

Vegetativt förökat skogsodlingsmaterial



Sanna Black-Samuelsson

© Skogsstyrelsen, April 2015

Författare

Sanna Black-Samuelsson

Projektgrupp

Jonas Bergquist
Johan Nitare
Jörgen Ringagård
Dan Rydberg
Cecilia Ulfhielm/Göran Lundh

Projektledare

Erik Sollander

Projektbeställare

Johan Wester

Styrgrupp

Johan Wester
Peter Blombäck
Göran Rune
Carina Strömberg
Annika Nordin, SLU

Omslagsfoto

Bo Karlsson, Skogforsk
Vegetativt förökade granplantor

Grafisk produktion

Annika Fong Ekstrand

Upplaga

Finns endast som pdf-fil för egen utskrift

Best nr

1866

Skogsstyrelsens böcker och broschyrer
551 83 Jönköping

Innehåll

Förord	5
Sammanfattning	6
1. Utredning	8
1.1 Uppdragsbeskrivning	8
1.2 Angreppssätt	9
1.3 Syfte	9
1.4 Lagstiftning	10
1.5 Avgränsningar	10
2. Tekniker för vegetativ förökning	12
2.1 Klonvis förökning och klonskogsbruk	12
2.2 Bulkförökning	12
2.3 Somatisk embryogenes	13
2.4 Andra metoder för vegetativ förökning	14
3. Användning av vegetativt förökat material	15
3.1 Nuvarande användning av grankloner	15
3.2 Framtida användning av grankloner	16
3.3 Skogsplantsföretagens planerade produktion	17
3.4 Tillgång på arealtak för vegetativt förökad gran	19
3.5 Nuvarande användning av poppel och hybridasp	21
3.6 Framtida användning av poppel och hybridasp	22
4. Genetisk variation	23
4.1 Genetisk variation och dess betydelse	23
4.2 Genetisk variation i skogsodlingsmaterial	24
4.3 Berzeliicentrets pågående utvärdering	26
4.4 Genspridning	26
5. Skogsproduktion	28
5.1 Skogsproduktion och klimatförändringar	28
5.2 Ökad förädlingsvinst och ekonomisk vinst	28
5.3 Tidsvinst och förökningsteknik	29
6. Genetisk variation och resistens	30
6.1 Resistens hos gran	30
6.2 Genetisk variatin i resistens hos andra trädslag än gran	32
7. Aspekter på skogsbruk	34
7.1 Generellt om kunskapsläget	34
7.2 Konsekvenser för den biologiska mångfalden	35
7.2.1 Fröförökad förädlad gran	35
7.2.2 Vegetativt förökad gran	36
7.2.3 Intensivgödslad gran	37
7.2.4 Poppel och hybridasp	38
7.3 Konsekvenser för kulturarv	39
7.4 Konsekvenser för sociala värden och friluftsliv	40

7.5 Konsekvenser för miljömålen	41
7.6 Skogsodling med vegetativt förökat material	42
8. Ekosystemtjänster	43
8.1 Ekosystemtjänster knutna till skog	43
8.2 Ekosystemtjänster i monokulturer jämfört med blandskogar	44
9. Attityder och värderingar	47
9.1 Attityder och värderingar om intensivskogsbruk	47
9.2 Osäkerheter och motsättningar	48
10. Hantering av risker med vegetativt förökat material	50
10.1 Vegetativt material tillåtet för salutföring	50
10.2 Anpassning och hantering på landskapsnivå	50
10.3 Uppföljning och utvärdering	52
10.4 Vegetativt skogsodlingsmaterial och certifiering	53
11. Utredningens slutsatser	54
11.1 Lagstiftning	54
11.1.1 Enkelt och tillåtande regelverk	54
11.1.2 Brist på empirisk kunskap och erfarenhet	54
11.2 Information om anmälningsplikt	55
11.3 Dokumentation och lärande	55
11.4 Hantering på landskapsnivå	56
Litteratur/källförteckning	57

Förord

Skogsstyrelsen och Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) arbetar sedan 2013 på uppdrag från regeringen med Adaptiv skogsskötsel. Grunden till uppdraget är en förväntan på ökad efterfrågan på biomassa från skogen, bland annat för att möta utfasningen av fossila resurser, samtidigt som miljötillståndet måste förbättras i skogen. För att klara detta behöver vi vidareutveckla hållbara skogsskötselmetoder. Adaptiv skogsskötsel, som fokuserar på att i bred samverkan bygga upp ett systematiskt lärande med uppföljning, analys och utvärdering, kan bidra till detta.

Denna rapport, om vegetativt förökat skogsodlingsmaterial, ingår som en av utredningarna inom Adaptiv skogsskötsel. Rapporten behandlar vegetativ förökning (det vill säga inte från frö) för i huvudsak gran och i viss utsträckning även för hybridasp och poppel. Syftet är att göra en kunskapssammanställning och belysa möjligheter och risker med ett skogsbruk med vegetativt förökade skogsträd. Rapporten har författats av Sanna Black-Samuelsson, specialist på skogsgenetik på Skogsstyrelsen.

Användningen av vegetativt förökade skogsträd har hitintills varit mycket liten i Sverige, vilket bidrar till att vår erfarenhetsmässiga kunskap om effekterna av användning av vegetativt material är begränsad. Särskilt effekter på biologisk mångfald, kulturarv, friluftsliv, sociala värden och en rad andra ekosystemtjänster är dåligt kända. Det är därför värdefullt att följa upp och utvärdera skogsodling med vegetativt förökat material, särskilt då av gran. På så sätt kan möjligheter och risker för framtiden lättare bedömas.

Innehållet i rapporten har stämts av inom en extern beredningsgrupp för Adaptiv skogsskötsel där bland annat LRF och Skogforsk ingår, samt med Ola Rosvall på Rosvall Forest Consulting AB. Ett antal forskare främst på SLU har bidragit med värdefull information som bland annat rör genetisk variation, resistens mot skadegörare och biologisk mångfald.

Rapporten ingår i Skogsstyrelsens rapportserie vilket innebär att tolkningar, slutsatser och förslag är författarens egna och inte nödvändigtvis överensstämmer med Skogsstyrelsens.

Jag vill rikta ett varmt tack till alla er som varit involverade i framtagandet av rapporten!

Jönköping i mars 2015



Erik Sollander

Projektledare Adaptiv skogsskötsel
Skogsstyrelsen

Sammanfattning

Denna utredning om vegetativt förökat skogsodlingsmaterial ligger inom regeringsuppdraget Adaptiv skogsskötsel¹. Syftet med utredningen är att: i) Redogöra för olika tekniker för vegetativ förökning; ii) Undersöka behovet av att ändra nuvarande lagstiftning för vegetativt förökat material och; iii) Göra en övergripande bedömning av de olika möjligheter och risker som finns med skogsodling med vegetativt förökat material.

Skogsträd kan förökas vegetativt med olika tekniker vilka, var och en eller i kombination, ger upphov till ett skogsodlingsmaterial med olika mängd genetisk variation. I denna utredning är fokus på vegetativt förökad gran medan vegetativt förökad hybridasp och poppel tas upp i en mer begränsad omfattning. Nuvarande användning av grankloner, poppel och hybridasp liksom skogsplantsföretagens planerade produktion av grankloner presenteras och ställs i relation till den användning av vegetativt förökat material som lagstiftningen tillåter.

Genetisk variation krävs för att skogsträden ska överleva och anpassa sig till en föränderlig och oförutsägbar miljö med avseende på bland annat klimatförändringar och angrepp av redan etablerade och nya skadegörare. Av den orsaken är mängden genetisk variation en betydelsefull aspekt att beakta vid användning av vegetativt förökat material.

Genom att vegetativt föröka skogsodlingsmaterial ökar den genetiska vinsten bland annat eftersom effekten av förädling inte sänks av inkommande pollen från oförädlad material. Vegetativt förökat skogsodlingsmaterial kan därför få en ökad tillväxt och en förkortad omloppstid. Användning av ett sådant skogsodlingsmaterial innebär både möjligheter och risker, varför kunskapsläget om desamma behöver belysas. Det gäller framför allt kunskapsläget om vilka konsekvenser skogsodling med vegetativt förökad gran kan ha på den biologiska mångfalden, kulturmiljövärden, friluftsliv, sociala värden och på ekosystemtjänster. Även då utredningen spänner över dessa olika områden är avsikten inte att presentera ett uttömmande kunskapsunderlag inom varje enskilt område.

Utredningen gör följande bedömningar:

- Användningen av främst vegetativt förökad gran ligger mycket långt under det tillåtna arealtaket. Den planerade produktionen av grankloner är idag relativt låg och förväntas inte öka nämnvärt under ett antal år. Nuvarande lagstiftning är enkel att använda och är ändamålsenlig ur aspekter som rör genetisk variation. Det finns idag en stor brist på relevant empirisk kunskap och erfarenhet av vilka effekter användning av framför allt vegetativt förökad gran kan ha på den biologiska mångfalden, kulturarv, friluftsliv, sociala värden och en rad ekosystemtjänster. Det är viktigt att betona att denna kunskapsbrist bör vara vägledande för hur ett sådant material han-

¹ <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Projekt/Regeringsuppdrag/Adaptiv-skogsskotsel/>

teras i lagstiftningen. Utifrån denna kunskapsbrist fungerar nuvarande lagstiftning som ett nödvändigt instrument för att hantera kända och okända risker med skogsodling med vegetativt förökat material.

- Skogsstyrelsen bör hantera frågan hur möjligheterna ska förbättras att få in anmälningar om skogsodling över 0,5 hektar med vegetativt förökat material, särskilt av gran.
- Det finns stora värden i att följa upp och utvärdera skogsodling med planteringar av vegetativt förökat material, särskilt av gran. På så sätt kan möjligheter och risker med dessa planteringar lättare bedömas. Det är önskvärt och framstår som ändamålsenligt att skogsägare frivilligt registrerar planteringar med vegetativt förökad gran exempelvis inom ramen för adaptiv skogsskötsel i en grundmodell och/eller i en utbyggd förenklad modell eller på annat lämpligt sätt. Värdet av exempelvis en adaptiv modell med planteringar med vegetativt förökat material ökar avsevärt genom tillgång till ett klonregister med uppgifter om exempelvis vilken vegetativ förökningsteknik eller kombination av tekniker som använts. Andra relevanta uppgifter i registret kan vara antalet ingående kloner, klonernas identiteter och andelen av kloner respektive eventuellt fröförökat material som planterats ut.
- Om användningen av vegetativt förökat skogsodlingsmaterial ökar framöver kan regelverket behöva kompletteras. Ett tak – en högsta tillåten odlingsareal – av planteringar med vegetativt förökad gran kan behöva införas på såväl nationell nivå som på landskapsnivå. Dessutom kan uppgifterna i anmälan behöva bli utförligare, exempelvis bör antal och identitet av använda kloner framgå. Det saknas idag underlag att skriva sådana regler.

1. Utredningen

1.1 Uppdragsbeskrivning

Denna utredning om vegetativt förökat skogsodlingsmaterial ligger inom regeringsuppdraget om adaptiv skogsskötsel. Utredningens ursprungliga syfte, enligt uppdragsbeskrivningen från december 2013, är *”att sammanställa kunskap och beskriva aktuella metoder som underlag för en översyn av gällande föreskrifter om skogsodling med vegetativt förökat material.”*

Nuvarande lagstiftning gäller allt material som förökats vegetativt, utan särskilda regler för vilken metod som använts vid den vegetativa förökningen. Sedan föreskrifter och allmänna råd för klonskogsbruk (SKSFS 1991:1) beslutades, har metoderna för vegetativ förökning av gran utvecklats och blivit fler. Beroende på vilken vegetativ förökningsteknik som används får odlingsmaterialet olika mängd genetisk variation. En risk som ibland förknippas med vegetativ förökning är att odlingsmaterialet kan ha en alltför låg genetisk variation.

Uppdragsbeskrivningen till denna utredning föreslår att *”En utredning ska göras av om skogsodlingsmaterial som förökats vegetativt och som har stor genetisk variation bör undantas från skogsvårdslagstiftningens nu gällande regler om begränsning inom en brukningsenhet samt krav på anmälan innan planteringen påbörjas.”*

Bakgrunden till denna utredning är Skogsstyrelsens regeringsuppdrag om regelförenkling med syftet att uppnå en märkbar positiv förändring i företagets vardag. Skogsstyrelsen gav i ett meddelande 2012 en rad förslag för att åstadkomma enklare regler för skogsägare². Ett av förslagen rör skogsodling med vegetativt förökat material:

”Oavsett vilken teknik som används för att föröka skogsodlingsmaterial är det rimligt att vid regelutformning beakta främst slutprodukternas egenskaper. Om slutprodukterna, dvs. plantorna, har stor genetisk variation även efter vegetativ förökning, borde reglerna för sådant material kunna lättas upp. Ett sätt att åstadkomma regelförenkling är att för bulkförökat material slopa arealbegränsningen inom en brukningsenhet och även anmälningsplikten. En utredning bör göras för att belysa de möjligheter och risker som finns med bulkförökat material, om det finns anledning att ändra nuvarande regler och i så fall hur.”

I förslaget ovan nämns bulkförökat material. Bulkförökning, vilken beskrivs i kapitel 2, innebär i korthet att fröpartier från utvalda föräldraträd av gran förökas vegetativt. Med bulkförökning erhålls en tidsvinst jämfört med att invänta att föräldraträden ger frö i en fröplantage. Vidare kan inkorsning av oförädlad pollen undvikas om man gör kontrollerade korsningar. Beroende på antalet föräldraträd vars plantor bulkförökas får materialet olika mängd genetisk variation.

² Ringagård J. 2012. Förslag på regelförenklingar i skogsvårdslagstiftningen. Skogsstyrelsen. Meddelande 1, 2012. ISSN 1100-0295. Best nr 1581.

1.2 Angreppssätt

En översyn av lagstiftning omfattar ofta en övergripande bedömning av vilket behov som föreligger att ändra regelverket och ett underlag som beskriver vilka eventuella möjligheter och risker ett ändrat regelverk kan föra med sig. Detta bör även gälla översynen av reglerna för vegetativt förökat material. I ett tidigt skede i utredningsarbetet blev det tydligt att uppdragsbeskrivningen var alltför snäv för att vara relevant. Av denna anledning omformulerades uppdragsbeskrivningen enligt följande:

”En utredning ska göras för att belysa de möjligheter och risker som finns med vegetativt förökat skogsodlingsmaterial, om det finns anledning att ändra nuvarande regler och i så fall hur”.

Skälen till att använda ett bredare angreppssätt i utredningen var bland annat följande:

- Även aspekter av vegetativ förökning hos hybridasp och poppel borde belysas eftersom de används i större omfattning än vegetativt förökad gran i svenskt skogsbruk (*kapitel 3*);
- Metoden att föröka gran med somatisk embryogenes är under utveckling och det finns vissa planer på storskalig tillämpning;
- Skogsplantföretagens planer är att vid produktion av vegetativt förökad gran använda både bulkförökning och somatisk embryogenes (*kapitel 3*), varför en utredning som enbart rör bulkförökad gran och lagstiftning av densamma snabbt kan förlora sin aktualitet;
- Begreppet ”en stor genetisk variation” är problematiskt att definiera och hantera givet det faktum att genetisk variation i många egenskaper är fundamental för att skogsträden ska kunna överleva och anpassa sig till sin miljö och att förändringar i miljön oftast inte är kända (*kapitel 4, 6*);
- Att formulera regler inriktade på skogsodlingsmaterialets genetiska variation kan leda till en detaljerad lagstiftning med regler exempelvis för förökningsmetod, minsta antal kloner i en klonblandning, klonernas släktskap och antalet kopior per klon. En sådan lagstiftning komplicerar användningen för skogsägare och för Skogsstyrelsen att utöva tillsyn på;
- En översyn av lagstiftningen bör omfatta en övergripande bedömning av möjligheter och risker med vegetativt förökat material, skrivningar vilka fanns med i Skogsstyrelsens meddelande om regelförenkling. En sådan bedömning är särskilt relevant om empirisk kunskap och erfarenhet av skogsodling med vegetativt förökat material är begränsad.

1.3 Syfte

Syftet med denna utredning är framför allt att: i) Redogöra för olika tekniker för vegetativ förökning; ii) Undersöka behovet av att ändra nuvarande lagstiftning och iii) Göra en övergripande bedömning av de olika möjligheter och risker som finns med skogsodling med vegetativt förökat material.

1.4 Lagstiftning

Användning av vegetativt förökat skogsodlingsmaterial regleras i Skogsstyrelsens föreskrifter (SKSFS 2011:7) till 8 § skogsvårdsförordningen:

- Maximalt 5 procent av arealen produktiv skogsmark inom en brukningsenhet får föryngras med vegetativt förökat skogsodlingsmaterial (2 kap. 23 §), dock är alltid högst 20 hektar tillåtet inom en brukningsenhet (2 kap. 24 §). Som brukningsenhet ska enligt 12 § skogsvårdslagen räknas den produktiva skogsmark inom en kommun som tillhör samma ägare. Skogsstyrelsen får med stöd av 14 § skogsvårdsförordningen på begäran av skogsmarkens ägare besluta att innehavet i flera kommuner under viss tid ska utgöra en brukningsenhet.
- Skogsodling med vegetativt förökat skogsodlingsmaterial måste komma från en frökälla godkänd av Skogsstyrelsen (2 kap. 25 § samt SKSFS 2002:2).
- Plantering av vegetativt förökat material omfattande minst 0,5 hektar ska anmälas till Skogsstyrelsen minst sex veckor innan plantering påbörjas. Anmälan ska innehålla en karta som visar var planteringen ska ske, och uppgifter om fastighetsbeteckning, markägare och frökälla (2 kap. 26 §).

För övrigt gäller samma hänsynsregler i skogsvårdslagstiftningen och i miljöbalken för skogsodling med vegetativt förökat material som för fröförökat material.

1.5 Avgränsningar

Utredningen omfattar följande slags vegetativt förökat skogsodlingsmaterial:

- Grankloner som har förökats vegetativt genom klonvis förökning, bulkförökning av ett frö- eller plantparti eller med somatisk embryogenes;
- Hybridasp, *Populus tremula x tremuloides* och poppel *Populus spp* och *Populus sp. x Populus sp.*

Utredningen fokuserar på vegetativt förökad gran medan hybridasp och poppel tas upp i en mer begränsad omfattning.

Utredningen spannar över flera områden där avsikten inte är att presentera ett uttömmande kunskapsunderlag inom varje enskilt område. Bland annat berörs endast kortfattat möjligheten att använda vegetativt förökat material som produktionshöjande åtgärd inom ramen för Skogsstyrelsen och SLU:s regeringsuppdrag om adaptiv skogsskötsel.

I avsnittet om genetisk variation och resistens begränsas diskussionen till insekts- och svampskadegörare framför allt på gran. Eventuella samband mellan genetisk variation och resistens mot angrepp av djur såsom älg, hare och sork diskuteras inte. Vidare redogörs inte för samband mellan genetisk variation i agrikulturella system och resistens mot skadegörare eftersom relevansen är oklar för ett skogsbruk med vegetativt förökad gran.

