

Skogsträdens genetiska mångfald: status och åtgärdsbehov

Återrapporteringskrav



Statistiken för produktionen av förädlade plantor av tall och gran är korrigerade
(Tabellerna 7 och 8)

© Skogsstyrelsen, september 2017

Författare

Sanna Black-Samuelsson
Jonas Bergquist
Claes Uggla

Omslagsbilder

Skogsgenetiska resurser:

Bevarande i biotopskyddsområden, Johan Nitare (öv)
Brukande, där plantproduktion är en del, Sanna Black-Samuelsson (öh)
Styrmedel, globalt möte om genetiska resurser, Sanna Black-Samuelsson (nv)
Samverkan, organisationen Euforgen är på exkursion, Euforgen (nh)

Grafisk produktion

Annika Fong Ekstrand

Upplaga

Finns endast som pdf-fil för egen utskrift

Innehåll

Förord	5
Sammanfattning	6
Summary	8
1 Underlaget	10
1.1 Uppdragsbeskrivning	10
1.2 Bakgrund till uppdraget	10
1.3 Angreppssätt och innehåll	11
1.4 Syfte	11
2 Övervakning av genetisk variation	12
2.1 Genetisk variation och dess betydelse	12
2.2 Principer för genetisk övervakning	13
2.3 Prioriteringar i övervakningsprogram	13
3 Skogsträdens genetiska variation	14
3.1 Bevarande och brukande av skogsgenetiska resurser	14
3.2 Genetisk övervakning av skogsträd	14
3.3 Trädslagets utbredningsområde och genetiska variation	16
3.4 Modeller för uppföljning	16
3.5 Indikatorer för skogsgenetiska resurser	17
4 Bevarande av skogsgenetiska resurser	20
4.1 Skogligt genbevarande: från teori till praktik	20
4.2 Skogsstyrelsens in situ bevarande	20
4.3 Övrigt genbevarande	23
5 Brukande av skogsgenetiska resurser	25
5.1 Data över skogsodling	25
5.2 Aspekter på föryngringsmetod och trädslagsval	29
5.3 Förädlingsverksamhet	30
5.4 Anpassning till klimatförändringar och skadegörare	33
5.5 Ansvar för förädlingsfrågor	35
6 Styrmedel	36
6.1 Politikområdet	36
6.2 Lagstiftning	36
6.3 Övriga styrmedel	37
7 Samverkan	40
7.1 Samverkan inom skogsgenetik	40
7.2 Myndighetssamverkan om genetiska resurser	40
7.3 System för miljöövervakning	41
8 Åtgärdsbehov	42
8.1 Bevarande	42
8.2 Brukande	42
8.3 Styrmedel	44
8.4 Samverkan	44
Litteratur/källförteckning	45

Förord

Regeringen fastställde 2014 tio etappmål för biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Ett av dessa mål, att kartlägga och övervaka genetisk mångfald, ingick som ett återrapporteringskrav i 2015 och 2016 års regleringsbrev till Skogsstyrelsen.

Ett hållbart brukande och bevarande av genetiska resurser ingår i den globala aktionsplan för skogsgenetiska resurser som FAO har antagit. För att främja och övervaka att nationer och regioner genomför aktionsplanen, beslutade FAO i februari 2017 om mål och indikatorer, vilka även ska bidra till att nå Aichimålen och Agenda 2030.

Med anledning av Skogsstyrelsens återrapporteringskrav och Sveriges åtaganden i FAO, redogör Skogsstyrelsen i denna rapport för status och åtgärdsbehov för skogsträdens genetiska resurser. Bland annat framgår behovet av att Skogsstyrelsen klargör sitt förhållningssätt och i större utsträckning använder sina styrmedel angående val av föryngringsmetod och skogsodlingsmaterial, i syfte att öka uppfyllelsen av de båda skogspolitiska målen.

Jönköping i september 2017

Herman Sundqvist
Generaldirektör, Skogsstyrelsen

Sanna Black-Samuelsson
Specialist skogsgenetik, Skogsstyrelsen

Sammanfattning

Denna rapport beskriver översiktligt fyra aspekter av skogsgenetiska resurser i Sverige: bevarande, brukande, styrmedel och samverkan. För varje område är status beskriven och styrkor och förbättringsområden är presenterade.

Genetisk variation är vid sidan av ekosystem och arter, en nivå av den biologiska mångfalden. Vilka genvarianter och genuppsättningar (genetiska resurser) som har ett faktiskt eller potentiellt värde för ekonomi, miljö, vetenskap eller samhälle, är till stora delar okänt. Detta är ett motiv till att såväl bevara trädslagens genetiska variation (genbevara), som till att uthålligt bruka den.

Idag förekommer ingen genetisk övervakning av skogsträd i Sverige, och befintliga system för skoglig övervakning och inventering förefaller inte vara adekvata för att övervaka skogsträdens genetiska variation. Förutsättningar för och behov av att kartlägga och övervaka genetisk variation ser olika ut hos skogsträd och jordbruksgrödor. Gemensamt är att växt- och skogsgenetiska resurser kan behöva bli bevarade och övervakade i stora, skyddade områden.

Skogsstyrelsens har sedan 2014 genbevarat inhemska skogsträd. I över 300 biotopskyddsområden är idag nära 500 genresurser skyddade för all framtid. Trots detta finns ett fortsatt behov av genbevarande av såväl rödlistade trädslag, som alm och ask, som av vissa mindre vanliga trädslag.

Skogsbruket avstår från att avverka vissa områden och enskilda träd med identifierade höga naturvärden. Det gäller skogliga impediment, nyckelbiotoper, frivilliga avsättningar och hänsyn vid avverkningar, som i teorin kunde fungera för genbevarande. Eftersom dessa områden generellt inte skyddas formellt över tid och inte identifierar genresurser, uppfyller de inte internationella kriterier för genbevarande.

I användandet av skogsgenetiska resurser framträder några tydliga trender. Som en följd av främst viltskador dominerar skogsodling med gran i södra Sverige, medan skogsodling med tall dominerar i norra Sverige, delvis oberoende av vilket trädslag som är mest lämpad för platsen. Den naturliga föryngringen, särskilt metoder där man lämnar fröträd/skärträd att beså marken, har minskat kraftigt under 2000-talet till förmån för plantering. Dessa trender bidrar inte till en ökad variation i den brukade skogen.

Under 2000-talet har även skogsodling med förädlad material stadigt ökat. Vid föryngringen idag är över 90 procent av tallplantorna och 60–80 procent av granplantorna förädlade. Behovet ökar därmed av empiriska, vetenskapligt granskade studier om vilka effekter den ökade användningen med förädlad material har på bland annat skogsträdens genetiska variation, samt risk för skador och skadegörare. Eftersom förädlade träd förväntas att både idag och i framtiden ha en omfattande påverkan på svensk skog, är det motiverat att initiera en bred analys av förädlingsverksamheten i Sverige.

FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation, FAO har antagit en global aktionsplan med mål och indikatorer för skogsgenetiska resurser. Dessa ska även bidra till att nå Aichimålen och Agenda 2030. I det nationella politikområdet ingår genetisk variation i det skogliga miljömålet och i miljökvalitetsmålet *Levande skogar*. I en alltför begränsad utsträckning omfattar nationella policyer, strategier och skogliga program frågor om bevarande och hållbart brukande av skogsgenetiska resurser

Även lagstiftningen om skogsgenetiska resurser är begränsad. Den avser främst saluföring, men även exempelvis skogsodling med främmande trädslag och ädla lövträd. De få andra regler som finns för skogsodling, som förflyttning av material, är knappast möjliga att utöva tillsyn på. Det beror på att man inte registrerar identiteten hos odlingsmaterialet vid plantering och sådd. Det talar för att utveckla en lämplig metod att dokumentera plantornas identitet och därmed underlätta en utvärdering av skogsodlingen, både utifrån produktions- och miljöaspekter, för skogsägare, forskare och myndighet.

Skogsstyrelsen är behörig myndighet för skog och skogsgenetiska resurser. För vissa aspekter som rör brukandet, exempelvis val av föryngringsmetod och skogsodlingsmaterial är myndigheten relativt osynlig i förhållande till andra externa aktörer. Skogsstyrelsen har idag inget tydligt förhållningssätt i dessa frågor, varför det är prioriterat att myndigheten klargör sina ståndpunkter och motiv för desamma, både internt och externt. Bland annat finns tydliga behov av att i en större utsträckning utnyttja styrmedel som rådgivning och information om föryngringsmetoder och skogsodlingsmaterial.

Såsom efterlyst av regeringen finns behov av en variation i den brukade skogen. Det är viktigt att sprida risker i skogsodlingen, både avseende brukningssätt, val av trädslag, föryngringsmetod och skogsodlingsmaterial. Detta är betydelsefullt både för skogsproduktionen och för miljövärden. Vikten av att bevara och hållbart bruka skogsgenetiska resurser förväntas bli allt större, inte minst för att buffra mot framtida klimatförändringar och angrepp av etablerade och nya skadegörare.

Summary

This report outlines four aspects of forest genetic resources in Sweden: conservation, use, policies and incentives, and collaboration. The status is described for each part, and strengths and improvement areas are presented.

Genetic variation along with species and ecosystem diversity comprise different levels of biodiversity. Genotypes and gene variants with an actual or potential value for the economy, environment, science and society, are largely unknown. This is a reason to both conserve genetic variation in tree species as well as to sustainably utilize it.

Today, there is no genetic monitoring of forest trees in Sweden. The systems of forest monitoring and inventories that exist do not appear to be adequate for monitoring genetic variation. The conditions for and need of identifying and monitoring genetic variation differs between forest trees and agricultural crops. The common denominator is that plant and forest genetic resources likely need to be conserved and monitored in large protected areas.

Since 2014, the Swedish Forest Agency has conserved genetic resources of native forest trees. Today, more than 300 habitat protected areas exist, with nearly 500 gene conservation units that are protected forever. However, there is still a need for gene conservation units, especially for red listed tree species such as elm and ash, and for minor tree species.

Forestry refrains from clear-cutting certain areas and individual trees with identified high natural values. This includes forest impediments, woodland key habitats, voluntary forest set-asides and retention on felled areas, which in theory could function for gene conservation. However, as these areas are generally not formally protected over time, and no genetic resources are identified, international criteria for gene conservation are not met.

There are some trends apparent concerning the use of forest genetic resources in Sweden. In Southern Sweden, forestry with Norway spruce predominates, mainly because of game damage, whereas forestry with Scots pine dominate in Northern Sweden, partly regardless of which species is most suitable for the site. During the 21st century, the natural regeneration, especially methods where seed trees/shelter trees are left for regeneration, have been greatly reduced and are replaced by planting. These trends do not contribute to achieve an increased variation in the Swedish forestry.

During the 21st century, afforestation with genetically improved material has steadily increased: more than 90 percent of the pine seedlings and 60-80 percent of the spruce seedlings used in forestry today are genetically improved. The various implications of the high and increasing use of genetically improved plant material are largely unknown and thus call for further empirical and peer-reviewed studies, for instance on genetic variation and the potential risk of plant damage and susceptibility to forests pests and diseases. Since the use of genetically improved material is expected to have a major impact on the Swedish forests,

today and in the future, it is motivated to initiate a broad analysis of the Swedish forest tree breeding programs.

The Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO, has adopted a global plan of action with targets and indicators for forest genetic resources. These will also contribute to achieve the Aichi targets and Agenda 2030. In national policy, genetic variation is embodied in the environmental quality objectives *Sustainable Forests* and in the forest policy environmental goal. In a far too limited extent, the conservation and sustainable utilization of forest genetic resources are cared for within national policies, strategies and forestry programs.

Furthermore, the legislation on forest genetic resources is limited. It mainly concerns the marketing of forest reproductive material, but also for instance afforestation with alien species and broadleaves. For the few other rules that exist for the use of forest genetic resources, such as the proper transfer of plant material within Sweden, surveillance is hardly possible. This depends on the fact that the identity of the reproductive material is not documented during afforestation. This calls for the development of an appropriate method to document the plant identity. In this way, the evaluation of forest cultivation, both in terms of production and environmental aspects, would be facilitated for forest owners, researchers and authorities.

The Swedish Forest Agency is the competent authority for forests and for the utilization and conservation of forest genetic resources. Despite this fact, the authority has taken a subordinate role in relation to other external actors concerning for instance the choice of regeneration method and forest reproductive material. Today Swedish Forest Agency has no clear approach to or views on these issues. Therefore, it is a priority that the authority clarifies its position and underlying motives, both internally and externally, concerning these questions. For instance, incentives such as advisory services and information should be used to a greater degree.

The government has called for a variety of management methods and tree species in the Swedish forestry. Clearly it is crucial to spread the risks during forest cultivation, both in terms of management, choice of tree species, regeneration method and forest reproductive material. This is necessary both for production and environmental purposes and values. The importance of the conservation and sustainable utilization of forest genetic resources is expected to increase, especially to ensure buffering against future climate change and damage made by new and established forest pests and diseases.

1 Underlaget

1.1 Uppdragsbeskrivning

Skogsstyrelsens fick i sitt regleringsbrev för 2015 och 2016 följande återrapporteringskrav: ”Skogsstyrelsen ska redovisa sina genomförda insatser och samverkan med berörda myndigheter, om kartläggning och övervakning av genetisk mångfald hos vilda och domesticerade växter och djur inom de areella näringarna. Skogsstyrelsens roll är därvid begränsad till skogsträd.”

Jordbruksverket, Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket hade liknande återrapporteringskrav i sina regleringsbrev för 2015–16.

1.2 Bakgrund till uppdraget

Konventionen om biologisk mångfald, CBD lades grunden för att låta nationerna själva ansvara för att bevara ekosystem, arter och genetisk variation. Flera av Sveriges 16 miljö kvalitetsmål kopplar till CBD. Även många andra internationella politiska avtal och processer rör frågor om genetisk variation. Bevarandet av och kunskapen om genetisk variation hos vilda och domesticerade arter, inklusive skogsträden, är fortfarande mycket begränsad i Sverige.

På regeringens uppdrag lämnade Naturvårdsverket 2008, i samråd med Jordbruksverket, Skogsstyrelsen, dåvarande Fiskeriverket och SLU, ett förslag till nationellt handlingsprogram för att bevara genetisk variation hos vilda växter, djur och svampar¹ (avsnitt 2.3). Programmet var planerat för perioden 2009–2015 och beräknades kräva förstärkningar på totalt drygt 140 Mkr. Sju Mkr årligen under sex år äskades för att genomföra en genetisk övervakning inom miljöövervakningen och inrätta en genetisk provbank. Anslaget har hittills inte blivit förstärkt i detta syfte och handlingsprogrammet är inte genomfört.

Regeringen fastställde 2014 tio etappmål för biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Ett av målen anger att kartläggning och övervakning av den genetiska mångfalden ska ha inletts senast 2015.



Figur 1. Bakgrund till regeringens återrapporteringskrav 2015–16 för Skogsstyrelsen och andra berörda myndigheter att kartlägga och övervaka genetisk variation (GV).

¹ Naturvårdsverket. 2008. Förslag till Nationellt handlingsprogram för bevarande av genetisk variation hos vilda växter, djur och svampar. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Dnr 305-404-06 Nv.

1.3 Angreppssätt och innehåll

Återrapporteringskravet om genetisk mångfald (uppdraget) kopplar till arbetet med genetiska resurser inom FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation, FAO, (avsnitt 3.5 och tabell 2). En central del är att utveckla indikatorer och uppföljningsmått för att analysera förhållanden och tillstånd hos skogsträdens genetiska variation. Fokus är på bevarande och brukande av genetiska resurser, samt på aspekter som rör policy och samverkan (figur 2).

Skogsstyrelsen har de senaste två åren behandlat brukande av skogsgenetiska resurser i olika utredningar. På grund av uppdragets tydliga kopplingar, både till FAO-arbetet och till Skogsstyrelsens tidigare utredningar, är det motiverat att utvidga rapportens innehåll enligt följande:

Kapitlen 2 och 3 ger en teoretisk bakgrund till genetisk variation, kartläggning och övervakning samt modeller och indikatorer för att följa genetisk variation. Kapitel 4 och 5 redogör för bevarande och hållbart brukande av skogsgenetiska resurser. Kapitel 6 behandlar styrmedel. Kapitel 7 beskriver samverkan och förutsättningar för att gemensamt övervaka och kartlägga genetisk variation hos växter och skogsträd. Kapitel 8 lyfter fram åtgärdsbehov som rör bevarande, brukande av skogsgenetiska resurser, samt styrmedel och samverkan.

Skogsträdens genetiska resurser			
Bevarande I skog Utanför skog Miljöhänsyn	Brukande Förädling Skogsodling Förflyttning Föryngring Skogsskötsel	Styrmedel Politikområde Lagstiftning Rådgivning Ekonomiska stöd Certifiering	Samverkan Forskning Förädling Bevarande Övervakning

Figur 2. Exempel på aspekter av skogsträdens genetiska resurser som är behandlade i denna rapport. Aspekterna rör bevarande, brukande, styrmedel och samverkan. FAO:s kommission för skogsgenetiska resurser, där Sverige är medlem, arbetar med samma frågor.

1.4 Syfte

Rapportens syfte är att övergripande redogöra för status och åtgärdsbehov för att bevara och uthålligt bruka skogsträdens genetiska resurser, samt redovisa styrmedel för detsamma. Rapporten redovisar även förutsättningar för samverkan med berörda myndigheter för att övervaka och kartlägga skogsträdens genetiska mångfald.

