitt beskriver vi kortfattat vår metod.

Samhällsekonomisk analys innebär att mäta och jämföra kostnader och nyttor av olika handlingsalternativ

I en samhällsekonomisk analys jämförs nyttor och kostnader av olika handlingsalternativ mot varandra, se figur 1. Detta kräver att nyttorna och kostnaderna kan värderas på ett tillförlitligt och tydligt sätt. I verkligheten är detta förknippat med stora metodmässiga utmaningar, då många nyttor och kostnader inte enkelt låter sig kvantifieras. Till exempel saknas det ofta ett marknadspris eller en tydlig ekonomisk kostnad för immateriella värden såsom kulturella mervärden eller biologisk mångfald, vilket gör det svårt att kvantifiera dessa värden. Då är det i stället möjligt att göra en kvalitativ uppskattning av nyttans eller kostnadens värde, till exempel uppskatta ifall värdet är stort, medelstort eller litet.

I vissa fall är det även osäkert om en samhällsekonomisk nytta eller kostnad över huvud taget kommer att uppstå. Dessa spekulativa nyttor eller kostnader kan beskrivas, men deras omfattning kan vara svår att fastställa.

Figur 1 Ramverk för kategorisering av samhällsekonomiska nyttor och kostnader



Nyttor och kostnader kan uppstå i olika tidsperioder, vilket kan justeras med diskontering

Ett vanligt förekommande problem inom samhällsekonomisk analys är att nyttor och kostnader uppstår i olika tidsperioder. Ett konkret exempel är att eftersom almsjukebekämpningen måste pågå under lång tid, så är kostnaderna utspridda över en lång tidsperiod. Men en bestämd summa pengar har inte samma värde i dag som i framtiden, eftersom det skulle vara möjligt att göra alternativa investeringar under samma tidsrymd och på så sätt få högre avkastning på samma mängd pengar. Det är därför felaktigt att exempelvis säga att en miljon kronor i dag har samma värde som en miljon kronor om tio år.¹⁰

För att hantera denna problematik används vanligtvis metoden diskontering, vilket innebär att framtida kostnader och nyttor räknas om till ett nuvärde. Beräkningen görs med hjälp av en diskonteringsränta, som justerar framtida belopp till ett enhetligt referensvärde i dagens prinsnivå (det så kallade nuvärdet). På så sätt möjliggör diskontering en jämförelse och analys av olika kostnader och nyttor som uppstår vid olika tidpunkter, vilket underlättar en mer rättvisande bedömning av olika handlings- och investeringsalternativ.

Nuvärdet består vanligen av en summa av diskonterade värden över en hel kalkylperiod, där kalkylperioden är uppdelad i tidsperioder om ett år. Detta illustreras av formeln:

$$Y = \frac{y_0}{(1+r)^0} + \frac{y_1}{(1+r)^1} + \frac{y_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{y_{n-1}}{(1+r)^{n-1}} + \frac{y_n}{(1+r)^n}$$

¹⁰ Detta gäller även i det fall att beloppen justeras för inflationsprognoser.

där Y är nuvärdet, y_i är det årliga värdet under vart och ett av kalkylperiodens år, n är det totala antalet kalkylperioder och r är diskonteringsräntan.

Vi använder oss av den reala diskonteringsräntan 3,5 procent, vilket är den standardmässiga samhällsekonomiska diskonteringsräntan som används i Trafikverkets samhällsekonomiska analys- och kalkylmetod ASEK.¹¹

¹¹ Trafikverket, 2023.

Presentation av handlingsalternativ

I denna del av rapporten presenteras kortfattat de två handlingsalternativen som ligger till grund för den samhällsekonomiska analysen, se figur 2. Det är viktigt att notera att de två handlingsalternativen är grundade i forskningslitteraturens prognoser och antaganden om utvecklingen av almsjukan och beståndet av almar. Även om det kan framstå som två distinkta alternativ, så är scenariona alltså förknippade med osäkerhet. Trots detta är kunskapsläget om almsjukan gott och de två handlingsalternativen utgör därför två relativt sannolika och från varandra skilda scenarion.

Åtgärdsalternativet innebär att almsjukan bekämpas på en nivå som upprätthåller en livskraftig population

Det åtgärdsalternativ som utgör grunden för analysen i denna rapport utgår ifrån ett förslag om att införa lagstiftning baserad på EU-förordningen 1143/2014 om invasiva främmande arter (IAS), på ett sätt som omfattar almsjuka. Regionala föreskrifter utifrån IAS-regelverket kommer därmed att effektivisera bekämpningen av almsjukan på Gotland. Detta innebär att ansvariga myndigheter får tillträde till mark för att kunna avverka och frakta bort samtliga almsjuka träd. Regleringen skulle även innebära förtydligande av hur färskt almvirke bör lagras för att inte bidra till ökad smitta, markägarens skyldigheter i det fall att markägaren själv åtar sig att ta ned och destruera träd, och fastställande av eventuella gränsvärden för dyra eller komplicerade avverkingar. Enligt Skogsstyrelsen motsätter sig cirka 2–3 större markägare bekämpning av almsjuka på deras fastigheter.¹² Inventering på en av dessa fastigheter 2023 visade att den stod för cirka 10 procent

¹² Skogsstyrelsen, 2023b.

av alla almsjuka träd på Gotland, vilket påverkar smittspridningen i stort på ön.

Bekämpningen av almsjuka involverar kontinuerlig inventering av det befintliga almbeståndet för att upptäcka eventuell sjukdom. Drabbade träd avverkas och förstörs för att hindra okontrollerad förökning av almsplintborren och spridning av almsjukesvampen till friska träd. Denna process pågår från september till början av juni nästföljande år. Även träd som riskerar att smittas genom rotkontakt med smittade träd avverkas.¹³

Efter avverkningsarbetet transporteras de sjuka träden till ett avlägg där almveden, inklusive toppar och grenar, destrueras genom flisning. Detta måste vara avslutat senast i början av juni för att hindra den nya generationen almsplintborrar från att flyga ut. Ibland bränns stamved, toppar och grenar på platsen där almarna fälldes. Veden från en sjuk alm utgör ingen spridningsrisk om all bark avlägsnas. Om barken inte avlägsnas finns däremot risk att veden utgör yngelmaterial för en ny generation almsplintborrar. Det är därför avgörande att barken eldas upp för att eliminera eventuella almsplintborrar eller larver.¹⁴

En alternativ bekämpningsåtgärd är vaccinering. Vaccinet, som utgörs av en lösning med en infektion från en annan slags skadesvamp, förbereder trädet inför ett eventuellt almsjukesangrepp och gör att trädet kan försvara sig mot infektion. Träden måste vaccineras varje år och med täta injektioner runt stammen. Vaccinering i stor skala är inte möjlig på grund av de höga kostnaderna. Endast träd som anses mycket värdefulla, exempelvis de hundraåriga almarna i Kungsträdgården i Stockholm, vaccineras i dag.^{15,16}

Generellt bedöms det finnas goda möjligheter för effektiv bekämpning på Gotland. Gotland är en ö dit almsplintborren inte kan flyga på egen hand, vilket förbättrar möjligheterna till att kontrollera dess utbredning. Dessutom kan Gotland verka som en enda administrativ enhet, vilket förbättrar möjligheterna till samordning av insatser och aktiviteter. Med andra ord är det rimligt att anta att framtida bekämpningsinsatser kan bibehålla hög effektivitet, vilket kan begränsa spridningen av almsjukan och upprätthålla en tillfredsställande almpopulation.