Utredningen redogör inte heller för fysiologiska skillnader mellan fröplantor och sticklingar av gran. Sådana skillnader kan avse materialets storlek, form, fördelning av

biomassa, symmetri, rotningsförmåga, tillväxt under olika plantfaser och överlevnad. Vidare föreslås inte vilket minimiantal av kloner som behövs i ett odlingsmaterial för att skogsträden på kort och lång sikt ska kunna anpassa sig till olika slags miljöförändringar. Denna bedömning är komplex och mycket svår att besvara på ett vetenskapligt sätt.

2. Tekniker för vegetativ förökning

Vegetativ förökning innebär att genetiskt identiska individer utvecklas ur en växt. En grupp individer med identiska arvsanlag kallas för en klon. Vegetativ förökning av skogsträd tillämpas i Sverige på gran, poppel och hybridasp men även bland annat con-tortall och björk kan förökas vegetativt.

2.1 Klonvis förökning och klonskogsbruk

Klonvis förökning är en teknik där enskilda kloner förökas en och en, det vill säga särskiljs under förökningen. Klonerna kan väljas ut genom att bedöma den enskilda moderplantans fenotyp, de observerbara egenskaperna, i vissa karaktärer eller genom att testa egenskaper med hjälp av ett antal klonkopior i fältförsök på flera försökslokaler under flera år.

Klimatanpassningen, exempelvis tidpunkten när en planta skjuter skott är starkt gene-tiskt styrd. Miljön spelar en relativt liten roll för egenskapens uttryck och egenskapen förändrar sig inte särskilt mycket med plantans ökande ålder. Ett urval för en egenskap som skottskjutning kan därför göras med förhållandevis god säkerhet på moderplantans fenotyp. Många andra egenskaper, exempelvis tillväxt och kvalitet, behöver däremot testas på ett antal försökslokaler och utvärderas efter flera år i fältförsök. Kloner vilka uppfyller kraven väljs därefter ut och förökas klonvis i plantskolan. På så vis får man ett plantmaterial med definierbara egenskaper.

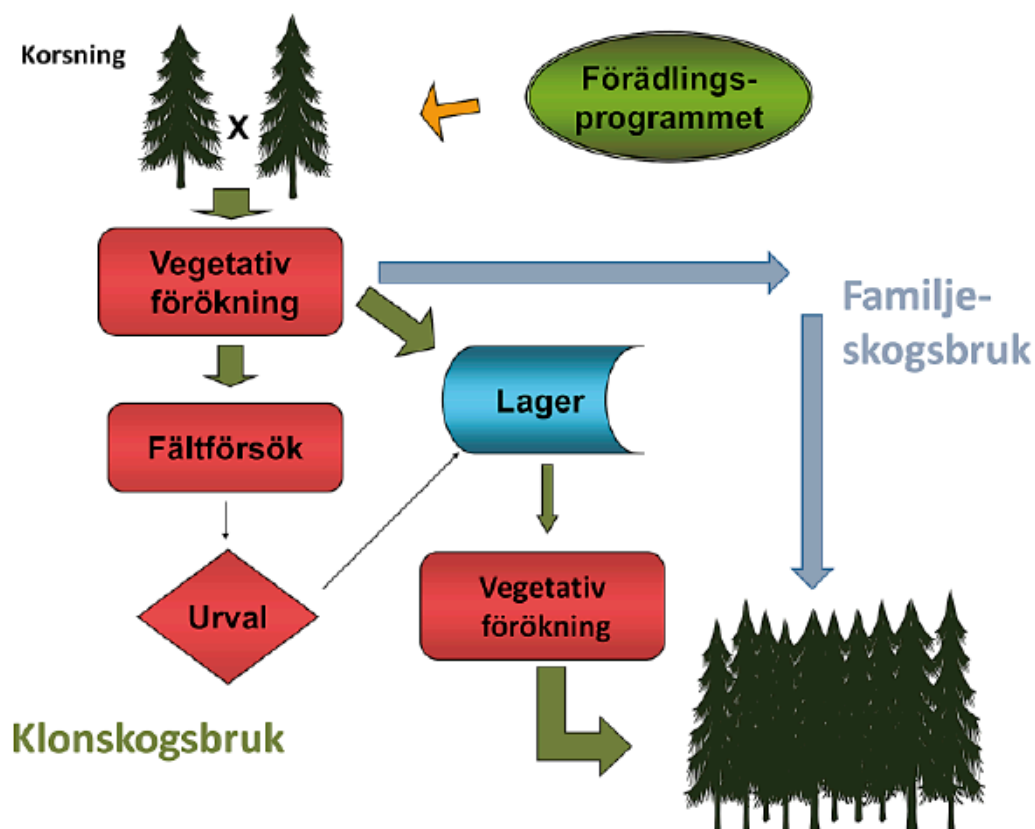
Klonskogsbruk innebär att enskilda kloner som har testats i fält förökas vegetativt (*figur 1*). Klonernas identitet behålls under odlingen. Olika kloner sätts sedan samman till en klonblandning före utplantering.

2.2 Bulkförökning

Ett frö- eller plantparti kan förökas vegetativt genom bulkförökning utan kontroll på den enskilda individen³ (*figur 1*). Normalt används bulkförökning när man önskar för-öka upp ett stort antal plantor från ett begränsat fröparti där det finns en viss genetisk information om materialet. Materialet kan vara enskilda korsningsfamiljer av utvalda elitföräldrar eller ett fröparti från en fröplantage som plockats enbart på önskade föräld-rakloner, så kallade särplockning. Bulkförökning medför att material från ett begränsat fröparti kan utnyttjas på en större odlingsareal.

Vid bulkförökning förökas ett stort antal kloner, och klonerna särskiljs inte under förökningsprocessen. Det innebär att de enskilda klonerna inte kan identifieras för de individer som uppkommit efter bulkförökning. Den genetiska vinsten blir något lägre för bulkförökat material än vid klonvis förökning men det kompenseras av att föräd-

³ Karlsson B. & Rosvall O. 2010. Ökad tillgång och användning av förädlade plantor. Slutrapport Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883.



Figur 1. Schematisk bild av förädlingsprogrammet för vegetativt förökad gran. Materialet kan användas i klonskogsbruk alternativt i familjeskogsbruk, där familjer förökas upp och där båda föräldrarna är snabbväxande, högförädlade träd. Bild från Karl-Anders Högberg, Skogforsk.

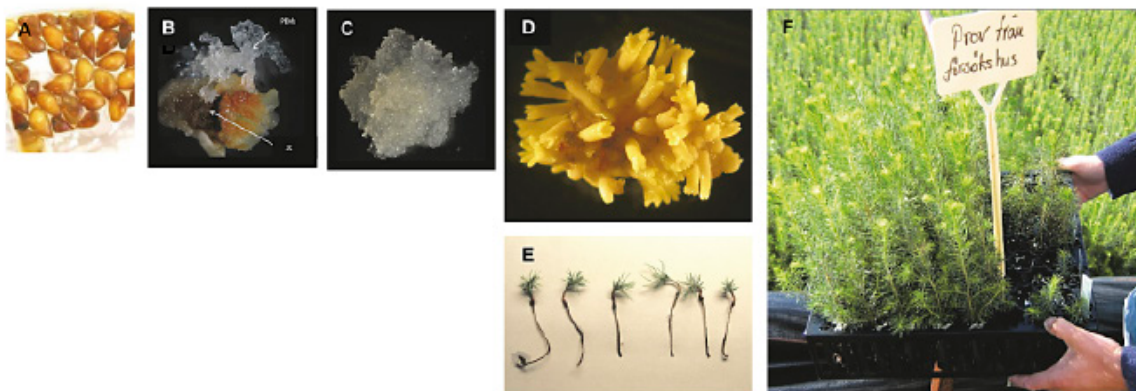
lingsvinsten kan realiseras tidigare utan separat klontestning. En annan fördel är att bulkförökat material generellt har mer genetisk variation än klonvis förökat material. Bulksticklingar kan produceras genom att ta sticklingsris från unga fröplantor. På så sätt blir rotningsprocenten högre än vid sticklingsförökning av testade kloner där moderplantorna åldrats under testperioden.

2.3 Somatisk embryogenes

Mikroförökning är ett exempel på en laboratoriemetod för vegetativ förökning. En variant av mikroförökning är somatisk embryogenes (SE)⁴ (figur 2). En SE-planta uppkommer när fröets embryo plockas ut och med hjälp av tillväxthormoner bildar en vävnadskultur. Vävnaden kan stimuleras att växa och bilda många nya embryon som sedan kan fås att mogna. Om embryona får gro bildas groddplantor vilka kan odlas i växthus och sedan behandlas som konventionella plantor. Ur ett enda frö kan ett mycket stort antal SE-plantor bildas.

⁴ Wennström U., Johansson K., Lindström A. & Stattin E. Skogsstyrelsen. 2008. Skogsskötselserien nr 2. Produktion av frö och plantor.

Vävnadskulturen kan fryslagras, kryopreserveras, vilket gör det möjligt att lagra material från olika kloner samtidigt som dessa testas i fältförsök utan att de åldras. De kloner vilka har visat sig ha bäst egenskaper efter fälttesterna kan sedan tas från fryslagret och massproduceras med SE-tekniken. I Sverige pågår framförallt arbete med att utveckla storskalig SE-förökning av gran eftersom tekniken hittills har visat sig problematisk att applicera på tall.



Figur 2. Somatisk embryogenes hos barrträd. Processen startas från fröembryo från en attraktiv frökälla, till exempel frö från kontrollerade korsningar inom ett förädlingsprogram (Bild A). Omogna somatiska embryon bildas från fröembryot på ett odlingsmedium i en 'steril' miljö (Bild B). Omogna somatiska embryon förökas på samma odlingsmedium och bildar en odlingsbar kultur som kan ge upphov till i stort sett obegränsade kopior av det ursprungliga fröembryot (Bild C). Kulturen med somatiska embryon kan i detta stadium också behandlas för att klara långtidsförvaring vid låga temperaturförhållanden under flytande kväve eller i lågtemperaturfrys. I nästa steg av processen flyttas kulturen med somatiska embryon till en ny typ av odlingsmedium som avbryter förökningen av omogna embryon och istället stimulerar vidare embryomognad (Bild D). Mogna embryon gror och välutvecklade groddor (Bild E) kan planteras 'osterilt' och fortsätter efter acklimatisering sin tillväxt på plantskola (Bild F). Foto A, D, E och F från SweTree Technologies. Foto B och C från Johanna Carlsson, SLU.

2.4 Andra metoder för vegetativ förökning

Det finns även andra metoder att vegetativt föröka skogsträd. Hybridasp förökas med meristemförökning vilket innebär att man med hormon stimulerar plantans växande knopp att växa till flera skott, vilka i sin tur kan rotas och förökas vidare. Tekniken är arbetskrävande och flera moment sker i laboriemiljö innan täckrotsplantan kan odlas. Hybridasp kan också producera sticklingar genom rotskott, örtartade skott från beskurna plantor av hybridasp och via rotdelar. Det finns även olika metoder att vegetativt föröka poppel.

3. Användning av vegetativt förökat material

3.1 Nuvarande användning av grankloner

Klonskogsbruk med testade kloner introducerades i Sverige under 1970–1990 talet⁵. I Sverige drevs tre olika projekt i syfte att testa grankloner och producera sticklingar. Drygt 25 miljoner rotade gransticklingar, varav merparten var klonvis förökade, planterades framför allt i södra Sverige. Projekten avslutades under 1990-talet som en följd av höga plantpriser. Orsaken var främst att klonerna hade hunnit åldras under testtiden i fält vilket ledde till en dålig rotningsförmåga.

Enligt 2 kap. 26§ i SKSFS 2011:7 ska skogsodling om minst 0,5 hektar anmälas till Skogsstyrelsen minst sex veckor innan plantering påbörjas. Eftersom Skogsstyrelsen sedan 1995 endast fått in en anmälan om vegetativt förökad gran finns ingen statistik att tillgå⁶. För att få en uppfattning om storleksordningen av antalet vegetativt förökade granplantor som hittills har levererats tillfrågades därför fyra stora skogsplantproducenter⁷. Av svaren framkom att två av företagen sålt vegetativt förökade granplantor. Det ena företaget hade sedan början av 2000-talet till 2010 sammanlagt sålt några hundratusen plantor av bulkförökad gran. Från 2011 sålde samma företag cirka 1,9 miljoner bulksticklingar (200 000, 700 000 och cirka 1 miljon plantor under åren 2011, 2012 och 2013). Det andra företaget producerade under perioden 1995–2003 som mest cirka 500 000 sticklingar årligen. Materialet var inte bulkplantor utan testade kloner i klonblandning. Efter 2003 har detta företag inte förökat gran vegetativt för skogsbruket.

Plantproduktionen av vegetativt förökad gran speglar knappast de senaste 19 årens antal anmälningar om vegetativt förökad gran till Skogsstyrelsen. Detta kan bero på att skogsodlingen har varit mindre än 0,5 hektar per brukningsenhet eller att, av olika skäl, användningen inte har anmälts till Skogsstyrelsen. Skogsstyrelsen bör bland annat därför uppmärksamma berörda skogsplantsproducenter att vid försäljning informera skogsägare om kravet på anmälningsplikt vid skogsodling över 0,5 hektar av vegetativt förökad gran.

⁵ Karlsson B. 2000. Clone Testing and Genotype x Environment Interaction in *Picea abies*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 162. Doctoral thesis. ISSN 1401-6230. pp 47.

⁶ Anmälan inkom i mars 2014 och avser plantering av grankloner på ca fem hektar.

⁷ Personlig kommunikation: Finnvid Prescher, Svenska skogsplantor AB; Johan Henriksson, Södra Skogsplantor; Yvonne Hedman, Holmen Skog och Anders Lindgren, Bergvik Skog.

Vad gäller SE-planter finns i dagsläget ingen skogsodling, materialet förekommer enbart i fältförsök⁸ (figur 2 och bild 1).



Bild 1. Vegetativt förökade granplanter som framställts genom tekniken somatisk embryogenes bildar en plantering av genetiskt identiska kloner.

Foto: Karl-Anders Högberg, Skogforsk

3.2 Framtida användning av grankloner

Motivet för att använda vegetativ förökning är att bättre och/eller snabbare samt mer flexibelt omsätta utvecklingen inom skogsträdsförädlingen vid förnyringen. En begränsning att fullt ut utnyttja möjliga förädlingsvinster från befintliga fröplantager är bristen på förädlat frö. Fröbristen gäller särskilt gran och beräknas bestå under lång tid framöver⁹. En av flera sätt att avhjälpa fröbristen är att använda vegetativ förökning.

Utvecklingen av gransticklingar har lett bort från att föröka testade kloner därför att produktionen försvåras av att klonerna åldras under testtiden. Även utan testning tar det så lång tid att föröka upp moderplanter av en klon om den skall användas i stor skala att den hinner åldras. Dessa problem undviks genom att bulkföröka utvalda fröpartier.

Med dagens teknik är sticklingsförökning en arbetsintensiv och dyr metod. En bulkförökad granplanta kostar i dagsläget cirka 1.50 kr mer än en fröförökad granplanta. Andelen planter vilka bildas efter vegetativ förökning varierar kraftigt. Orsakerna till variationen är, som tidigare nämnts, bland annat moderplantans ålder och fysiologiska status. Detta påverkar produktionen av sticklingsris, procent rotning och apikal dominans. Det vill säga att tillväxten styrs från toppskottet, hos den rotade sticklingen. Även det fröparti som används som utgångsmaterial för vegetativ förökning påverkar plantkostnaden. Kostnaden minskar dock med förökningsfaktorn, ju fler planter som utvecklas från

⁸ Bo Karlsson, Skogforsk, personlig kommunikation.

⁹ Almqvist C., Wennström U. & Karlsson B. 2009. Tillgång på förädlat skogsodlingsmaterial 2010 – 2050. Analys av fröförsörjningsläget per fröplantagezon och förslag till åtgärder för att minimera brist och maximera genetisk vinst. Bilaga 4 i Skogforsks Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883.

ett frö desto mindre blir kostnaden per planta. Förhoppningarna inför framtiden sätts till att utveckla SE-tekniken där möjligheterna att bygga en automatiserad odlingskedja anses större.

Den tekniska utvecklingen av somatisk embryogenes (SE) är viktig för produktionen av vegetativt förökad gran. För att en automatiserad och storskalig produktion av SE-planter produceras mogna somatiska embryon i en bioreaktor. Syftet är att automatisera hela kedjan fram till färdiga små plantor (mikroplantor) som omskolas för ordinarie odling i plantskolor. För närvarande testkör ett automatiserat system av somatisk embryogenes av ett svenskt företag. Testkörningen, som görs på uppdrag av en intressentgrupp, syftar till att hantera kritiska och automatisera arbetsintensiva steg i produktionen av SE-planter.

Intressentgruppen, Södra, Sveaskog, Holmen och Bergvik, har sedan 2008 samarbetat i ett utvecklingsprojekt om SE-planter (*figur 3*). Enligt styrgruppen för SE-projektet är målet att i slutet av 2015 producera en miljon SE-planter av gran¹⁰. En ny odlingsanläggning av pilotkaraktär planeras för denna uppskalning och om produktionen fungerar i denna skala kan en ännu större produktionsanläggning bli aktuell under 2015/16. Först några år därefter kan planter bli tillgängliga på marknaden.

SE-förökningen kan ske på olika sätt¹¹. En metod som i princip är bulkproduktion är att i den kontinuerliga förökningsprocessen successivt lägga till frön från utvalda korsningsfamiljer baserat på deras förädlingsvärden. Från varje enskild klon kan ”relativt få” (från 10 000–100 000–1 000 000) genetiskt identiska sticklingar produceras. Alternativt kan färre i fält individuellt testade och kryolagrade utvalda plusträdskloner (1–10–50–100 stycken) massförökas, där varje klon kan ge upphov till över en miljon genetiskt identiska sticklingar (*se även kapitel 5*).