2 Övervakning av genetisk variation

2.1 Genetisk variation och dess betydelse

Genetisk variation är vid sidan av ekosystem och arter en nivå av den biologiska mångfalden. Genetisk variation beror på att olika individer inom eller mellan populationer av en art har olika varianter av gener (alleler). Genetisk variation kan mätas på olika sätt², bland annat i antal och fördelning av identifierade genvarianter vid en specifik plats på DNA-spiralen (ett locus, plural loci). Genetisk variation mäts också som andelen loci med olika genvarianter. Det innebär att andelen loci med olika genvarianter (heterozygota alleler, Aa) är skattade i förhållande till andelen loci med likadana genvarianter (homozygota alleler, aa eller AA).

Kvantitativ genetisk variation är den synliga och mätbara variationen av hur en genetiskt styrd egenskap kommer till uttryck hos genotyperna. En kvantitativ egenskap bestäms av den sammanlagda effekten av många gener och av miljöfaktorer. Den totala genetiska variationen består av en additiv och flera icke additiva effekter. De icke additiva effekterna är dominans och epistasi, det vill säga samspel inom och mellan gener. Additiva effekter är nedärvda på ett förutsägbart sätt mellan generationer medan de icke additiva effekterna uppträder slumpmässigt i varje generation. Med kvantitativ genetisk analys kan man särskilja varianskomponenter och genetiska effekter från miljöeffekter. Hos skogsträd är många egenskaper kvantitativa och har en kontinuerlig variation, till exempel höjd och tillväxt.

Den additiva variansen är det genetiska "råmaterial" som individer och populationer behöver för att kunna svara på ett naturligt eller artificiellt urval. Hos skogsträden är kvantitativ genetisk variation i egenskaper viktiga för anpassning och fundamental för långsiktig överlevnad och anpassning till miljöförändringar³. Förändringarna omfattar biotiska faktorer, till exempel svamp- och insektsangrepp och abiotiska faktorer, till exempel frost, torka, ökade temperaturer och storm. Om träden (individerna) har en genetisk variation i egenskaper av anpassningsvärde, finns generellt sett större möjlighet att några individer överlever och anpassar sig till miljöförändringar på kort och lång sikt, än i ett bestånd med en låg genetisk variation i anpassningsegenskaper.

Den additiva genetiska variansen beror av graden av heterozygoti. Eftersom sällsynta genvarianter förekommer i en mycket låg frekvens i en population har de på kort sikt en relativt liten betydelse för den additiva variansen⁴. I ett längre tidsperspektiv har sällsynta genvarianter en större betydelse eftersom de kan bidra till artens anpassning och reproduktion.

² Hughes AR, Inouye BD, Johnson MTJ, Underwood N & Vellend. 2008. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters* 11: 609-623.

³ Koskela J, Buck A & Teissier du Cros E (editors). 2007. *Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe*. Bioersivity International, Rome, Italy. 111 pp. ISBN 978-92-9043-749-9.

⁴ Eriksson G, Ekberg I & Clapham D. 2006. *An introduction to forest genetics*. 2nd edition. ISBN 91-576-7190-7.

2.2 Principer för genetisk övervakning

Principer för genetisk övervakning liknar annan form av inventering. Genetiska prover är insamlade så att de utgör ett representativt urval av den population eller art som man ska studera. Genetiska analyser skattar populationers och arters genetiska variation. Analyser är utförda med lämpliga genetiska metoder av de delar av arvsmassan man önskar studera.

En individs genetiska variation beror av de arvsanlag som är nedärvda från föräldrarna. Genetiska analyser kan kartlägga släktskapsförhållanden och mäta demografiska processer. Den genetiska strukturen, det vill säga nivån på och fördelningen av den genetiska variationen i en population, beror även av evolutionära faktorer. Framför allt ökar genflöde variationen inom en population, liksom mutationer men då i en betydligt lägre utsträckning. Inavel och genetisk drift minskar den genetiska variationen inom populationer.

Den genetiska variationen, både i naturliga populationer och vid skogsodling, är i stor utsträckning påverkad av olika former av mänsklig aktivitet. Analyser av förändringar i nivåer av genetisk variation indikerar populationers eller arters "genetiska tillstånd", vilket kan vara användbar information i ett bevarande.

2.3 Prioriteringar i övervakningsprogram

Naturvårdsverkets påtalar i sin rapport⁵ från 2007, som ligger till grund för handlingsprogrammet (*avsnitt 3.2*), behovet av ett centralt organiserat genetiskt övervakningsprogram för svenska arter. Rapporten föreslår att upprätta former för att samla in och under lång tid lagra biologiskt material, exempelvis vävnadsprover, i syfte att göra genetiska analyser av övervakade arter. Andra förslag är att upprätta en gemensam databas över material från museer och forskningsinstitutioner för att använda som referensmaterial i genetisk övervakning.

Rapporten föreslår vidare att fokusera genetisk övervakning på följande prioriterade "taxa", det vill säga arter eller grupper av populationer inom arter:

- Taxa med negativ populationsutveckling eller med små populationer;
- Taxa där det finns risk för oönskat genflöde eller hybridisering med andra arter eller populationer på grund av mänsklig påverkan;
- Taxa som är beskattade eller nyttjade av människan vilket kan påverka den genetiska variationen;
- Taxa vars genetiska mångfald riskerar att bli påverkad av andra mänskliga verksamheter, till exempel genetiskt särpräglade populationer; och
- Taxa som är föremål för naturvårdsåtgärder.

⁵ Naturvårdsverket. 2007. Genetisk variation hos vilda djur och växter i Sverige. Rapport 5712.

3 Skogsträdens genetiska variation

3.1 Bevarande och brukande av skogsgenetiska resurser

Skogsgenetiska resurser är genetiskt material av skogsträd som nu eller i framtiden bedöms vara värdefull för mänskligheten. Skogsgenetiska resurser avser både trädslag i skogsbruket och i naturliga populationer.

Skogligt genbevarande innebär att man bevarar genetisk variation hos skogsgenetiska resurser (*avsnitt 4.1*). Bevarandet kan ske på trädens växtplats, *in situ*, till exempel i skyddade skogar, eller utanför växtplatsen, *ex situ*, i botaniska trädgårdar och arboretum, eller genom att bevara frö i genbanker eller klonarkiv. *In situ* bevarade skogsträd kan långsiktigt skyddas och anpassas till sin miljö samtidigt som associerade arter och ekologiska, estetiska, etiska och kulturhistoriska värden tas till vara.

Genbevarande möjliggör 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 välbefinnande eller för att tillgodose etiska och existentiella värden.

Brukande av skogsgenetiska resurser (*kapitel 5*) omfattar bland annat val av trädslag och proveniens, förnyingsmetod och skogsodlingsmaterial.

3.2 Genetisk övervakning av skogsträd

Systemet med olika taxa, vilka Naturvårdsverket föreslog i sin rapport (*avsnitt 2.3*), är en möjlig grund för att prioritera vilka skogsträd man bör övervaka genetiskt.

Utifrån detta system är skogsträd med ett påtagligt minskat antal populationer eller antal träd per population högprioriterade att övervaka. Alm och ask är hotade på grund av alm- och askskottsjukan spridning i landet. Samtidigt har alm- och askskottsjukan ökat hotbilden för många rödlistade arter som har en stor del av sina populationer på dessa trädslag. För att dessa arter inte ska minska ytterligare, behöver vi skogar med ask och alm.

Skogsträd med genetiskt särpräglade populationer är också prioriterade att övervaka⁶. För populationer på gränsen av en arts utbredningsområde, randpopulationer, kan effekterna av klimatförändringarna bli förstärkta och ske snabbare. Randpopulationer kan även ha unika gener till följd av att olika evolutionslinjer formats genom arters invandringshistoria och anpassning och där skillnader i klimat och geografi bidrar till genetisk särprägel. Sverige har nordliga

⁶ Fady B, Aravanopoulos FA, Alizoti P, Mátyás C, von Wühlisch G, Westergren M, Belletti P, Cvjetkovic B, Ducci F, Huber G, Kelleher CT, Khaldi A, Bou Dagher Kharrat M, Kraigher H, Kramer K, Mühlethaler U, Peric S, Perry A, Rousi M, Sbay H, Stojnic S, Tijardovic M, Tsvetkov I, Varela MC, Vendramin GG & Zlatanov T. 2016. Evolution-based approach needed for the conservation and silviculture of peripheral forest tree populations. *Forest Ecology and Management* 375: 66–75.

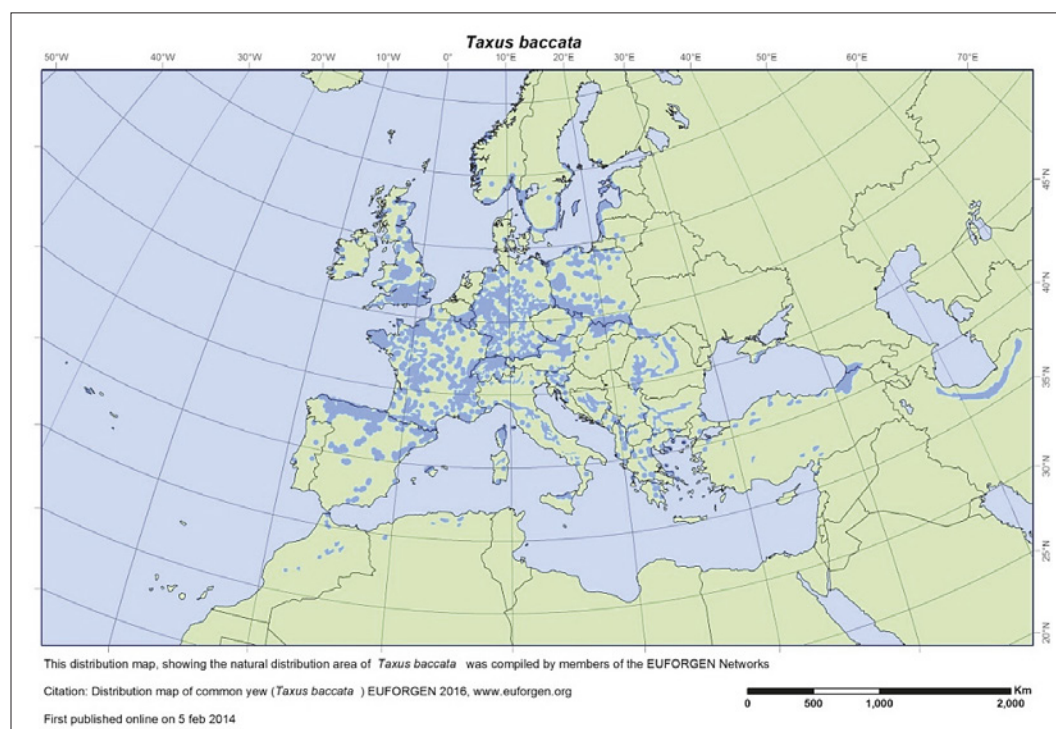
randpopulationer av avenbok, bok, bergesk, fågelbär, idegran (*figur 3*), lundalm och oxel⁷. Dessa trädslag bedöms vara prioriterade att genbevara.

För skogsträd som används i skogsbruket i en mycket stor utsträckning kan den genetiska variationen bli påverkad. Gran och tall är exempel på sådana trädslag och de är mer utförligt behandlade i *kapitel 5*.

För vissa trädslag finns risk för genflöde eller hybridisering med andra arter eller populationer. Skogsträd som hybridiserar är björk (vårt-, glas- och dvärgbjörk), ek och bergesk, skogs- och lundalm, klibbal och gråal, skogslind och odlad Bohuslind och asp och hybridasp. Med undantag av hybridasp är samtliga dessa trädslag inhemska. Ibland finns tydliga skillnader i trädslagets morfologi, ståndortsval eller utbredningsområde för att särskilja hybrider från föräldraarterna.

Av flera skäl framstår det inte relevant att övervaka hybridiserande trädslag. Ek, björk och al är relativt vanligt förekommande i Sverige och hybrider är inget hot mot trädslagen. Hybrider av lind är inte särskilt vanliga eftersom Bohuslind främst förekommer i parker och trädgårdar. Hybrider mellan asp och hybridasp framstår inte heller vara en risk för asp eftersom skogsodling med hybridasp är mycket begränsad. Vidare är hybrider mellan skogs- och lundalm på Öland och Gotland ett avsevärt mindre hot mot trädslagen än almsjukan.

Inga skogsträd är för närvarande föremål för naturvårdsåtgärder, varför genetisk övervakning inte är aktuellt för denna grupp.



Figur 3. Utbredningskarta för idegran, Taxus baccata. Idegran är en av de cirka sju trädslag som förekommer som randpopulationer, det vill säga med sin nordliga utbredningsgräns, i Sverige. Randpopulationer kan ha unika genvarianter och deras genetiska variation är särskilt viktig att bevara. Bild: Euforgen

⁷ Även naverlönn och Bohuslind förekommer som enstaka ytterst små randpopulationer i Sverige.

3.3 Trädslagens utbredningsområde och genetiska variation

En grundläggande förutsättning för att kartlägga och övervaka skogsträdens genetiska variation är kunskap om deras utbredningsområde.

Den virtuella floran⁸ visar geografisk utbredning i Norden och i norra halvklotet för träd och större buskar. Den alleuropeiska samarbetsorganisationen Euforgen⁹ har publicerat utbredningskartor¹⁰ för flera trädslag i Europa. Under 2016 publicerade EU-kommissionen den första atlasen över skogsträden i Europa¹¹ med information om trädslagens utbredning, habitat, användning och hot.

Svenska förekomster av trädslag finns även i Artportalen¹², liksom en bedömning om arten är rödlistad. För rödlistade arter är hot och eventuella åtgärder för arten beskrivna. I rödlistan från 2015 är skogs- och lundalm kategoriserade som akut hotade och vresalm som sårbar. Ask är starkt hotad, och naverlönn och Bohuslind är akut hotade.

Genetisk variation analyseras i anslutning till förädlingen av gran och tall. För övriga skogsträd i Sverige är undersökningar och inventeringar av genetisk variation sällsynta. För närvarande används inga vetenskapliga metoder eller system för att övervaka genetisk variation hos skogsträd i naturliga populationer eller i skogsodling.

3.4 Modeller för uppföljning

Uppföljning av miljömål och miljöarbete

Inom EU används en modell, DPSIR, för att följa upp miljöarbete och miljömål. DPSIR-modellen är även använd för att bedöma om hållbar utveckling nås.

DPSIR-modellen står för:

- Driving forces: Drivkrafter. Vilka aktiviteter som ligger bakom ett miljöproblem.
- Pressures: Påverkan. Fysiska aktiviteter som orsakar problemet.
- States: Status, miljö tillstånd. Problemet eller tillståndet i en miljö, på grund av påverkan.
- Impacts: Inverkan, effekter. Konsekvenser som problemet orsakar.
- Responses: Respons, åtgärder. Åtgärder (politiska och andra) som görs för att minska eller lösa problemet.

⁸ Naturhistoriska riksmuseet. Den virtuella floran. Träd och större buskar. 2003-01-14. <http://linnaeus.nrm.se/flora/listor/trad.html> (Hämtad 2017-05-02)

⁹ EUFORGEN, European Forest Genetic Resources Programme. <http://www.euforgen.org/> (Hämtad 2017-05-02)

¹⁰ EUFORGEN. Species. <http://www.euforgen.org/species/> (Hämtad 2017-05-05)

¹¹ European Atlas of Forest Tree Species, European commission 2016. On-line version. ISBN 978-92-79-52833-0. DOI 10.2788/038466. Catalogue number LB-04-14-282-EN-N.

¹² Artportalen är en webbplats som drivs av Artdatabanken vid SLU. Yrkesverksamma naturvårdstjänstemän, forskare och privatpersoner kan rapportera in arters förekomster.

Uppföljning av skogsgenetiska resurser

För skogsgenetiska resurser finns en föreslagen modell som liknar DPSIR, fast med fyra grupper av indikatorer, SPBR-modellen¹³. Indikatorerna är baserade på aktuell frågeställning för biologisk och genetisk mångfald och syftet med indikatorn (*tabell 1*). Indikatorer för påverkan, status och respons finns i både DPSIR- och SPBR-modellerna, medan drivkrafter endast finns för miljömål och indikatorer för samhällets betydelse endast finns för skogsgenetiska resurser. SPBR-modellens relevans är fortfarande oklar, eftersom indikatorerna ännu inte verkar ha använts för att följa upp tillståndet för skogsgenetiska resurser.

Tabell 1. Fyra föreslagna indikatorer för skogsgenetiska resurser. Indikatorerna är baserade på aktuell frågeställning och syfte med indikatorn. Framförallt "S-indikatorn" har koppling till att kartlägga och övervaka skogsträdens genetiska variation

Frågeställning	Typ av indikator	Syfte med indikatorn
Hur förändras tillståndet för den biologiska mångfalden?	Status (S)	Analysera förhållanden och tillstånd: minskar genetisk variation? Var, vilken slags variation och hur?
Varför minskar den biologiska mångfalden?	Påverkan (P)	Övervaka omfattning och intensitet av orsaken till förlusten.
Vad är betydelsen för samhället?	Betydelse (B)	Skatta människors fördelar från biologisk mångfald och kostnader att förlora densamma.
Vad gör samhället för att minska förlusten?	Respons (R)	Mäta/analysera genomförandet av policyer eller åtgärder att förhindra eller minska förlust.