¹³ Stenlid, J., 2020.

¹⁴ Wågström, K. & Forsslund, A., 2021.

¹⁵ Wågström, K. & Forsslund, A., 2021.

¹⁶ Asker, A., 2023.

I praktiken är det svårt att fastställa hur mycket mer effektiv bekämpningen blir med lagstiftning på plats

Den exakta utvecklingen av almpopulationen under ett bekämpningsalternativ är osäkert och kan endast prognosticeras baserat på en rad antaganden. Faktorer som hastigheten i almsjukans spridning och inväxt påverkar. Tekniska framsteg inom detektionsmetoder vid inventeringen av almsjuka träd, såsom användning av drönare och/eller AI, påverkar också effektiviteten i bekämpning. Baserat på variationer i dessa olika antaganden prognosticeras den totala populationen av almar på Gotland med diameter >10 centimeter vara i spannet 240 000–280 000 år 2100. Detta är att jämföra med populationen år 2020, vilken uppmätts till 298 000 träd.¹⁷

Hur spridningshastigheten av almsjukan på Gotland påverkas av markägares vägran att ge Skogsstyrelsen tillgång för sanering har i dagsläget inte uppskattats. Detta försvårar möjligheten att göra separata saneringskostnadsberäkningar för de två scenariona i åtgärdsalternativet, att fortsätta bekämpningen med stöd av den föreslagna lagstiftningen eller som sedan 2017 utan något regelverk. Det är dock mycket sannolikt att spridningshastigheten av almsjukan påverkas av markägares vägran till markåtkomst, samt deras ökade motstånd mot bortforsling av almsjuk ved.¹⁸ Det är likaså sannolikt att spridningshastigheten har stor påverkan på antalet träd som behöver saneras årligen, vilket ger direkta kostnadskonsekvenser.

Inom ramen för vår analys görs ingen särskild åtskillnad mellan olika scenarier för populationsutveckling under bekämpning. Vi kan heller inte göra en exakt bedömning om hur mycket mer effektiv bekämpningen blir om EU-förordning 1143/2014 införs. Teoretiskt är det möjligt att regleringen skulle möjliggöra inventering, sanering och bortforsling av 100 procent av Gotlands almsjuka träd, men i verkligheten beror detta på långt fler faktorer (effektiviteten i detektionsmetoder, tillgången på arbetskraft, med mera). Vi gör därför ett förenklat antagande att bekämpningsåtgärderna alltid leder till att en livskraftig nivå för almpopulationen upprätthålls, utan att närmare specificera denna exakta populationsnivå. Vi redogör för beräkningsgrunder och antaganden för bekämpningsalternativet nedan.

¹⁷ Stenlid, J., 2020.

¹⁸ Mailintervju med Åke Olsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, 2023-12-20.

Referensalternativet innebär att bekämpningen av almsjukan upphör och majoriteten av almarna på Gotland dör inom 15 år

Alternativet till att bekämpa almsjukan innebär att alla bekämpningsåtgärder upphör och almsjukan tillåts sprida sig okontrollerat. Ett sådant scenario innebär i praktiken att alla almar med en diameter över 10 centimeter kommer att vara angripna och döda inom 15 år.¹⁹ Trots att det kan förekomma en inväxt av mindre träd kommer även dessa snabbt att drabbas av almsjuka innan de hunnit växa till sig. Detta resulterar i en almpopulation bestående av späda träd som inte klarar av att upprätthålla ett tillfredsställande habitat för biologisk mångfald.

Även ett kortsiktigt uppehåll med bekämpningen antas ge en omfattande och svårreparerad massdöd hos almen inom en femårsperiod.²⁰

Figur 2 En summering av innehåll, konsekvenser och utfall för de två handlingsalternativen

Handlingsalternativ	Innehåll	Konsekvens	Kostnads-konsekvens	Utfall
Referensalternativ	Sluta bekämpa	Ökad spridningstakt	Vissa döda träd behöver hanteras	Ingen almpopulation på Gotland om 15 år
Åtgärdsalternativ	Bekämpa utan stöd av reglering	Nuvarande eller ökad spridningstakt	Träd behöver avverkas i dagens takt	Livskraftig almpopulation om 20 år, då resistent almar har utvecklats
	Bekämpa med stöd i ny reglering	Minskad spridningstakt	Fler träd behöver avverkas i närtid, men färre på sikt	

Sammanfattning av handlingsalternativen som utreds i Rambolls samhällsekonomiska analys. I korthet innebär handlingsalternativen att antingen avsluta bekämpningsinsatserna eller fortsätta med den. Om bekämpningen fortsätter kan det ske antingen utan lagstöd eller med stöd av reglering som utformats mot bakgrund av EU-förordning 1143/2014 om invasiva främmande arter. Bekämpning med lagstöd ger tillsynsmyndigheter möjlighet att avverka och destruera alla almsjuka träd på Gotland, vilket på lång sikt minskar smittspridningen. Utan sådan reglering kan bekämpningsinsatserna bli mindre effektiva, då markägare kan neka avverkning och destruktion av almsjuka träd, vilket i sin tur bidrar till fortsatt smittspridning. Den exakta storleksmässiga skillnaden i effekt på almpopulationens storlek mellan de två bekämpningsalternativen är svår att bedöma, men användningen av reglering skulle förbättra bekämpningens effektivitet. Det förutsätts att bekämpningen behöver fortgå under ungefär 20 år, tills dess att resistent almar har utvecklats.

¹⁹ Stenlid, J., 2020.

²⁰ Ibid.

Nyttor och kostnader

I denna del av rapporten beskriver vi de samhällsekonomiska nyttor och kostnader som är förknippade med bekämpning samt icke-bekämpning av almsjukan på Gotland. I den mån det är möjligt tillskriver vi dessa nyttor och kostnader monetära värden. I de fall där dataunderlaget är otillräckligt för att prissätta nyttor och kostnader, beskriver vi dem kvalitativt.

Nyttor

Almsjukan för inte med sig några samhällsekonomiska nyttor

Det är allmänt känt att almsjukan inte ger någon mätbar ekonomisk eller samhällelig nytta och dessutom inte tillför några ekosystemtjänster.^{21,22} Framgent kommer analysen därför att fokusera på de samhällsekonomiska kostnader och skador almsjukan för med sig, kostnaden för bekämpning av almsjukan samt de nyttor som uppstår vid bevarande av en livskraftig almpopulation på Gotland.

²¹ CABI, 2018a.

²² CABI, 2018b.

Att motverka almsjuka och främja en livskraftig almpopulation på Gotland leder till samhällsekonomiska nyttor

Ekosystemtjänster är ett samlingsbegrepp för de nyttor, resurser och tjänster som naturen tillhandahåller människan med

Begreppet ekosystemtjänster kan användas för att kategorisera de samhällsekonomiska nyttor som almen skapar. Ekosystemtjänster är de fördelar och resurser som människor får från ekosystemen i naturen. Dessa tjänster kan vara direkta eller indirekta och inkluderar allt från att tillhandahålla mat och vatten till att reglera klimatet och pollinera grödor, se tabell 1.