3.3 Skogsplantsföretagens planerade produktion

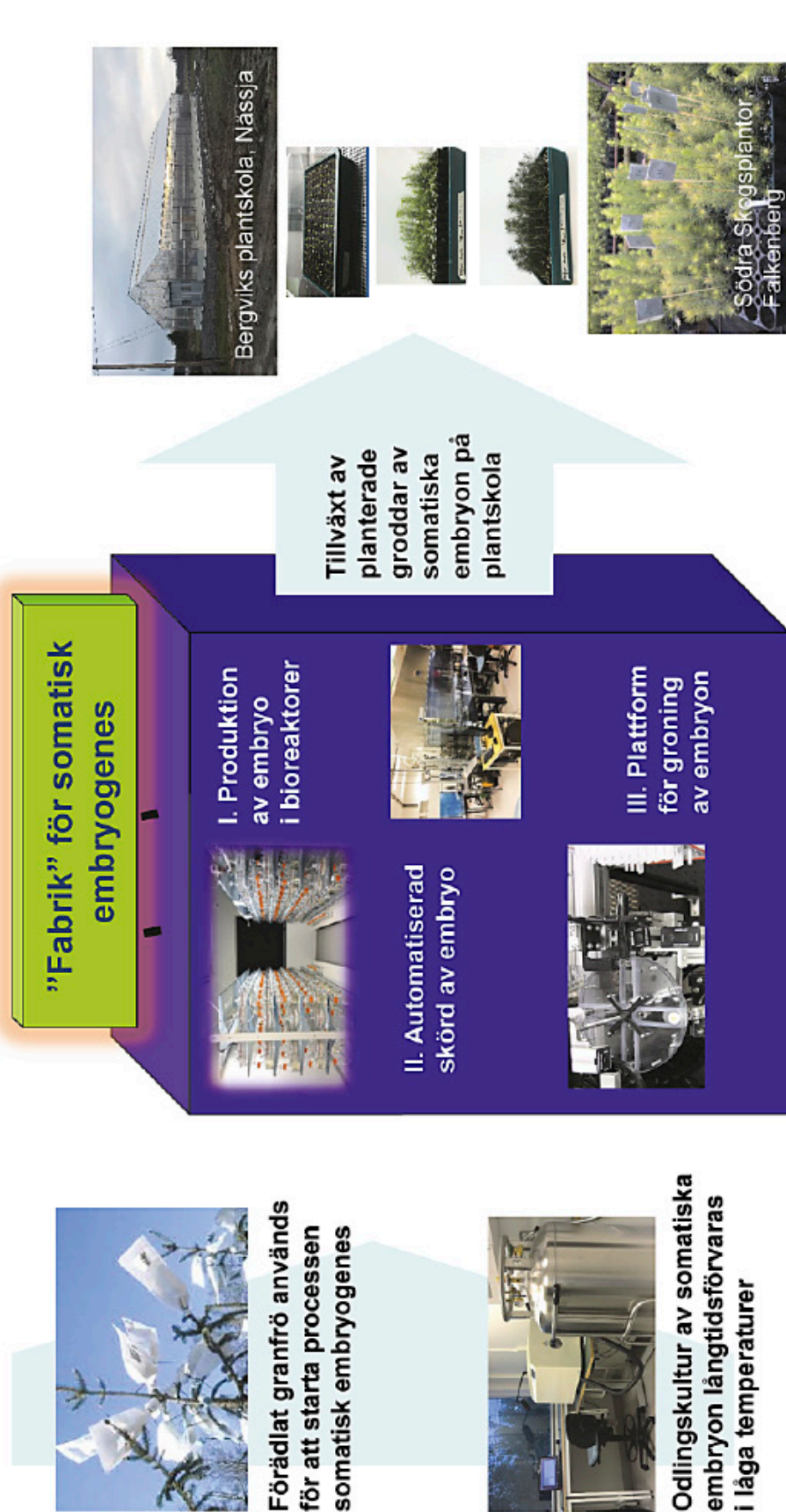
Fyra större skogsplantproducenter tillfrågades om storleken på sin planerade produktion av bulkförökade sticklingar och/eller SE-förökade granplanter¹². Som framkommer även av dessa svar är teknikerna fortfarande under utveckling och olika vägar undersöks för närvarande för att få upp volymen av vegetativt förökad gran. Företagen har följande planer:

Företag A: Under 2013 såddes material för att anlägga sticklingshäckar. Om 3–4 år beräknas 100 000–200 000 bulksticklingar av gran att produceras. Det är troligen den nivån som produktionen landar på framöver. När det gäller kopplingen mellan bulkförökning med sticklingar och SE-planter kan det vara intressant att anlägga sticklingshäckar med SE-planter och sedan föröka dessa genom vanliga bulksticklingar. Men detta är inte huvudspåret idag.

¹⁰ Södra kontakt. En tidskrift från Södra. Nr 1 februari 2014.

¹¹ Ulrika Egertsdotter, SweTree Technologies AB, personlig kommunikation.

¹² Personlig kommunikation: Finnvid Prescher, Svenska skogsplanter AB; Göran Örlander, Södra Skogsplanter; Hedman, Holmen Skog och Anders Lindgren, Bergvik Skog.



Figur 3. SweTree Technologies har med stöd från svenska skogsbolag och VINNOVA tagit fram en teknologi för att vegetativt föröka gran med tekniken somatisk embryogener (SE). Genom att automatisera de mest arbetskrävande stegen i processen för somatisk embryogener är det möjligt att producera större mängder SE-planter. I 'SE-fabriken' förökas omogna embryon i en bioreaktor och får sedan bilda mogna embryon i samma bioreaktor. Mogna embryon kan sedan skördas direkt från bioreaktorn i en automatiserad skördeprocess och utvecklas vidare till groddar i ett speciellt system. I det sista steget i 'SE-fabriken' planteras groddarna med ett automatiserat planteringsverktyg. Nyplanterade groddar flyttas sedan direkt till ett året-runt växthus för aklimatisering där de sedan hanteras tillsammans med vanliga fröplanter. Foto: SweTree technologies.

Företag B: Bulkförökade granplantor kommer från en frökälla med cirka 2 000 moderträd i förädlingsarkiv. Förädlingsvärdet på moderträden har bedömts av Skogforsk. Fritt avblommat frö har valts från 162 plusträd, motsvarande 6 procent av träden i Ekebos arkiv. Urvalet baseras främst på förädlingsvärdet för raka träd och med en hög tillväxt. Ungefär 100 000 frön från de utvalda träden sås under ett år, vilket har potential att ge 100 000 kloner i bulkblandningen. När plantorna är 2–3 år gamla klipps cirka tio sticklingar per avkomma, totalt produceras 500 000 till en miljon bulksticklingar (10–20 av varje klon). Antalet sticklingar som kan klippas från varje planta är begränsad då andelen sticklingar som rotas och ger en bra sticklingsplanta minskar med plantans ålder. Att klippa och sticka sticklingar är mycket arbetsintensivt och sker under en kort tidsperiod. Proceduren upprepas påföljande år, fritt avblommat frö från ett urval av frökällans moderträd odlas upp och nya sticklingar produceras.

Angående SE-plantor är planen att massföra utvalda cellinjer. Varje frö ger upphov till en cellinje eller en klon. Urvalet av frön/cellinjer baseras även här på Skogforsks beräknade förädlingsvärde av kontrollerade korsningar från kända föräldraträd. Från varje korsning väljs ett antal frön. Embryona plockas ur fröet och massföroas med somatisk embryogenes. Det är inte praktiskt möjligt att arbeta med många cellinjer varför tanken är att använda så pass många cellinjer att man i förökningsprocessen med stor sannolikhet får ut förädlingsvärdet. Avvägningar i SE-förökningen gäller dels antalet korsningar som ska väljas ut, dels antalet individer att föroka per korsning. Bedömningen är att föroka 100 000 till en miljon genetiskt identiska plantor från varje cellinje. Tanken är att successivt initiera nya cellinjer samtidigt som tidigare använda cellinjer fasas ut.

Företag C: Det finns inga planer på att återuppta produktionen av klonvis förökad gran med sticklingar. Vårt deltagande i utveckling av SE-produktion av gran kan komma att ge totalt cirka 500 000–1 000 000 plantor inom en femårsperiod. Det handlar om bulkförökning av cellinjer från högförädlad frö. Metoden är att göra korsningar på de bästa föräldraträden vilka har en hög genetisk vinst. Från varje korsning väljs ett antal frön. Embryona plockas ur fröet och massföroas med somatisk embryogenes. Varje frö motsvarar en cellinje eller en klon. Många cellinjer fungerar inte att föroka med SE-tekniken, bara en del av de utvalda fröerna går att massföra. Beroende på testresultat från avkommeprövningar av föräldrar upprepas processen med korsningar och SE-förökning.

Företag D: Inga planer finns i nuläget att börja sticklingsföra material, men fem år fram i tiden kan givetvis detta ändras. Bulkförökad gran kommer sannolikt inte föroas med SE-metoden, eftersom man helst vill ha omogna fröembryon till detta. I dagsläget är det kontrollerade korsningar som SE-föroas.

3.4 Tillgång på och arealtak för vegetativt förökad gran

Som framgår ovan ligger den planerade produktionen av vegetativt förökad gran runt två miljoner plantor per år. Om 2 200 plantor planteras per hektar, räcker den planerade årsproduktionen till att fylla 45 brukningsenheter med 20 hektar vegetativt förökad gran.

Den planerade årsproduktionen på cirka två miljoner vegetativt förökade granplantor kan jämföras med antalet fröförökade granplantor som skogsplantföretagen levererar i Sverige: Enligt Skogsstyrelsens plantundersökning har företagen sedan 2010 årligen levererat mellan 216 och 225 miljoner fröförökade granplantor¹³.

Årsproduktionen av vegetativt förökade granplantor kan även ställas i relation till det teoretiska taket, det vill säga den enligt regelverket tillåtna arealen produktiv skogsmark som kan odlas med vegetativt förökad gran. Skogsstyrelsens beräkningar visar att knappt 3,85 miljoner hektar produktiv skogsmark kan återbeskogas med vegetativt förökat material¹⁴ (*tabell 1*). Skogsägare med brukningsenheter på högst 20 hektar får använda sticklingar på hela sin areal. För skogsägare med brukningsenheter på 20 till 400 hektar får sticklingar användas på maximalt 20 hektar (vilket innebär en större areal än fem procent). För skogsägare med brukningsenheter över 400 hektar får sticklingar användas på maximalt fem procent av arealen (vilket innebär en större areal än 20 hektar). En mindre del av det tillåtna arealtaket för vegetativt förökat material har använts för skogsodling med poppel och hybridasp (drygt 2 000 hektar, se följande avsnitt). Det innebär att betydande arealer produktiv skogsmark finns tillgängliga att beskoga med grankloner.

Tabell 1. Areal produktiv skogsmark som är tillåten för skogsodling med vegetativt förökat material

Storlek på brukningsenhet (hektar)	Antal brukningsenheter	Sammanlagd areal (hektar)	Areal tillåten för skogsodling med vegetativt förökat material (hektar)
≤ 20	119 254	931 331	931 331
21-400	114 314	8 888 873	2 286 280 (114 314 x 20)
> 400	3 743	12 604 427	630 221 (12 604 427 x 0,05)
Totalt	237 311	22 424 631	3 847 832

I en arbetsrapport från Skogforsk analyserades en årlig plantering med 20 000 hektar bulksticklingar av gran¹⁵. Enligt rapportens beräkningar behövs, om 2 200 sticklingar planteras per hektar, en årsproduktion av 44 miljoner grankloner. Det är 42 miljoner fler eller motsvarande drygt 20 gånger så många grankloner årligen än vad skogsplantsföretagen för närvarande planerar att producera.

Sammanfattningsvis är det tydligt från uppgifterna ovan att det inte är arealtaket i lagstiftningen som framöver begränsar användningen av grankloner för flertalet skogsägare. Snarare framstår produktionen av gransticklingar av olika skäl vara begränsande för användningen. Det är också oklart vilket intresse skogsägarna har att använda gransticklingar i sitt skogsbruk.

¹³ Skogsstatistisk årsbok 2014. Skogsstyrelsen. 2014. Redaktör Linn Christiansen. ISSN 0491-7847 ISBN 978-91-87535-05-5.

¹⁴ Linn Christiansen, Skogsstyrelsen, personlig kommentar. Uppgifterna avser produktiv skogsmark 2012 och är en bearbetning av uppgifter från Lantmäteriets fastighetsregister, produktiv skogsmark enligt fastighetstaxeringen.

¹⁵ Rosvall O. & Wennström U. 2008. Förädlings effekter för simulering med Hugin i SKA 08. Arbetsrapport nr 665 från Skogforsk.

3.5 Nuvarande användning av poppel och hybridasp

Av tabell 2 framgår omfattningen av den areal av vegetativt förökat material av hybridasp och poppel som anmälts till Skogsstyrelsen under perioden 1995 till idag. Att döma av anmälningarna till Skogsstyrelsens registreringssystem Navet är odling av poppel och hybridasp på skogsmark begränsad, 358 respektive 213 hektar under 19 års tid (tabell 2). Antalet anmälningar är 56 för hybridasp och 80 för poppel.

Tabell 2. Till Skogsstyrelsen anmäld areal i hektar (ha) av poppel och hybridasp under perioden 1995 till 2013. Uppgifterna är från Skogsstyrelsens registreringsdatabas Navet

År	Poppel (ha)	Hybridasp (ha)
1995	72	-
1996	29,2	-
1997	-	-
1998	-	-
1999	-	-
2000	-	-
2001	-	-
2002	-	1,0
2003	-	-
2004	1,5	-
2005	1,5	2,8
2006	111	13,7
2007	5,1	22
2008	4,2	2,5
2009	4,0	32,1
2010	21,3	36,4
2011	60,1	62,7
2012	26,2	7,7
2013	21,8	32,3
Totalt	357,9	213,2

Poppel och hybridasp har även använts för återbeskogning efter stormarna Gudrun och Per. Återväxtstöd från Skogsstyrelsens ärendedatabas ”Gudrun” rapporteras gälla 225 hektar poppel och 1 400 hektar hybridasp¹⁶.

Enligt Skogsstyrelsens uppgifter är den totala skogsodlingen av poppel 573 hektar och av hybridasp 1 613 hektar (bild 2). Det finns osäkerheter kring vilka arealer som har planterats och en viss dubbelregistrering av poppel och hybridasp kan ha skett till de två databaserna. Samtidigt kan det finnas planteringar på mindre än 0,5 hektar vilka inte behöver anmälas till Skogsstyrelsen. Dessutom kan det finnas oanmälda arealer.

Odlingen av poppel och hybridasp är liten även på jordbruksmark¹⁷. Enligt uppgifter från lantbrukarnas ansökningar om gårdsstöd finns 330 hektar hybridasp på jordbruk-

¹⁶ Wallstedt A. 2013. Rapport 1 Skogsstyrelsen. Återväxtstöd efter stormen Gudrun. ISSN 1100-0925. Best nr 1852. <http://shop.skogsstyrelsen.se/sv/publikationer/rapporter/atervaxtstod-efter-stormen-gudrun.html>

¹⁷ Karin Hjerpe, Jordbruksverket, personlig kommunikation.

smark och 1 120 hektar poppel på jordbruksmark. Odling av poppel och hybridasp kan ske även utan gårdsstöd, exempelvis om träden blivit äldre än 20 år utan att ha skördats (avverkats). Jordbruksverket anser dock att det inte finns anledning att tro att odling utan gårdsstöd sker i någon större omfattning.

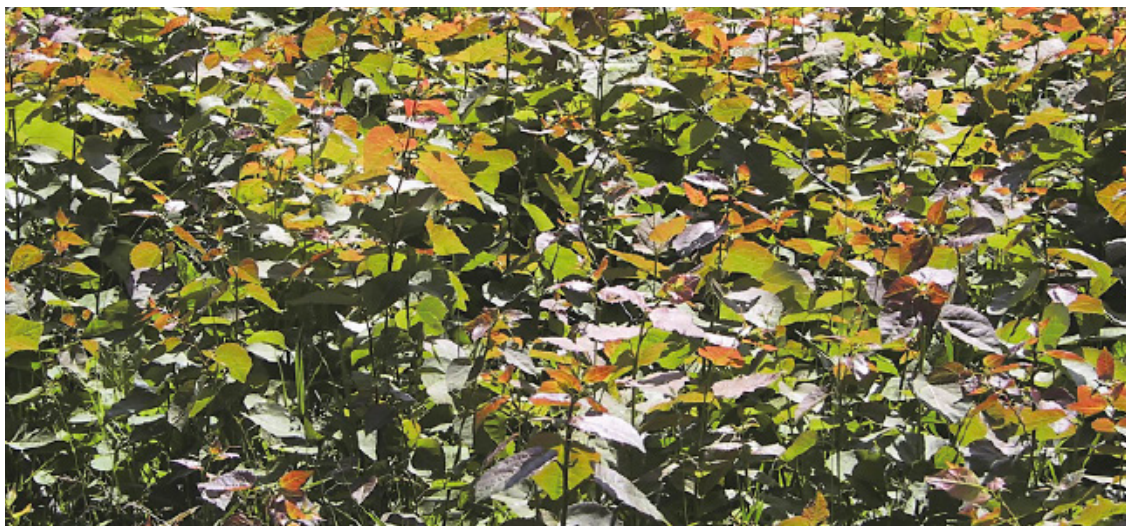


Bild 2. Plantering av hybridasp, *Populus tremula x tremuloides*.

Foto: Lars-Göran Stener, Skogforsk

3.6 Framtida användning av poppel och hybridasp

I en orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel¹⁸, härafter kallad ”poppelutredningen”, framgår en rad forsknings- och utvecklingsinsatser som behövs för att utveckla odling av hybridasp och poppel i Sverige. Insatserna omfattar bland annat att ii) Långsiktigt förädla *Populus* för svenska klimatförhållanden genom att samla in och korsa nytt odlingsmaterial med en bred genetisk bas; ii) Utveckla kostnadseffektiva föryngringar av odlingar av *Populus*; iii) Studera bland annat produktionsnivåer och skötselmodeller i vegetativt föryngrade bestånd; och iv) Arbeta med hur kunskap om biologisk mångfald och naturmiljö ska implementeras i odlingar av poppel och hybridasp för att bland annat värna om miljö kvalitetsmålen.

Poppelutredningen konstaterar också att en undersökning av allmänhetens uppfattning och sociala aspekter av snabbväxande odlingar av poppel och hybridasp bör föregå en storskalig plantering.

¹⁸ Rytter L., Johansson T., Karačić A. & Weih M. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. Arbetsrapport från Skogforsk nr 733. ISSN 1404-305X.

4. Genetisk variation

4.1 Genetisk variation och dess betydelse

Genetisk variation är 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 mäts 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) skattas 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 nedärvs på ett förutsägbart sätt mellan generationer medan de icke additiva effekterna uppträder slumpmässigt i varje generation. Med kvantitativ genetisk analys kan dessa varianskomponenter och genetiska effekter särskiljas från miljöeffekter. Hos skogsträd är nästan alla egenskaper kvantitativa och har en kontinuerlig variation, exempelvis höjd eller tillväxt.

Den additiva variansen är det genetiska "råmaterial" som krävs för att individer och populationer ska kunna svara på ett naturligt eller artificiellt urval. Hos skogsträden är kvantitativ genetisk variation i egenskaper viktiga för anpassning fundamental för långsiktig överlevnad och anpassning till miljöförändringar¹⁹. Förändringarna kan avse både biotiska faktorer, till exempel svamp- och insektsangrepp och abiotiska faktorer som frost, torka, ökade temperaturer och storm. Om träden (individerna) har många olika uppsättningar av gener och en genetisk variation i egenskaper av anpassningsvärde finns generellt sett större möjlighet att några individer klarar att överleva och anpassa sig till förändringar i miljön på både 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 variansen²⁰. I ett längre tidsperspektiv har sällsynta genvarianter en större betydelse eftersom de kan bidra till artens anpassning och reproduktion.

¹⁹ Koskela J., Buck A. & Teissier du Cros E (editors). 2007. Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe. Bioversity International, Rome, Italy. 111 pp. ISBN 978-92-9043-749-9.

²⁰ Eriksson G., Ekberg I. & Clapham D. 2006. An introduction to forest genetics. 2nd edition. ISBN 91-576-7190-7.

En genotyp kan få olika fenotyper när den exponeras för olika miljöer. Denna ”elasticitet” kallas för fenotypisk plasticitet. Plasticiteten möjliggör att en enskild individ kan anpassa sig till variationer i miljön under sin livstid.

En kartläggning av granens arvsmassa har visat att den nästan har sju gånger så många DNA-byggstenar (20 miljarder) som människans arvsmassa²¹. Förutom att granens arvsmassa är gigantisk är den också komplex. Det finns många små bitar av befintliga gener, pseudogener, och många DNA-fragment som hoppar runt i arvsmassan (transposoner). Kartläggningen av granens arvsmassa kan innebära en mer riktad och snabbare skogsträdsförädling än vad som tidigare har varit möjligt.