3.5 Indikatorer för skogsgenetiska resurser

Indikatorer i FAO:s globala aktionsplan

FN:s jordbruks- och livsmedelsorgan, FAO¹⁴ publicerade 2013 en omfattande rapport om det globala tillståndet för skogsgenetiska resurser¹⁵. Samtidigt antog FAO en global aktionsplan med syftet att bevara och hållbart bruka skogsgenetiska resurser. Planen listar strategiska områden med prioriteringar på nationell, regional och global nivå¹⁶.

¹³ Graudal L, Aravanopoulos F, Bennadji Z, Changtragoon S, Fady B, Kjaer ED, Loo J, Ramamonjisoa & Vendramin GG. 2014. Global to local genetic diversity indicators of evolutionary potential in tree species within and outside forests. *Forest Ecology and Management* 333: 35–51.

¹⁴ Arbetet sker inom den skogliga delen av kommissionen för genetiska resurser för livsmedel och jordbruk, FAO-kommissionen (CGRFA).

¹⁵ Food and Agricultural Organization of the United Nations. Forest Genetic Resources. The State of World's Forest Genetic Resources. 2016-08-25. www.fao.org/forestry/fgr/64582/en/ (Hämtad 2017-05-02).

¹⁶ Food and Agricultural Organization of the United Nations. Forest Genetic Resources. Global Plan of Action. 2016-08-25. www.fao.org/3/a-i3849e.pdf (Hämtad 2017-05-02).

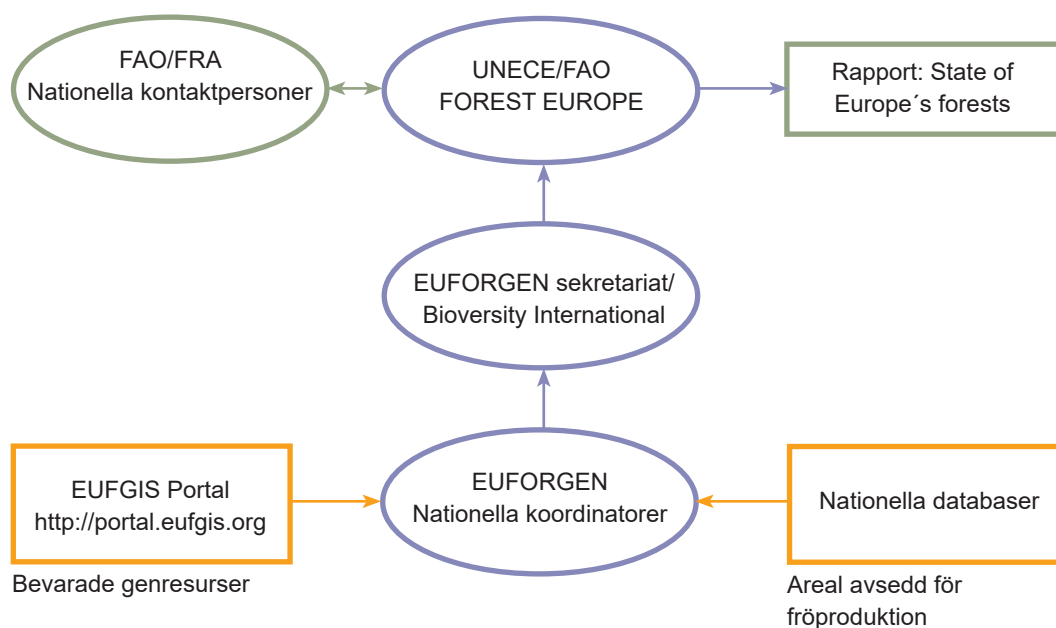
Tabell 2. FAO-kommissionens fyra prioriterade områden (I-IV) för att bedöma tillståndet för bevarande och brukande av skogsgenetiska resurser (SGR). För varje område finns preliminära mål, indikatorer och mått

Prioriterat område	Mål	Indikator	Mått
I) Förbättra tillgänglighet och tillträde till information om SGR	Bedöma och (regelbundet) analysera SGR	Bedömning av SGR	(1) Antal och förteckning över trädslag för vilka det finns aktuell information om nationellt utbredningsområde
		Analys av SGR	Antal och förteckning över trädslag som har analyserats; (2a) På annat sätt än med molekylära markörer (t.ex. fältförsök eller klimatzoner); och (2b) Med molekylära markörer
II) <i>In situ</i> (på växtplats) och <i>ex situ</i> (utanför växtplats) bevarande av SGR	<i>In situ</i> bevara SGR och genomföra kompletterande åtgärder för <i>ex situ</i> bevarande	Omfattning av <i>in situ</i> bevarade SGR	(3a) Antal och förteckning av trädslag som bevaras <i>in situ</i> ; (3b) Areal (hektar) avsedd och förvaltd för <i>in situ</i> bevarande per trädslag; och (3c) Antal <i>in situ</i> bevarade populationer per trädslag
		Antal <i>ex situ</i> bevarade SGR	(4a) Antal och förteckning av trädslag som bevaras <i>ex situ</i> ; (4b) Areal (hektar) avsedd och förvaltd för <i>ex situ</i> bevarande per trädslag; och (4c) Antal <i>ex situ</i> bevarade populationer per trädslag; och (4d) Antal <i>ex situ</i> accessioner (frö- och klonbanker) per trädslag
III) Uthålligt brukande, utveckling och skötsel av SGR	Öka det uthålliga brukandet och utveckling och skötsel av SGR	Trädslag i nationella förädlingsprogram, inkl. internationellt samarbete och åtgärder i privat sektor	Antal och förteckning av trädslag som omfattas av: (5a) Nationella förädlingsprogram; och (5b) Övriga förädlingsprogram
		Produktion av skogsodlingsmaterial	(6a) Areal (hektar) och antal frötäktsområden per trädslag; (6b) Areal (hektar) och antal fröplantager per trädslag; samt (6c) Årlig mängd producerad skogsodlingsmaterial per trädslag
		Status för program för skogsträdsförädling	(7) Generation av test och urval av trädslag i förädlingsprogram
IV) Policyer, institutioner och kapacitetsuppbyggnad	Förstärkta policyer och institutioner som stödjer bevarande och uthålligt brukande av SGR	Integrering av bevarande och uthålligt brukande av SGR i relevanta nationella policyer	Antal länder som har integrerat bevarande och uthålligt brukande av SGR i nationella: (8a) Skogsprogram eller skogspolicyer; (8b) Aktionsplaner eller relaterade policyer för biodiversitet; och (8c) Strategier eller liknande för klimatanpassning
		Deltagande i regionala samarbeten om SGR	(9) Antal länder som deltar i (sub)regionala samarbeten om SGR
		Deltagande i internationell FoU om SGR	(10) Antal länder och nationella organisationer som deltar i internationella samarbeten om FoU av SGR

För att främja och övervaka att nationer och regioner genomför aktionsplanen antog FAO-kommissionen i februari 2017 ett antal mål, indikatorer och uppföljningsmått för skogsgenetiska resurser (*tabell 2*). Dessa mål och indikatorer bidrar även till att nå Aichimålen, främst mål 13¹⁷, samt målen 2.5¹⁸, 15.1 och 15.2 i Agenda 2030. Sverige och övriga länder ska under 2017 rapportera skogsgenetiska data till FAO för att bedöma aktionsplanens nationella genomförande.

Rapportering av indikator 4.6 till Forest Europe

Skogsstyrelsen rapporterar regelbundet in ett begränsat antal skogsgenetiska data (indikator 4.6 för ett hållbart skogsbruk) till Forest Europe. Rapporteringen går genom Euforgen (*figur 4*). Data avser antal av främst *in situ* bevarade genresurser per trädslag. Rapporteringen omfattar även areal av *ex situ* bevarade genresurser och areal avsedd för fröproduktion, exempelvis fröplantager. Skogsstyrelsens data från 2014 visar att arealen för fröproduktion är 2 735 hektar, och arealerna för *in situ* och *ex situ* bevarande är 559 respektive 12.7 hektar¹⁹. Euforgen ser för närvarande över indikator 4.6.



Figur 4. Schematisk skiss över rapportering till FAO/Forest Research Assessment, FRA av indikator 4.6, för skogsgenetiska resurser. Rapporteringen avser areal *in situ* och *ex situ* bevarade genresurser, samt areal avsedd för fröproduktion, till exempel fröplantager.

¹⁷ Aichimål 13: By 2020, the genetic diversity of cultivated plants and farmed and domesticated animals and of wild relatives, including other socioeconomically, as well as culturally valuable species, is maintained, and strategies have been developed and implemented for minimizing genetic erosion and safeguarding the genetic diversity.

¹⁸ Aichimål 2.5: Senast 2020 upprätthålla den genetiska mångfalden av fröer, odlade växter, produktionsdjur och tamdjur samt deras besläktade vilda arter, bland annat med hjälp av välskött och diversifierade frö- och växtbanker på nationell, regional och internationell nivå. Främja tillträde till samt rimlig och rättvis fördelning av de fördelar som uppstår vid användning av genetiska resurser och därmed förknippad traditionell kunskap, i enlighet med internationella avtal.

¹⁹ FOREST EUROPE, 2015: FOREST EUROPE Liaison Unit Madrid, Spain [chapter "MCPFE Strasbourg Resolution 2: Conservation of Forest Genetic Resources" pp. 62-63].

4 Bevarande av skogsgenetiska resurser

Vikten av att bevara och hållbart bruka skogsgenetiska resurser blir allt större, bland annat som en följd av en ökad efterfrågan på och hårdnande konkurrens om skogens olika resurser och värden. Även klimatförändring och tilltagande hot från skadegörare är angelägna frågor som kopplar till skogsgenetiska resurser.

4.1 Skogligt genbevarande: från teori till praktik

Det alleuropeiska samarbetsprojektet EUFGIS²⁰ har formulerat riktlinjer för skogligt genbevarande. Beroende på såväl syftet med bevarandet som på trädslagets egenskaper identifierar EUFGIS olika slags skogsgenetiska resurser. Generellt gäller att antalet träd i genresursen bör vara så stort att beståndet har en tillräckligt hög genetisk variation för att undvika inavel och för att ha möjlighet att överleva och reproducera sig.

Det är inte resurseffektivt eller motiverat att med hjälp av DNA-analyser uppskatta mängden genetisk variation i en genresurs. Istället kan ett antal principer utifrån empiriska och teoretiska forskningsdata vägleda genbevarandet:

- Genetisk variation ökar med populationens storlek. I små populationer ökar risken för bland annat inavel, korsning mellan närbesläktade individer, vilket resulterar i en minskad genetisk variation.
- Trädslag med en vid geografisk utbredning har högre genetisk variation än trädslag med en snäv utbredning. En vid utbredning innebär att träden är genetiskt anpassade till sin lokala miljö.
- Vindpollinerade trädslag som gran, tall och björk sprider sina gener mycket lång väg. Generellt har de mer genetisk variation än insektpollinerade trädslag, som lind, lönn och fågelbär.
- Utkorsande trädslag, som gran och tall, har en högre genetisk variation än trädslag som är helt eller delvis självbefuktande, som lönn och lind.
- Trädslag med en omfattande vegetativ förökning, som asp och al, har mindre genetisk variation inom sina populationer än trädslag (de flesta inhemska) som förökar sig sexuellt.

4.2 Skogsstyrelsens in situ bevarande

Bakgrund

Det nationella behovet av att genbevara skogsträd framgick av Sveriges underlag till FAO:s rapport om skogsgenetiska resurser²¹. Sedan 2013 har Skogsstyrelsen

²⁰ Biodiversity International. European Information System on Forest Genetic Resources, EUFGIS, <http://portal.eufgis.org/> (Hämtad 2017-02-13).

²¹ Black-Samuelsson S. 2013. The state of forest genetic resources in Sweden. Report to FAO. Tillståndet för skogsgenetiska resurser i Sverige. Rapport till FAO. Skogsstyrelsen. Rapport 12, 2012. ISSN 1100-0295.

utvecklat en metod för att in situ bevara skogsträd. Bevarandet omfattar inhemska trädslag i biotopskyddsområden och sker utifrån EUFGIS principer. På detta sätt kan man bevara både naturmiljöer, trädslag och genetisk variation i samma områdesskydd. Fördelen är att träden kan anpassa sig till sin miljö och genresursen blir ett dynamiskt system som ständigt förändras i och med att vissa gener dör ut och nya tillkommer. Oavsett genresursens nivå av genetisk variation, sker en naturlig utveckling av den genetiska variationen som går att hantera och bevara²².

För att bevara skogsgenetiska resurser jämförde Skogsstyrelsen inledningsvis en rad kriterier för olika områdesskydd. Biotopskyddsområden var lämpliga för genbevarande, eftersom de är skyddade för all framtid. Deras stora spridning i Sverige i olika miljöer ökar möjligheten att bevara träd med olika uppsättningar av gener. En rättsutredning visade att det utifrån gällande lagstiftning var möjligt att genbevara. Inför den operativa starten beslutade Skogsstyrelsen om en strategi för genbevarande, utformade en blankett vid handläggning, utbildade medarbetare och anpassade IT-system för att hantera genbevarande i områdesskydd.

För att genbevara träd i ett biotopskyddsområde krävs en tillräckligt stor yta av, om möjligt, äldre skog som uppkommit genom naturlig förnyring. Träden bör i den mån det är möjligt att bedöma vara ursprungliga på växtplatsen. Detta gäller främst för gran och tall med tanke på deras omfattande skogsodling med förflyttat, förädlad och utländskt skogsodlingsmaterial. För att bevara så mycket som möjligt av trädslagets genetiska variation, bör genresurser i biotopskyddsområden vara fördelade över artens hela svenska utbredningsområde.

Genbevarande förutsätter kunskap om i vilka beståndsstorlekar reproducerande träd finns i ett biotopskyddsområde. Förnyring är en förutsättning för att träden långsiktigt ska fungera som genresurs. Vid behov måste naturvårdande skötsel vara möjlig för att säkerställa förnyring, men skötseln får inte innebära skada på naturmiljön i övrigt då det strider mot biotopskyddsbeslutet.

Tillsyn av genresurserna är planerat i samband med tillsyn av biotopskyddsområdet, då även behovet av naturvårdande skötsel bedöms. Det ungefärliga antalet reproduktiva träd i genresursen, deras vitalitet och eventuell naturlig förnyring är tänkt att bli bedömt vid tillsynen.

Resultat hittills

Skogsstyrelsen har satt upp minimimål för antal genresurser per trädslag för att bevara geografiskt spridda fraktioner av trädslagets genetiska variation²³. Minimimålen är satta till december 2016 och avser både antalet genresurser per trädslag och antalet träd i en genresurs. Genresurserna ska också representera trädslagets geografiska spridning i Sverige.

²² White TL, Adams WT & Neale DB. (Eds.). 2007. Gene conservation – in situ, ex situ and sampling strategies. Sid. 259 – 283 i Forest genetics. ISBN 978-0-85199-083-5.

²³ Strategi – Skogligt genbevarande i biotopskyddsområden. Skogsstyrelsen, 2013. Nr H-4/2013.

En utvärdering (februari 2017) av Skogsstyrelsens genbevarande under 2014–2016 visar att det finns 313 biotopskyddsområden med totalt 483 genresurser (*tabell 3*). Genbevarande förekommer i 40 procent av de biotopskyddsområden som beslutats. I 120 områden finns genresurser för fler än ett trädslag. Gran och tall dominerar med 154 respektive 92 genresurser.

Tabell 3. Resultat av Skogsstyrelsens bevarande av genetiska resurser av inhemska skogsträd i biotopskyddsområden beslutade under 2014–2016. Resultaten avser dels antal genresurser per trädslag, dels om genresurserna har en tillräckligt god fördelning inom trädslagets svenska utbredningsområde

Trädslag	Antal genresurser	Mål nått för antal genresurser	Fördelning av registrerade genresurser i landet
Avenbok	14	Ja	Mycket god
Bok	39	Ja	Mycket god
Gran	154	Ja	Mycket god
Skogsek	37	Ja	Mycket god
Tall	92	Ja	God
Asp	37	Ja	God
Ask	14	Ja	Inte tillräcklig
Klibbal	23	Ja	Inte tillräcklig
Skogsalm	7	Ja	Inte tillräcklig
Skogslind	9	Ja	Inte tillräcklig
Bergek	9	(Ja)	Inte tillräcklig
Glasbjörk	14	(Ja)	Inte tillräcklig
Fågelbär	5	Nära	Inte tillräcklig
Hassel	5	Nära	Inte tillräcklig
Gråal	6	Halvvägs	Inte tillräcklig
Lönn	3	Halvvägs	Inte tillräcklig
Sälg	3	Halvvägs	Inte tillräcklig
En	2	Nej	Inte tillräcklig
Hägg	2	Nej	Inte tillräcklig
Oxel	0	Nej	Inte tillräcklig
Rönn	2	Nej	Inte tillräcklig
Vårtbjörk	6	Nej	Inte tillräcklig
Idegran	0	Nej	Inte tillräcklig
Lundalm, vresalm	0	Nej	Inte tillräcklig

Minimimålen för antalet genresurser och deras fördelning i landet är nådda för avenbok, skogsek, bok och gran. För dessa trädslags finns inget behov av fortsatt genbevarande. Målen för antal genresurser är nådda för ask, asp, klibbal, skogslind, skogsalm, tall och är nästa nådda för bergek, fågelbär, glasbjörk och hassel. För samtliga dessa trädslag finns behov av ett fåtal genresurser i vissa delar av Sverige för att förbättra genresursernas fördelning inom utbredningsområdet. Gråal, lönn och sälg har kommit halvvägs till målen för antal genresurser och det finns fortsatta behov av genresurser i vissa delar av Sverige. En, hägg, idegran, lund- och vresalm, oxel, rönn och vårtbjörk har långt kvar till målen och genresurser saknas eller är för få i (stora) delar av landet.