Tabell 1 Fyra huvudkategorier av ekosystemtjänster²³

Typ av ekosystemtjänst	Beskrivning
Försörjningstjänster	Direkta produkter från ekosystemet som människor konsumerar, som livsmedel, vatten, trä och medicinska växter.
Regleringstjänster	Processer som vattenrening, luftreglering, klimatreglering och pollinering av grödor, vilka är avgörande för människors välbefinnande och överlevnad.
Kulturella tjänster	Kulturella och rekreativa värden, såsom skönhet och estetik, rekreation samt andliga och religiösa värden.
Stödtjänster	Tjänster som är nödvändiga för att möjliggöra de andra tre kategorierna. Det inkluderar processer som fotosyntes, jordbildning och näringscykler. Tillhandahållande av biologisk mångfald är en viktig stödjande ekosystemtjänst.

Begreppet ekosystemtjänster är viktigt för att understryka det direkta sambandet mellan människors välbefinnande och den biologiska mångfalden och de ekologiska processerna i naturen. Det hjälper också till att framhäva behovet av att bevara och hållbart förvalta ekosystem för att säkerställa långsiktiga fördelar för samhället.

²³ WSP, 2020.

Almen tillhandahåller en försörjningstjänst genom sitt vackra och användbara virke

Almens virke utgör en försörjningstjänst med attraktiva tekniska egenskaper. Almens virke är tungt, segt och hårt med en snedfibrig struktur som gör det beständigt mot sprickor. Tekniskt sett är det svårklivet men torkar snabbt och är relativt lättarbetat. Skogsalmens ved har tidigare använts för olika ändamål såsom pilbågar, konstruktionsdetaljer, manglar, kvarnhjul och båtbyggen. Almens virke har historiskt haft hög status för möbeltillverkning, finsnickeri och inredning, men dess popularitet har varierat över tid och påverkats av virkesprisernas fluktuationer och trender. På grund av almsjukan har tillgången på inhemskt almvirke minskat kraftigt, men det finns potential att använda virket från drabbade almar på ett effektivt och säkert sätt för att bevara och nyttiggöra dessa trädresurser.²⁴ Exempelvis har ett finsnickeri i Vallstena socken på Gotland nyligen börjat tillverka stolar av virket från almsjukedrabbade almar.²⁵ I förlängningen finns alltså potential att använda almvirke för att utveckla konstnärliga och kreativa näringar på Gotland och fastlandet.

Almen bidrar till att binda växthusgaser i atmosfären och minska risken för översvämningar samt erosion

I likhet med de flesta träd tillhandahåller almen flera viktiga regleringstjänster. Träden absorberar överflödigt vatten med sina rötter, vilket fyller en vattenreglerande funktion och minskar risken för översvämningar. Trädets rotsystem binder även mark och skyddar därmed mot erosion. I klimatreglering fungerar almen som en viktig kolsänka genom att genomgå fotosyntes och lagra kol i trä, vilket bidrar till att minska koncentrationen av växthusgaser i atmosfären. Dessutom spelar trädet en avgörande roll i jordförbättring genom att bidra med organiskt material när dess löv och grenar bryts ner, vilket gynnar markstrukturen, ökar vattenretentionen och främjar mikrobiell aktivitet. Sammanfattningsvis bidrar almen på olika sätt till att reglera olika aspekter av ekosystemet. Dessa funktioner är dock inte unika för almen, utan kan utföras av många andra träd, exempelvis de ersättnings-träd som skulle planteras i almens ställe i det fall att almen dog ut.

²⁴ Wågström, K. & Forsslund, A., 2021.

²⁵ Helagotland, 2023.

Almen är ett viktigt inslag i kulturella naturmiljöer

Almen har en betydande kulturell roll som sträcker sig över århundraden. Den har varit en viktig del av samhällsutvecklingen och har fortsatt att ha kulturell relevans. Almen har varit vanligt förekommande i parker, alléer, trädgårdar och kyrkogårdar, och dess popularitet har motiverats av dess snabbväxande natur, imponerande storlek, tålighet mot skugga och vind, samt förmågan att lätt förnyas och växa på olika platser. En sökning av internationella artiklar om almen och almsjukans utbredning i länder som Kanada, USA, Nya Zeeland och England, visar att almens överlevnad är vida diskuterad, Forskare från Cornell University har uppdragits att säkerställa almträdens överlevnad i National Mall, Washington DC, i Brighton, England, har en kartguide tagits fram över stadens kända almar. Almar som planterades i England med avsikt att producera virke till skeppsbyggnad sägs ha spelat en roll i urbaniseringen. De kungliga parkerna i Sverige importerade almfrö och almplantor från England redan under 1600-talet. Exempelvis Kungsträdgården i Stockholm är en plats som spelat en betydande roll för almens spridning i Sverige.²⁶ Almen ger även en särprägel till kulturellt och historiskt viktiga miljöer på Gotland, som Almedalen och strandpromenaden i Visby.

Almen tillhandahåller stödtjänster, särskilt genom att bidra till biologisk mångfald

Almens fortlevnad utgör ett viktigt bidrag till den biologiska mångfalden. Almarna är viktiga värdar för 233 arter, varav 121 rödlistade, och för ytterligare drygt 420 arter har almar betydelse. Nästan 60 arter förekommer endast på almar, och av dem är 23 rödlistade. Den höga andelen rödlistade värdberoende arter har delvis att göra med att almarna minskar snabbt till följd av almsjukan. Almen tillhör dessutom en familj som inte har andra trädbildande arter i Sverige, vilket särskiljer dem kemiskt från andra svenska trädslag och gör att få arter kan utnyttja levande vävnad även på andra trädslag. Almarna är framför allt viktiga värdarter för många mossor (33 stycken) och lavar (38 stycken).^{27,28} Almens fortlevnad innebär även förbättrade framtidsutsikter

²⁶ Wågström, K. & Forsslund, A., 2021.

²⁷ Thor, G., 2019.

²⁸ Wågström, K. & Forsslund, A., 2021.

för bevarandestatusen för de naturahabitat där almen är ett viktigt träslag. Ett exempel är Fennoskandiska lövängar (6530), som är en prioriterad livsmiljö i Rådets direktiv 2006/105/EG Bilaga 1.²⁹

Det finns stora utmaningar med att värdera ekosystemtjänster på ett holistiskt sätt

Det är svårt att värdera ekosystemtjänster på ett sätt som reflekterar deras sanna värde för människan. Ekosystem är komplexa och mångfacetterade, vilket gör det svårt att isolera varje enskild tjänst på ett enhetligt sätt. Dessutom är ekosystemtjänster ofta sammanlänkade med varandra på ett sätt som gör att förändringar i en del av systemet har konsekvenser i en annan del. Svårigheterna med att fullt ut förstå och mäta dessa interaktioner skapar ytterligare utmaningar med att värdera ekosystemtjänster. Detta är särskilt tydligt i fallet med biologisk mångfald, där forskare länge påtalat behovet av kunskaps- och metodutveckling för att kunna mäta effekterna av förlust av biologisk mångfald.³⁰ Andra värden som ekosystemen skapar är subjektiva och kopplade till lokala eller kulturella variationer, vilket gör det svårt att mäta dem på ett sätt som är enhetligt över rum och tid.

Tabell 2 summerar de samhällsekonomiska värden som almen skapar, med utgångspunkt i ekosystemtjänster och det ramverk för kategorisering av samhällsekonomiska nyttor och kostnader som presenterats i ovan.