Granens stora och komplexa arvsmassa innebär samtidigt möjlighet till en hög genetisk variation inom och mellan populationer, även då antalet gener som kodar för proteiner inte är så många fler än i den mänskliga arvsmassan. Dessutom skapas ständigt ny genetisk variation vid celledelning av könsceller (meiosis). Även mutationer bidrar, om än i betydligt mindre omfattning än genflöde, till att skapa ny genetisk variation.

4.2 Genetisk variation i skogsodlingsmaterial

Genetiska skillnader mellan individer, den genetiska variationen, utgör grunden för all evolution och anpassning. Genetisk variation är också grunden för en uthållig skogsträdsförädling.

När vegetativ förökning skapar plantor som är genetiskt exakta kopior av varandra finns ingen genetisk variation för olika egenskaper inom klonen. Generellt gäller att ju lägre den genetiska variationen är, desto mindre är möjligheten för ett trädbestånd att anpassa sig till förändringar i miljön. Problemen kan bli synliga exempelvis vid utbrott av (nya) skadegörare eller vid miljövariationer som är större än att träden kan hantera det med fenotypisk plasticitet. Samtidigt medger användning av ett fåtal utvalda elitkloner en ökad förädlingsvinst. Användning av vegetativt förökat skogsodlingsmaterial handlar därmed om att balansera en förväntad förädlingsvinst av få kloner med de olika risker som föreligger med en låg genetisk variation.

Det är mycket svårt att uttala sig om ”lämpliga miniminivåer” av genetisk variation, det vill säga vilket antal kloner som krävs för att skogsträden på kort och lång sikt ska kunna möta olika förändringar i miljön (*se även kapitel 6*). Syftet med denna utredning är inte heller att föreslå någon slags miniminivå för klonantal, vare sig i ett parti skogsodlingsmaterial av bulkförökade granplantor, SE-plantor eller i en fröplantage.

Enligt den största producenten av bulkförökade granplantor i Sverige har fritt avblommat frö valts från en begränsad del, 6 procent eller 162 plusträd i ett förädlingsarkiv. Urvalet av träd är främst baserat på förädlingsvärden för raka träd och med en hög tillväxt. Det kan diskuteras om det förhållandevis snäva urvalet av moderträd kan anses

²¹ Nystedt B. et al. 2013. The Norway spruce genome sequence and conifer genome evolution. Nature. 497(7451): 579-84. doi: 10.1038/nature12211. Epub 2013 May 22.

ha en ”stor genetisk variation”, men det finns även fler anledningar att fundera över begreppet. I förädlingsprogrammets genetiska fälttester väljs plusträd ut med avseende på produktion av biomassa, anpassningsförmåga över miljöer och stam- och vedkvalitet²². Även plusträdens vitalitet, det vill säga resistens mot olika biotiska och abiotiska faktorer studeras. Sambandet mellan tillväxt och motståndskraft mot en viss skadegörare kan vara både positiv och negativ beroende på skadegörare och skademekanism. Studier av resistens mot skadegörare hos gran omfattar framför allt rotröta (*kapitel 6*), medan kunskap om granens resistens mot flertalet andra insekter och svamppatogener är avsevärt mer begränsad.

I och med klimatförändringarna kommer skadebilden att förändras framöver. Redan kända skadegörarna får ändrade förutsättningar att etablera och sprida sig²³. Klonernas mottaglighet för en skadegörare beror bland annat av en komplicerad samverkan mellan miljön, värdträdets och skadegörarens genupsättningar samt variationen i deras biologiska egenskaper. En granklon som har en låg mottaglighet för en skadegörare i en viss miljö kan därför vara mottaglig mot samma skadegörare i en annan miljö, beroende på att trädet utsätts för olika stress i olika miljöer och att patogeniciteten hos skadegöraren kan variera.

Med tanke på den tilltagande globala handeln och det ökade resandet är det mycket troligt att även nya insekter, svampar och nematoder kommer att introduceras i Sverige. Kunskapen om granens resistens mot nya skadegörare är inte känd. Ytterligare ett komplicerande faktum är att svampar och andra mikroorganismer kan bilda arthybrider vilka ibland skapar nya patogener²⁴. På liknande sätt kan förutsättningarna för insektskadegörare drastiskt förändras på ett komplext och okänt sätt när nya arter kommer in i etablerade system.

Av bland annat ovan nämnda anledningar är det komplicerat att specificera vilket antal kloner som innebär ”en stor genetisk variation”. Det handlar snarare om att skapa förutsättningar, en beredskap för överlevnad och anpassning, att ”ha genetiska marginaler” i ett skogsodlingsmaterial. Av den anledningen är det mycket viktigt att beakta försiktighetsprincipen vad gäller skogsodlingsmaterialets mängd genetiska variation. På så vis minskar förhoppningsvis skogsägarnas risker i ett miljö som vi vet kommer att förändras.

²² Rosvall O., Andersson B., Högberg K-A., Stener L-G., Jansson G., Almqvist C. & Westin J. 2010. Skogsträdsförädling. Skogsskötselserien nr 19. Skogsstyrelsen.

²³ 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.

²⁴ Boberg J., Klapwijk M., Stenlid J. & Björkman C. 2014. Skadegörarna utmanar skogen. Syntes från Future Forests, SLU. 2014.

4.3 Berzeliicentrets pågående utvärdering

En utredning görs för närvarande av Berzeliicentret²⁵. Avsikten är bland annat att uppdatera en tidigare utvärdering av klonskogsbruk²⁶. Berzeliutredningen syftar till att för vegetativt förökat material av gran analysera: i) Vad är nyttan och riskerna med klonskogsbruk; ii) Växtfysiologiska och genetiska effekter av förökningsmetoden somatisk embryogenes; iii) Långsiktiga genetiska konsekvenser av en förändrad genetisk och genotypisk diversitet med avseende på beståndens stabilitet, produktivitet, resistens mot skadegörare och granens långsiktiga anpassningsförmåga; iv) Miljökonsekvenser exempelvis för den biologiska mångfalden, mark- och vattenförhållanden, skadegörare och effekter på ekosystemtjänster; och v) Konsekvenser för skogsskötsel.

Berzeliutredningen är tänkt att beakta kort- och långsiktiga effekter på träd-, bestånds- och landskapsnivå av vegetativt förökad gran. Ett syfte är att undersöka hur bestånd med grankloner påverkar omgivande bestånd med fröförökad gran och vilken andel av bestånd med grankloner i landskapet som leder till olika effekter på landskapsnivån. Olika scenarier ska analyseras med avseende på olika nivåer av genetisk variation, användningsnivå i landskapet och tidsskala. Huvudscenarierna är: i) Att använda få (1, 10, 50, 100?) testade kloner vilka massförökas med upp till många miljoner genetiskt identiska individer per klon som planteras separat eller i klonblandningar; ii) Att använda ett stort antal otestade kloner vilka bulkförökas med ett – relativt sett – mer begränsat antal kopior (100, 1 000, 10 000, 100 000, 1 000 000? stycken); och iii) Ett referensscenario med fröförökade plantor. Scenarierna analyseras med och utan hänsyn taget till olika naturvårdsåtgärder.

Användningsnivån av grankloner i landskapet är tänkt att analyseras från 5 procent (enligt nuvarande lagstiftning) upp till en nivå på ungefär 40 procent, där all gran som planteras är vegetativt förökad. För scenarierna 1 och 2 undersöks hur miljöhänsyn ska tas och vilka naturvårdsåtgärder på landskapsnivå som krävs för att förhindra eventuella negativa effekter av skogsodling med grankloner. Syftet med att dra ut mot extremer är att belysa ”gränser” för antalet olika kloner och kopior per klon, vad som orsakar dessa gränser och hur de kan påverkas genom att förändra principen för användningen av kloner och/eller skogsskötsel.

4.4 Genspridning

Eftersom granen är vindpollinerad sker ett mycket omfattande genflöde via pollen. Spridning av DNA från grankloner i planteringar till omgivande fröförökade bestånd är därför högst sannolik. Om grankloner förädlats med avseende på egenskaper som snabbare tillväxt, kan de förväntas ha en större förmåga att anpassa sig och därmed ha en bättre konkurrenskraft än omgivande träd med en lägre tillväxt. På landskapsnivå kan på sikt spridning av pollen och frö från planteringar med vegetativt förökat material bi-

²⁵ Ola Rosvall, Rosvall Forest Consulting AB, personlig kommunikation.

²⁶ Sonesson J., Bradshaw R., Lindgren D. & Ståhl P. 2001 Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. SkogForsk Report 1. 59 pages.

dra till att omgivande bestånd bli mer lika, är mer närbesläktade, än vad som hade varit fallet vid naturlig föryngring eller om ett mer genetiskt varierat skogsodlingsmaterial hade planterats.

Det är komplicerat att skatta hur mycket granens genetiska variation på landskapsnivå kan komma att reduceras över tid om antalet planteringar med vegetativt förökat material ökar. Hur mycket den genetiska variationen i omgivande granbestånd påverkas av planteringarna beror av flera faktorer. Exempel på dessa är planteringarnas storlek och fördelning i landskapet, antalet använda kloner, antalet kopior per klon och konkurrensfördelar mellan kloner.

Det finns få vetenskapliga analyser av genspridning från förädlade granbestånd. I en ny forskningsstudie har emellertid genetisk variation i så kallade molekylära mikrosatellitmarkörer analyserats inom nio förädlingspopulationer av gran i norra Sverige²⁷. Resultaten visade på en hög genetisk variation och en låg och ”ostrukturerad” släktskapsnivå mellan de förädlade träden. I Norge planeras en forskningsstudie för att analysera hur väl den genetiska variationen i en fröplantage av gran överensstämmer med genetisk diversitet i naturliga granbestånd²⁸. Ytterligare studier behövs för att belysa vilka genetiska effekter en omfattande användning av förädlad skogsodlingsmaterial, fröförökat eller vegetativt förökat, har på omgivande bestånd.

Fröförökning och förmågan att skjuta rot- och stubbskott varierar mellan arter och hybrider av *Populus*. Hybridasp har en mycket god förmåga att skjuta rotskott efter avverkning vilket är ett problem om man inte vill fortsätta att odla hybridasp på platsen. Spridning av pollen och frö från hybridasp är omfattande och kan vara en potentiellt allvarlig risk för genspridning. Detta kan innebära att hybridasp eller hybrider mellan hybridasp och vår inhemska asp samt återkorsningar mellan dessa, etableras långt utanför de bestånd som planterats med hybridasp²⁹. Hos poppel är förmågan till fröförökning och rotskottsbildning lägre än hos hybridasp.

²⁷ 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.

²⁸ Tore Skrøppa, Skog og landskap, Norge, personlig kommunikation.

²⁹ Felton A., Boberg J., Björkman C. & Widenfalk O. 2013. Identifying and managing the ecological risks of using introduced tree species in Sweden's production forestry. *Forest Ecology and Management* 307:165-177.

5. Skogsproduktion

5.1 Skogsproduktion och klimatförändringar

För att motverka klimatförändringen behöver fossil energi och materialkällor – kol, olja och gas ersättas med förnybara koldioxidneutrala energi och materialkällor. Det förväntas medföra en ökad efterfrågan på bioenergi, biomaterial och biokemikalier. En stor del av detta kan komma från skogen och skogsbruket. Även behovet av råvara från den traditionella skogsindustrin förväntas öka framöver.

Skogen bidrar således på en rad olika sätt till att motverka klimatförändringarna. Bland annat producerar skogen ett mer klimativänligt material för bland annat byggnader. Cement, metaller och plast genererar mer koldioxid vid tillverkning och användning än trämaterial. Trämaterial lagrar dessutom kol under produktens livslängd tills biomassan bryts ner. Stående skog lagrar kol, både i levande biomassa men även i dött organiskt material och i marken. Mängden kol som lagras i skogen beror bland annat av skogs- och marktypen och hur skogsbruket utförs.

5.2 Ökad förädlingsvinst och ekonomisk vinst

Ett sätt att öka skogsproduktionen är att använda förädlad skogsodlingsmaterial. Förädling av skogsträd avser framför allt egenskaper som styr trädens överlevnad, vitalitet, tillväxt och virkeskvalitet. Förädling av skogsodlingsmaterial syftar till att öka den genetiska vinsten, det vill säga den genomsnittliga förbättringen av avkomman jämförd med ursprungspopulationen. Genetiska förädlingsnivåer anges ofta som procentuell vinst eller mertillväxt jämfört med den vinst man skulle ha fått genom att använda det lokala skogsodlingsmaterialet genom självföryngring. Den genetiska vinsten skattas genom mätningar i avkommeprövningar eller klontester.

Ett sätt att utnyttja förädlingsvinsten och en metod att öka skogsproduktionen är att använda vegetativt förökat skogsodlingsmaterial. Vegetativt förökad gran kan ge en genetisk vinst upp till 30–35 procent³⁰. Den högre genetiska vinsten av att tillämpa vegetativ förökning jämfört med frö från fröplantager beror bland annat på att effekten av förädlingen inte sänks av inkommande pollen från (oförädlade) granar utanför fröplantagen. Genom att använda vegetativt förökad gran ökar förädlingsvärdet eftersom bakgrundspollinering kan undvikas. I ekonomiska kalkyler där räntan beaktas blir lönsamheten högre på goda ståndorter med högre produktion och kortare omloppstider. Produktionsökningen i kombination med en relativt liten ökning av kostnader för föryngring förklarar den ekonomiska vinsten av att använda vegetativt förökad gran. Enligt beräkningarna höjs markvärdet vid plantering av vegetativt förökad gran med 12–22 000 kronor per hektar vid 2 procent ränta och med 6–14 000 kronor vid 3 procent ränta. Skillnaden i markvärde är mest relevant för höga ståndortsindex (G28+), där vegetativt förökad gran sannolikt främst kommer att planteras.

³⁰ Karlsson B. 2009. Förädlad material och kloner. Bilaga 3 i Fahlvik N., Johansson U. & Nilsson U. 2009. Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-43-8.

Sveaskog gav Skogforsk i uppdrag att analysera framtida produktionspotential för olika åtgärder att höja tillväxten på Sveaskogs skogsbruksmark³¹. För Götaland och Bergslagen analyserades bland annat användning av bulksticklingar av gran från korsningar mellan testade plusträd eller förökade med somatisk embryogenes. Den genetiska vinsten beräknades vara 30 procent. Av uppdraget framgår att använda gransticklingar på 5 procent av Sveaskogs föryngringsareal i Götaland och Bergslagen skulle ge en tillväxtökning med 109 000 m³sk per år och ett nuvärde på 5,3 miljoner kronor. Om bulksticklingar används på Sveaskogs alla granmarker i Götaland och Bergslagen utan lagstiftningens arealrestriktioner skulle tillväxtökningen bli 765 000 m³sk per år och nuvärdesökningen 56 miljoner kronor.

5.3 Tidsvinst och förökningsteknik

Beroende på vilken vegetativ förökningsmetod som används varierar tiden det tar att föröka upp ett material till tillräckligt stora kvantiteter av plantor. Jämfört med att producera frö i en fröplantage förkortas förökningstiden eftersom man inte behöver invänta blomningen hos de genetiskt utvalda plusträden. För klonvis testade plantor beräknas väntetiden för ett material vara runt tio år eftersom plantorna först måste testas i fält. Att producera frö till bulksticklingar kan gå på en säsong. Förökningstiden för stora mängder sticklingar av en klon är mycket lång medan moderplantor för bulksticklingar är 2–3 år gamla. Själva sticklingen kan produceras på ett eller två år. Produktionstiden för färdiga SE-plantor ligger runt tre år och metoden kan i teorin ge ett obegränsat antal klonplantor.

Rotningsprocessen är central vid vegetativ förökning. Rotning kan ske av förvedade och invintrade gransticklingar som skördats under vinterhalvåret eller av halvförvedade ännu inte invintrade sommarsticklingar. En begränsning med sticklingar är att de måste skördas av relativt juvenila moderplantor eftersom rotningsförmågan och den apikala dominansen, det vill säga att tillväxten styrs från toppskottet, minskar med moderplantans ålder. SE-plantor av gran har en fördel jämfört med sticklingar som förökats genom andra vegetativa metoder. SE-plantornas rotningsförmåga är oberoende av plantans ålder. Dessutom kan SE-plantor massförökas med en jämn kvalitet. Genom att lagra förökningsmaterialet i flytande kväve, kryopreservering, kan tillgång och efterfrågan på SE-granar balanseras.

Sticklingar är generellt mer morfologiskt robusta än fröförökade plantor³². Diametern på sticklingens stambas är grövre liksom barken, varför sticklingar bättre står emot gnag från snytbagge än fröförökade plantor. Dessutom klarar sticklingar frost och vegetationstryck bättre än fröförökat material.

³¹ Sonesson J. & Rosvall O. 2011. Lönsamma åtgärder för ökad tillväxt på Sveaskogs marker. Skogforsk.

³² <http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Foryngra/Plantering-ny/Planttyper/Sticklingar/>

6. Genetisk variation och resistens

I detta kapitel redogörs kortfattat för sambanden mellan genetisk variation i ett skogsodlingsmaterial och trädens resistens mot skadegörare.

6.1 Resistens hos gran

Granen kan under skogens olika utvecklingsfaser drabbas av en rad olika angrepp av insekter och svamp (*figur 4*). Sjukdomar på träd är resultatet av ett samspel mellan skadegörare, värdräd och deras livsmiljö. Samspelet är komplext bland annat eftersom svampskadegörare har olika strategier för angrepp och för att värdräden har utvecklat olika försvarsmekanismer som motverkar eller förhindrar svampangrepp. Dessutom påverkar den biotiska och abiotiska miljön där träden och skadegörarna befinner sig hur sjukdomen utvecklas³³.

En biologiskt enhetlig skogsmiljö innebär generellt att en framgångsrik skadegörare lättare kan sprida sig och orsaka skador på skogsträden³⁴. Ytterligare en risk är de konsekvenser en snäv genetisk variation kan få för skogsträdens möjlighet att överleva och anpassa sig till olika biotiska och abiotiska förändringar. Biotiska förändringar med avseende på angrepp av insekter och svamp diskuteras i Future Forests syntes om framtida skadegörare³⁵:

”Det är väldigt svårt att förutsäga exakt hur kommande klimatförändringar kommer att påverka omfattningen av skador orsakade av invasiva skadegörare i framtiden. Det beror dels på den osäkerhet som är direkt kopplad till användningen av olika framtida klimatscenarier, och dels på de komplicerade ekologiska samspel som påverkar skadegörarnas inverkan på sin omgivning. Helt klart är att förändringar är på gång och att vi behöver förbättra vår beredskap.”

En sådan beredskap för (nya) invasiva och andra skadegörare omfattar en rad olika områden. En beredskap är att ha en diversitet av trädslag i skogsbruket (*se kapitel 8*), en annan att det finns en genetisk variation inom trädslagen. Enligt en nyligen publicerad forskningsstudie finns det hos en genetiskt variabel population som utvecklats tillsammans med en specifik skadegörare större möjlighet till resistens och till att ha genvarianter för resistens³⁶. Även förändringar i miljön kan enligt studien framkalla stress i populationen, varför en population som tidigare varit resistent mot en känd skadegörare kan bli mottaglig för sjukdomen.