Skogsstyrelsen rapporterar regelbundet in genresurserna till Eufgis dataportal²⁴. Hittills har 34 länder rapporterat in totalt 3 429 områden med 4 359 genresurser av totalt 101 trädslag till dataportalen (data från 13 februari 2017). Sverige står för nio procent av genresurserna. Endast Polen och Rumänien har rapporterat in fler genresurser. Den geografiska positionen för varje genresurs i EUFGIS, liksom åtskilliga andra data framgår i dataportalen (*tabell 4*).

4.3 Övrigt genbevarande

Ex situ bevarande

Ex situ bevarande sker i Skogsstyrelsens skogliga genbank. För gran finns klonarkiv (genbanksytor) på 3.2 hektar med totalt 225 ympar. För ek finns fyra genbanksytor med totalt 513 föräldraträd (139 kopior) på 8.5 hektar.

Indirekt genbevarande

Skogsstyrelsen kartlade 2004 omfattning och geografisk fördelning av indirekt skogligt genbevarande genom formellt naturskydd och skoglig hänsyn²⁵. Stora arealer skogsmark är skyddade genom främst nationalparker, naturreservat och biotopskyddsområden. Genom detta följer i praktiken ett genbevarande för många trädslag även om det, förutom för biotopskyddsområden, inte finns inskrivet i områdesskyddets syfte och eventuella skötselinstruktioner.

Naturreservatens stora areal och spridning i landet borgar för att även mer ovanliga trädslag kan genbevaras i tillräckliga populationsstorlekar. Dessutom kan naturreservaten bevara betydligt större populationer eller bestånd av samtliga trädslag jämfört med vad som är möjligt i biotopskyddsområden med sin begränsade yta. Generellt kan man förvänta sig att arealen av ett områdesskydd har ett positivt samband med trädslagets genetiska variation (antalet genvarianter eller grad av heterozygoti).

Skogsbruket avstår från att avverka vissa områden och enskilda träd som har identifierade att ha höga naturvärden. Det gäller skogliga impediment, nyckelbiotoper, frivilliga avsättningar och hänsyn vid avverkningar. En ny studie visar att frivilliga avsättningar är ett viktigt komplement till naturreservat vad gäller faktorer av betydelse för biologisk mångfald. De avser till exempel volym död ved, antal stora träd och volym av asp, rönn, och sälg²⁶. Skogligt genbevarande finns inte med som ett argument för att avstå från avverkning i dessa områden. I allmänhet bör ändå dessa områden och trädgrupper ha en betydande funktion för genbevarande, även om den är svår att kvantifiera. Till svagheter med dessa skyddsformer är främst att de inte är säkerställda över tid och att genresurser inte identifieras, varför de inte uppfyller internationella kriterier för genbevarande. Ett lagskydd finns dock genom Skogsvårdslagens 30 §, och Skogsvårdslagens 13 § för skogklädda impediment.

²⁴ Bioversity International. EUFGIS. EUFGIS: [http://portal.eufgis.org/search/simple/list/?tx_wfqbe_pi1\[country_name\]=Sweden](http://portal.eufgis.org/search/simple/list/?tx_wfqbe_pi1[country_name]=Sweden). Sveriges inrapporterade genresurser till dataportalen. Varje genresurs är utmärkt på karta och beskriven enligt vissa kriterier. (Hämtad 2017-02-13).

²⁵ Frank A & Bergquist J. 2004. Naturskydd och skogligt genbevarande. Skogsstyrelsen, Rapport 11, 2004.

²⁶ Simonsson P, Östlund L & Gustafsson L. 2016. Conservation values of certified-driven voluntary forest set-asides. *Forest ecology and management* 375: 249-258.

Tabell 4. Data för genresurser av bok och avenbok i ett biotopskyddsområde i Kristianstad. Uppgifterna kommer från den europeiska dataportalen för genresurser, EUFGIS. Totalt sett har 34 länder rapporterat in över 4 000 genresurser av drygt hundra trädslag. Sverige står för nio procent av genresurserna. Endast Polen och Rumänien har rapporterat in fler genresurser. Genresurs = gene conservation unit, GCU

Country of the unit	Sweden
Unit number:	SWE00013
National GCU number:	SK 95-2014
Department or county:	Skåne
Municipality:	Kristianstad
Local name:	Vånga
Latitude:	56°10'56.8554"N
Longitude:	14°23'32.7474"E
Restriction in making the geographical coordinates publically available:	0
Minimum elevation (m):	69
Maximum elevation (m):	111
Surface area of the unit (ha):	2.2
Ownership of the unit:	Private
Type and function of the unit:	Biodiversity conservation (habitats and/or species)
Year of collection of the field data entered:	2014
Year of the most recent visit:	2014
All tree species growing in the unit:	Carpinus betulus; Fagus sylvatica
Target species:	Fagus sylvatica
Year of establishment of the GCU	2014
Year of the most recent visit:	2014
Category of the population:	In situ
Origin of the material:	Autochthonous
Predominant silvicultural system:	No silviculture
Level of management allowed to favor the target species:	Minimum intervention allowed
Main reason for carrying out gene conservation for this species:	To conserve rare or endangered tree species with populations consisting of a low number of remaining individuals
Total number of reproducing trees per unit:	50 - 499
Distribution of the reproducing trees in the unit (multiple choice):	Scattered
Estimated share of the total area within the unit in which the species is occurring (%):	100

5 Brukande av skogsgenetiska resurser

Brukandet av skogsgenetiska resurser omfattar bland annat val av trädslag som används i skogsbruket, använd föryngringsmetod, röjningars och gallringars effekter på trädslagsblandning, förädlingsverksamhet och produktion av skogsodlingsmaterial. Skogsstyrelsen har sedan 2015 behandlat dessa frågor i kunskapsplattformen för skogsproduktion²⁷, i en rapport om klimatanpassning i skogsbruket²⁸ och i en kunskapssammanställning om vegetativt förökad skogsodlingsmaterial²⁹. Delar av innehållet i detta avsnitt är hämtat från dessa publikationer. Kapitlet behandlar inte hur röjning, gallring och föryngringsavverkning kan påverka skogsträdens genetiska variation.

5.1 Data över skogsodling

I Sverige finns ett trettiotal inhemska skogsträd. Av dessa dominerar tall (volymandel 41,0 procent), gran (39,1 procent), och björk (12,4 procent) på all mark i Sverige. Volymandelen av övriga trädslag är betydligt lägre, de vanligast förekommande är asp (1,7 procent), al (1,5 procent) och ek (1,2 procent). Volymandelen av alm och ask är endast 0,1 procent av respektive trädslag.

Föryngringsmetod

Skogsstyrelsens data över föryngringsmetoder visar att plantering är den dominerande föryngringsmetoden och att naturlig föryngring stadigt har minskat sedan 1999–2001 (*tabell 5*). Treårsmedeltalen för naturlig föryngring med tall med fröträd har minskat markant i hela Sverige från 33 procent under 1999–2001 till 16 procent under 2013/2014–2015/2016³⁰.

Under samma period ökade planteringen från 64 procent till 78 procent. Även sådden ökade, främst i norra Norrland, från 0 procent till 4 procent. Andelen godkända föryngringar enligt skogsvårdslagen har ökat för olika föryngringsmetoder³¹. Statistik för andel av inga aktiva föryngringsåtgärder är lite osäker men ligger stabilt i hela landet på ungefär 3 procent.

²⁷ Bergquist J, Edlund E, Fries C, Gunnarsson S, Hazell H, Karlsson L, Lomander A, Näslund B-Å, Rosell S & Stendahl J. 2016. Kunskapsplattform för skogsproduktion - Tillståndet i skogen, problem och tänkbara insatser och åtgärder. Skogsstyrelsen Meddelande 1, 2016.

²⁸ Eriksson H, Bergqvist J, Hazell P, Isacson G, Lomander A & Black-Samuelsson S. 2016. Effekter av klimattförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket. Skogsstyrelsen, Rapport 2, 2016.

²⁹ Black-Samuelsson S. 2015. Vegetativt förökad skogsodlingsmaterial. Skogsstyrelsen, Rapport 3, 2015.

³⁰ Eriksson A. 2016. Skogsstyrelsen. Statistiska meddelanden. JO0311 SM 1601. Återväxternas kvalitet.

³¹ Fries C, Bergquist J & Svensson L. 2013. Förändringar av återväxtkvalitet, val av föryngringsmetoder och trädslaganvändning mellan 1999 och 2012. Skogsstyrelsen. Rapport 2, 2013.

Tabell 5. Använd förnygringsmetod (%), som andel av avverkad areal (%), med fördelning på regioner och ägarklass. Förnygringar inventerade 2012/2013–2014/2015¹

Landsdel	Ägarklass ²	Plantering	Naturlig förnygring	Sådd	Ingen åtgärd
Norra Norrland	Alla	72	18	10	1
Södra Norrland ³	Alla	79	16	3	2
Svealand ⁴	Alla	80	17	1	2
Götaland	Alla	81	13	0	6
Hela landet	Enskilda ägare	75	19	2	4
	Övriga	80	13	6	1
	Alla	78	16	4	2
3-årsmedeltal⁵					
	1999–2001	64	33	0	3
	2000–2002	60	37	0	3
	2001–2003	59	38	1	3
	2002–2004	60	37	1	2
	2003–2005	62	34	1	3
	2004–2006	64	31	1	3
	2005–2007	66	29	1	4
	2006–2008/2009	71	24	2	3
	2007–2009/2010	72	22	3	3
	2008/2009–2010/2011	74	20	2	3
	2009/2010–2011/2012	73	20	5	3
	2010/2011–2012/2013	75	18	5	2
	2011/2012–2013/2014	74	18	6	2
	2012/2013–2014/2015	78	16	4	2

¹ Avser förnygringsavverkningar utförda 2004/2005–2006/2007 i Norrland samt 2006/2007–2008/2009 i Svealand och Götaland;

² Ägarklassificering enligt bilaga i Skogsstatistisk årsbok;

³ Inklusive Dalarna och Torsby kommun;

⁴ Exklusive Dalarna och Torsby kommun;

⁵ Från och med 2008 används avverkningssäsongen 1/7–30/6 istället för kalenderår som inventeringsperiod, därav ändringen i beteckning. Källa: Skogsstyrelsen, Återväxternas kvalitet (JO0311), Återväxtuppföljning (tidigare benämnt Polytax P5/7).

Antalet producerade skogsplantor

Skogsstyrelsens gör årligen en undersökning³² över antalet producerade skogsplantor (*tabell 6*). I snitt var cirka 347 miljoner skogsplantor producerade per år under 1998–2016. Gran dominerade med i medeltal 199 miljoner plantor (171–236 miljoner per år), följt av tall med i medeltal 129 miljoner plantor (115–157 miljoner per år).

Av övriga barrträd var drygt 15 miljoner plantor producerade per år, främst av contortatall. Produktionen av övriga lövträd främst björk, låg under perioden på i medeltal 2,9 miljoner plantor per år. En trend är att produktionen av granplantor har ökat från 1999 fram till toppnivån 2008, och att nivåerna därefter varit mellan 172 och 227 miljoner plantor årligen.

³² Eriksson A. 2016. Skogsstyrelsen. Statistiska meddelanden. JO0313 SM 1601. Produktion av skogsplantor.

Tabell 6. Antalet (miljoner) producerade skogsplantor av olika trädslag i Sverige under perioden 1998–2016. Data från Skogsstyrelsens årliga plantundersökning.

I övriga barrträd ingår främst sitkagran, lärk och Douglasgran

År	Tall	Gran	Contorta	Övriga barrträd	Björk	Övriga lövträd	Totalt
2016	157	172	8,6	4,1	1,6	1,7	344,8
2015	145	182	9,3	4,6	1,7	1,7	344,2
2014	149	200	12	5,2	1,6	2	369,2
2013	138	216	16,1	7	1,4	2,5	380,9
2012	129	217	18	7	1,3	2,2	374,1
2011	133	225	16,2	7,3	0,9	1,9	384,0
2010	124	219		22,3		2,9	368,5
2009	127	227		23		3,5	380,3
2008	127	236		17,6		3	383,4
2007	117	232		15		3,4	367,1
2006	117	199		12		2,7	330,7
2005	125	194		10,5		1,4	330,9
2004	126	188		10		2	326,0
2003	119	186		11		3,1	319,1
2002	115	172		10		2,8	299,8
2001	124	172		12		3	311,0
2000	125	187		11		2,9	325,9
1999	124	171		8		1,8	304,8
1998	139	188		10		2,8	339,8

Plantmaterialets förädlingsnivå

I Skogsstyrelsens samverkansprocess för skogsproduktion ingår frågan om att öka skogsproduktionen genom att använda förädlad skogsodlingsmaterial. Skogsträdsförädlingen avser främst egenskaper som styr trädens överlevnad, vitalitet, tillväxt och virkeskvalitet. Förädlingens syfte är att öka den genomsnittliga förbättringen av avkomman jämförd med ursprungspopulationen (genetisk vinst). Genetiska förädlingsnivåer är ofta angivna som procentuell vinst eller mertillväxt jämfört med den vinst man skulle ha fått genom att använda det lokala skogsodlingsmaterialet genom självföryngring. Den genetiska vinsten är skattad genom mätningar i avkommeprovningar eller klontester.

Andelen förädlade plantor (från plantager) av tall och gran vid skogsföryngring har enligt Skogsstyrelsens statistik ökat stadigt under 2000-talet (*tabellerna 7 och 8*). För tall utgör förädlade plantor sedan 2012 över 90 procent av den totala plantproduktionen, uteslutande från svenska plantager. Endast norra Norrland saknar fröförsörjning av förädlad, tillräckligt hårdigt plantmaterial.

För gran har andelen förädlad material från svenska och utländska fröplantager sedan 2001 legat mellan 37–77 procent. Andelen frö från svenska och utländska bestånd har under samma period minskat. Produktionen av förädlad gran har ökat stadigt sedan 2001. Den årliga variationen för svenskt plantagefrö av gran beror främst på oregelbunden blomning och skador på blommor, kottar och frön.

Tabell 7. Andel av skogsplantor av tall fördelade på fröets härkomst.

Beståndsfrö omfattar frö från godkända frötäktbestånd och frötäktsområden samt icke godkända frökällor för användning på egen mark

År	Plantage		Bestånd		Inte angivet
	Svenskt	Utländskt	Svenskt	Utländskt	
2016	95	0	4	0	0
2015	94	0	5	0	0
2014	95	..	5	0	0
2013	91	0	8	0	.
2012	90	0	10	.	.
2011	83	0	15	.	2
2010	85	0	14	0	0
2009	81	0	18	1	0
2008	83	0	16	1	.
2007	80	.	20	.	.
2006	78	.	22	.	.
2005	68	.	24	.	9
2004	74	.	26	.	.
2003	81	.	19	.	.
2002	63	.	37	.	.
2001	60	.	36	.	4

Tabell 8. Andel av skogsplantor av gran fördelade på fröets härkomst.

Beståndsfrö omfattar frö från godkända frötäktbestånd och frötäktsområden samt icke godkända frökällor för användning på egen mark

År	Plantage		Plantage Summa	Bestånd		Bestånd Summa	Inte angivet
	Svensk	Utländskt		Svenskt	Utländskt		
2016	62	7	69	17	10	27	4
2015	62	10	72	18	7	25	3
2014	67	10	77	16	7	23	.
2013	69	5	74	12	13	25	0
2012	69	7	76	10	15	25	0
2011	57	5	62	9	22	31	7
2010	59	5	64	13	19	32	4
2009	56	6	62	13	24	37	0
2008	47	7	54	15	32	47	.
2007	48	1	49	14	37	51	.
2006	47	2	49	17	34	51	.
2005	50	12	62	21	17	38	.
2004	50	1	51	25	22	47	7
2003	45	3	48	23	27	50	2
2002	41	2	43	23	32	55	2
2001	36	1	37	33	26	59	4

5.2 Aspekter på föryngringsmetod och trädslagsval

Enligt Skogsstyrelsens statistik minskar den naturliga föryngringen kraftigt, särskilt metoder där fröträd/skärträd är lämnade från den gamla skogen för att beså marken. Det leder till en minskad variation i framtida skogar: fröträd/skärträd ger en mjukare övergång mellan skogsgenerationer, där flera av den gamla skogens arter kan leva. Naturlig föryngring innebär samtidigt att föryngringsfasen får ett utseende som kan uppfattas mer tilltalande för allmänheten än plantering.

Regeringen efterlyste i propositionerna 1992/93:226 och 2013/14:141 en ökad variation i brukad skog. Den nuvarande trenden med en minskad naturlig föryngring bidrar inte till denna intention. Även beståndsvårdsåtgärder som röjning och gallring, särskilt röjning, har en stor inverkan på den framtida skogen.