²⁹ Europeiska unionens Råd, 2006.

³⁰ WSP, 2020.

Tabell 2 En summering av de samhällsekonomiska nyttor som almen skapar

Typ av ekosystemtjänst	Beskrivning	Monetära nyttor	Kvalitativa nyttor	Spekulativa nyttor
Försörjningstjänster	Virke	Svåruppskattat; virket säljs oregelbundet och i små partier	Liten betydelse; mestadels begränsad till verksamhet som möbel- och finsnickeri	Ökade konstnärliga och kreativa näringar på Gotland och fastlandet
Regleringstjänster	Vatten- och koldioxidreglering	Svåruppskattade	Medelstor betydelse; Tjänsterna kan utföras av andra träd än almen	–
Kulturella tjänster	Kulturella och rekreativa värden (exempelvis skönhet och estetik)	Svåruppskattade	Stor betydelse i kulturella naturmiljöer på Gotland	Ökad turism och rekreationsnäring på Gotland Högre värdering av fastigheter på Gotland
Stödtjänster	Biologisk mångfald	Svåruppskattade	Stor betydelse; om almen försvinner från Gotland kommer detta att resultera i att minst 60 arter, varav 23 rödlistade, riskerar utdöende på sikt	

I flera studier har almens ekonomiska värde försökt fastställas

Mot bakgrund av almsjukans utbredning och satsningar på att bekämpa den har ett antal studier^{31,32,33,34,35} försökt uppskatta almens sammanlagda ekonomiska värde. Studierna och deras resultat är summerade i tabell 3. Sådana uppskattningar bygger på värderingar av samhällsekonomiska nyttor som liknar de som identifierats i denna studie, till exempel regleringstjänster, kulturella värden och värden på fastigheter. Medelvärdet av de värden som framkommit i dessa studier kan alltså betraktas som en grov approximation, vilken syftar till att sammanfatta alla de värden som almen skapar.

Värderingen av almträd i litteraturen varierar beroende på flera faktorer, inklusive trädets storlek, ålder, hälsostatus, och dess roll i ekosystemet eller det urbana landskapet. Det är viktigt att notera att värderingar kan skilja sig åt beroende på geografiskt läge, den specifika kontexten där träden finns, exempelvis huruvida det rör sig om

³¹ Donovan, G. H. & Butry, D. T., 2010.

³² Karps et al., 2007.

³³ Ganley, R. J. & Bulman L.S., 2016.

³⁴ Government of Alberta, 2001.

³⁵ Escobedo, Kroeger & Wagner, 2011.

urban miljö eller inte. Den stora spridningen i värdeuppskattningarna i litteraturen vittnar om svårigheterna i att göra ekonomiska bedömningar på området.

I den sistnämnda studien i tabellen, av Escobedo, Kroeger, & Wagner, (2011) handlar exempelvis värdeberäkningen om det samlade värdet av större almträd på ekosystemtjänsterna luftrening, koldioxidlagring och vattenhantering. I den senaste studien, om det samlade värdet på Aucklands almträd av Ganley & Bulman (2016), utreds den ekonomiska förlusten av almträd genom att titta på förlorade värden i termer av estetiskt värde, fastighetsvärden samt ekosystemtjänster. Det inkluderar även kostnader för avverkning, borttagning och hantering. Ändå är värdeuppskattningen högre i den förstnämnda studien, där värdeuppskattningen är begränsad till värdet av ett fåtal ekosystemtjänster.

Tabell 3 Sammanfattning av resultat från studier som försökt värdera almens samhällsekonomiska värde

Studie	Geografi	Värde per träd (lokal valuta)	Motsvarande värde i SEK*
Donovan & Butry, 2010	Oregon, USA	USD \$ 8 870	92 780
Karps et al., 2007	Portland, USA	USD \$ 2 050	21 443
Ganley & Bulman, 2016	Auckland, Nya Zeeland	NZD \$ 666,67	4 266
Government of Alberta, 2001	Alberta, Kanada	CAD \$ 2 900	22 330
Escobedo, Kroeger, & Wagner, 2011	London, Storbritannien	£ 700	9 191
Genomsnittligt värde per träd, SEK		30 002	

* Valutakurser från 11 december 2023.

För enkelhetens skull gör vi ett antagande om att det genomsnittliga värdet om 30 002 kronor per träd endast är applicerbart på de cirka 19 400 träd på Gotland som har en diameter på >50 centimeter³⁶, då dessa träd har de största kulturella och miljömässiga värdena.

Med detta angreppssätt blir det samlade värdet av de samhällsekonomiska nyttor som dessa träd skapar strax under 579 miljo-

³⁶ Detta har estimerats utifrån Skogsstyrelsens data över almsjukebekämpningen på Gotland, 13 december 2023, där almsjuka träd i olika diameterindelningar redovisas. Det framkommer att ca. 6,5 procent av almsjuka träd med minst 10 centimeter i diameter, är i storleksklassen >50 centimeter i diameter. Vi har således multiplicerat antalet almträd på Gotland, 298 000 med fördelningsfaktorn 6,5 procent för att komma fram till en uppskattning på det totala antalet träd med diameter >50 centimeter. Vi har därefter multiplicerat detta tal med det estimerade värdet om 30 002 kronor per träd.

ner kronor. Värdet är sannolikt lågt skattat. Detta dels på grund av att vi endast räknar med träd med en diameter >50 centimeter, trots att även mindre träd troligen har ett visst – om än lägre – värde. Det finns dessutom en metodmässig problematik med att använda ett genomsnittligt värde per träd för att beräkna ett totalvärde för en hotad art. Ju närmare en art är utrotning, desto större bör värdet per träd rimligtvis vara. Detta beror bland annat på att ju färre träd det finns av ett trädslag, desto viktigare blir varje enskilt träd för att upprätthålla beståndet av för trädslaget värdberoende arter, vilket gör att varje enskilt träds bidrag till den biologiska mångfalden blir förhållandevis stort. Motsatt gäller även att värdet per träd bör vara lägre för en mer talrik och därmed mindre hotad art. Dessa nyanser är inte möjliga att fånga i vår beräkning. Det totala värdet om 579 miljoner kronor bör sammanfattningsvis tolkas som en schablonmässig uppskattning av vissa av de ekosystemtjänster som almen skapar, dock med hänsyn till att det verkliga värdet sannolikt är högre.

Kostnader

Kostnaderna för fortsatt bekämpning kan uppskattas med hjälp av tidigare kostnadsdata

Kostnaderna för bekämpning består främst av kostnader för övervakning, avverkning och destruering av almsjuka träd. Enligt uppgift från Skogsstyrelsen har kostnaderna för hantering av almsjuka sett ut enligt följande (tabell 4) de senaste tre åren:

Tabell 4 Kostnader, tusental kronor, för bekämpning av almsjuka på Gotland, 2019–2023

Kostnad	2021	2022	2023*	Totalt
Entreprenadkostnader för avverkning och destruering av sjuka almar	4 180	4 754	5 021	13 955
Lokaler			8	8
Resor	1	21	39	61
Övriga omkostnader	102	115	177	394
Löner inom Länsstyrelsen	1 070	1 916	1 707	4 693
Övriga personalkostnader	2	156	17	175
Fordon	42	55	103	200
Övrigt		4	3	7
Summa	5 397	7 021	7 075	19 493
Genomsnittlig kostnad per år, MNSEK		6 498		

* Faktisk kostnadsdata för år 2023 är endast tillgänglig fram till oktober, varför siffrorna skalats upp för att motsvara hela året.