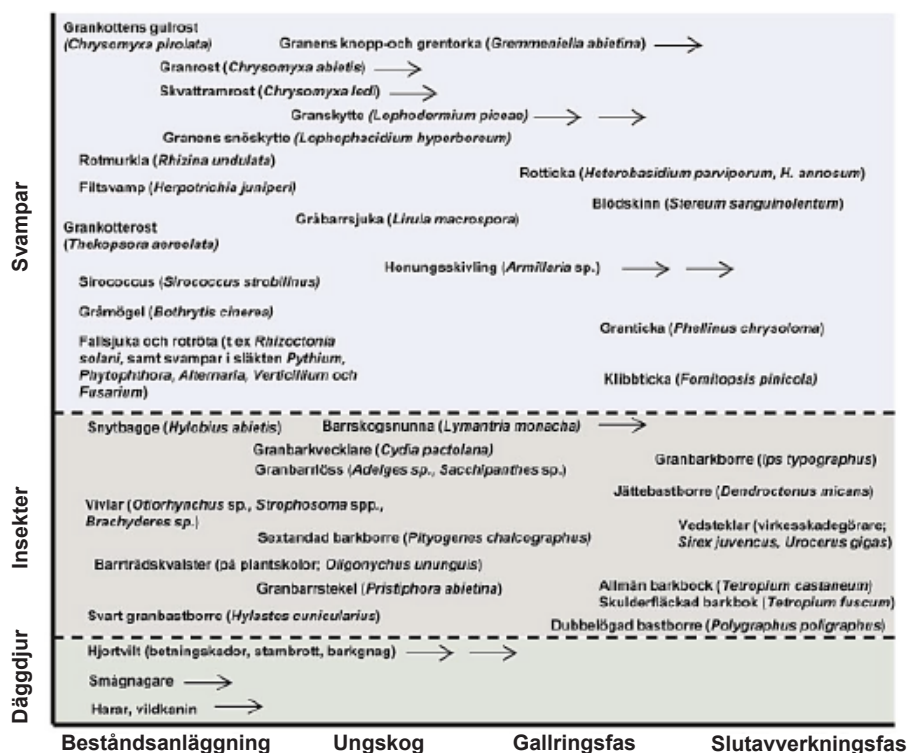
³³ Stenlid J. 2009. Skogsskötselserien nr 17, Skador på skog. Bilaga. Skogsstyrelsen. 2009.

³⁴ Witzell J. 2009. Skogsskötselserien nr 12, Skador på skog. Skogsstyrelsen. 2009.

³⁵ Boberg J., Klapwijk M., Stenlid J. & Björkman C. 2014. Skadegörarna utmanar skogen. Syntes från Future Forests, SLU. 2014.

³⁶ Telford A., Cavers S., Ennos R.A. & Cottrell J.E. 2014. Can we protect forests by harnessing variation in resistance to pests and pathogens? *Forestry* 1-10, doi: 10.1093/forestry/cpu012

Studier på skadegörare på gran i Sverige omfattar som tidigare nämnts främst skadesvampar³⁷. Mest studerad är rotröta orsakad av *Heterobasidion* spp. vilken leder till stora ekonomiska förluster i skogsbruket. Forskningsresultat visar bland annat att olika individer av gran har olika mottaglighet för att angripas rotticka³⁸. Angreppets svårighetsgrad visar samband med vilken art eller individ av rottickan som attackerar trädet³⁹ och med trädets genotyp⁴⁰. Grankloner måste därför väljas med omsorg eftersom ett felaktigt val kan innebära att rottickan får en hög spridningshastighet⁴¹. Samtidigt förordas en



Figur 4. Några vanliga skogsskador på gran (*Picea abies*) i skogens olika utvecklingsfaser. Placering av en skadegörare längs x-axeln syftar främst till att illustrera skadegörarens skogliga betydelse. En pil efter skadegörarens namn betyder att skadegöraren är betydelsefull även i nästa fas, två eller tre pilar att den skogliga betydelsen sträcker sig över flera faser. Den biologiskt enhetliga miljön i ett klonskogsbruk innebär att en framgångsrik skadegörare lättare kan spridas. Kunskap saknas i de flesta fall om vilka grankloner som inte är mottagliga för skadegörare. Dessutom kan motståndskraftiga individer på sikt få en ökad mottaglighet för skadegörare. Detta understryker betydelsen av att använda många grankloner i ett skogsodlingsmaterial. Bild Johanna Witzell. Från Skogsskötselserien nr 12, Skador på skog. Skogsstyrelsen, Johanna Witzell med flera författare, 2009.

³⁷ Rimvys Vasaitis, fältmykolog SLU, personlig kommunikation.

³⁸ Swedjemark G. & Karlsson B. 2004. Genotypic variation in susceptibility following artificial *Heterobasidion annosum* inoculation of *Picea abies* clones in a 17-year-old field test. Scandinavian Journal of Forest Research 19:103-111.

³⁹ Rodriguez YP., Gerendain AZ., Pappinen A., Peltola H. & Pulkkinen P. 2009. Differences in wood decay by *Heterobasidion parviporum* in cloned Norway spruce (*Picea abies*). Canadian Journal of Forest Research, 39: 26-35.

⁴⁰ Karlsson G. & Swedjemark G. 2006. Genotypic variation in natural infection frequency of *Heterobasidion* spp. in a *Picea abies* clone trial in southern Sweden. Scand. J. For. Res. 2006 Vol: 21:108-114. DOI: 10.1080/02827580500529969.

⁴¹ Capretti P. & Goggioli V. 1992. Observation on the longevity and the spread of *Heterobasidion annosum* in stumps of white fir and Norway spruce. Micologia Italiana 21: 15-20.

riskspridning då rottickan på sikt kan anpassa sig även till sådana grankloner som för närvarande inte är mottagliga för angrepp.

En metod att använda i förädlingsprogram är att selektera *mot* genotyper som visar störst känslighet för sjukdomar, snarare än att selektera *för* de mest resistenta genotyperna⁴². Syftet är att undvika boom–and–bust–scenarier, det vill säga en inledningsvis ökad resistens vilken följs av en minskad resistens. En annan metod är att bygga vidare på trädens ”allmänna” motståndskraft och att ha genetisk diversitet i materialet. Orsaken till att använda denna metod är att det inte är realistiskt att i förädlingsprogrammen förädla för resistens mot olika skadegörare eftersom trädens resistensmekanismer är så pass komplicerade⁴³. Ett exempel på detta framkommer i en nyligen publicerad studie om grankloners resistens mot rotticka *H. parviporum* och mot den patogena blånads-svampen *Ceratocystis polonica*⁴⁴. Forskningsresultaten visade att resistensmekanismer-na för de båda svamparna inte var korrelerade. Att grankloner som är resistenta mot en viss skadegörare inte är resistenta mot en annan skadegörare visar på komplexiteten i resistensförädlingen av gran.

6.2 Genetisk variation i resistens hos andra trädslag än gran

Forskningsstudier på andra inhemska skogsträd visar exempelvis på genetisk variation i resistens mot törskatesvamp mellan avkommor från olika plusträd i tallfröplantager⁴⁵. Vidare visar resultat från forskningsstudier på askskottsjuka, bland annat från Sverige⁴⁶, att vissa kloner av ask har en signifikant högre motståndskraft än andra mot sjukdomen och att motståndskraften att insjukna verkar stabil över tid.

Samband mellan genetisk variation och utsatthet för skadegörare behandlas i poppel-utredningen. Flera allvarliga skadegörare, bland annat stamkräfta *Entoleuca*, bladrost *Melampsora* och bakteriekräfta *Xanthomonas*, har observerats på hybridasp och poppelodlingar (bild 3). Enligt poppelutredningen finns en uppenbar risk att nya stammar av patogener utvecklas och orsakar stora odlings-skador om ett fåtal kloner används på en ökad odlingsareal. Om intresset att odla hybridasp och poppel ökar är det viktigt att göra tester av resistens under kontrollerade former i laboratoriemiljö. Dessutom ökar sannolikt infektionstrycket från olika patogener när medeltemperatur och nederbörd ökar. Framtida förädlingsprogram måste enligt poppelutredningen därför lägga stora resurser på att framställa toleranta/resistenta sorter. Dessutom föreslår utredningen att kontinuerligt leverera nya sorter så att odlingsmaterialet får en högre genetisk diversitet.

⁴² Malin Elfstrand, skogspatolog SLU, personlig kommunikation.

⁴³ Ola Rosvall, forest consulting AB, personlig kommunikation.

⁴⁴ Skrøppa T., Solheim H. & Hietala A. 2014. Variation in phloem resistance of Norway spruce clones and families to *Heterobasidion parviporum* and *Ceratocystis polonica* and its relationship to phenology and growth traits, Scandinavian Journal of Forest Research. DOI: 10.1080/02827581.2014.963144.

⁴⁵ 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.

Sammanfattningsvis är frågan om genetisk variation i resistens mot olika skadegörare komplex och kompliceras än mer av att nya skadegörare förväntas att introduceras i Sverige. Inte bara problemen med skadegörare förväntas öka, även klimatet kommer att förändras. För att stå bättre rustad inför olika okända biotiska och abiotiska förändringar är den genetiska variationen av mycket stor vikt att beakta i ett skogsodlingsmaterial.



Bild 3. Odling av hybridasp som drabbats av bladrost, Melampsora. Foto: Lars-Göran Stener, Skogforsk.

7. Aspekter på skogsbruk

I detta kapitel beskrivs kunskapsläget för vilka effekter ett skogsbruk med vegetativt förökat material kan ha på den biologiska mångfalden, kulturarv, sociala värden och friluftsliv samt för att uppnå miljömålen.

7.1 Generellt om kunskapsläget

Relevanta empiriska forskningsstudier lyser med sin frånvaro där effekter på bestånds- och landskapsnivå av planteringar med vegetativt förökad gran jämförs med fröförökad gran. Sådana studier är värdefulla för att öka kunskapen om konsekvenserna av skogsodling med vegetativt förökad gran. Viktiga parametrar att analysera i denna typ av empiriska försök är bland annat antal planterade kloner, antal kopior per klon, skötselintensitet i beståndet, vilken naturhänsyn som tagits och boniteten. De teoretiska analyser som planeras i Berzeliicentrets utredning (*kapitel 4*) kommer att bidra till att öka den låga kunskapen om planteringar med vegetativt förökad gran. I brist på tillgänglig empirisk kunskap kan emellertid forskningsstudier belysas för andra vegetativt förökade löv- eller barrträd i eller utanför Sverige. Även forskningsresultat från olika slags skogsbruk med gran kan beskrivas för att i någon mån öka förståelsen för vilka effekter en omfattande användning av vegetativt förökat material skulle få.

Detta kapitel redogör övergripande för kunskapsläget för effekter främst på den biologiska mångfalden av skogsodling under boreala förhållanden med: i) vegetativt förökad gran; ii) fröförökat förädlat material av gran; iii) intensivgödslad gran; och iv) vegetativt förökad poppel och hybridasp. Resultat från klonskogsbruk med andra skogsträd, vilket ofta sker i subtropiska eller tropiska klimat beskrivs inte. Sådant klonskogsbruk omfattar exempelvis planteringar med *Akacia*, gummiträd, *Eukalyptus* och radiatatall *Pinus radiata*, liksom testning av SE-kloner av vitgran, *Picea glauca*. Empiriska studier på och erfarenheter av dessa trädslag är av flera anledningar svåra att generalisera till skogsodling med vegetativt förökad gran under svenska förhållanden.

Delar av underlaget i detta kapitel kommer från SLU:s utredning från 2009 om möjligheter till intensivodling av skog (MINT). MINT-utredningen avsåg effekter av behovsanpassad gödsling under granbeståndets hela omloppstid, gödsling i äldre granskog och plantering med contortatall och hybridasp. Effekter på den biologiska mångfalden och på kulturarv av planteringar med vegetativt förökad gran behandlades inte i MINT-utredningen. Gödsling av gran såväl som skogsodling med vegetativt förökad gran, särskilt vid urval av (få) kloner med en hög tillväxt ger möjlighet att bedriva ett intensivare skogsbruk. Som framkommer i detta kapitel saknas dock vetenskapliga artiklar som jämför effekterna av användning av vegetativt förökat material med andra skötselssystem som kan innebära ett intensivare skogsbruk, varför det inte helt går att överföra konsekvenser av intensivodling enligt MINT-utredningen till ett skogsbruk med vegetativt förökat material. En skillnad är att medan gödsling av gran innebär ökade näringsresurser även för andra arter i beståndet leder skogsodling med vegetativt förökad gran generellt inte till att andra arter i beståndet får ökade näringsresurser. För båda dessa typer av skogsbruk ökar emellertid förutsättningarna att få mer snabbväxande skogar. Vissa

effekter på beståndsnivå av gödslad gran, såsom antal och sammansättning av arter, kan vara relevanta även för att bedöma effekter av skogsodling med vegetativt förökad gran. Det är önskvärt att testa denna hypotes i ändamålsenligt designade forskningsförsök. Det är troligt att man avser att kombinera olika sätt att bedriva intensiv odling av skog såsom att gödsla vegetativt förökad gran.

I MINT-utredningen används begreppen intensivodling och intensivskogsbruk för skötselmodeller som ger betydande öknings av skogens tillväxt, men vilka på grund av bland annat lagstiftning, exempelvis med avseende på arealrestriktioner, är begränsade i den praktiska skogsskötseln. Intensivodling och intensivskogsbruk är inga tydligt definierade begrepp och kan omfatta även andra skötselmodeller exempelvis vegetativt förökad gran. Olika skötselmodeller kan skötas mer eller mindre intensivt, det gäller vegetativt förökad gran såväl som fröförökad förädlad gran. Skötselintensiteten av vegetativt eller fröförökat material kan ske på en glidande skala som tillsammans med plantornas förädlingsnivå, genuppsättning och en rad andra faktorer påverkar trädens tillväxt.

7.2 Konsekvenser för den biologiska mångfalden

7.2.1 Fröförökad förädlad gran

Att döma av några större kunskapsunderlag finns inga eller mycket få vetenskapliga studier med relevans för svenska förhållanden om vilken inverkan ett förädlad skogsodlingsmaterial av gran kan ha på den biologiska mångfalden^{47, 48, 49}. Denna uppfattning stöds av skogliga forskare inom skogsgenetik och biologisk mångfald⁵⁰. Många studier från boreala barrskogar belyser däremot på ett mer övergripande plan skogsbrukets negativa effekter för en rad olika organismgrupper på bestånds- och landskapsnivå. Framförallt utformningen av skogsbruket, särskilt trakthyggesbruket, bedöms vara den faktor som har starkast negativ inverkan på skogens arter⁵¹.

Andra typer av studier av flera organismgrupper föreslår att den genetiska variationen kan ha stor betydelse för olika ekologiska processer, bland annat för populationers förmåga att återhämta sig efter olika störningar och för konkurrens mellan arter⁵². I en nyligen publicerad översikts- och syntesartikel beskrivs kopplingen mellan genotyper och ekosystem inklusive biodiversitet. Enligt artikeln visar empiriska studier för olika växtarter att påverkan av en genotyp kan vara relativt omfattande och förekomma på bland annat populations- och ekosystemnivå. Av artikeln framgår vidare att litteratu-

⁴⁷ 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

⁴⁸ Lindgren D. 2010. Genetisk variation och skaderisker. Bilaga 5 till Skogsforsk uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883. Redaktörer Bo Karlsson och Ola Rosvall.

⁴⁹ Rosvall O., Andersson B., Högberg K-A., Stener L-G., Jansson G., Almqvist C. & Westin J. 2010. Skogsträdsförädlings. Skogsskötselserien nr 19. Skogsstyrelsen.

⁵⁰ Personlig kommunikation SLU: Jean-Michele Roberge, Joachim Strengbom, Joakim Hjältén och Petter Axelsson; Personlig kommunikation Skog og landskap, Norge: Tor Myking och Tore Skrøppa.

⁵¹ Larsson A. (red) 2011. Tillståndet i skogen – rödlistade arter i ett nordiskt perspektiv. ArtDatabanken Rapporterar 9. ArtDatabanken SLU, Uppsala.

⁵² Hughes A., Inouye R., Johnson BD., Underwood MTJ & Vellend N. 2008. Ecological consequences of genetic diversity. Ecology Letters, 11(6): 609-623.

ren inom området för boreala skogar är bristfällig, men det finns ett par studier. I en av dessa planterades åtta olika genotyper av gran på ett hygge. Efter tio år konstaterades att det fanns direkta eller indirekta samband mellan diversiteten av ektomykorrhiza och trädens genotyp⁵³. I en annan studie i ett växthusförsök inockulerades 55 olika grankloner med vegetativa hyfer av olika ektomykorrhizasvampar. Resultaten visade sig att genotypen har betydelse för bildandet av kortrötter och rottillväxt.

För förädlat material gäller generellt att skogen växer fortare och att gallring och slutavverkning sker snabbare än i en skog med oförädlat material från frötäktsbestånd. I slutet av 1940-talet anlades i Sverige den första omgångens fröplantager av utvalda plusträd av gran och tall. Den andra omgångens fröplantager anlades under 1980-talet. De skogar som växer idag och som förnygrats med förädlat material kommer ofta från den andra omgångens fröplantager. Skogsodling med förädlat material har varierat över tid men har ökat under senare år⁵⁴. Skogsstyrelsens statistik visar att den naturliga förnygringen minskat under senare år samtidigt har antalet producerade granplantor ökat och ligger för närvarande i medeltal runt cirka 200 miljoner plantor årligen⁵⁵. Statistiken visar även att användningen av förädlat granfrö från svenska fröplantager har ökat från knappt 50 procent under perioden 2002–2008 till 69 procent under 2013.

Uppgifterna ovan föreslår att en hel del av de granar som växer i Sveriges skogar, särskilt i södra Sverige, kommer från förädlat skogsodlingsmaterial. Hur mycket förädlat granmaterial som använts vid förnygringen, var det har planterats och vilka tänkbara effekter det har haft på bland annat den biologiska mångfalden finns inga uppgifter om. Bristen på denna typ av adekvata data är påtaglig men skulle framöver åtminstone i ett urval av bestånd kunna åtgärdas. En metod är att dokumentera det skogsodlingsmaterial som planterats i skogen. Vid inköp av skogsodlingsmaterial får skogsägaren genom stambrevsnumret information om frökällan och materialets härkomst (*se kapitel 10*). Genom att bland annat dokumentera stambrevsnumret till exempel i skogsbruksplanen för ett antal bestånd över hela Sverige skulle skogsägare, forskare och myndighet få möjlighet att följa och utvärdera olika konsekvenser av ett skogsbruk med avseende på skogsodlingsmaterialets genetik. En sådan utvärdering kan på sikt bidra till att förstå vilken inverkan skogsodlingsmaterialet och andra relevanta parametrar har på den biologiska mångfalden (*se även kapitel 10*).

7.2.2 Vegetativt förökad gran

I en av mycket få vetenskapliga studier som rör effekter av planteringar med vegetativt förökad gran modellerades klimatförändringarnas påverkan på fåglars biodiversitet i monokulturer av gran i södra Sverige⁵⁶. Av forskningsresultaten framgår att endast två

⁵³ Korkama T., Pakkanen A. & Pennanen T. 2006. Ectomycorrhizal community structure varies among Norway spruce (*Picea abies*) clones. *New Phytologist* 171: 815-824.

⁵⁴ Karlsson B. & Rosvall O. 2010. Ökad tillgång och användning av förädlade plantor. Slutrapport Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883.