En annan tydlig trend inom skogsbruket är att förenkla trädslagsvalet. Gran dominerar i söder som en följd av främst viltskador, och tall dominerar i norr. Konsekvensen är att betydande arealer domineras av ett trädslag som i många fall är mindre lämpligt för marktypen i produktionssynpunkt. Detta riskerar att förvärra problem med viltbete, ger en låg riskspridning och kan skapa problem kring skogens sociala och ekologiska värden.

Konsekvenser av en förändrad användning i föryngringsmetod och trädslagsval behandlas mer fylligt av Skogsstyrelsen, bland annat i SKA 15³³, kunskapsplattformen för skogsproduktion, och i rapporter om klimatanpassning och om förändringar i återväxtkvalitet, föryngringsmetoder och trädslagsanvändning³⁴.

Den framtida skogens utseende beror inte enbart av valda föryngringsåtgärder och trädslagsval. De uppföljande beståndsvårdsåtgärderna, till exempel röjning och gallringar (särskilt första gallring), har en stor inverkan på den framtida skogens utseende. Merparten av detta arbete är utfört av entreprenörer och bristfälliga instruktioner och uppföljningar samt kostnadspress innebär ofta att möjligheter till att skapa variation avseende trädslag går förlorade.

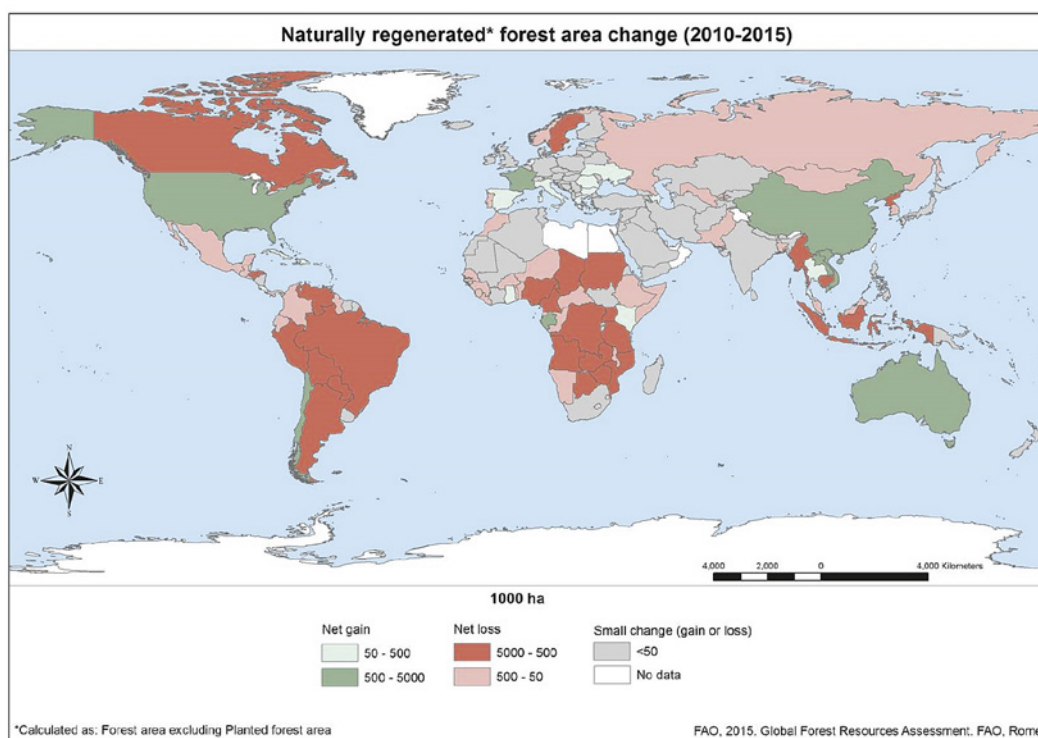
Den höga andelen plantering i Sverige leder till en minskad areal naturligt uppkommen skog. Detta har uppmärksammats internationellt, bland annat under World Forest Congress i Sydafrika, där resultat från Forest Resources Assessment, FRA 2015 presenterades (*figur 5*)³⁵. Sveriges plantering observerades även av FN:s ekonomiska kommission för Europa, UNECE i studien ”SEMAFOR”³⁶.

³³ Claesson S, Duvemo K, Lundström A & Wikberg P-E. Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15. Skogsstyrelsen & SLU. Skogsstyrelsen Rapport 10, 2015. Best nr 1873.

³⁴ Fries C, Bergquist J & Svensson L. 2013. Förändringar i återväxtkvalitet och val av föryngringsmetoder och trädslagsanvändning mellan 1999 och 2012. Skogsstyrelsens Rapport 2, 2013. ISSN 1100–0295. Best Nr 1853.

³⁵ Förändringen av naturligt uppkommen skog under 2010–2015 är jämförbar i Finland och Sverige. Skillnaden mellan ländernas resultat beror främst på hur FRA-enkäten har besvarats. Förändringarna analyserades 2010 och 2015. I Sveriges enkätsvar 2013 skrevs utvecklingen fram till 2015, medan Finland gav samma svar som 2010. Skillnaderna i hantering, vilka båda är acceptabla enligt FAO, förklarar varför Sverige 2010–2015 minskade arealen naturligt uppkommen skog (234 000 hektar per år), medan arealen i Finland var oförändrad. Under föregående period (2005–2010) var minskningen 228 000 hektar per år i Finland, att jämföra med 281 000 hektar per år i Sverige.

³⁶ SEMAFOR, discussion paper 2016. Pilot project on the System for the Evaluation of the Management of Forest www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/meetings/20160321/Semafor-for-web.pdf



Figur 5. Karta som visar minskning/ökning av naturligt uppkommen skog, genom naturlig expansion eller via naturlig förnyring efter avverkning. Kartan bygger på data från FAO, Forest Research Assessments FRA 2015, och visades vid World Forest Congress 2016³⁷. Sverige är det land i Europa som har den största minskningen av naturligt uppkommen skog.

5.3 Förädlingsverksamhet

Förädlingsprogram

Genetiska skillnader mellan individer utgör grunden för all evolution och anpassning. Det är också grunden för en uthållig skogsträdsförädling. Förädlingen är en viktig del i att öka virkesproduktionen³⁸. Den högre tillväxten hos förädlad material innebär att gallringar kommer tidigare och omloppstiden är kortare. Ekonomiska kalkyler visar på god lönsamhet på de allra flesta markerna³⁹.

Skogsträdsförädling syftar till att selektera de genetiskt bästa träden, plusträd, vilka uppvisar goda egenskaper. Plusträd är testade i avkommeförsök i fält för att undersöka i vilken omfattning goda egenskaper är nedärvda från föräldrar till avkomma. Genom att korsa, testa och göra urval av plusträd är förädlingen upprepad i generation efter generation. I varje generation väljer man ut de bästa individerna till massförökning, vilket oftast sker i fröplantager. Fröet är använt i plantskolor för att producera skogsplantor. Fröplantager är ofta anlagda på åkermark och är intensivt skötta för att ge en hög fröproduktion. Fröplantagerna har en livslängd på cirka 40 år och en produktionsfas som ligger ungefär 15–20 år efter framstegen i förädlingspopulationerna. Vid anläggningen uppförökar man ett antal tiotal plusträd vegetativt genom ympar eller sticklingar.

³⁷ www.slideshare.net/FAOoftheUN/how-have-forests-changed-results-from-fra-2015

³⁸ Rosvall O & Lundström A. 2011. Förädlingseffekter i Sveriges skogar. Kompletterande scenarier till SKA-VB 08. Skogforsk. Redogörelse 1–2011. 30 s.

³⁹ Rosvall O, Andersson Gull B, Berlin M, Högberg K-A, Stener L-G, Jansson G, Almqvist A & Westin J. 2016. Skogsskötselserien nr 19, Skogsträdsförädling. Skogsstyrelsen.

Idag använder man ofta frökällor från den andra omgångens fröplantager. De omfattar cirka 250 hektar tall och 230 hektar gran. Det svenska förädlingsprogrammet⁴⁰ är främst inriktat på tall och gran eftersom dessa trädslag dominerar skogsodlingen. Långsiktiga förädlingsprogram finns även för contortatall och vårtbjörk. I begränsad utsträckning finns fröplantager av bland annat ask, bok, ek, lind och lönn med fenotypiskt utvalda plusträd. Förädlingsinsatser för dessa trädslag görs intermittent vid vissa tidpunkter. I och med klimatförändringar och/eller ändrade mål med skogsbruket ökar behovet av skogsodlingsmaterial av fler barr- och lövträd än vad som finns idag.

I början av 2000-talet anlades den tredje omgången fröplantager. Plantor från dessa är beräknade att nå full produktion år 2020 och ge i snitt 25 procent högre produktion jämfört med lokalt beståndsfrö. De frökällor av bland annat fröplantager och klonblandningar som Skogsstyrelsen har godkänt för handel är redovisade i Rikslängden. Areal av fröplantager och frötäktsbestånd, vilka är använda i varierande utsträckning för fröproduktion, framgår av *tabell 9*.

Förädlingsprogrammen för gran och tall är dimensionerade för att försöka bevara genvarianter (alleler) i frekvenser på över 1 procent. Anledningen är att relativt sett vanliga alleler bidrar mest till genetisk variation, medan alleler som förekommer i mycket liten eller mycket hög frekvens inte bidrar lika mycket till variationen.

I förädlings-sammanhang beskriver man mängden genetisk variation utifrån allelrikedom, det vill säga frekvensen av genvarianter vid ett urval av loci (platser på DNA) som ett mått på kvantitativt genetisk variation. Allelrikedomen är bestämd av på vilket sätt och hur många plusträd som ingår i förädlingsprogram, och i vad mån dessa plusträd får föra sina gener vidare till nya generationer. Plusträden fångar in ett stickprov av genvarianter, där större stickprov innebär att fler mindre vanliga alleler ingår.

Ett annat mått på variationen är antalet olika genuppsättningar, den genotypiska variationen, som omfattar hela arvsmassan. Eftersom varje träd är en egen genotyp med specifika egenskaper, är den genotypiska variationen oändligt mycket större än den genetiska variationen och fler kloner behövs därmed för att bevara fraktioner av genotypisk variation. Vilka genvarianter och genotyper som kan ha ett potentiellt värde för ekonomi, miljö, vetenskap eller samhälle, är till stora delar okänt. Därför går det exempelvis inte att säga att den genetiska variation som är bevarad i skyddade områden är tillräcklig för att möta miljöförändringar.

Kunskapsläget kring förädlad material

Konsekvenserna av skogsodling med förädlad gran och tall på den nivå som sker idag är i många avseenden fortfarande relativt outforskade. Ett exempel är hur pollen från förädlade och förflyttade provenienser påverkar naturligt föryngrad skog. Sverige har länge haft en omfattande import och införsel av frö⁴¹, i Götaland är en stor andel av granen idag av utländskt ursprung. Även om den

⁴⁰ Rosvall O (Ed.) 2011. Review of the Swedish tree breeding programme. Skogforsk. ISBN: 978-91-977649-6-4.

genetiska variationen är fortsatt stor, kan mindre vanliga genvarianter minska eller försvinna. Detta var emellertid inte fallet i en studie från norra Sverige på gran: här rapporterades en hög genetisk variation och en låg och ”ostrukturerad” släktskapsnivå mellan förädlingspopulationerna⁴².

På sikt förväntas pollen från förädlade och förflyttade provenienser av gran och tall alltmer påverka naturligt föryngrad skog. Det kan innebära att inslaget av genetiskt material av lokalt ursprung minskar även efter självföryngring⁴³, på samma sätt som är fallet med gran i Götaland idag. Hittills finns en studie av tall i norra Sverige⁴⁴. Här befanns graden av inavel och andelen sällsynta och unika genvarianter vara likartad i naturskogar och i planterade och fröträdsföryngrade skogar.

Mycket få vetenskapliga studier relevanta för svenska förhållanden belyser vilken inverkan ett förädlat material har på biologisk mångfald på bestånds- och landskapsnivå^{45,46,47}. Studier från boreala barrskogar visar mer övergripande på skogsbrukets negativa effekter för olika organismgrupper, där främst skogsbrukets utformning bedöms ha starkast negativ inverkan på skogens arter⁴⁸. Med tanke på den ökande användningen av förädlat material är det viktigt både att förhålla sig till bristen på denna typ av studier, och att öka kunskapen i området. För att bättre förutsäga och förstå konsekvenserna av skogsodling med förädlat material behövs även studier till exempel på genspridning och genetisk variation, på bestånds- och landskapsnivå.

⁴¹ Myking T, Rusanen M, Steffenrem A, Dahl Kjær E & Jansson G. 2016. Historic transfer of forest reproductive material in the Nordic region: drivers, scale and implications. *Forestry* 2016; 89, 325–337, doi:10.1093/forestry/cpw020

⁴² Androsiuk P, Shimono A, Westin J, Lindgren D, Fries A & Wang X-R. 2013. Genetic status of Norway spruce (*Picea abies*) breeding populations for northern Sweden. *Silva Genetica* 62: 127-136.

⁴³ Rosvall O, Andersson Gull B, Berlin M, Högberg K-A, Stener L-G, Jansson G, Almqvist A & Westin J. 2016. Skogsskötselserien nr 19, Skogsträdsförädling. Skogsstyrelsen.

⁴⁴ García Gil MR, Floran V, Östlund L, Mullin T & Andersson Gull B. 2015. Genetic diversity and inbreeding in natural and managed populations of Scots pine. *Tree Genetics & Genomes* 11: 28. doi:10.1007/s11295-015-0850-5.

⁴⁵ Sonesson J, Bradshaw R, Lindgren D & Ståhl P. 2001 Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. SkogForsk Report 1.59 pages.al

⁴⁶ Lindgren D. 2010. Genetisk variation och skaderisker. Bilaga 5 till Skogsforsk uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883. Redaktörer Bo Karlsson och Ola Rosvall.

⁴⁷ Rosvall O, Andersson B, Högberg K-A, Stener L-G, Jansson G, Almqvist C & Westin J. 2010. Skogsträdsförädling. Skogsskötselserien nr 19. Skogsstyrelsen.

⁴⁸ Larsson A. (red) 2011. Tillståndet i skogen – rödlistade arter i ett nordiskt perspektiv. ArtDatabanken Rapporterar 9. ArtDatabanken SLU, Uppsala.

Tabell 9. Areal av inhemska och främmande trädslag av fröplantager och frötäcksbestånd avsedda för fröproduktion, samt areal som bevaras *in situ* (biotopskyddsområden) och *ex situ* (Skogsstyrelsens skogliga genbank). Uppgifterna är från 2017

Trädslag	Areal (i hektar)		
	Fröproduktion	<i>In situ</i> genbevarande	<i>Ex situ</i> genbevarande
Ask	42		
Asp			12.6
Avenbok	10	15.4	
Bergek	41	14	
Bok	441	21.6	
Contortatall	749		
Douglasgran	2		
Ek	556	5	8.5
Fågelbär	8		
Glasbjörk	76	11	
Gran	470	129	3.2
Gråal	3		
Hybridlärk (två arter)	23		
Japansk lärk	1		
Klibbal	108	0.7	
Lind	74		
Lundalm	14		
Lönn	5		
Rödek	4		
Kustgran	2		
Sitkagran	3		
Skogsalm	10		
Sykomorlönn	5		
Tall	1 957	400	
Vårtbjörk	162		
Totalt	4 766	559	12.7

5.4 Anpassning till klimatförändringar och skadegörare

Skogsträdens naturliga anpassning till ändrade miljöförhållanden går avsevärt långsammare än klimatförändringen. Både kända och hittills okända skadegörare ställer höga krav på att utveckla skogsodlingsmaterial med goda resistensegenskaper. Anpassning av förädlad skogsodlingsmaterial att klara klimatförändringar och skadegörare är därför ett viktigt fokus för skogsträdsförädlingen⁴⁹. På kort sikt tas hänsyn till klimatförändringen genom att justera rekommendationerna för användning⁵⁰. På lång sikt selekterar man

⁴⁹ Berlin ME, Persson T, Jansson G, Haapanen M, Ruotsalainen S, Barring L & Andersson Gull B. 2016. Scots pine transfer effect models for growth and survival in Sweden and Finland. *Silva Fennica* 50(3). Article ID 1562.

⁵⁰ Skogforsk. Kunskapsbanken – Bättre klimatanpassning i nya Plantval. 2016-10-18. /www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2016/battre-klimatanpassning-i-nya-plantval/ (Hämtad 2017-05-02).

avelsträd i förädlingsprogram vilka är bedömda att i vissa egenskaper ha en bred anpassning och hög vitalitet till nya kombinationer av breddgrad och temperaturklimat.

Sjukdomar på träd är resultatet av ett komplext samspel mellan skadegörare, värdträd och deras livsmiljö. Skadegörare har olika strategier för att angripa värdträden och värdträden kan ha utvecklat olika försvarsmekanismer för att motverka angrepp. Dessutom påverkar miljön där träden och skadegörarna befinner sig hur sjukdomen på träden utvecklas⁵¹.