Källa: Skogsstyrelsen. Rambolls bearbetning.

Den genomsnittliga kostnaden per år är alltså cirka 6,5 miljoner kronor. Det är behäftat med stor osäkerhet att prognosticera denna kostnad in i framtiden, då den kan vara både högre och lägre. Å ena sidan är det möjligt att bekämpningen kan ske mer kostnadseffektivt i framtiden tack vare bättre metoder och högre grad av automatisering (genom exempelvis drönare) i övervakning och inventering av almar.³⁷ Detta skulle leda till lägre kostnader för bekämpning i framtiden. Å andra sidan kan kostnaderna också bli högre, beroende på almsjukans spridningstakt samt diameterklass och växtplats för de drabbade almarna. Exempelvis är det mer komplicerat och därmed förknippat med högre kostnader att avverka en alm i stadsmiljö än på ängs- eller åkermark. Stora träd kräver också en större arbetsinsats under avverkningen än små träd.³⁸ Om antalet almar som insjuknar per år kraftigt överstiger det historiska antalet, och dessa almar dessutom står på svårtillgängliga platser där avverkning är kostsamt, kan den årliga kostnaden för bekämpning vara högre än 6,5 miljoner. Sammanfattningsvis är det mycket svårt att göra en prognos av vad kostnaden för bekämpning av almsjukan kan vara i framtiden. Vi använder

³⁷ Stenlid, J., 2020.

³⁸ Intervju med Skogsstyrelsen, 8 december 2023.

oss av det historiska genomsnittet, men är medvetna om att denna siffra är förknippad med stor osäkerhet.

Skogsstyrelsen bedömer att bekämpningen måste pågå i minst 20 år till. Om 20 år bedömer Skogsstyrelsen att utvecklingen av almar som är resistent mot almsjuka har gett tillfredsställande resultat och att bekämpningen bör kunna upphöra utan risk för okontrollerad spridning av almsjuka.³⁹ Vår kalkylperiod är därför 20 år, se figur 3.

Figur 3 Nettonuvärdet av årliga kostnader om 6,5 miljoner kronor, under 20 års tid, är cirka 92 miljoner kronor



Kostnaderna för fortsatt bekämpning kan bli lägre om regleringen implementeras

Det saknas tillförlitliga data för att kunna prognosticera hur kostnaderna för bekämpning kommer att variera beroende på om bekämpningen utförs under samma former som i dag utan stöd i regelverk (där vissa markägare inte tillåter avverkning eller bortforsling av ved från almsjuka träd) eller om den utförs med stöd i EU-förordningen 1143/2014 om invasiva främmande arter. Enligt en uppskattning från Skogsstyrelsen förväntas regleringen öka tillgången till cirka 10 procent fler almsjuka träd på Gotland⁴⁰. Detta antagande är dock spekulativt och baseras på data från en inventering av en enskild fastighet.

Om regleringen införs, är det troligt att bekämpningskostnaderna kommer att öka under det första året. Detta då marktillgången ökar och fler almsjuka träd upptäcks, vilket tillfälligt ökar behovet av avverkning. Efter det första året är det sannolikt att spridningstakten blir lägre, eftersom ett större antal sjuka träd har avverkats och smittan därför sprider sig långsammare. Dessutom förväntas införandet av regleringen innebära att markägare hindras i att spara på almsjuk ved, vilket ytterligare bidrar till att minska takten i smittspridningen över tid. Tabell 5 illustrerar hur kostnaderna kan variera beroende på olika antaganden.

³⁹ Intervju med Skogsstyrelsen, 8 december 2023.

⁴⁰ Skogsstyrelsen, PM till regeringen. 19 september 2023.

Tabell 5 Modellering av kostnader utifrån antaganden om kostnadsökningar under år 1 samt om efterföljande minskningar i spridningstakt av almsjuka

Omfattning av den inledande kostnadsökning och den efterföljande minskningen i spridningstakt är svårt att uppskatta, men vi kan göra antaganden. För det första, antar vi att kostnaderna under år 1 blir 20 % högre till följd av att avverkningsbehovet tillfälligt ökar.

För det andra modellerar vi tre scenarion, baserat på hur mycket spridningstakten av almsjukan minskar efter detta:

- Scenario 1: Spridningstakten minskar med 1 %
- Scenario 2: Spridningstakten minskar med 5 %
- Scenario 3: Spridningstakten minskar med 10 %

Handlingsalternativ	Antagande om ökad kostnad år 1	Antagande om minskad spridningstakt av almsjuka	Kostnad år 1 (tusental kr)	Kostnad år 2–20 genomsnitt (tusental kr)	Nuvärde (kr)
Bekämpa på samma sätt som i dag	–	–	6 498	6 498	92 miljoner
Bekämpa med stöd i reglering, scenario 1	20 %	1 %	7 798	6 433	92 miljoner
Bekämpa med stöd i reglering, scenario 2	20 %	5 %	7 798	6 173	89 miljoner
Bekämpa med stöd i reglering, scenario 3	20 %	10 %	7 798	5 848	85 miljoner

Sammanfattningsvis kan den totala kostnaden för bekämpning av almsjuka på Gotland de närmaste 20 åren alltså uppskattas till mellan 85 och 92 miljoner kronor. Denna prognos grundar sig på försiktiga uppskattningar av inledande kostnadsökningar och efterföljande minskad spridningstakt. Smittspridningens påverkan är okänd men kan vara betydligt högre än 10 procent, beroende på hur stor effekt regleringen har på återkomsten till almsjuka träd.

Det är utmanande att uppskatta de kostnader som kommer att uppstå om bekämpningen avslutas

Om almsjukebekämpningen avslutas innebär det att majoriteten av almarna på Gotland kommer att dö ut inom 15 år. Enligt Skogsstyrelsen kommer nedtagning av sjuka almar att fortsätta i viss utsträckning, men främst begränsas till de träd som utgör en fara för allmän-

het och egendom eller på annat sätt hindrar mänsklig aktivitet, till exempel:

- Träd på fastigheter där det estetiska värdet försämras av stående döende och döda träd.
- Träd inom naturreservat i ett försök att begränsa almsjuka inom reservaten.
- Träd som utgör hinder för brukande på marken inom jordbruk eller skogsbruk.

Omfattningen av avverkningen påverkas också av varje enskild markägares inställning, områdets markanvändning och tillgänglighet.⁴¹

Det är komplicerat att uppskatta hur många träd som kommer att behöva avverkas

Det är komplicerat att uppskatta hur stor andel av de cirka 298 000 almar med diameter >10 centimeter som kommer att utgöra en fara för allmänheten eller på annat sätt fordra avverkning. Enligt uppgifter från en inventering av almbeståndet som gjordes 2020 så återfinns 56 procent av almarna på skogsmark, och resterande på hagmark och bebyggd mark.⁴² Uppgift saknas om fördelningen mellan de två sistnämnda kategorierna, varför vi gör ett antagande om jämn fördelning, det vill säga, 22 procent vardera.