⁵⁵ Skogsstatistisk årsbok 2014. Skogsstyrelsen. 2014. Redaktör Linn Christiansen. ISSN 0491-7847. ISBN 978-91-87535-05-5.

⁵⁶ Felton A., Lindbladh M., Elmberg J., Felton AM., Andersson E., Sekercioglu CH., Collingham Y. & Huntley B. 2013. Projecting impacts of anthropogenic climatic change on the bird communities of southern Swedish spruce monocultures: will the species poor get poorer? *Ornis Fennica* 90.

arter med monokulturer av gran som lämplig livsmiljö kan tänkas ”vandra norrut” och etablera sig i södra Sverige. Antalet fågelarter i monokulturer av gran beräknas minska totalt sett, vilket ytterligare utarmar fågelfaunan i dessa bestånd. Dessutom förväntas alla fröätande arter kopplade till barrskog försvinna från monokulturerna, liksom tre av fyra insektsätare. Vidare minskar både den funktionella diversiteten och redundansen⁵⁷. Enligt författarna är en viktig aspekt av forskningsresultaten att belysa hur negativa effekter av intensivt skogsbruk samverkar med klimatförändringar och på så vis ytterligare utarmar den biologiska mångfalden av fågelarter.

I en annan forskningsstudie simulerades utdöenderisken för insekter av att tillämpa ett intensivskogsbruk på hälften av alla granbestånd på landskapsnivå⁵⁸. Fem hypotetiska modellarter av insekter studerades, alla beroende av färsk död granved. Resultaten visade en kraftigt ökad utdöenderisk hos samtliga arter under kommande 150 år. För specialiserade arter med krav på solexponering var effekterna starka redan efter 50 år.

7.2.3 Intensivgödslad gran

Kunskapsläget angående konsekvenser av intensivgödslad gran på den biologiska mångfalden är bättre än det för vegetativt förökad gran och fröförökad förädlad gran. MINT-utredningen analyserade effekter på biologisk mångfald av ungskogsgödsling eller gödsling av uppvuxen skog med givor som överstiger de idag tillåtna, odling av contortatall samt planteringar med hybridasp. Effekterna avsåg biologisk mångfald för fåglar, insekter, kärlväxter, lavar och mossor, bärris och gräs, jordbruksmarkens flora och fauna, rödlistade arter och för utdöenderisker vilka modellerades på landskapsnivå⁵⁹. Trots det breda angreppssättet representerades inte mykorrhizasvampar eller mikroorganismer i MINT-utredningen. Detta hade ökat möjligheterna att bedöma effekterna av ett intensivt skogsbruk, inte minst då trädrötter och deras associerade mykorrhizasvampar spelar en betydande roll för skogsmarkens långsiktiga inlagring av kol, där tillförseln av kol från rötterna ökar med skogens ålder⁶⁰.

Enligt MINT-utredningen har intensivodling överlag negativa effekter på både beståndsnivå och landskapsnivå. Intensivodling av gran ger de mest negativa effekterna på beståndsnivå med en ”mycket negativ” inverkan på den biologiska mångfalden för fåglar, rödlistade arter, kärlväxter, lavar och mossor. Effekten på landskapsnivå för respektive organismgrupp bedömdes som ”något negativ”.

⁵⁷ Redundans beskriver förekomsten av flera arter med liknande effekt (samma funktionella grupp) men vilka visar olika känslighet på förändringar i miljön.

⁵⁸ Ranius T. & Roberge J-M. 2010. Effects of intensified forestry on the landscape-scale extinction risk of dead wood dependent species. *Biodiversity Conservation* 2011. 20:2867–2882. DOI 10.1007/s10531-011-0143-8.

⁵⁹ Gustafsson L., Dahlberg A., Green M., Henningsson S., Hägerhäll C., Larsson A., Lindelöw Å., Lindhagen A., Lundh G., Ode Å., Ranius T., Sandström J., Strengbom J., Svensson R. & Widenfalk O. 2009. Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald. Faktaunderlag till utredning om möjligheter till intensivodling av skog. SLU, Uppsala.

⁶⁰ Clemmensen KE., Bahr A., Ovaskainen O., Dahlberg A., Ekblad A., Wallander H., Stenlid J., Finlay RD., Wardle DA. & Lindahl BD. 2013. Roots and associated fungi drive long-term carbon sequestration in boreal forest. *Science* Vol.

MINT-utredningen visade att om intensivskogsbruk begränsas till 5–10 procent av markytan på landskapsnivå, vilket korrelerar ganska väl med dagens regler, är effekterna lindriga. Effekterna vid 30–50 procent blir avsevärt mer genomgripande. Intensivodlade skogar blir mer monotona och mörkare, har en kortare omloppstid och en brist på död ved. Bara vanliga och tåliga arter som finns i den brukade skogen kommer finnas i intensivodlade bestånd, medan arter beroende av död ved, löv och ett ostört marktäckande får mycket svårare att klara miljön. Dessutom har ingen rödlistad art potential att överleva. En intensivodlad areal på högst 10 procent kan vara acceptabel i ett landskapsperspektiv, men bara om odlingen bedrivs på ett genomtänkt sätt.

Effekterna av intensivt gödslade granbestånd på mark med låga naturvärden analyserades i en forskningsstudie⁶¹. Av studien framkom att intensivgödslade granbestånd enbart kommer hysa insekter, kärlväxter, lavar och mossor som är vanliga och vitt spridda i konventionella granbestånd. På grund av beståndens täta krontak, låga ljusinsläpp och homogenitet med likåldrade träd bedömer forskarna det osannolikt att rödlistade arter kommer finnas i dessa bestånd. Många klimaxarter missgynnas av skogsbruk och den förkortade rotationstiden i intensivodlade bestånd och den låga kontinuiteten påverkar än mer negativt sådana arter. Effekterna av intensivgödslade bestånd var mer svårbedömda på landskapsnivå, men indikerade ett samband framför allt på storleken av det brukade området och på markens naturvärden.

I gödslingsstudien ovan (*footnot 61*) diskuterades olika åtgärder för att minska intensivgödslade granbestånds negativa effekter på den biologiska mångfalden. Förutom att bruka mark med så låga naturvärden som möjligt föreslås att en lämplig rumslig fördelning av granbestånd kan minska risken för att landskapet fragmenteras. En god kvalitet och kvantitet av viktiga strukturella element, exempelvis död ved, gamla levande träd och torrakor är viktigt att upprätthålla på landskapsnivå. Dessutom bör skötselintensiteten vara lägre på annan mark. För att effektivt genomföra dessa åtgärder behöver enligt författarna i gödslingsstudien regelverk och styrmedel justeras. Dessutom behöver nya modeller utvecklas för att planera och följa upp intensivgödslade bestånd.

7.2.4 Poppel och hybridasp

Även för skogsodling med poppel och hybridasp är kunskapsläget om effekterna på den biologiska mångfalden bättre än för vegetativt förökad gran. Enligt MINT-utredningen påverkar användning av hybridasp den biologiska mångfalden i en mindre utsträckning än intensivodling med gran. Den biologiska mångfalden i ett bestånd av hybridasp är troligen mindre än i en naturlig aspskog men större än i intensivodlad granskog eller på ren åkermark. Grova aspar, vilka hyser åtskilliga rödlistade arter, kan på grund av den snabba tillväxten odlas fram på kort tid men avverkas snabbare än gran på grund av den kortare rotationstiden.

⁶¹ Strengbom J., Dahlberg A., Larsson A., Lindelöw A., Sandström J., Widenfalk O. & Gustafsson L. 2011. Introducing Intensively Managed Spruce Plantations in Swedish Forest Landscapes will Impair Biodiversity Decline. *Forests*: 2: 610-630.

Enligt poppelutredningen beror effekterna på den biologiska mångfalden av en ökad areal av poppel och hybridasp till stor del av vilka vegetationstyper odlingarna ersätter⁶². Om barrskog ersätts förväntas positiva effekter på den biologiska mångfalden på landskapsnivå, medan effekterna på mark och vatten är svårbedömda och tros bli neutrala. Om lövskog ersätts kan effekterna på den biologiska mångfalden bli negativa, medan mark och vatten antagligen inte påverkas nämnvärt.

7.3 Konsekvenser för kulturarv

Att värna kulturmiljövärden och estetiska värden ingår i miljömålet Levande skogar. Hänsyn till kulturmiljön ingår även som ett av fyra etappmål i generationsmålet Levande skogar. Enligt den Europeiska landskapskonventionen ska skyddet, värden och planeringen av landskapet förbättras. Tillsammans med flera andra myndigheter har Skogsstyrelsen ett övergripande ansvar att samordna landskapskonventionens tillämpning i Sverige. I ansvaret ingår bland annat att arbeta för konventionens efterlevnad och att följa upp och återrapportera arbetet.

Studier saknas över vilka konsekvenser skogsodling med fröförökat eller vegetativt förökat förädlad skogsodlingsmaterial av gran kan ha på kulturarvet. Skogsbrukets effekter på kulturarvet rör snarare de skötselmetoder som använts och de körsador som kan uppstå i beståndet än vilket skogsodlingsmaterial som planterats. Generellt kan emellertid sägas att det vid användning av ett skogsodlingsmaterial med en snabbare tillväxt och tidigare gallring och slutavverkning är särskilt viktigt att vid föryngringsavverkning och föryngringsåtgärder ta hänsyn till kulturarvet. Användning av relativt dyra vegetativt förökade plantor kommer sannolikt medföra att man alltid genomför markberedning. Det är i dagsläget inte säkert om denna markberedning kommer ske genom utvecklade mer miljövänliga metoder eller med traditionella mindre miljövänliga metoder, till exempel harvning.

Enligt Skogsstyrelsens resultat från 2012 års hänsynsinventeringar av forn- och kulturlämningar, ”kulturpolytaxen”, innehöll 280 registrerade avverkningar i snitt tre lämningar per avverkning⁶³. Av dessa forn- och kulturlämningar hade knappt hälften påverkats eller skadats i samband med föryngringsavverkning och föryngringsåtgärder. Av de inventerade forn- och kulturlämningar som markberetts var 75 procent skadade eller grovt skadade. Resultaten från Skogsstyrelsens kulturpolytax för 2013 ligger på samma nivå eller något högre än 2012 års inventering⁶⁴. Närmare hälften av alla kända och registrerade forn- och kulturlämningar hade påverkats eller skadats i samband med avverkning och/eller av den efterföljande markbehandlingen. Även nedrisning med avverkningsrester såsom upplägg med grenar och toppar var vanligt förekommande.

⁶² Rytter L., Johansson T., Karačić A. & Weih M. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. Arbetsrapport från Skogforsk nr 733. ISSN 1404-305X.

⁶³ Ulfhelm C. 2013. Hänsyn till forn- och kulturlämningar. Resultat från Kulturpolytaxen 2012. Skogsstyrelsen Rapport 3, 2013. ISSN 1100-0295. Best nr 1854.

⁶⁴ Cecilia Ulfhelm, Skogsstyrelsen, personlig kommentar.

MINT-utredningen rapporterade att intensivgödslad gran kan leda till stora skador på kulturarvet⁶⁵. Uppkomna körsador kan leda till efterföljande erosion och läckage av humus, näringsämnen och tungmetaller, minskad stormfasthet och ökad rotröta. Även effekten på landskapsbilden med intensivgödslad gran visade sig vara negativ, särskilt i södra Sverige.

7.4 Konsekvenser för sociala värden och friluftsliv

Skogsstyrelsens sammanställde 2013 kunskap om skogens sociala värden, det vill säga de värden som skapas av människans upplevelser av skogen⁶⁶. I sammanställningen beskrivs en rad sociala värden av skog såsom i) hälsa; ii) välbefinnande och en god livsmiljö; iii) fritidsupplevelser, friluftsliv och turism; iv) upplevelsevärden och sociala naturkvaliteter; v) estetiska värden; vi) pedagogik och kunskap om skog och miljö; vii) lek, samvaro och sociala relationer; viii) intellektuell och andlig inspiration; och ix) identitet och kulturarv.

En forskningsundersökning genomfördes 2008 av friluftslivet i Sverige⁶⁷. Av resultatet framgår att en stor del av Sveriges befolkning får ökade insikter om samspelet i naturen och en känsla av att själva vara en del av den när de vistas i naturen. Att utöva fysisk aktivitet, uppleva avkoppling och att vara nära naturen är de viktigaste motiven för att ägna sig åt friluftaktiviteter. Annan forskning visar att det finns ett antal generella ”rumskvaliteter” för naturen som utomhusmiljö⁶⁸. De omfattar stillhet, lugn, fascination inför det vilda, artrikedom, en vilsam rymd och öppenhet för alla.

I MINT-utredningen beskrivs intensivskogsbruk att ha en negativ påverkan på friluftsliv med försämrade rekreationsmöjligheter. Intensivskogsbruk ansågs därför olämpligt nära bebyggelse (1–2 km) och i områden med mycket naturturism. Effekter på friluftsliv och rekreationsvärden av körsador omfattar även en försämrad framkomlighet eller obrukbara stigar och leder. Dessutom upplevs körsador som en förfulning av landskapet vilket minskar rekreationsvärdet.

Studier saknas över vilka effekter planteringar med vegetativt förökad gran kan ha på sociala värden och friluftsliv. Planteringar av vegetativt förökad gran kan ha låga sociala värden. Med klonplantornas snabbare tillväxt sjunker åldern på skogen, variationen i beståndet kan minska och naturupplevelsen påverkas av att skogen uppfattas som ”onatur-

⁶⁵ Gustafsson L., Dahlberg A., Green M., Henningsson S., Hägerhäll C., Larsson A., Lindelöw Å., Lindhagen A., Lundh G., Ode Å., Ranius T., Sandström J., Strengbom J., Svensson R. & Widenfalk O. 2009. Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald. Faktaunderlag till utredning om möjligheter till intensivodling av skog. SLU, Uppsala.

⁶⁶ Birkne Y., Rydberg D. & Svanqvist B. 2013. Skogsstyrelsens Meddelande nr 9, 2013. Skogens sociala värden – en kunskapssammanställning. ISSN 1100-0295. Best nr 1592.

⁶⁷ Fredman P., Karlsson S-E., Romild U. & Sandell K (redaktörer). 2008. Friluftsliv i förändring. Vara i naturen – varför eller varför inte? Forskningsprogrammet Friluftsliv i förändring. Delresultat från en nationell enkät om friluftsliv och naturturism i Sverige. Rapport nr 2. ISBN 978-91-86073-07-7.

⁶⁸ Lisberg Jensen E. 2008. Gå ut min själ. Forskningsöversikt om hälsoeffekter av utevistelser i närmatur. Statens folkhälsoinstitut, Östersund R 2008:10. ISSN: 1651-8624, ISBN: 978-91-7257-529-5. Tryck: Strömberg, Stockholm 2008.

lig”. Planteringar med vegetativt förökad gran kan bli lite mörkare, mer homogena och tätare än fröförökade planteringar, vilket i så fall inverkar negativt på skogens sociala värden.

7.5 Konsekvenser för miljömålen

Skogspolitikens miljömål innebär att *”Skogsmarkens naturgivna produktionsförmåga skall bevaras. En biologisk mångfald och genetisk variation skall säkras. Skogen skall brukas så att växt och djurarter som naturligt hör hemma i skogen ges förutsättningar att fortleva under naturliga betingelser och i livskraftiga bestånd. Hotade arter och naturtyper skall skyddas. Skogens kulturmiljövärden samt dess estetiska och sociala värden skall värnas.”*

Generationsmålet, ett inriktningsmål för den svenska miljöpolitiken, innebär att förutsättningar för att lösa miljöproblem ska nås inom en generation. Miljöpolitiken ska bland annat fokusera på att: i) Ekosystemen har återhämtat sig, eller är på väg att återhämta sig, och deras förmåga att långsiktigt generera ekosystemtjänster är säkrad; ii) Den biologiska mångfalden och natur- och kulturmiljön bevaras, främjas och nyttjas hållbart; iii) Människors hälsa utsätts för minimal negativ miljöpåverkan samtidigt som miljöns positiva inverkan på människors hälsa främjas; och iv) En god hushållning sker med naturresurserna.

Användning av vegetativt förökad gran, poppel och hybridasp berör framför allt miljö kvalitetsmålen Levande skogar och Ett rikt växt- och djurliv. Levande skogar innebär att *”Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas.”* Uppfyllelsen av ett antal preciserings⁶⁹ i Levande skogar med avseende på den biologiska mångfalden, kulturarv, friluftsliv och sociala värden kan försvåras vid skogsodling med vegetativt förökat material, särskilt om få kloner används. Hur mycket uppfyllelsen försvåras beror bland annat av mängd och fördelning i landskapet med planteringar av vegetativt förökat material, vilken miljöhänsyn som tas och hur värdefull skogsmarken är för den biologiska mångfalden.

Enligt poppelutredningen kan miljö kvalitetsmålen Begränsad klimatpåverkan, Giftfri miljö och Grundvatten av god kvalitet till övervägande del gynnas av en ökad areal med poppel och hybridasp på åker- och skogsmark, i synnerhet om bestånden ersätter odlingar av jordbruksgrödor exempelvis stråsäd, oljeväxter och potatis. För miljö kvalitetsmålen Ett rikt odlingslandskap, Ett rikt växt- och djurliv samt God bebyggd miljö varierar effekterna av en ökad areal med poppel och hybridasp beroende på var i landskapet odlingarna placeras och hur de är utformade⁷⁰.

⁶⁹ Preciserings i Levande skogar vilka sannolikt påverkas mycket negativt av användning av vegetativt förökat material: Skogsmarkens egenskaper och processer, ekosystemtjänster, gynnsam bevarandestatus och genetisk variation, och bevarade natur- och kulturmiljövärden och friluftsliv.

⁷⁰ Eftersom gran är fokus i denna utredning om vegetativt förökat skogsodlingsmaterial, redogörs endast översiktligt för möjligheter och risker med hybridasp och poppel. Bland annat diskuteras inte de delvis olika uppgifterna som framkommer av MINT- respektive poppelutredningen som rör hybridaspens påverkan att uppnå olika miljö kvalitetsmål.

7.6 Skogsodling med vegetativt förökat material

Som framgår av detta kapitel är kunskapsläget överlag mycket dåligt om vilka konsekvenser skogsodling med vegetativt förökat material i synnerhet av gran kan ha på den biologiska mångfalden, kulturarv, på friluftsliv och sociala värden. Den högre genetiska vinsten som kan erhållas med vegetativt förökad gran ger möjligheter till ett intensivare skogsbruk. Av den anledningen behövs mer kunskap om vilka konsekvenser en mer omfattande användning av vegetativt förökat skogsodlingsmaterial kan innebära för miljön. Som framgår av kapitlen 10 och 11 kan ett successivt adaptivt lärande om skogsodling främst med vegetativt förökad gran ske inom ramen för en adaptiv skogsskötsel.

8. Ekosystemtjänster

8.1 Ekosystemtjänster knutna till skog

Ekosystemtjänster är de tjänster som naturens olika ekosystem levererar till människan. Människan är beroende av ekosystemtjänster för sin överlevnad. Ekosystemtjänster definieras ofta som ”ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande”⁷¹. Ekosystemtjänster kan delas in i huvudkategorierna försörjande (producerande), reglerande, kulturella och stödjande ekosystemtjänster beroende på vilken funktion de har⁷².