I förädlingsprogrammen väger man in föräldraträdens resistens eller motståndskraft mot olika biotiska och abiotiska faktorer i viss utsträckning. Sambandet med trädets tillväxt kan vara både positiv och negativ beroende på skadegörare och skademekanism. Eftersom trädens resistensmekanismer är så pass komplicerade är det mycket svårt att i ett förädlingsprogram förädla för resistens mot flera olika skadegörare. Detta är en förklaring till varför kunskapen om de flesta trädslagens resistens mot skadegörare är begränsad. Ett undantag är resistensstudier på gran för skadesvampen rotticka, där rotröta leder till stora ekonomiska förluster i skogsbruket.

Forskningsstudier visar exempelvis på genetisk variation i resistens mot törskatesvamp mellan avkommor från olika plusträd i tallfröplantager. Vidare visar bland annat svenska forskningsresultat att vissa kloner av ask har en signifikant högre motståndskraft än andra mot askskottsjukan och att motståndskraften att insjukna verkar stabil över tid.

Klimatförändringarna förväntas förändra skadebilden för skogsträden framöver så att redan kända skadegörarna får ändrade förutsättningar att etablera och sprida sig⁵², ⁵³. Kunskapsbrist om samband mellan skogsträdens genetiska variation och deras utsatthet för, eller motståndskraft mot, olika skadegörare är viktig att beakta. Med nuvarande omfattande globala handel introduceras sannolikt nya skogsskadegörare i Sverige. Redan förekommande svampar och andra mikroorganismer kan bilda utveckla nya patogener⁵⁴. Förutsättningar även för insektskadegörare förändras på ett komplext och okänt sätt när nya arter kommer in i etablerade system⁵⁵.

Med tanke på klimatförändringar och ökande hot från skadegörare är skogsodling med flera trädslag en bra metod för att sprida risker i skogsbruket, vilket

⁵¹ Witzell J m. fl. 2009. Skogsskötselserien del 12, Skador på skog. Bilaga. Skogsstyrelsen. www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-12-skador-pa-skog.pdf

⁵² Stenlid S, Oliva J, Boberg JB & Hopkins AJM. 2011. Emerging Diseases in European Forest Ecosystems and Responses in Society. *Forests* 2: 486–504. DOI:10.3390/f2020486.

⁵³ Santini, Ghelardini L, de Pace C, Desprez-Loustau ML, Capretti P, Chandelier A, Cech T, Chira D, Diamandis S & Gaitniekis T. 2013. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytologist* 197: 238–250.

⁵⁴ Boberg J, Klapwijk M, Stenlid J & Björkman C. 2014. Skadegörarna utmanar skogen. Syntes från Future Forests. SLU.

⁵⁵ Klapwijk MJ, Csóka G, Hirka A & Björkman C. 2013. Forest insects and climate change: long-term trends in herbivore damage. *Ecology and Evolution*. 3: 4183–4196.

allmänheten stödjer, enligt en ny forskningsartikel⁵⁶. Även inom ett trädslag är det viktigt att om möjligt använda sig av olika för lokalen lämpliga frökällor med en bred genetisk variation, av såväl förädlat som oförädlat material. Både en variation i val av skogsodlingsmaterial, liksom i föryngringsmetod bidrar troligtvis till att öka skogsträdens möjlighet att överleva och anpassa sig till klimatförändringar och skogsskador.

5.5 Ansvar för förädlingsfrågor

Framför allt Skogsstyrelsen och Skogforsk har ansvar för frågor om förädlat skogsodlingsmaterial. Skogforsk⁵⁷ är det svenska skogsbrukets forskningsinstitut, finansierat av skogsnäringen och staten. Skogforsk tillför tillämpbara kunskaper, tjänster och produkter som bidrar till ett lönsamt, hållbart svenskt skogsbruk och på så sätt säkerställa viktiga samhällsmål. Skogforsk förser skogsbruket med frö och plantmaterial, utvecklar nya metoder för behandling och odling av plantor samt ger råd om frö och plantor. Skogforsk ansvarar för skogsträdsförädlingen i Sverige, i första hand för tall, gran, contorta och björk. Skogforsk tar fram skogsträd med bättre tillväxt, virkeskvalitet och motståndskraft för att skapa beredskap för framtida klimat- och miljöförändringar.

Skogsstyrelsen är den skogliga myndigheten. Skogsstyrelsen har ett övergripande ansvar att föra ut svensk skogsolitik, produktions- och miljömålet, och se till att den blir förverkligad i praktiken av de som äger och brukar skogen. Som sektorsansvarig myndighet samverkar Skogsstyrelsen med skogsbruk och miljövard för en uthålligt god avkastning och en rik och varierande skogsmiljö. Skogsstyrelsen är behörig myndighet för skogsodlingsmaterial och föreskriver bland annat om regler för att anlägga skog⁵⁸ (se *kapitel 6 om styrmedel*).

⁵⁶ Eriksson L, Björkman C & Klapwijk MJ. 2017. General Public Acceptance of Forest Risk Management Strategies in Sweden. Comparing Three Approaches to Acceptability. *Environment and Behavior* 1–28, 2017.

⁵⁷ Skogforsk. www.skogforsk.se. (Hämtad 2017-05-02).

⁵⁸ 7 § skogsvårdslagen: Om det är påkallat från skogsvårdssynpunkt, får regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer meddela föreskrifter som förbjuder eller ställer upp villkor för användning av visst slag av skogsodlingsmaterial vid anläggning av skog. Även 7 § skogsvårdsförordningen: Skogsstyrelsen får meddela föreskrifter om 1. föryngringsmetod, markberedning, sådd, plantering, vård av plantskog och andra åtgärder som behövs för att trygga återväxten.

6 Styrmedel

6.1 Politikområdet

Politikområdet om genetisk variation inleddes 1993 med konventionen om biologisk mångfald. Konventionen lade grunden för nationerna att själva ta ansvar för att bevara och hållbart bruka genetiska resurser. Vid konventionens 10:e partsmöte i Nagoya 2010 antogs den strategiska planen för biologisk mångfald 2011–2020, inklusive Aichimålen. Flera mål rör en förbättrad status för biologisk mångfald genom att skydda ekosystem, arter och genetisk variation.

I oktober 2014 trädde Nagoyaprotokollet i kraft och därmed en ny EU-förordning om åtgärder för användarnas efterlevnad av Nagoyaprotokollet⁵⁹. Nya nationella bestämmelser för användare av genetiska resurser gäller från den 15 oktober 2015.

Den paneuropeiska skogspolitiska processen Forest Europe verkar för att bevara och hållbart bruka skogsgenetiska resurser. Inom ramen för Forest Europe har den alleuropeiska organisationen Euforgen⁶⁰ i över 20 års tid underlättat samarbetet om skogsgenetiska resurser i Europa. Skogsstyrelsen har deltagit i Euforgens verksamhet från start.

Skogsträdens genetiska variation berörs i det skogspolitiska miljömålet: ”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”. Även miljökvalitetsmålet *Levande skogar* omfattar genetisk variation. En av preciseringarna innebär att naturtyper och naturligt förekommande arter knutna till skogslandskapet har gynnsam bevarandestatus och tillräcklig genetisk variation inom och mellan populationer. En motsvarande precisering finns i miljökvalitetsmålet *Ett rikt växt- och djurliv*.

6.2 Lagstiftning

Skogsstyrelsen får enligt skogsvårdslagens 6 § meddela föreskrifter om föryngringsmetod, markberedning, sådd, plantering, vård av plantskog och andra åtgärder för att trygga återväxten. Användning av och handel med skogsodlingsmaterial regleras i 7 § skogsvårdslagen. Skogsstyrelsen får enligt skogsvårdsförordningens 8 § meddela föreskrifter om vilket skogsodlingsmaterial som får användas inom olika områden och vilka villkor som ska gälla för användningen.

Enligt föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagens 7 §, får endast skogsodlingsmaterial användas 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

⁵⁹ Europaparlamentets och Rådets förordning (EU) nr 511/2014 om tillträde till och rimlig och rättvis fördelning av vinster från utnyttjande av genetiska resurser i unionen.

⁶⁰ EUFORGEN. European Forest Genetic Resources Programme. www.euforgen.org/ (Hämtad 2017-05-02).

tas till odlingslokalens klimat och förutsättningar för skogsodling i övrigt. Användningsregler finns för bok, vårtbjörk och ek, och för vilka härkomstlatituder som material från tall- och granfröplantager ska ha vid skogsodling. Vidare finns föreskrifter för användning av vegetativt förökat material; max 5 procent av en brukningsenhet får vara bevuxen med vegetativt förökat material, dock är alltid högst 20 hektar tillåtet.

Regelverket för handel med skogsodlingsmaterial (SKSFS 2002:2) är baserat på ett EU-direktiv (1999/105/EG). Reglerna innebär bland annat att skogsodlingsmaterial som saluförs ska komma från en godkänd frökälla och åtföljas av dokumentation om dess identitet och härkomst, inklusive stambrevsnummer.

Areell omfattning, geografisk utbredning och koncentration av främmande trädslag regleras i föreskrifter och allmänna råd till 9 § skogsvårdsförordningen: användning får endast ske i undantagsfall och inte i fjällnära skog. På arealer större än 0,5 hektar ska skogsodling med främmande trädslag anmälas. Särskilda restriktioner finns för contortatall, bland annat förbud mot användning i höjdlägen i norra Sverige, förbud mot användning i Götaland och delar av Svealand samt förbud mot användning närmare än en km från nationalparker och naturreservat.

För ädellövskog behövs enligt skogsvårdslagen 22–27 §§ 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 brukningsenheten.

Enligt skogsvårdsförordningen 31 § finns möjlighet göra en miljöanalys av vilken inverkan ett nytt skogsodlingsmaterial har på miljön, om verksamheten avses pågå i nämnvärd omfattning eller i miljöer som är särskilt känsliga. Hittills finns inga beslut om miljöanalys av främmande trädslag eller annat skogsodlingsmaterial.

6.3 Övriga styrmedel

Ekonomiska stöd

Skogsstyrelsen ger ekonomiska stöd för kostnader för skogsbruk med ädellövskog. Stöden syftar till att kompensera markägare för de högre kostnader som uppstår vid föryngring med ädellövskog. Stöd går till olika åtgärder för återväxt som markberedning, stängsling, plantor, plantering och röjning. Stöd är prioriterat bland annat till att föryngra befintliga ädellövskogar.

Policyer och strategier

Skogsstyrelsen har som tidigare nämnts en strategi för genbevarande. Som framgår av avsnitt 6.1, liksom av en rapport från Euforgen, är skogsgenetiska resurser påverkade av en rad andra policyer inom Europa och globalt⁶¹.

⁶¹ Bogataj AZ, Paitaridou P, Olrik DC, Wolter F, Koskela J, Hubert J, Koiv K, Bakkebo Fjellstad K, Rusanen M, Bouillon P, Longauer R, Bordács S, Black-Samuelsson S & Orlovic S. 2015. The implications of global, European and national policies for the conservation and use of forest genetic resources in Europe. EUFORGEN, Bioversity International, Rome, Italy. 42 p. ISBN 10: 978-92-9255-033-2.

Skogsstyrelsen har ingen separat policy eller strategi för brukandet av skogsgenetiska resurser, men frågan omfattas i begränsad utsträckning i myndighetens klimatpolicy⁶².

Skogsstyrelsen har ett ansvar att se till att kunskap om, effekter av och anpassning till klimatförändringar, för både produktion och miljö, är använd i myndighetens verksamhet där det är relevant.

Program

En av arbetsgrupperna (nummer två) inom det nationella skogsprogrammet har i en rapport föreslagit åtgärder som rör skogsgenetiska resurser, främst ett variationsrikt skogsbruk⁶³. Konsekvenser av arbetsgruppernas förslag är i dagsläget inte kända. Förslagen rör bland annat att berörda myndigheter får ett regeringsuppdrag att analysera hur incitament kan skapas för att göra mångbruk mer attraktivt för markägare, entreprenörer och andra aktörer. Skogsstyrelsen och forskande institutioner föreslås få i uppdrag att utveckla och implementera program för en effektivare bland- och lövskogsskötsel.

Förslag finns även att Skogsstyrelsen sprider forskningsresultat så att skötselmetoder för ett mera variationsrikt skogsbruk blir mer allmänt kända och implementerade. Vidare finns förslag på riktade satsningar för fortsatt kunskapsutveckling genom forskning och innovationer för stärkt skogsträdsförädling, till exempel genom att använda gentekniska metoder som stöd för urval och säkra genetisk diversitet.

Rådgivning

Vid Skogsstyrelsens rådgivning gäller generellt att utgå från rådgivningspolicyn, anpassa till kund och objektivet förmedla allsidig information. Skogspolitiken ger den enskilde ett stort utrymme att välja handlingsalternativ utifrån egna mål och förutsättningar. Rådgivningen ska ge tydlig information om fördelar och risker med olika alternativ, så att deltagaren kan fatta väl avvägda beslut.

Rådgivning som rör brukande av skogsgenetiska resurser avser hur skogsägare kan klimatanpassa sitt skogsbruk⁶⁴. Risker ska spridas genom att anpassa förnyingsmetod till marktyp och rådande klimat. Ökade risker för stormfällning och för trädslagsspecifika skadegörare ska beaktas, det blir viktigare att sprida risker på fler trädslag än tidigare.

⁶² Valet av härkomst för skogsodlingsmaterialet bör vara anpassat till rådande klimat. Risker för ökade klimatskador kan motverkas eller minskas genom att skogsägaren gör strategiska val mot bakgrund av god rådgivning och en medvetenhet om hur riskerna kan förändras över tid. Åtgärder för att möta klimatförändringar omfattar att anpassa sammansättningen av trädslag i skogen, t ex. genom att använda blandskog för att minska sårbarhet vid skadeangrepp, att satsa på fler än två trädslag för att sprida risker och att använda stormtåliga trädslag i utsatta vindlägen.

⁶³ Regeringskansliet. Underlagsrapporter till arbetet med det nationella skogsprogrammet. 2016-09-13. www.regeringen.se/rapporter/2016/09/underlagsrapporter-till-arbetet-med-det-nationella-skogsprogrammet/ (Hämtad 2017-05-02).

⁶⁴ Skogsstyrelsen. Skogens klimatråd. www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/skogens-klimatråd/ (Hämtad 2017-05-05).

Man kan även motverka risker genom till exempel gallring och kontinuitetsskogsbruk på vissa marker. Skogsstyrelsen informerar även om föryngring⁶⁵. För vanliga skogsträd finns information i Skogsskötselseriens ”Plantering av barrträd” och i Skogsforsks webbaserade ”Räkna med verktyg”⁶⁶.

Certifieringar

FSC⁶⁷ - och PEFC⁶⁸ -certifieringar omfattar skogsodlingsmaterial, främst avseende främmande trädslag. Genetisk mångfald är nämnt i svensk skogsbruksstandard enligt FSC i kriterium 6.3: *”Ekologiska funktioner och värden ska bevaras intakta förstärkas eller återskapas exempelvis vad gäller: a) Skogsföryngring och succession; b) Genetisk mångfald, art- och ekosystemdiversitet.”*

Även kriterium 10.3 i FSC rör genetisk variation: *”Mångfald i plantageskogarnas sammansättning är att föredra, så att den ekonomiska, ekologiska och sociala stabiliteten förstärks. Sådan mångfald kan inbegripa brukningsenheternas storlek och placering i landskapet, antalet arter och deras genetiska sammansättning samt åldersklasser och beståndsstrukturer”*.

⁶⁵ Skogsstyrelsen. Ny skog efter avverkning. www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/ny-skog-efter-avverkning/ (Hämtad 2017-05-05).

Skogsstyrelsen. Skogsskötselserien. Plantering av barrträd. www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-3-plantering-av-barrtrad.pdf (Hämtad 2017-05-05).

⁶⁶ Skogforsk. Skogskunskap. Föryngring. www.skogskunskap.se/rakna-med-verktyg/foryngring/ (Hämtad 2017-05-05).

⁶⁷ Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer. V2-1 050510. (Hämtad 2017-05-05).

⁶⁸ Svenskt PEFC certifieringssystem för uthålligt skogsbruk. 2012–2017. PEFC SWE 001:3; SWE 002: Svensk PEFC Skogsstandard. (Hämtad 2017-05-05).

7 Samverkan

Av regleringsbrevet framgår att ”Skogsstyrelsen ska redovisa sina genomförda insatser och samverkan med berörda myndigheter, om kartläggning och övervakning av genetisk mångfald hos vilda och domesticerade växter och djur inom de areella näringarna”.

Nuvarande samverkan omfattar främst forskning om och förädling av skogsgenetiska resurser. En möjlig framtida samverkan kan vara att bevara genetisk variation hos vilda växter och skogsträd i skyddade områden.

7.1 Samverkan inom skogsgenetik

I Sveriges underlag till FAO:s globala rapport om skogsgenetiska resurser framgår att internationell och nationell samverkan inom det skogsgenetiska området generellt sett är relativt gott⁶⁹. Exempel på detta är forskningsprojekten Forger⁷⁰, Trees4Future⁷¹, TreeBreedex⁷², FuncFiber⁷³, och olika ”tree genome programs”⁷⁴.

Nordgen Skog⁷⁵ är en nordisk mötesplats för frågor om skogsgenetik och skogsodlingsmaterial, bland annat arrangeras årligen temadagar och konferenser. Nordgen skog består av en arbetsgrupp och ett råd, båda med representanter för samtliga nordiska länder. Det alleuropeiska samarbetsprogrammet Euforgen med tillhörande dataportal Eufgis har tidigare nämnts (till exempel avsnitten 3.5 och 4.1). Inom ramen för Euforgen, publicerar arbetsgrupper⁷⁶ studier som rör bevarande och uthålligt brukande av skogsgenetiska resurser. Inom EU och OECD⁷⁷ sker samverkan i och med en kontinuerlig harmonisering av regler och definitioner för produktion av och handel med skogsodlingsmaterial.