Vi formulerar tre antaganden om vilka åtgärder som kommer att göras, baserat på de tre markslagen:

- **På skogsmark antar vi att inga särskilda åtgärder kommer att vidtas för att hantera almsjuka träd.** Detta då majoriteten av träden i skogen inte utgör en risk för människors säkerhet och hälsa. Här uppstår alltså inga direkta monetära kostnader vid upphörandet av bekämpningen. Detta utesluter dock inte att enskilda träd kan behöva avverkas, till exempel om de riskerar att falla över en skogsstig eller annan plats där människor vistas. Dessutom kan upphörandet av bekämpningen innebära att viss skogsproduktion uteblir när marken inte kan brukas på annat sätt då det ligger fallna träd i vägen. På sikt kan även markens värde sjunka om stora om-

⁴¹ Kompletterande information från Skogsstyrelsen, 13 december 2023.

⁴² Wulff, S. & Roberge, C., 2020.

råden med alm dör samtidigt, vilket leder till att hydrologin förändras, grundvattenytan höjs och brukande av marken blir mer komplicerat.⁴³ Det är dock svårt att uppskatta hur omfattande dessa kostnader kan bli.

- **På hagmark (åkrar och ängar) antar vi att endast en mindre andel av de almsjuka träden kommer att behöva avverkas.** Endast avverkning av träd som riskerar att orsaka skada på betande djur eller jordbruksmaskiner, eller hindra fagning och slåtter. Vi antar att detta motsvarar 20 procent av de almsjuka träden på denna mark. Dessutom kan fallna almar leda till förlust av brukbar landyta och minskade skördar⁴⁴, men omfattningen av dessa förluster är svåra att uppskatta.
- **På bebyggd mark (alltså park- och stadsmiljö, på bebodd tomtmark, i alléer och vid kyrkor och kulturminnen) antar vi att samtliga träd kommer att behöva avverkas.** Detta då träden utgör en fara för människors liv och säkerhet, och dessutom försämrar miljöernas estetiska värden. Vissa av dessa avverkningsåtgärder kan bli extra komplicerade och kräva arbete från arborist, dispenskostnader och tillkommande kostnader för svåravverkade träd där specialutrustning kan behövas.
- **För en mindre andel av dessa träd, främst i park- och stadsmiljö, alléer och vid kyrkor och kulturminnen, behöver ersättningsträd planteras.** Vi antar att ersättningsträd planteras för 5 procent av träden som avverkas på bebyggd mark.
- **På övrig bebyggd mark, alltså bebodd tomtmark, planteras inga ersättningsträd.** För 95 procent av träden som avverkas på bebyggd mark planteras alltså inga ersättningsträd.
- I förlängningen är det möjligt att avverkningsåtgärden av almsjuka träd på bebyggd mark leder till bortfall från besöksnäringen och värdeminskning på fastigheter, men dessa nyttor är spekulativa till sin natur.

Tabell 6 summerar åtgärdsalternativen och de kostnader som förväntas uppstå i samband med dem.

⁴³ Underlag från Skogsstyrelsen, 17 november 2023.

⁴⁴ Ibid.

Tabell 6 Åtgärder och kostnader vid upphörande av bekämpning av almsjukan, per markslag

Kostnads-område	Andel almar	Antal almar	Antagande om åtgärd	Monetära kostnader	Kvalitativa kostnader	Spekulativa kostnader
Skogsmark	56 %	166 880	Ingen åtgärd görs. Almsjuka träd tillåts vissna och dö.	–	–	Utebliven skogsproduktion Värdeminskning av mark
Hagmark	22 %	65 560	En andel (20 %) av träden behöver avverkas för att skydda djur och jordbruk	Avverkningskostnader	Eventuella dispenskostnader	Förlust av brukbar landyta
Bebyggd mark	22 %	65 560	Samtliga träd på bebodd tomtmark avverkas, och inga ersättningsträd planteras Samtliga träd i park- och stadsmiljö, alléer och vid kyrkor och kulturminnen avverkas och ersättningsträd planteras i deras ställe. Dessa utgör 5 % av det totala antalet träd på bebyggd mark.	Avverkningskostnader Avverkningskostnader Kostnader för markåterställning Plantering och drift av ersättningsträd	Eventuella dispenskostnader Eventuella kostnader för arborist Tillkommande avverkningskostnader för svåravverkade träd (vid t. ex fällhinder)	Bortfall från besöksnäring Värdeminskning på fastigheter

Ett räkneexempel illustrerar hur stora kostnaderna kan bli om bekämpningen upphör

Enligt uppgift från Skogsstyrelsen är grundkostnaden för avverkning 1 225 kronor per timme. Processen att avverka ett träd, inklusive tid för resor, förberedelser och efterarbete, tar olika lång tid beroende på trädets storlek och placering. Även andra faktorer spelar in⁴⁵:

- **Tillgänglighet:** Om fler träd behöver fällas för att få åtkomst till almsjuka träd, blir arbetsinsatsen och därmed kostnaden högre.
- **Eventuella fällhinder:** Fällhinder som byggnader, gravstenar, staket eller annan egendom kräver särskild hänsyn och planering, och ibland även särskild utrustning såsom vinsch eller kranbil.

⁴⁵ Ibid.

- **Markens bärighet:** Om marken har dålig bärighet eller är mycket ojämn krävs särskilda maskiner och utrustning för att förhindra markskador
- **Körsträcka:** Om flera träd är koncentrerade till ett litet område kan avverkningen ske mer kostnadseffektivt. Är träden däremot utspridda över ett stort område med långa körsträckor mellan, blir avverkningen avsevärt mycket dyrare.
- **Utrustning:** Trädens storlek och placering avgör vilken utrustning som är lämplig. Exempelvis är röjsåg billigare att använda än motorsåg, men fungerar bara på mindre träd.

Dessutom uppstår vissa kostnader för sekundära åtgärder, till exempel markåterställning, plantering och drift av ersättningssträd i park- och stadsmiljö. I sådana sammanhang kan kostnader för att anlita arborist eller kostnader för specialutrustning för att kunna avverka svårfällda träd, också tillkomma.

Sammanfattningsvis är det en komplex uppgift att uppskatta en genomsnittlig avverkningskostnad per träd. Det krävs därför förenklande antaganden för att översätta grundkostnaden om 1 225 kronor per timme till en kostnad per träd. Vi antar att:

- Avverkning av ett träd på hagmark tar 2 timmar = 2 450 kronor per träd.
- Avverkning av ett träd på bebyggd mark tar 4 timmar = 4 900 kronor per träd.

Dessutom kan kostnader tillkomma enligt följande⁴⁶:

Kostnadsområde	Belopp
Markåterställning	2 000 kronor per träd
Plantering av ersättningssträd	11 000 kronor per träd
Driftskostnad av ersättningssträd	4 800 kronor per träd

För att kunna räkna ut en årlig kostnad krävs också ett antagande om det årliga avverkningsbehovet. Vi antar att samtliga av dagens cirka 298 000 almar med diameter >10 centimeter kommer att drabbas av

⁴⁶ Ibid.

almsjuka och dö inom loppet av 15 år. Vi antar också att utdöendet kommer ske i en jämn takt, det vill säga, att samma antal almar kommer att dö varje år. Detta innebär att 19 867 almar dör varje år, varav 56 procent (11 125 träd) på skogsmark, 22 procent (4 371 träd) på hagmark och 22 procent (4 371 träd) på bebyggd mark.