Ett stort antal ekosystemtjänster är knutna till skogen. Råvaror som sågtimmer och massaved är exempel på försörjande ekosystemtjänster. Andra exempel är bioenergi i form av trädbränslen som brännved och grot (primärt skogsbränsle) och biprodukter från industrin (bark, sågspån), liksom återvunnet trädbränsle som tidigare använts bland annat rivningsvirke och emballagevirke. En stor andel av biobränslet från skogen består av returlutar, det vill säga biprodukter från massaindustrin som används som bränsle i massaindustrins sodapannor. Även livsmedel som viltkött, svamp och bär är försörjande ekosystemtjänster.

Reglerande och stödjande ekosystemtjänster omfattar främst filtrering, infångning och absorption. Skogen har en viktig roll för den globala och regionala klimatregleringen. Stödjande ekosystemtjänster omfattar bland annat biologisk mångfald, fotosyntes, jordmånsbildning, närings- och vattenflöden och mykorrhiza. Skogen bidrar även med många kulturella ekosystemtjänster såsom hälsa, rekreation och fritidsupplevelser, natur- och kulturturism och estetiska värden.

För skogen såväl som för andra naturtyper finns stora utmaningar vad gäller reglerande, stödjande och kulturella ekosystemtjänster. Utmaningar för den biologiska mångfalden rör bland annat arters funktionella diversitet vilket är ett mått på mångfalden av funktionella grupper, till exempel kvävefixerare, pollinatörer eller fröspridare. Redundans är ett annat nyckelbegrepp i samband med den biologiska mångfaldens betydelse för ekosystemtjänster.

En statlig utredning har nyligen föreslagit att bland annat integrera ekosystemtjänster i beslutsprocesser och att ta fram förbättrade kunskapsunderlag och data om ekosystemtjänster⁷³. Åtgärderna handlar ofta om att identifiera viktiga ekosystemtjänster och uppskatta deras tillstånd och nytta, liksom att identifiera faktorer som påverkar deras bevarande. Många av förslagen innebär att samordning och ansvarsfördelning mellan

⁷¹ Definition av ekosystemtjänst från ”The Economics of Ecosystem and Biodiversity” (TEEB).

⁷² Naturvårdsverket. Sammanställd information om Ekosystemtjänster. Skrivelse 2012-10-31. Ärendenr: NV-00841-12. <http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2012/ekosystem-ekosystemtjanster/ekosystem-tjanster.pdf>

⁷³ SOU 2013:68. Synliggöra värdet av ekosystemtjänster – Åtgärder för välfärd genom biologisk mångfald och ekosystemtjänster. ISBN 978-91-38-24017-5. ISSN 0375-250X.

sektorer och myndigheter måste förbättras för att kunna bedöma och göra konsekvensanalyser av ekosystemtjänster.

Den 27 februari 2014 beslutade regeringen om fem nya etappmål⁷⁴. De numera totalt tio etappmålen omfattar bland annat ekosystemtjänster och resiliens, det vill säga den långsiktiga förmågan hos ett system, exempelvis skogen, att hantera förändringar och återhämta och utveckla sig efter störning. Etappmålen rör även miljöhänsyn i skogsbruket, ett variationsrikt skogsbruk och en dialogprocess mellan skogliga intressenter i ett nationellt skogsprogram.

8.2 Ekosystemtjänster i monokulturer jämfört med blandskogar

Enligt en uppmärksammas forskningsstudie från 2013 har blandskogar positiva effekter för flera olika ekosystemtjänster jämfört med monokulturer^{75, 76}. Underlaget i studien var skogliga statistikuppgifter från Riksskogstaxeringen och Markinventeringen med analyser av ett stort antal ytor spridda över hela landet. I studien analyserades sambandet mellan artrikedomen av trädslag och ekosystemtjänsterna produktion av träbiomassa, kolinlagring i mark, blåbärsris, tillgång på viltfoder, förekomst av död ved och markfloras artrikedomen.

Resultaten visade på positiva samband mellan alla ekosystemtjänster och antalet trädslag. Slutsatserna i studien var bland annat att mängden av ekosystemtjänster i genomsnitt är högre i blandskogar än i trädslagsrena bestånd. Dessutom producerade inte en och samma yta alla ekosystemtjänster. En slutsats som drogs var att om skogslandskapet ska förse oss med flera ekosystemtjänster bör landskapet vara varierat. Ensartade landskap kommer att förse oss med färre ekosystemtjänster.

Resultaten från denna studie, vilka delvis är omdiskuterade, kan bero på flera faktorer. Bland annat att kan vissa trädslag växa bra vissa år och andra under andra år. Om flera trädslag används är en fördel att de kan utnyttja resurser på olika sätt. Skillnaden i ekosystemtjänster mellan blandskog och ren barrskog kan också delvis förklaras av att det är mer vanligt med blandskog i mer produktiva delar av landet. Vidare kan risken för sjukdomar av insekter och svamp minska i blandbestånd. Blandskogar kan också ha en större förmåga att stå emot storm, torka och andra störningar i miljön. En minskad risk för skador av vind, frost och rotröta i blandskog har diskuterats, men det praktiska värdet är svårt att uppskatta. Blandskogar kan även innebära en större beredskap inför en framtida förändrad virkesmarknad.

⁷⁴ <http://www.regeringen.se/sb/d/17655/a/221157>

⁷⁵ Gamfeldt L., Snäll T., Bagchi R., Jonsson M., Gustafsson L., Kjellander P., Ruiz-Jaen MC., Fröberg M., Stendahl J., Philipson CD., Mikusinski G., Andersson E., Westerlund B., Andrén H., Moberg F., Moen J. & Bengtsson J. 2013. Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications* 4:1340. doi:10.1038/ncomms2328

⁷⁶ Blandskog har olika definitioner: I Riksskogstaxeringens officiella statistik från 2012 redovisas blandskog som skog där volymen av huvudträdslaget utgör mindre än 65 procent av beståndets totala volym. Med den definitionen finns i Sverige cirka 27 procent blandskog och 73 procent skog där ett trädslag dominerar. Om gränsen istället dras vid att det dominerande trädslaget står för mer än 95 procent av volymen, består 71 procent av Sveriges produktiva skogsmark av blandskog och resterande 29 procent är trädslagsrena bestånd. Granskog i Götaland och tallskog i Norrland står för den största delen av monokulturerna.

I en annan forskningsstudie analyserades effekterna av att ersätta monokulturer av gran med blandskog av gran och björk på produktiv skogsmark i södra Sverige⁷⁷. Resultaten visar att den biologiska mångfalden förväntas öka för flertalet arter vilka representerar många olika primära eller sekundära producenter och konsumenter i den ekologiska näringsväven (olika trofiska nivåer), taxonomiska tillhörigheter och ekologiska nischer. Villkoren för många rödlistade skogsarter förbättras dock sannolikt inte och förändringarna kan påverka vissa arter av mossor negativt. Förändringar i skogsbruket, även med avseende på trädens rotationstid, mängden död ved och gallringsregimer, bidrar sannolikt till att ytterligare öka den biologiska mångfalden i blandskogen. Vidare anser författarna att blandskogar av gran och björk har ett högre rekreativvärde än monokulturer av gran. Dessutom minskar sannolikt risken för stormskador (*se även*⁷⁸), liksom risken för angrepp av insekter och svamp i samband med klimatförändringarna. Slutsatsen är bland annat att blandskogsbruk är en anpassningsstrategi för att sprida risker i samband med klimatförändringar. En anpassningsstrategi vilken för övrigt lätt kan integreras med ekonomiska, miljömässiga och sociala mål för ett mångbruk av skogen.

I en studie jämfördes biodiversiteten av fåglar mellan monokulturer av gran och blandskogar av gran och björk i södra Sverige⁷⁹ (*bild 4*). Det visade sig att diversiteten av fåglar var signifikant högre i blandbestånden och att skillnaderna berodde på förekomsten av björk. Vidare har en trädslagsblandning med en ökad andel lövträd betydelse för den biologiska mångfalden och framhålls som en viktig naturvårdsåtgärd i skogsbruket⁸⁰.



Bild 4. Blandskogar har en stor betydelse bland annat för att klimatanpassa skogsbruket och för ekosystemtjänster.
Foto: Michael Ekstrand

⁷⁷ Felton A., Lindblad M., Brunet J. & Fritz Ö. 2010. Replacing coniferous monocultures with mixed-species production stands: An assessment of the potential benefits for forest biodiversity in northern Europe. *Forest Ecology and management* 260: 939-947.

⁷⁸ Valinger E. & Fridman J. 2011. Sparat löv i granbestånden minskar risken för stormskador vintertid. Fakta Skog, SLU. Nr 7, 2011.

⁷⁹ Felton A., Andersson E., Ventorp D. & Lindblad M. 2011. A comparison of avian diversity in spruce monocultures and spruce-birch polycultures in southern Sweden. - *Silva Fennica* 45: 1143-1150.

⁸⁰ Johansson T., Hjältén J., de Jong J. & von Stedingk H. 2009. Generell hänsyn och naturvärdesindikatorer – funktionella metoder för att bevara och bedöma biologisk mångfald i skogslandskapet. Världsnaturfonden WWF, Solna. ISBN 978-91-89272 -17-0.

Vikten av en trädslagsblandning överensstämmer även med Skogsstyrelsens rekommendationer för att klimatanpassa skogsbruket⁸¹. Vid val av trädslag bör ökade risker för stormfällning och risker för trädslagsspecifika skadegörare beaktas. Det blir av allt större betydelse att försöka sprida risker på fler trädslag än tidigare. Utifrån detta perspektiv försvåras troligen ett blandskogsbruk med snabbväxande grankloner i jämförelse med fröförökad gran, som en följd av klonplantornas högre tillväxt och ökade konkurrenskraft. Ett alternativ kan vara att blanda vegetativt förökade granplantor med plantor av ett annat trädslag. Det återstår att se vilka strategier skogsägarna kommer använda sig av vid plantering av vegetativt förökad gran.

⁸¹ <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Skog-och-miljo/Skog-och-klimat1/Klimatanpassat-skogsbruk/Klimatanpassning/>

9. Attityder och värderingar

9.1 Attityder och värderingar om intensivskogsbruk

En rad vetenskapliga studier har publicerats under senare år för att belysa värderingar och attityder om intensivskogsbruk. Generellt visar studierna att människans och samhällets syn på skogen har förändrats sedan skogsindustrin byggdes upp⁸². De förändrade värderingarna beror bland annat på att allt fler skogsägare bor i städer, oftare har en högre utbildning och inte längre är lika beroende av skogen som inkomstkälla. Samtidigt har andelen kvinnliga skogsägare ökat till nästan 40 procent. Samhällets krav på skogen omfattar idag även biologisk mångfald, rekreation och andra värden utöver exportintäkter och sysselsättning. Värderingar och attityder har även visat sig styra synen på hur skogen ska skötas och brukas.

I en enkätundersökning analyserades hur allmänheten värderar olika aspekter av skogen⁸³. I en sjugradig skala, där 7 stod för mycket viktigt medan 1 inte var viktigt alls, ansågs skogens ekologiska värden, miljöaspekterna, vara allra viktigast (6,1 poäng). Därefter kom kulturella värden (5,9 poäng), rekreation (4,4 poäng) och virkesproduktion (4,0 poäng).

Av en annan undersökning med knappt 1 000 skogsägare framkom att värderingar styr hur skogen sköts⁸⁴. Skogsägarna representerade till lika stora delar åbor (boende på skogsfastigheten) som utbor (boende utanför skogsfastigheten). Åborna värderade materiella fördelar (virkesproduktion, ved) högst, rekreation något mindre och andra värden (till exempel biologisk mångfald) än lägre. Utborna värderade rekreation högst och bevarande av orörda skogar. Åborna ansåg ekonomiska aspekter av skogsbruket vara viktigare än utborna, medan båda grupperna lade samma vikt vid skötsel för miljö och rekreation. I jämförelse med männen i båda grupperna ansåg kvinnorna det vara viktigare att bevara orörda skogar, biologisk mångfald och möjlighet till rekreation, liksom skötsel för miljö och upplevelser.

Allmänhetens och skogsägares uppfattningar om ett intensivskogsbruk med främmande trädslag och gödsling studerades i samband med MINT-utredningen⁸⁵. Resultaten visar att det finns ett motstånd mot att omvandla tidigare öppna landskap till monotona skogslandskap. Ett intensivare skogsbruk är mer accepterat om marken redan är beskogad. Det finns skillnader i synsätt mellan olika intressenter. Representanter för skogsbolag och vissa privata markägare anser ibland beskogning av åkermark vara positivt eftersom

⁸² Westin K & Nordlund A (redaktörer). 2013. Värderingar och attityder. Rapport från Future Forests 2009-2012. Future Forests rapportserie 2013:4. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå, 20 sidor.

⁸³ Eriksson L, Nordlund A & Westin K. 2012. The general public's support for forest policy in Sweden: a value belief approach. *Journal of Environmental Planning and Management*. DOI:10.1080/09640568.2012.708324.

⁸⁴ Nordlund A & Westin K. 2011. Forest Values and Forest Management Attitudes among Private Forest Owners in Sweden. *Forests* vol. 2: 30-50.

⁸⁵ Lindkvist A, Mineur E, Nordlund A, Nordlund C, Olsson O, Sandström C, Westin K & Keskitalo ECH. 2012. Attitudes to intensive forestry: An investigation of perceptions of increased production requirements in Swedish forestry. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1-11.

det skapar variation i ett monotont jordbrukslandskap. Av studien framgår också att ett intensivare skogsbruk skapar tätare skogar vilka minskar möjligheterna till rekreation, försvårar framkomlighet och påverkar jakt och renskötsel negativt.

I en annan undersökning av allmänhetens uppfattning och acceptans om intensivskogsbruk i Sverige visade att även om en majoritet av allmänheten stödjer åtgärder för att öka skogstillväxten, motsätter de sig användningen av intensiva skogsbruksmetoder, till exempel främjade trädslag, vegetativt förökat material och skogsgödsling⁸⁶. En av de främsta anledningarna till detta är att intensivodling associeras med risker för miljön. Allmänhetens acceptans var högst för skogsgödsling, medan användningen av vegetativt förökat material var den minst accepterade metoden.

Några av de studier som refererats till ovan rör uppfattningar om intensivskogsbruk med främmande trädslag eller gödsling. Att extrapolera dessa uppfattningar till planteringar med vegetativt förökat material bör göras med försiktighet. Studierna ger dock anledning till att fundera över ett skogsbruk med vegetativt förökad gran. En uppfattning är att ett intensivare skogsbruk med vegetativt förökat material kan få skogen att övergå till att bli en ”plantage”, vilket ju inte är i linje med svensk skogspolitik och lagstiftning. En annan uppfattning är att planteringar med vegetativt förökad gran kan betraktas som mer ”onaturliga” än bestånd med fröförökad gran vilka har en längre omloppstid och en lägre förväntad genetisk vinst. Även platsen för planteringar med vegetativt förökad gran kan ha betydelse. Exempelvis kan planteringar med grankloner på nedlagd åkermark å ena sidan te sig mindre onaturlig än på skogsmark, å andra sidan framstå som mer onaturlig på en kulturpräglad åkermark.

9.2 Osäkerheter och motsättningar

Olika aktörers värdering av nytta och risker med intensivskogsbruk analyserades i ett forskningsprojekt⁸⁷. Enligt studien finns generellt en samsyn angående intensivskogsbrukets olika för- och nackdelar, men aktörerna ger dem olika betydelse. Ett exempel är klimatfrågan där skogen överlag anses vara viktig som kolsänka och som producent av biobränsle. Åsikterna skiljer sig ifråga om vilken roll klimatfrågan bör ha i relation till andra miljömål, framförallt biologisk mångfald. Studien visar att utifrån samma kunskapsunderlag om intensivskogsbruk, drar aktörerna olika slutsatser. ”Förespråkarna” anser att intensivskogsbruk är förenligt med ett hållbart skogsbruk och bör tillåtas i Sverige, medan ”motståndarna” anser att intensivskogsbruk är oförenligt med svensk skogspolitik. Åsiktsskillnaderna beror av vilka värden aktörerna anser vara mest viktiga i skogen. Enligt artikeln leder därför inte mer kunskap om intensivskogsbruk till en samsyn mellan förespråkare och motståndare. Istället behövs en ökad förståelse för hur olika aktörer resonerar och gör riskbedömningar kring intensivskogsbruk.

⁸⁶ Hemström K., Mahapatra K. & Gustavsson L. 2014. Public Perceptions and Acceptance of Intensive Forestry in Sweden. *AMBIO* 43:196–206. DOI 10.1007/s13280-013-0411-9.

⁸⁷ Lidskog R., Sundqvist G., Kall A-S., Sandin P. & Larsson S. 2013. Intensive forestry in Sweden: stakeholders' evaluation of benefits and risk. *Journal of integrative Environmental Studies*, vol 10: 145-160.

Motsättningarna kring intensivskogsbruk kommer enligt en forskningsstudie sannolikt inte att minska i framtiden, snarare tvärtom⁸⁸. I takt med att fler människor bor i städer och att skogsägare i allt mindre grad är ekonomiskt beroende av sitt skogsbruk kan konflikterna istället komma att öka. Samtidigt framkom i studiens intervjuer att det finns lösningar som åtminstone kan mildra konflikterna, till exempel när det gäller kontroll och samråd kring hur intensivskogsbruk ska lokaliseras. Men lösningarna kräver en bred samverkan mellan olika intressen och myndigheter och tydliga politiska riktlinjer.

Av ovan nämnda forskningsstudier framgår att värderingar av ett intensivare skogsbruk delvis handlar om vilken tilltro olika aktörer har till samhällets förmåga att hantera risker vilka inte är kända idag men som kan förekomma i framtiden. Skogen har en lång omloppstid och det är mycket osäkert hur ett förändrat klimat kommer att påverka skogarnas förmåga att klara exempelvis skogsskadegörare och stormar. Osäkerheten om skogens kapacitet att hantera oförutsedda konsekvenser komplicerar bedömningen av nytta och risker med exempelvis främmande trädslag, gödsling och skogsodling med vegetativt förökat material.

⁸⁸ Lindkvist A., Mineur E., Nordlund A., Nordlund C., Olsson O., Sandström C., Westin K. & Keskitalo ECH. 2012. Attitudes to intensive forestry: An investigation of perceptions of increased production requirements in Swedish forestry. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1-11.

10. Hantering av risker med vegetativt förökat material

10.1 Vegetativt material tillåtet för saluföring

Inom EU får endast skogsodlingsmaterial från frökällor som är godkända av respektive medlemsland i EU saluföras (SKSFS 2002:2). Skogsstyrelsen prövar efter ansökan godkännandet av frökällor. Frökällor av vegetativt material kan vara kloner eller klonblandningar. En klon definieras enligt föreskrifterna (SKSFS 2002:2) som ett antal individer (rameter) som producerats från en och samma ursprungsindivid (ortet) genom vegetativ förökning exempelvis genom sticklingar, mikroförökning, ympar, avläggare eller delning. En klonblandning är en blandning av identifierade kloner i bestämda proportioner.

För att saluföra kloner och klonblandningar måste det, som för allt skogsodlingsmaterial, finnas ett certifikat som innehåller uppgifter om materialets härkomst, ett ”stambrev”. Skogsstyrelsen utfärdar stambrev efter ansökan från skogsplantföretagen. Stambrevet syftar till att säkerställa materialets härkomstuppgifter. På så sätt kan skogsägaren köpa ett skogsodlingsmaterial som passar den skog som ska föryngras. Uppgifterna i stambrevet ger också skogsägaren en ökad möjlighet att i framtiden identifiera härkomsten på sitt bestånd. Det saknas dock regelverk vad gäller att dokumentera vilket skogsodlingsmaterial som används.