7.2 Myndighetssamverkan om genetiska resurser

Principer för att kartlägga genetisk mångfald är desamma hos växter och skogsträd, men skogsträdens egenskaper och odlingsförhållanden skiljer sig i stor utsträckning från andra växter. Ett gemensamt system för att övervaka

⁶⁹ Black-Samuelsson S. 2012. The state of forest genetic resources in Sweden. Report to FAO. Tillståndet för skogsgenetiska resurser i Sverige. Rapport till FAO. Skogsstyrelsen. Rapport 12. 2012. ISSN 1100-0295.

⁷⁰ Forger. Towards the sustainable management of forest genetic resources in Europe. www.fp7-forger.eu/ (Hämtad 2017-05-05).

⁷¹ Trees4Future. Designing trees for the future. www.trees4future.eu/ Innventia deltar från Sverige. (Hämtad 2017-05-05).

⁷² TreeBreedex. A working Model Network of Tree Improvement towards a Competitive, Multifunctional and Sustainable European Forestry. Skogforsk och SLU deltar. <http://treebreedex.eu/> (Hämtad 2017-05-05).

⁷³ Umeå Plant Science Center. Funcfiber – A Formas Centre of Excellence in Wood Science www.upsc.se/centrumbildningar/funcfiber.html (Hämtad 2017-05-05).

⁷⁴ Umeå Plant Science Center. Tree Genome Programs at UPSC. www.upsc.se/tree-genome-programs-at-upsc.html (Hämtad 2017-05-05).

⁷⁵ Nordgen. Nordgen Forest. www.nordgen.org/index.php/skand/content/view/full/65 (Hämtad 2017-05-05).

⁷⁶ European Forest Genetic Resource Programme. Working groups. www.euforgen.org/about-us/how-we-operate/working-groups/ (Hämtad 2017-05-05).

⁷⁷ OECD. Forest Reproductive Material. www.oecd.org/tad/code/forestreproductivematerial.htm (Hämtad 2017-05-05).

och kartlägga genetisk mångfald av skogsträd och övriga växter förefaller generellt sett inte adekvat (*tabell 10*). Naturvårdsverket, Jordbruksverket och Skogsstyrelsen gjorde i december 2016 en lägesavstämning i frågan. Förslag på en möjlig myndighetssamverkan framgår av avsnitt 8.4.

7.3 System för miljöövervakning

Skogsstyrelsen följer fortlöpande tillståndet i skogen. Uppföljningarna omfattar främst miljöhänsyn och återväxt i föryngringar, nyckelbiotoper, områden med mycket höga naturvärden, sociala värden och förändringar i biologisk mångfald.

Genom Riksskogstaxeringen, markinventeringen, nationell inventering av landskapet i Sverige (NILS) och historiska data från Riksskogstaxeringen rapporterar SLU om tillståndet i skog och mark. Publikationen Skogsdata ingår i Sveriges officiella statistik och presenterar årligen aktuella uppgifter om svensk skog och aktuella teman. Internationell rapportering⁷⁸ och samverkan vid skogliga inventeringar är omfattande. Sammantaget framstår inte ovan nämnda system för miljöövervakning adekvata för att övervaka skogsträdens genetiska variation.

Tabell 10. Exempel på skillnader i egenskaper mellan vanliga skogsträd, främst gran och tall, i skogsbruket och grödor inom jordbruket. Skillnaderna innebär att förutsättningar och behov av kartläggning och övervakning ser olika ut hos skogs- och växtgenetiska resurser

Aspekt	Skogsträd i skogsbruket, främst gran och tall	Jordbruksgrödor
Omloppstid (år)	> 40	Ofta ettåriga
Odlingsmiljö	Stora, heterogena arealer som är svåra att övervaka	Mindre och mer homogena arealer
Genflöde	Stort och okontrollerat, främst hos vindpollinerade trädslag	Begränsat. Många grödor pollineras av insekter och fröproduktion och fröspridning är generellt relativt låg.
Förädlingsgeneration	Främst andra omgångens plantager. För gran och tall finns tredje omgångens plantager	Många
Använd taxonomisk nivå	Främst arter, ibland underarter. Kloner av enstaka trädslag (poppel)	Varietet, sort, grupp, form (särpräglade avvikelser), klon
Genetisk variation	Ofta hög	Begränsad

⁷⁸ I Sveriges internationella rapportering ingår bland annat European Forest Data Center (EFDAC); Distributed, Integrated And Harmonised Forest Information For Bioeconomy Outlooks (Diabolo); ICP-forests, skogsskadeinventering; Forest Europé; National Forest Monitoring and Assessment och Global Forest Resource Assessment.

8 Åtgärdsbehov

Om Sverige ska genomföra FAO:s globala aktionsplan för skogsgenetiska resurser och samtidigt öka genomslagskraften i nationell skogs- och miljöpolitik, finns ett antal åtgärdsbehov.

8.1 Bevarande

Biotopskyddsområden är utmärkta för att genbevara flera trädslag. Trots detta finns för ett antal trädslag behov av större områdesskydd, till exempel naturreservat, för att bevara genetisk variation. Behovet gäller även ask och alm som är allvarligt drabbade av sjukdomar. Även nordliga randpopulationer av bergesk, fågelbär, idegran och oxel är prioriterat att fortsätta genbevara. Ett *ex situ* bevarande, exempelvis med frö- och klonbanker, kan vara motiverat för alm och ask.

8.2 Brukande

Forskning och utveckling

För att bättre förstå konsekvenser av skogsodling med förädlad material, inte minst utifrån den ökade användningen, finns ett omfattande behov av empiriska, vetenskapligt granskade studier. Inom kunskapsplattformen för skogsproduktion och i rapporten om klimatanpassning i skogsbruket lyftes följande områden inom förädlingen med ett särskilt behov av fortsatt forskning och utveckling:

- Forskning kring skaderisker hos förädlade, oförädlade och förflyttade skogsträd, särskilt med koppling till klimatförändringar.
- Forskning om genetisk variation och resistens för olika skadegörare för flera barr- och lövträd.
- Förädlingsprogram för fler trädslag än gran, tall, vårtbjörk och contortatall, särskilt för lövträd där skogsodlingen bedöms öka eller ha god odlingspotential vid ett förändrat klimat.
- Studier över genspridning från bestånd med förädlad gran och tall till omgivande oförädlade bestånd.

Sveriges förädlingsamarbete om tall med Finland och Norge har ökat⁷⁹. Även för gran finns förädlingsamarbete med Finland, Norge och Baltikum. Konsekvenserna är troligen större förädlingspopulationer där hantering koncentreras och samma förädlingsmodeller kan användas för hela området. Med denna utgångspunkt, liksom av den internationella uppmärksamhet som riktats på Sveriges minskade naturliga förnyring (*figur 5*), kommer Skogsstyrelsen bedöma lämpliga ramar för användningen av förädlad material i Sverige.

⁷⁹ Skogsforsks beslutsguide för val av skogsodlingsmaterial "Plantval" för tall har utvecklats med SMHI och finska LUKE för att integrera Finland.

Analys av förädlingen

Skogforsk driver och utvecklar Sveriges program för skogsträdsförädling, där staten och intressenter i skogsnäringen finansierar programmet.

Förädlingsverksamheten har en omfattande påverkan på svensk skog, varför ett antal frågor kring förädlingsverksamheten är motiverade: Hur sätts de långsiktiga målen för verksamheten och på vilka vetenskapliga och andra grunder är de satta? Vilken slags uppföljning sker av förädlingen och hur mycket insyn har myndigheter och andra aktörer i verksamheten?

Svensk förädlingsverksamhet har hittills blivit utvärderad främst av förädlarna själva eller av samarbetskollegor. Skogforsk uppmärksammade till exempel i sin förädlingsutredning att skogsträdsförädling är ett mycket lönsamt sätt att öka skogsproduktionen⁸⁰. Vidare visar Skogforsks simuleringar att utvecklingen av genetisk variation i svenska förädlingsprogram är uthållig och robust⁸¹.

Förädling, utvärdering av förädling och information om förädlingsresultat till konsumenter (skogsplantsproducenter och skogsägare) sker av allt att döma av en och samma part. Detta kan delvis förklaras utifrån ämnets komplexitet, få personer har tillräcklig kompetens i området. Eftersom föryngring med förädlat material är en central del av skogsskötseln, är det befogat och önskvärt att Skogsstyrelsen eller annan part tar initiativ till en bred analys av förädlingsverksamheten. Analysen bör utföras av expertis inom områden som genetik, växtfysiologi, skogspatologi och ekologi. Skogsstyrelsen avser att ha en inledande dialog med Skogforsk om frågan.

Skogsstyrelsens förhållningssätt

Det är inte möjligt att säkert förutsäga vilka genvarianter som kan bli värdefulla i framtiden. På så sätt kan det finnas risker med att i förädlingen exkludera mindre vanliga alleler. Detta faktum bör bli bättre uppmärksammat, inte minst med tanke på klimatförändringar och ökade problem med skadegörare.

Det är viktigt att sprida risker i skogsodlingen, både av trädslag, föryngringsmetod och skogsodlingsmaterial. Detta har betydelse både för en ökad skogsproduktion, för att buffra mot skador och för miljövärden. Många skogsägare köper förädlade plantor eftersom inte mycket annat material eller information om annat material finns till hands. Det förädlade materialet förväntas ha en omfattande och långtgående påverkan på Sveriges skogar. Det gäller dels de förädlade träd som växer fram till avverkning, men även framtidens skog som ju alltmer påverkas när pollen och frö från förädlade träd sprids i landskapet.

Som skoglig myndighet har Skogsstyrelsen ett övergripande ansvar för skogliga frågor. Idag har Skogsstyrelsen inte ett tydligt och uttalat förhållningssätt till brukande av skogsgenetiska resurser, som föryngringsmetod och

⁸⁰ Skogforsk. 1995. Strategi för framtida skogsträdsförädling och framställning av förädlat skogsodlingsmaterial i Sverige ("Förädlingsutredningen"). (Utredning 95-06-26. Red. Urban Eriksson. Skogforsk), 259 s. och bilagor. Uppsala.

⁸¹ Rosvall O, Andersson B & Ericsson T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Skogforsk, Redogörelse 1–1998, 66 s.

skogsodlingsmaterial. Därför finns goda skäl till att Skogsstyrelsen tar ett större ansvar i dessa frågor och blir mer synliga och tydliga, både internt och externt.

8.3 Styrmedel

För skogsodling med främmande trädslag och med vegetativt förökat material gäller viss lagstiftning. Utöver förflytningsreglerna finns ingen lagstiftning för skogsodling med förädlat material. Skogsstyrelsen har inte heller rådgivning eller ger information i frågan. Med tanke på den minskade naturliga föryngringen och ökade användningen av förädlat material, kommer Skogsstyrelsen överväga lämpliga styrmedel för val av trädslag, föryngringsmetod och skogsodlingsmaterial.

Lagstiftning för handel med och användning av skogsodlingsmaterial behöver bli bättre integrerat. Dokumentationskrav på skogsodlingsmaterial och därmed möjlighet till spårbarhet, upphör när säljaren levererar material till slutanvändaren. Därmed går det inte att utöva tillsyn över föreskrifterna till 7 § skogsvårdslagen om förflytningsregler. Vid skogsodling kan information om materialets identitet vara betydelsefull för skogsägare, forskare och myndigheter. Det underlättar en utvärdering av skogsodlingen utifrån både produktions- och miljöaspekter. Även behovet av att revidera exempelvis förflytningsregler för vissa trädslag kan behöva beaktas.

8.4 Samverkan

Internationell samverkan om skogsgenetiska resurser är god vad gäller forskning, förädling och genbevarande. Nationella samverkansbehov förefaller relevanta att utveckla för genbevarande. Skogsstyrelsen och Jordbruksverket bedömer att skyddade områden, till exempel naturreservat, kan erbjuda goda möjligheter att *in situ* bevara växt- och skogsgenetiska resurser. Förutsättningar för detta behöver i så fall bli analyserade, troligen på ett liknande sätt som inför Skogsstyrelsens genbevarande i biotopskyddsområden.

Litteratur/källförteckning

- Bergquist J, Edlund E, Fries C, Gunnarsson S, Hazell H, Karlsson L, Lomander A, Näslund B-Å, Rosell S & Stendahl S. 2016. Kunskapsplattform för skogsproduktion – Tillståndet i skogen, problem och tänkbara insatser och åtgärder. Skogsstyrelsen, Meddelande 1, 2016.
- Berlin ME, Persson T, Jansson G, Haapanen M, Ruotsalainen S, Barring L & Andersson Gull B. 2016. Scots pine transfer effect models for growth and survival in Sweden and Finland. *Silva Fennica* 50. Article ID 1562.
- Black-Samuelsson S. 2012. The state of forest genetic resources in Sweden. Report to FAO. Tillståndet för skogsgenetiska resurser i Sverige. Rapport till FAO. Skogsstyrelsen. Rapport 12, 2012. ISSN 1100-0295.
- Black-Samuelsson S. 2015. Vegetativt förökat skogsodlingsmaterial. Skogsstyrelsen, Rapport 3: 2105.
- Boberg J, Klapwijk M, Stenlid J & Björkman C. 2014. Skadegörarna utmanar skogen. Syntes från Future Forests, SLU. 2014.
- Bogataj AZ, Paitaridou P, Orlík DC, Wolter F, Koskela J, Hubert J, Koiv K, Bakkebo Fjellstad K, Rusanen M, Bouillon P, Longauer R, Bordács S, Black-Samuelsson S & Orlovic S. 2015. The implications of global, European and national policies for the conservation and use of forest genetic resources in Europe. Euforgen, Bioversity International, Rome, Italy. 42 p. ISBN 10: 978-92-9255-033-2.
- Claesson S, Duvemo K, Lundström A & Wikberg P-E. Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15. Skogsstyrelsen & SLU. Skogsstyrelsen Rapport 10, 2015. Best nr 1873.
- Eriksson A. 2016. Skogsstyrelsen. Statistiska meddelanden. JO0313 SM 1601. Produktion av skogsplantor.
- Eriksson G, Ekberg I & Clapham D. 2006. An introduction to forest genetics. 2nd edition. ISBN 91-576-7190-7.
- Eriksson H, Bergqvist J, Hazell P, Isacson G, Lomander A & Black-Samuelsson S. 2016. Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket. Skogsstyrelsen, Rapport 2, 2016.
- Eriksson L, Björkman C & Klapwijk MJ. 2017. General Public Acceptance of Forest Risk Management Strategies in Sweden. Comparing Three Approaches to Acceptability. *Environment and Behavior* 1-28, 2017.
- European Atlas of Forest Tree Species. European commission. 2016. On-line version. ISBN 978-92-79-52833-0. DOI 10.2788/038466. Catalogue number LB-04-14-282-EN-N.
- Fady B, Aravanopoulos FA, Alizoti P, Mátyás C, von Wühlisch G, Westergren M, Belletti P, Cvjetkovic B, Ducci F, Huber G, Kelleher CT, Khaldi A, Bou

- Dagher Kharrat M, Kraigher H, Kramer K, Mühlethaler U, Peric S, Perry A, Rousi M, Sbay H, Stojnic S, Tijardovic M, Tsvetkov I, Varela MC, Vendramin GG & Zlatanov T. 2016. Evolution-based approach needed for the conservation and silviculture of peripheral forest tree populations. *Forest Ecology and Management* 375: 66–75.
- Forest Europe, 2015: Forest Europe Liaison Unit Madrid, Spain [chapter "MCPFE Strasbourg Resolution 2: Conservation of Forest Genetic Resources" pp. 62–63.
- Frank A och Bergquist J. 2004. Naturskydd och skogligt genbevarande. Skogsstyrelsen, Rapport 11, 2004.
- Fries C, Bergquist J & Svensson L. 2013. Förändringar i återväxtkvalitet och val av förnygringsmetoder och trädslagsanvändning mellan 1999 och 2012. Skogsstyrelsens Rapport 2, 2013. ISSN 1100–0295. Best Nr 1853.
- García Gil MR, Floran V, Östlund L, Mullin T & Andersson Gull B. 2015. Genetic diversity and inbreeding in natural and managed populations of Scots pine. *Tree Genetics & Genomes* 11: 28. doi:10.1007/s11295-015-0850-5.
- Graudal L, Aravanopoulos F, Bennadji Z, Changtragoon S, Fady B, Kjaer ED, Loo J, Ramamonjisoa & Vendramin GG. 2014. Global to local genetic diversity indicators of evolutionary potential in tree species within and outside forests. *Forest Ecology and Management* 333: 35–51.
- Harper AL, McKinney LV, Nielsen LR, Havlickova L, Li Y, Trick M, Fraser F, Wang L, Fellgett A, Sollars ESA, Janacek SH, Downie JA, Buggs RJA, Dahl Kjær E & Bancroft I. 2015. Molecular markers for tolerance of European ash (*Fraxinus excelsior*) to dieback disease identified using Associative Transcriptomics. *Nature scientific reports* 6:19335. DOI: 10.1038/srep19335.
- Hughes AR, Inouye BD, Johnson MTJ, Underwood N & Vellend. 2008. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters* 11: 609–623.
- Klapwijk MJ, Csóka G, Hirka A & Björkman C. 2013. Forest insects and climate change: long-term trends in herbivore damage. *Ecology and Evolution*. 3: 4183–4196.
- Koskela J, Buck A. & Teissier du Cros E (editors). 2007. Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe. *Biodiversity International*, Rome, Italy. 111 pp. ISBN 978-92-9043-749-9.
- Larsson A. (red) 2011. Tillståndet i skogen – rödlistade arter i ett nordiskt perspektiv. *ArtDatabanken Rapporterar* 9. ArtDatabanken SLU, Uppsala.
- Androsiuk P, Shimono A, Westin J, Lindgren D, Fries A & Wang X-R. 2013. Genetic status of Norway spruce (*Picea abies*) breeding populations for northern Sweden. *Silva Genetica* 62: 127–136.