Kostnaderna redovisas i tabell 7.

Tabell 7 Exempel på hur stora kostnaderna kan bli om bekämpningen upphör. Räkneexemplet utgår från en uppskattad fördelning av almar mellan marktyperna skogsmark, hagmark och bebyggd mark. Dessutom gör vi antaganden om vilka åtgärder som görs för att hantera almsjuka träd inom de tre marktyperna. Kostnader för hantering bygger på data från Skogsstyrelsen

Kostnads- område	Andel almar	Antal almar som dör per år	Antagande om åtgärd	Monetära kostnader per år	Kostnad per träd	Total kostnad per år
Skogsmark	56 %	11 125	Ingen åtgärd görs. Almsjuka träd tillåts vissna och dö.		0	0
Hagmark	22 %	4 371	En andel (20 %) av träden behövs avverkas för att skydda djur och jordbruk	Avverkningskostnader:	2 450 kr	20 % av 4 371 träd × 2 450 kr per träd = 2 mnkr
Bebyggd mark	22 %	4 371	95 % av träden avverkas	Avverkningskostnader	4 900 kr	95 % av 4 371 träd = 4 152 träd × 4 900 kr per träd = 20 mnkr
			5 % av träden avverkas, och ersättningsträd planteras i deras ställe	Avverkningskostnader Kostnader för markåterställning Plantering och drift av ersättningsträd	22 700 kr	5 % av 4 371 träd = 219 träd × 22 700 kr per träd = 5 mnkr
Summa						27 mnkr

Under dessa antaganden uppgår den årliga kostnaden för hantering av almsjuka träd, i det fall att bekämpningen avslutas, till 27 miljoner kronor, se tabell 7. Över en 15-årsperiod blir nuvärdet av dessa kostnader cirka 316 miljoner kronor.

Resultat av samhällsekonomisk analys

Analysen i denna rapport visar att almen har stor samhällelig, kulturell och miljömässig betydelse. Almen tillhandahåller flera viktiga ekosystemtjänster som skapar nyttor för människor och miljö, inte minst genom bidraget till biologisk mångfald. Almen är också ett viktigt kulturellt och estetiskt inslag i många naturmiljöer liksom i stads- och boendemiljöer. Dessutom utför almen vatten- och koldioxidreglerande tjänster och tillhandahåller vackert virke som utgör en insatsvara i kreativa och konstnärliga näringar.

Almsjukan utgör ett betydande hot mot almens fortsatta existens på Gotland. Förutom förlust av kulturella och sociala värden är almsjukans utbredning även förknippad med ekonomiska kostnader för avverkning och hantering av drabbade träd. Vår analys visar att det finns samhällsekonomiska incitament till att fortsätta de bekämpningsinsatser som pågått sedan 2006, och att dessa insatser får som störst effekt om den kan utföras med stöd i EU-förordningen (1143/2014) om invasiva främmande arter. Användningen av en sådan reglering skulle säkerställa tillgång till samtliga markområden där almsjuka kan påträffas, samt att allt almsjukt virke fraktas i väg och destrueras, och därigenom dämpa hastigheten i smittspridningen. Det är svårt att göra exakta bedömningar av bekämpningens effektivitet under sådan reglering i relation till effektiviteten i ordinarie bekämpning. Givet att kostnaderna för bekämpning under reglering (se tabell 5) inte är högre än ordinarie bekämpningskostnad, framstår införandet regleringen som ett bra verktyg för att säkerställa full verkningsgrad i framtida bekämpningsinsatser.

Utöver denna rent kvalitativa beskrivning av de nyttor som almen för med sig, och de konsekvenser som almsjukan innebär, har vi också försökt kvantifiera de samhällsekonomiska konsekvenserna av bekämpning samt icke-bekämpning, tabell 8. På grund av bristfällig data-

tillgång vilar denna analys på ett flertal förenklade antaganden. I denna rapport har vi genomgående försökt vara tydliga med vilka antaganden vi gjort.

Tabell 8 Samhällsekonomiska kostnader och nyttor av åtgärdsalternativet och referensalternativet

	Åtgärdsalternativ: Bekämpa almsjukan	Referensalternativ: Upphör med bekämpningen av almsjukan
Nyttor	579 miljoner kronor	0
Kostnader	– 92 miljoner kronor	– 316 miljoner kronor
Netto	487 miljoner kronor	– 316 miljoner kronor

Vår kvantitativa analys visar att bekämpningen av almsjukan kan medföra värden om 579 miljoner kronor, vilket kan ställas mot åtgärds-kostnader motsvarande 92 miljoner kronor. Beräkningarna visar på ett positivt nettovärde i åtgärdsscenarioet om 487 miljoner kronor.

Om bekämpningen i stället upphör, kan detta medföra en samhälls-ekonomisk kostnad motsvarande 316 miljoner kronor. Inga nyttor förväntas uppstå om bekämpningen avslutas. Beräkningarna visar därmed på att referensalternativet kan resultera i ett negativt nettovärde om 316 miljoner kronor.

Även ur detta kvantitativa perspektiv framstår bekämpningsalternativet alltså som det mest samhällsekonomiskt eftersträvarvärda.

Litteraturlista

Ett urval av litteratur som rör alm, almsjukan samt almens betydelse för den biologiska mångfalden

- Asker, A. 2023. *Almarna dödsdömda – 700 träd ska fällas*. Svenska Dagbladet. 21 november, 2023.
- CABI 2018a. *Ophiostoma novo-ulmi (Dutch elm disease)*. *Invasive species compendium datasheet*. Senast uppdaterad 17 november, 2021.
- CABI 2018b. *Ophiostoma ulmi (Dutch elm disease)*. *Invasive species compendium datasheet*. Senast uppdaterad 17 november, 2021.
- Donovan, G. H. & Butry, D. T. 2010. *Trees in the city: Valuing street trees in Portland, Oregon*. *Landscape and Urban Planning*, 94, 77–83.
- Escobedo, F. J., Kroeger, T. & Wagner, J. E. 2011. *Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices*. *Environmental Pollution* 159 (2011) 2078–2087.
- Europeiska unionens Råd. Rådets Direktiv 2006/105/EG. 20 november 2006. [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0105>]
- Ganley, R. J. & Bulman, L.S. 2016. *Dutch elm disease in New Zealand: impacts from eradication and management programmes*. *Plant Pathology* 66(7), 1047–1055.
- Government of Alberta, 2001. Dutch elm disease. [[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/prm1043?opendocument](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/prm1043?opendocument)]
- Helagotland, 2023. *Här blir almsjuka träd till designstolar*. 26 november.