- Lindgren D. 2010. Genetisk variation och skaderisker. Bilaga 5 till Skogsforsk uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883. Redaktörer Bo Karlsson och Ola Rosvall.
- Myking T, Rusanen M, Steffenrem A, Dahl Kjær E & Jansson G. 2016. Historic transfer of forest reproductive material in the Nordic region: drivers, scale and implications. *Forestry* 2016; 89, 325–337, doi:10.1093/forestry/cpw020
- Naturvårdsverket. 2008. Förslag till Nationellt handlingsprogram för bevarande av genetisk variation hos vilda växter, djur och svampar. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Dnr 305-404-06 Nv.
- Naturvårdsverket. 2007. Genetisk variation hos vilda djur och växter i Sverige. Rapport 5712.
- Persson T. 2008. Förädling kan ge ökad resistens mot angrepp av törskatesvamp. Resultat från Skogforsk, nr 5. 2008. 46 Stener L-G. 2012. Det finns hopp för askens fortlevnad. Resultat från Skogforsk nr 11, 2012.
- Rosvall O (Ed.) 2011. Review of the Swedish tree breeding programme. Skogforsk. ISBN: 978-91-977649-6-4.
- Rosvall O, Andersson B & Ericsson T. 1998. Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa guider. Skogforsk, Redogörelse 1–1998, 66 s.
- Rosvall O & Lundström A. 2011. Förädlingseffekter i Sveriges skogar – Kompletterande scenarier till SKA-VB 08. Skogforsk. Redogörelse 1–2011. 30 s.
- Rosvall O, Andersson Gull B, Berlin M, Högberg K-A, Stener L-G, Jansson G, Almqvist A & Westin J. 2016. Skogsskötselserien nr 19, Skogsträdförädling. Skogsstyrelsen.
- Samuelsson H, Aronsson M, Black-Samuelsson S & Fredriksson B. 2013. Skogsstyrelsen, Meddelande 4, 2013. Ask och askskottsjukan i Sverige. ISSN 1100–0295. Best nr 1587.
- Santini, Ghelardini L, de Pace C, Desprez-Loustau ML, Capretti P, Chandelier A, Cech T, Chira D, Diamandis S & Gaitniekis T. 2013. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytologist* 197: 238–250.
- Semafor, Pilot project on the System for the Evaluation of the Management of Forest <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/meetings/20160321/Semafor-for-web.pdf>
- Simonsson P, Östlund L & Gustafsson L. 2016. Conservation values of certified-driven voluntary forest set-asides. *Forests Ecology and management* 375: 249–258.

- Skogforsk. 1995. Strategi för framtida skogsträdsförädling och framställning av förädlad skogsodlingsmaterial i Sverige ("Förädlingsutredningen"). (Utredning 95-06-26. Red. Urban Eriksson. Skogforsk), 259 s. och bilagor. Uppsala.
- Skogsdata. 2014. Riksskogstaxeringen. Institutionen för Skoglig Resurshushållning. SLU. Umeå.
- Sonesson J, Bradshaw R, Lindgren D & Ståhl P. 2001 Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. SkogForsk Report 1.59 pages.al
- Stenlid S, Oliva J, Boberg JB & Hopkins AJM. 2011. Emerging Diseases in European Forest Ecosystems and Responses in Society. *Forests* 2: 486–504. DOI:10.3390/f2020486.
- Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer. V2-1 050510.
- Svenskt PEFC certifieringssystem för uthålligt skogsbruk. 2012–2017. PEFC SWE 001:3; SWE 002: Svensk PEFC Skogsstandard.
- Weibull J. 2015. Programmet för odlad mångfald, POM. Mål och strategi för perioden 2016–2020. Jordbruksverket Rapport 2015:16.
- Witzell J m. fl. 2009. Skogsskötselserien del 12, Skador på skog. Bilaga. Skogsstyrelsen.

Förteckning av Internetkällor i den ordning de förekommer i texten

- Naturhistoriska riksmuseet. Den virtuella floran. Träd och större buskar. 2003-01-14. <http://linnaeus.nrm.se/flora/listor/trad.html> (Hämtad 2017-05-02)
- EUFORGEN, European Forest Genetic Resources Programme. www.euforgen.org/ (Hämtad 2017-05-02)
- EUFORGEN. Species. www.euforgen.org/species/ (Hämtad 2017-05-05)
- Food and Agricultural Organization of the United Nations. Forest Genetic Resources. The State of World's Forest Genetic Resources. 2016-08-25. www.fao.org/forestry/fgr/64582/en/ (Hämtad 2017-05-02).
- Food and Agricultural Organization of the United Nations. Forest Genetic Resources. Global Plan of Action. 2016-08-25. www.fao.org/3/a-i3849e.pdf (Hämtad 2017-05-02).
- Biodiversity International. European Information System on Forest Genetic Resources, EUFGIS, <http://portal.eufgis.org/> (Hämtad 2017-02-13).
- Biodiversity International. EUFGIS. EUFGIS: [http://portal.eufgis.org/search/simple/list/?tx_wfqbe_pi1\[country_name\]=Sweden](http://portal.eufgis.org/search/simple/list/?tx_wfqbe_pi1[country_name]=Sweden). Sveriges inrapporterade genresurser till dataportalen. Varje genresurs är utmärkt på karta och beskriven enligt vissa kriterier. (Hämtad 2017-02-13).

- Skogforsk. Kunskapsbanken – Bättre klimatanpassning i nya Plantval. 2016-10-18. www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2016/battre-klimatanpassning-i-nya-plantval/ (Hämtad 2017-05-02).
- Skogforsk. www.skogforsk.se (Hämtad 2017-05-02).
- Regeringskansliet. Underlagsrapporter till arbetet med det nationella skogsprogrammet. 2016-09-13. www.regeringen.se/rapporter/2016/09/underlagsrapporter-till-arbetet-med-det-nationella-skogsprogrammet/ (Hämtad 2017-05-02).
- Skogsstyrelsen. Skogens klimatråd. www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/skogens-klimatrad/ (Hämtad 2017-05-05).
- Skogsstyrelsen. Ny skog efter avverkning. www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/ny-skog-efter-avverkning/ (Hämtad 2017-05-05).
- Skogsstyrelsen. Skogsskötselserien. Plantering av barrträd. www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-3-plantering-av-barrtrad.pdf (Hämtad 2017-05-05).
- Skogforsk. Skogskunskap. Föryngring. www.skogskunskap.se/rakna-med-verktyg/foryngring/ (Hämtad 2017-05-05).
- Forger. Towards the sustainable management of forest genetic resources in Europe. www.fp7-forger.eu/ (Hämtad 2017-05-05).
- Trees4Future. Designing trees for the future. www.trees4future.eu/ Innventia deltar från Sverige. (Hämtad 2017-05-05).
- TreeBreedex. A working Model Network of Tree Improvement towards a Competitive, Multifunctional and Sustainable European Forestry. Skogforsk och SLU deltar. <http://treebreedex.eu/> (Hämtad 2017-05-05).
- Umeå Plant Science Center. Funcfiber – A Formas Centre of Excellence in Wood Science www.upsc.se/centrumbildningar/funcfiber.html (Hämtad 2017-05-05).
- Umeå Plant Science Center. Tree Genome Programs at UPSC. www.upsc.se/tree-genome-programs-at-upsc.html (Hämtad 2017-05-05).
- Nordgen. Nordgen Forest. www.nordgen.org/index.php/skand/content/view/full/65 (Hämtad 2017-05-05).
- European Forest Genetic Resource Programme. Working groups. www.euforgen.org/about-us/how-we-operate/working-groups/ (Hämtad 2017-05-05).
- OECD. Forest Reproductive Material. www.oecd.org/tad/code/forestreproductivematerial.htm (Hämtad 2017-05-05).

Av Skogsstyrelsen publicerade Rapporter:

- 2012:1 Kommunikationsstrategi för Renbruksplan
 2012:2 Förstudierapport, dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennärning
 2012:3 Hänsyn till kulturmiljöer – resultat från P3 2008–2011
 2012:4 Kalibrering för samsyn över myndighetsgränserna avseende olika former av dikningsåtgärder i skogsmark
 2012:5 Skogsbrukets frivilliga avsättningar
 2012:6 Långsiktiga effekter på vattenkemi, öringsbestånd och bottenfauna efter ask- och kalkbehandling i hela avrinningsområden i brukad skogsmark – utvärdering 13 år efter åtgärder mot försurning
 2012:7 Nationella skogliga produktionsmål – Uppföljning av 2005 års sektorsmål
 2012:8 Kommunikationsstrategi för Renbruksplan – Är det en fungerande modell för samebyarna vid samråd?
 2012:9 Ökade risker för skador på skog och åtgärder för att minska riskerna
 2012:10 Hänsynsuppföljning – grunder
 2012:11 Virkesproduktion och inväxning i skiktad skog efter höggallring
 2012:12 Tillståndet för skogsgenetiska resurser i Sverige. Rapport till FAO
 2013:1 Återväxtstöd efter stormen Gudrun
 2013:2 Förändringar i återväxtkvalitet, val av förnyingsmetoder och trädslagsanvändning mellan 1999 och 2012
 2013:3 Hänsyn till forn- och kulturlämningar – Resultat från Kulturpolytaxen 2012
 2013:4 Hänsynsuppföljning – underlag inför detaljerad kravspecifikation, En delleverans från Dialog om miljöhänsyn
 2013:5 Målbilder för god miljöhänsyn – En delleverans från Dialog om miljöhänsyn
 2014:1 Effekter av kvävegödsling på skogsmark – Kunskaps sammanställning utförd av SLU på begäran av Skogsstyrelsen
 2014:2 Renbruksplan – från tanke till verklighet
 2014:3 Användning och betydelsen av RenGIS i samrådsprocessen med andra markanvändare
 2014:4 Hänsynen till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2013
 2014:5 Förstudie – systemtillsyn och systemdialog
 2014:6 Renbruksplankoncept – ett redskap för samhällsplanering
 2014:7 Förstudie – Artskydd i skogen – Slutrapport
 2015:1 Miljöövervakning på Obsytorna 1984–2013 – Beskrivning, resultat, utvärdering och framtid
 2015:2 Skogsmarksgödsling med kväve – Kunskaps sammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling
 2015:3 Vegetativt förökat skogsodlingsmaterial
 2015:4 Global framtida efterfrågan på och möjligt utbud av virkesråvara
 2015:5 Satellitbildskartering av lämnad miljöhänsyn i skogsbruket – en landskapsansats
 2015:6 Lägsta ålder för förnyingsavverkning (LÅF) – en analys av följderna av att sänka åldrarna i norra Sverige till samma nivå som i södra Sverige
 2015:7 Hänsynen till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2014
 2015:8 Uppföljning av skogliga åtgärder längs vattendrag för att gynna lövträd och lövträdsetablering.
 2015:9 Ångermanälvsprojektet – förslag till miljöförbättrande åtgärder i mellersta Ångermanälven och nedre Fjällsjöälven
 2015:10 Skogliga konsekvensanalyser 2015–SKA 15
 2015:11 Analys av miljöförhållanden – SKA 15
 2015:12 Effekter av ett förändrat klimat–SKA 15
 2015:13 Uppföljning av skogliga åtgärder längs vattendrag för att gynna lövträd och lövträdsetablering
 2016:1 Uppföljning av biologisk mångfald i skog med höga naturvärden – Metodik och genomförande
 2016:2 Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket
 2016:4 Alternativa skogsskötselmetoder i Vildmarksriket – ett pilotprojekt
 2016:5 Hänsyn till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2015
 2016:6 METOD för uppföljning av miljöhänsyn och hänsyn till rennärningen vid stubbskörd
 2016:7 Nulägesbeskrivning om nyckelbiotoper
 2016:8 Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering – Genomgång av ansvar vid utförande av skogliga förändringar, ansvar för tillsyn samt ansvar vid inträffad skada

2016:10	Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering – Metodik för identifiering av slänter och raviner känsliga för vegetationsförändringar till följd av skogsbruk eller exploatering
2016:12	Nya och reviderade målbilder för god miljöhänsyn – Skogssektors gemensamma målbilder för god miljöhänsyn vid skogsbruksåtgärder
2016:13	Målanpassad ungskogsskötsel
2016:14	Översyn av Skogsstyrelsens beräkningsmodell för bruttoavverkning
2017:2	Alternativa skötselmetoder i Råndalen – Ett projekt i Härjedalen
2017:4	Biologisk mångfald i nyckelbiotoper – Resultat från inventeringen – ”Uppföljning biologisk mångfald” 2009–2015
2017:5	Utredning av skogsvårdslagens 6 §
2017:6	Skogsstyrelsens återväxtuppföljning – Resultatet från 1999–2016

Av Skogsstyrelsen publicerade Meddelanden:

2012:1	Förslag på regelförenklingar i skogsvårdslagstiftningen
2012:2	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning
2012:3	Beredskap vid skador på skog
2013:1	Dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennäring
2013:2	Uppdrag om förslag till ny lagstiftning om virkesmätning
2013:3	Adaptiv skogsskötsel
2013:4	Ask och askskottsjukan i Sverige
2013:5	Förstudie om ett nationellt skogsprogram för Sverige – Förslag och ställningstaganden
2013:6	Förstudie om ett nationellt skogsprogram för Sverige – omvärldsanalys
2013:7	Ökad jämställdhet bland skogsägare
2013:8	Naturvårdsavtal för områden med sociala värden
2013:9	Skogens sociala värden – en kunskapssammanställning
2014:1	Översyn av föreskrifter och allmänna råd till 30 § SvL – Del 2
2014:2	Skogslandskapets vatten – en lägesbeskrivning av arbetet med styrmedel och åtgärder
2015:1	Förenkling i skogsvårdslagstiftningen – Redovisning av regeringsuppdrag
2015:2	Redovisning av arbete med skogens sociala värde
2015:3	Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 – SKA 15
2015:4	Renskogsavtal och lägesbeskrivning i frågott om skogsbruk–rennäring
2015:6	Utvärdering av ekonomiska stöd
2016:1	Kunskapsplattform för skogsproduktion – Tillståndet i skogen, problem och tänkbara insatser och åtgärder
2016:2	Analys av hur Skogsstyrelsen verkar för att miljömålen ska nås
2016:3	Delrapport - Främja anställning av nyanlända i de gröna näringarna och naturvärden
2016:4	Skogliga skattningar från laserdata
2016:5	Kulturarv i skogen
2016:6	Sektorsdialog 2014 och 2015
2016:7	Adaptiv skogsskötsel 2013–2015
2016:8	Agenda 2030 – underlag för genomförande - Ett regeringsuppdrag
2016:9	Implementering av målbilder för god miljöhänsyn
2016:10	Gemensam inlämningsfunktion för skogsägare
2016:11	Samlad tillsynsplan 2017
2017:1	Skogens sociala värden i Skogsstyrelsens rådgivning och information
2017:2	Främja nyanländas väg till anställning i de gröna näringarna och naturvärden
2017:3	Regeringsuppdrag om jämställdhet i skogsbruket
2017:4	Avrapportering av regeringsuppdrag om frivilliga avsättningar

Beställning av Skogsstyrelsens publikationer

Skogsstyrelsen,
Böcker och Broschyrer
551 83 JÖNKÖPING
Telefon: 036 – 35 93 40
växel 036 – 35 93 00
fax 036 – 19 06 22
e-post: bocker@skogsstyrelsen.se

Under 2017 slås Skogsstyrelsens publikationer Rapport och Meddelande ihop till en med namnet Rapport. De publiceras och kan laddas ner på Skogsstyrelsens webbplats:
www.skogsstyrelsen.se/om-oss/publikationer/
Äldre publikationer kan beställas eller laddas ner i webbutiken:
<http://shop.skogsstyrelsen.se/sv/publikationer/>

Skogsstyrelsen publicerar dessutom foldrar, broschyrer, böcker med mera inom skilda skogliga ämnesområden. Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen Skogseko.

Skogsstyrelsen redovisar i denna rapport ett återrapporteringskrav från regeringen om genetisk mångfald. Rapporten beskriver status och åtgärdsbehov för fyra områden som rör skogsträdens genetiska variation. De avser bevarande, brukande, styrmedel och samverkan. En viktig slutsats är att Skogsstyrelsen behöver klargöra sitt förhållningssätt och i större utsträckning använda sina styrmedel angående val av förnygringsmetod och skogsodlingsmaterial. Förhoppningen är att dessa och andra åtgärder ska underlätta för att nå de båda skogspolitiska målen.