- Karps, J., Darling, J., Allen, M., Hill, N., Montegna, A., Seyb, C. 2007. *Portland's Urban Forest Canopy. Assessment and Public Tree Evaluation*. Portland, OR, USA: Portland Parks & Recreation.
- Skogsstyrelsen. 2023a. *Information om almsjukesbekämpningen*.
- Skogsstyrelsen. 2023b. *Avrapportering av Skogsstyrelsens uppdrag att förebygga, övervaka och bekämpa skogsskador*. PM till regeringen. 19 september.
- Stenlid, J. *Almpopulationens framtid på Gotland*. 2020. Rapportnummer: 2020:14. ISSN: 1653-7041. Länsstyrelsen i Gotlands län.
- Sundberg, S., Sandström, J. & Thor, G. 2020. *Kunskapsammanställning av almens betydelse för andra arter*. Rapportnummer: 2020:8. ISSN: 1653-7041. Utgiven av Länsstyrelsen i Gotlands län
- Thor, G. 2019. *Almarternas och askens betydelse för andra organismer*. Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala.
- Trafikverket. 2023. *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.1. Kapitel 5: Tillämpade kalkylmodeller och generella kalkylvärden*.
- WSP. 2020. *Samhällsekonomisk analys av invasiva främmande arter II*.
- Wulff, S. & Roberge, C. 2020. *Inventering av almförekomst*. SLU, Länsstyrelsen Gotlands län.
- Wågström, K. & Forsslund, A. 2021. *Almsjuka och almars betydelse på Gotland*. Rindi Tidskrift för gotländsk botanik. Gotlands Botaniska Förening.

Statens offentliga utredningar 2024

Kronologisk förteckning

1. Ett starkare skydd för offentliganställda mot våld, hot och trakasserier. Ju.
2. Ett samordnat vaccinationsarbete – för effektivare hantering av kommande vacciner. Del 1 och 2. S.
3. Ett starkt judiskt liv för framtida generationer. Nationell strategi för att stärka judiskt liv i Sverige 2025–2034. Ku.
4. Inskränkningarna i upphovsrätten. Ju.
5. Förbättrad ordning och säkerhet vid förvar. Ju.
6. Steg mot stärkt kapacitet. Fi.
7. Ett säkrare och mer tillgängligt fastighetsregister. Ju.
8. Livsmedelsberedskap för en ny tid. LI.
9. Utvecklat samarbete för verksamhetsförlagd utbildning – långsiktiga åtgärder för sjuksköterskeprogrammen. U.
10. Preskription av avlägsnandebeslut och vissa frågor om återreseförbud. Ju.
11. Rätt frågor på regeringens bord – en ändamålsenlig regeringsprövning på miljöområdet. KN.
12. Mål och mening med integration. A.
13. En effektivare kontaktförbudslagstiftning – ett utökat skydd för utsatta personer. Ju.
14. Arbetslivskriminalitet – myndighets-samverkan, en gemensam tipsfunktion, lärdomar från Belgien och gränsöverskridande arbete. A.
15. Nya regler för arbetskraftsinvandring m.m. Ju.
16. Växla yrke som vuxen – en reformerad vuxenutbildning och en ny yrkesskola för vuxna. U.
17. Skolor mot brott. U.
18. Nya regler om cybersäkerhet. Fö.
19. En ny beredskapssektor – för ökad försörjningsberedskap. KN.
20. Maskinellt värde för vissa industribyggnader – ett undantag från fastighetsskatt. Fi.
21. Ett inkluderande jämställdhetspolitiskt delmål mot våld. A.
22. En ny organisation för förvaltning av EU-medel. Fi.
23. En trygg uppväxt utan nikotin, alkohol och lustgas. S.
24. Ett effektivt straffrättsligt skydd för statliga stöd till företag. Fi.
25. En mer effektiv tillsyn över socialtjänsten. S.
26. En utvärdering av förändringar i sjukförsäkringens regelverk under 2021 och 2022. S.
27. Kamerabevakning i offentlig verksamhet – lättnader och utökade möjligheter. Ju.
28. Offentlighetsprincipen eller insynslag. Allmänhetens insyn i enskilda aktörer inom skolväsendet. U.
29. Goda möjligheter till ökat välbånd. Fi.
30. En statlig ordning med brottsförebyggande åtgärder för barn och unga. S.
31. En ändamålsenlig vapenlagstiftning. Del 1 och 2. Ju.
32. Åtgärder mot mervärdesskattebedrägerier. Fi.
33. Delad hälsodata – dubbel nytta. Regler för ökad interoperabilitet i hälso- och sjukvården. S.
34. Ansvar och oberoende – public service i oroliga tider. Ku.
35. En framtid för alm och ask – förädling, forskning och finansiering. LI.

Statens offentliga utredningar 2024

Systematisk förteckning

Arbetsmarknadsdepartementet

- Mål och mening med integration. [12]
- Arbetslivskriminalitet – myndighets-samverkan, en gemensam tipsfunktion, lärdomar från Belgien och gränsöver-skridande arbete. [14]
- Ett inkluderande jämställdhetspolitiskt delmål mot våld. [21]

Finansdepartementet

- Steg mot stärkt kapacitet. [6]
- Maskinellt värde för vissa industribyggnader – ett undantag från fastighetsskatt. [20]
- En ny organisation för förvaltning av EU-medel [22]
- Ett effektivt straffrättsligt skydd för statliga stöd till företag. [24]
- Goda möjligheter till ökat välbstånd. [29]
- Åtgärder mot mervärdesskattebedrägerier. [32]

Försvarsdepartementet

- Nya regler om cybersäkerhet. [18]

Justitiedepartementet

- Ett starkare skydd för offentliganställda mot våld, hot och trakasserier. [1]
- Inskränkningarna i upphovsrätten. [4]
- Förbättrad ordning och säkerhet vid förvar. [5]
- Ett säkrare och mer tillgängligt fastighetsregister. [7]
- Preskription av avlägsnandebeslut och vissa frågor om återreseförbud. [10]
- En effektivare kontaktförbudslagstiftning – ett utökat skydd för utsatta personer. [13]
- Nya regler för arbetskraftsinvandring m.m. [15]

- Kamerabevakning i offentlig verksamhet – lättnader och utökade möjligheter. [27]

- En ändamålsenlig vapenlagstiftning. Del 1 och 2. [31]

Klimat- och näringslivsdepartementet

- Rätt frågor på regeringens bord – en ändamålsenlig regeringsprövning på miljöområdet. [11]
- En ny beredskapssektor – för ökad försörjningsberedskap. [19]

Kulturdepartementet

- Ett starkt judiskt liv för framtida generationer. Nationell strategi för att stärka judiskt liv i Sverige 2025–2034. [3]
- Ansvar och oberoende – public service i oroliga tider. [34]

Landsbygds- och infrastrukturdepartementet

- Livsmedelsberedskap för en ny tid. [8]
- En framtid för alm och ask – förädling, forskning och finansiering. [35]

Socialdepartementet

- Ett samordnat vaccinationsarbete – för effektivare hantering av kommande vacciner. Del 1 och 2. [2]
- En trygg uppväxt utan nikotin, alkohol och lustgas. [23]
- En mer effektiv tillsyn över socialtjänsten. [25]
- En utvärdering av förändringar i sjukförsäkringens regelverk under 2021 och 2022. [26]
- En statlig ordning med brottsförebyggande åtgärder för barn och unga. [30]

Delad hälsodata – dubbel nytta.
Regler för ökad interoperabilitet
i hälso- och sjukvården. [33]

Utbildningsdepartementet

Utvecklat samarbete för verksamhets-
förlagd utbildning – långsiktiga
åtgärder för sjuksköterskeprogrammen.
[9]

Växla yrke som vuxen – en reformerad
vuxenutbildning och en ny yrkesskola
för vuxna. [16]

Skolor mot brott. [17]

Offentlighetsprincipen eller insynslag.
Allmänhetens insyn i enskilda aktörer
inom skolväsendet. [28]