10.2 Anpassning och hantering på landskapsnivå

Naturvårdsverket har redovisat ett regeringsuppdrag om grön infrastruktur⁸⁹. Enligt denna rapport definieras som grön infrastruktur som *”ett sammanhängande nätverk av strukturer i landskapet och brukande av desamma vilka säkerställer en långsiktig överlevnad av livsmiljöer och arter, genom att spridningsmöjligheter säkerställs och på så sätt vidmakthålls ekosystemens förmåga att leverera viktiga ekosystemtjänster”*.

Målen med en grön infrastruktur är att främja ekosystemens hälsa och återhämtningsförmåga, att bidra till att bevara biologisk mångfald och stärka ekosystemtjänster vilka är viktiga för samhället i stort. Grön infrastruktur bygger på att skydda, bibehålla och åter skapa naturen och naturliga processer. Den stora nytta naturen ger samhället ska medvetet integreras i fysisk planering och i lokal och regional utveckling. Naturvårdsverket konstaterar i sin rapport att det finns ett stort behov av verktyg och en förbättrad styrning för att översiktligt kunna planera och genomföra åtgärder för en grön infrastruktur på nationell nivå och landskapsnivå.

Skogsstyrelsens kunskapssammanställning om skogens sociala värden beskriver att traditionella ämnes- och sektorsgränser måste överbryggas för att behandla landskapet som mångfunktionellt⁹⁰. Kunskap behövs över hur natur, kultur, rekreation, ekonomi,

⁸⁹ Naturvårdsverket. Redovisning av regeringsuppdrag om ”Grön infrastruktur”. 2012. ISBN 978-91-620-XXXX-X. ISSN 0282-7298. <http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2012/gron-infrastruktur/gron-infrastruktur-lag.pdf>

jordbruk och miljö samverkar i landskapet. För att åstadkomma en hållbar utveckling av landskapet som sådant behöver ekologiska, ekonomiska, sociala, politiska och estetiska aspekter vara långsiktigt hållbara⁹¹.

Begreppet grön infrastruktur är relevant att uppmärksamma även angående planteringar med vegetativt förökad gran med en förkortad omloppstid. Om dessa planteringar framöver dominerar i landskapet kan detta leda till negativa effekter för den biologiska mångfalden, kulturmiljövärden, sociala värden, ekosystemtjänster och för landskapsbilden. En ökad areal av planteringar med vegetativt förökad gran innebär sannolikt ett minskat antal möjliga skogar som befolkningen vill vistas i.

MINT-utredningen föreslog olika åtgärder för att balansera ett intensivare skogsbruk⁹². Flera av dessa åtgärder har relevans även för planteringar med vegetativt förökat material. En sådan åtgärd är att förstärka naturhänsynen på annan mark eller att öka avsättningarna av produktiv skogsmark. En annan åtgärd är att tillåta ett intensivare skogsbruk på marker med låga värden för den biologiska mångfalden och att undanta ”hotspots” för biologisk mångfald från planteringar med vegetativt förökat material. Andra åtgärder är att begränsa storlek och placering i landskapet av bestånd där ett intensivare skogsbruk bedrivs för att minska risken att landskapet fragmenteras och att landskapsbilden påverkas negativt. Ytterligare en åtgärd som kan vara aktuell för vegetativt förökad gran är att ha förstärkt hänsyn vid föryngringsavverkning inför plantering av kloner liksom förstärkt hänsyn vid skötseln av planteringar med vegetativt förökat material.

I en forskningsstudie föreslås att negativa effekter av intensivskogsbruk delvis kan kompenseras genom ”TRIAD-modellen”⁹³. Modellen innebär att skogsmark delas in i intensivskogsbruk, konventionellt skogsbruk med en ökad hänsyn och en ökad areal av skyddade skogar. Enligt artikelförfattarna kan en zonindelning bidra till att minska utdöenderisker, särskilt hos arter med begränsad spridningsförmåga och arter knutna till sluten skog. Trots att TRIAD-modellen kan bidra till att bevara den biologiska mångfalden och öka skogsproduktionen betonas att arter med olika livshistorieegenskaper reagerar på olika sätt. En zonindelning bör därför åtföljas av att kontinuerligt övervaka den biologiska mångfalden genom exempelvis ett system med ”tidig varning” och adaptiv förvaltning. Dessutom kräver TRIAD-modellen förändringar i skogsvårdslagstiftning och i certifiering. Ett system med zonindelning är sannolikt mer praktiskt genomförbart i regioner där skogen mestadels är statligt ägd eller där antalet skogsägare är få, än i regioner med många privata skogsägare.

TRIAD-modellens möjlighet att skapa en grön infrastruktur återstår att utvärdera liksom dess lämplighet att använda i relation till planteringar med vegetativt förökat material. Generellt förutsätter TRIAD-konceptet att en ändamålsenlig lagstiftning finns på plats

⁹⁰ Birkne Y., Rydberg D. & Svanqvist B. 2013. Skogsstyrelsens Meddelande nr 9, 2013. Skogens sociala värden – en kunskapssammanställning. ISSN 1100-0295. Best nr 1592.

⁹¹ Sarlöv Herlin I. 2012. Landskap för mångbruk. Forskningsrådet Formas. Stockholm.

⁹² Gustafsson L., Dahlberg A., Green M., Henningsson S., Hägerhäll C., Larsson A., Lindelöw Å., Lindhagen A., Lundh G., Ode Å., Ranius T., Sandström J., Strengbom J., Svensson R. & Widenfalk O. 2009. Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald. Faktaunderlag till utredning om möjligheter till intensivodling av skog. SLU, Uppsala.

⁹³ Ranius T. & Roberge J-M. 2011. Effects of intensified forestry on the landscape-scale extinction risk of deadwood dependent species. *Biodiversity and Conservation* 20: 2867–2882.

som bland annat på landskapsnivå begränsar bestånd där ett intensivt skogsbruk sker. Avsaknaden av en sådan lagstiftning, liksom den höga andelen privata skogsägare i Götaland och Svealand komplicerar användandet av TRIAD-modellen för planteringar med vegetativt förökat material.

10.3 Uppföljning och utvärdering

I och med kravet att anmäla skogsodling med vegetativt förökat material får Skogsstyrelsen en karta över var materialet ska planteras och vilket trädslag som är planerat att använda. Frökällan är antingen en klon eller en klonblandning. Innehållet i frökällan, det vill säga identiteten på klonerna som ingår i materialet, framgår inte av anmälan.

För att framöver underlätta uppföljning av antal och areal av vegetativt förökade granplanteringar och deras placering i landskapet är för närvarande en anpassning av Skogsstyrelsens registreringssystem Navet på gång⁹⁴. Det kommer framöver att framgå i Navet om det granmaterial som anmälts till Skogsstyrelsen avser vegetativ förökning eller trädslagsbyte efter att ädellövskog har avverkats. För närvarande går dessa uppgifter inte enkelt att särskilja.

Även då ett par miljoner bulksticklingar av gran har producerats under senare år har Skogsstyrelsen hittills fått in endast en anmälan om skogsodling över 0,5 hektar. För att förbättra möjligheterna att få in anmälningar kommer berörda skogsplantsproducenter uppmanas att vid försäljning av gransticklingar påminna skogsägaren om anmälningskravet. På så sätt ökar förhoppningsvis Skogsstyrelsens möjlighet att följa upp och få erfarenheter av planteringar med vegetativt förökad gran, vilket sannolikt även ligger i berörda skogsplantsproducenters och skogsägares intresse.

Om skogsodling med vegetativt förökat material blir vanligare framöver bör kravet på uppgifter i anmälan utökas. Det möjliggör att följa upp och utvärdera olika effekter av vegetativt förökad gran. Bland annat bör det av en anmälan framgå antal och identitet av använda kloner. Önskvärt är även uppgifter exempelvis om klonernas ursprungsland och proveniens. Om vegetativt förökade kloner blandas med fröförökat material på samma mark, bör andelen vegetativt förökade plantor i skogsodlingsmaterialet framgå.

Ett register över vilket skogsodlingsmaterial som har använts kan ge skogsägare och andra skogliga aktörer information om materialet och dess sårbarhet. Detta kan göra markägaren mer observant på beståndets vitalitet, vilka eventuella risker som kan finnas med vegetativt förökad gran och en lämplig skötsel. Dessutom kan ett register ge information om antalet ”föräldrar” i framtidens skogar, hur långt och på vilket sätt skogsbruket förflyttar trädens gener och hur detta påverkar den genetiska variationen på landskapsnivå.

Skogsstyrelsen har fått i uppdrag av regeringen att i samverkan med SLU utarbeta förslag till en modell för adaptiv skogsskötsel⁹⁵. Användning av vegetativt förökat material är en produktionshöjande åtgärd som diskuteras i samband med adaptiv skogsskötsel.

⁹⁴ Morgan Johansson, Skogsstyrelsen, personlig kommunikation.

⁹⁵ Sollander E. Adaptiv skogsskötsel. Meddelande 3, 2013. Skogsstyrelsen. ISSN 1100-0295. Best Nr 1586.

Den adaptiva modellen framstår som ett lämpligt system att studera olika möjligheter och risker med skogsodling med vegetativt förökat gran, hybridasp och poppel. För att använda sig av modellen krävs dock att uppgifterna i anmälan om vegetativt förökat material utökas i enlighet med förslagen ovan. Genom att använda den adaptiva modellen kan exempelvis produktionsökning, skogsskötsel, skaderisker och påverkan på bland annat biologisk mångfald, friluftsliv och landskapsbild av ett vegetativt förökat material utvärderas och följas upp på kort och lång sikt.

Regler om miljöanalys finns i 32 § i skogsvårdslagen och 31–34 §§ skogsvårdsförordningen. Skogsstyrelsen får besluta att det ska göras en analys av vilken inverkan nya metoder för skogens skötsel och nya skogsodlingsmaterial har på miljö om verksamheten avses pågå i nämnvärd omfattning eller ska utföras i miljöer som är särskilt känsliga. Skogsstyrelsen får även besluta att en miljöanalys ska göras och bekostas av den som har för avsikt att använda en ny metod eller ett nytt skogsodlingsmaterial. Skogsstyrelsen beslutar i varje enskilt ärende vad miljöanalysen ska innehålla. Vidare ska Skogsstyrelsen inhämta Naturvårdsverkets och berörd länsstyrelses yttrande över miljöanalysen. Hittills har Skogsstyrelsen inte gjort någon miljöanalys på skogsodlingsmaterial. Om användningen av vegetativt förökat gran ökar kan en miljöanalys vara aktuell.

10.4 Vegetativt skogsodlingsmaterial och certifiering

Vegetativt förökat material omnämns inte i svensk skogsbruksstandard enligt FSC⁹⁶.

Däremot berörs intensivodling i flera av FSC:s principer. Exempelvis princip 5: Utbyte av skogen på flera sätt, innebär att *”Skogsbruksåtgärder ska gynna ett effektivt nyttjande av skogens mångfald av produkter och andra nyttigheter för att säkerställa ekonomisk bärkraft och ett stort antal miljöbetingade och sociala fördelar”. Vidare adresseras i princip 6 om miljöpåverkan att ”Skogsbruket ska bevara den biologiska mångfalden och därtill knutna värden, vattentillgångar, jordar, unika och känsliga ekosystem och naturtyper och därigenom bibehålla de ekologiska funktionerna och skogens karaktär.”*

Inte heller i svenskt PEFC certifieringssystem för uthålligt skogsbruk adresseras skogsodling med vegetativt förökat material⁹⁷. Skogsskötselstandardens allmänna ordalydelser är att *”Skogsbruket ska bedrivas med målsättningar som stöder en inriktning mot mångbruk (flermålsskogsbruk) och följer den svenska lagstiftningen. Målet är en ekonomiskt uthållig och värdefull skogsproduktion, samtidigt som biologisk mångfald bevaras samt kulturmiljö-, sociala och estetiska värden värnas. Skogsvården ska baseras på forskning och vetenskapliga rön.”* Även om inget explicit nämns i certifieringarna om vegetativt förökat gran, kan olika formuleringar tolkas så att en alltför stor omfattning av denna typ av skogsbruk inte stöds av FSC eller PEFC.

⁹⁶ Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer. V2-1 050510. http://www.medlem.fsc-sverige.org/images/dokument/fsc_fm_swe_v2-1.pdf

⁹⁷ Svensk PEFC Skogsstandard. PEFC SWE 002:3. 2012-217. <http://pefc.se/wp-content/uploads/2010/11/n-pefc%20swe%20002%20-%20svensk%20pefc%20skogsstandard%20120801.pdf>

11. Utredningens slutsatser

11.1 Lagstiftning

11.1.1 Enkelt och tillåtande regelverk

Utredningen anser att det befintliga regelverket för vegetativt förökat skogsodlingsmaterial är enkelt att tillämpa och ger utrymme för en omfattning av skogsodling som vida överstiger den nuvarande användningen. Enligt utredningens enkät är skogsodling ytterst blygsam (fem hektar) med vegetativt förökad gran och även med poppel och hybridasp. Regelverket kan med undantag för ett fåtal skogsägare inte sägas utgöra ett hinder för en ökad användning av vegetativt förökat material.

Enligt berörda skogsplantsföretag är den planerade produktionen av grankloner under kommande år högst ett par miljoner plantor årligen. Fortfarande återstår praktiska problem att lösa för att till en rimlig kostnad föröka gran genom somatisk embryogenes. Olika möjligheter undersöks för närvarande för hur somatisk embryogenes kan tillämpas för bulkförökning.

Nuvarande lagstiftning tar inte hänsyn till antal kloner eller mängden genetisk variation i det vegetativt förökade materialet. Även fortsättningsvis är det viktigt att värna enkelheten i lagsstiftningen. Att införa mer detaljerade regler för vegetativt förökad gran kommer att komplicera regelverket. Exempel på ytterligare regler att införa avser vegetativt förökningsmetod, minimiantal av kloner i en klonblandning, klonernas släktskap (antal obesläktade familjer, hel- eller halvsyskon), antalet fröplantor per familj och antalet kopior per klon. Dessa regler kan detaljeras ytterligare, exempelvis kan det för olika förökningsmetoder införas olika arealtak och olika uppgifter att anmäla till Skogsstyrelsen.

Konsekvenserna av ett mer detaljerat regelverk blir bland annat att skogsägarnas anmälan om skogsodling med vegetativt förökad gran blir mer komplicerad. Detsamma gäller Skogsstyrelsens godkännande av nya frökällor. Dessutom blir en detaljerad lagstiftning inriktad på skogsodlingsmaterialets faktiska mängd genetiska variation mer komplicerad att tillämpa, utvärdera och utöva tillsyn på. Vidare blir sannolikt en lagstiftning baserad på skattningar av mängd genetisk variation snabbt föråldrad, inte minst då tekniken för somatisk embryogenes är under utveckling.

11.1.2 Brist på empirisk kunskap och erfarenhet

Genetisk variation är en förutsättning för att skogsträden ska överleva och anpassa sig till en föränderlig och oförutsägbar miljö bland annat med avseende på klimatförändringar och angrepp av redan etablerade och nya skadegörare. Försiktighetsprincipen är mycket viktig att beakta i ett skogsodlingsmaterial. För att stå bättre rustad inför olika biotiska och abiotiska förändringar bör skogsodlingsmaterialet ha en tillräckligt hög genetisk variation. På så sätt ökar skogsträdens chanser att överleva och anpassa sig till olika biotiska och abiotiska förändringar i miljön.

En metod att öka skogsproduktionen och ett sätt att utnyttja förädlingsvinsten är att använda vegetativt förökat skogsodlingsmaterial. I denna utredning görs bedömningen att en högre tillväxttakt, kortare omloppstid och en högre förväntad genetisk vinst hos vegetativt förökad gran möjliggör ett intensivare skogsbruk. Kunskapsluckorna är i dag mycket stora angående vilka effekter skogsodling framför allt med vegetativt förökad gran kan ha på landskaps- och beståndsnivå på den biologiska mångfalden, kulturarv, friluftsliv, sociala värden och på flera ekosystemtjänster. Det bör uttryckligen betonas att den tydliga bristen på relevant empirisk kunskap och erfarenhet av vegetativt förökad gran bör vara vägledande för hur ett sådant material hanteras i lagstiftningen.

Med denna bakgrund gör utredningen följande bedömning:

Användningen av främst vegetativt förökad gran ligger mycket långt under det tillåtna arealtaket. Den planerade produktionen av grankloner är idag relativt låg och förväntas inte öka nämnvärt under ett antal år. Nuvarande lagstiftning är enkel att använda och är ändamålsenlig ur aspekter som rör genetisk variation. Det finns idag en stor brist på empirisk kunskap och dokumenterad erfarenhet av vilka effekter användning av framför allt vegetativt förökad gran kan ha på den biologiska mångfalden, kulturarv, friluftsliv, sociala värden och en rad ekosystemtjänster. Utifrån denna kunskapsbrist fungerar nuvarande lagstiftning som ett nödvändigt instrument för att hantera kända och okända risker med skogsodling med vegetativt förökat material.

11.2 Information om anmälningsplikt

Även då berörda skogsplantsproducenter har uppgett att några miljoner bulkförökade granplanter har producerats under senare år har Skogsstyrelsen hittills fått in endast en anmälan om skogsodling över 0,5 hektar. Det är viktigt att Skogsstyrelsen får in anmälningar om vegetativt förökad gran. Det förbättrar Skogsstyrelsens möjlighet att följa upp och få erfarenheter av skogsodling med grankloner, vilket sannolikt även ligger i berörda skogsplantsproducenters och skogsägares intresse.

Med denna bakgrund gör utredningen följande bedömning:

Skogsstyrelsen bör hantera frågan hur möjligheterna ska förbättras att få in anmälningar om skogsodling över 0,5 hektar med vegetativt förökat material, särskilt av gran.

11.3 Dokumentation och lärande

De uppgifter som idag krävs i en anmälan om vegetativt förökat material är knapphändiga. Tekniken för vegetativt förökning framgår inte i anmälan, det vill säga om materialet förökats genom exempelvis bulkförökning eller somatisk embryogenes, eller genom att kombinera olika vegetativa tekniker. Av anmälan framgår inte heller antalet kloner som används eller deras identitet.

Med denna bakgrund gör utredningen följande bedömning:

Det finns stora värden i att följa upp och utvärdera skogsodling med planteringar av vegetativt förökat material, särskilt av gran. På så sätt kan möjligheter och risker med

dess planteringar lättare bedömas. Det är önskvärt och framstår som ändamålsenligt att skogsägare frivilligt registrerar planteringar med vegetativt förökad gran exempelvis inom ramen för adaptiv skogsskötsel i en grundmodell och/eller i en utbyggd förenklad modell eller på annat lämpligt sätt. Värdet av exempelvis en adaptiv modell med planteringar med vegetativt förökat material ökar avsevärt genom tillgång till ett klonregister med uppgifter om exempelvis vilken vegetativ förökningsteknik eller kombination av tekniker som använts. Andra relevanta uppgifter i registret kan vara antalet ingående kloner, klonernas identiteter och andelen av kloner respektive eventuellt fröförökat material som planterats ut.

11.4 Hantering på landskapsnivå

Negativa effekter av planteringar med vegetativt förökat material kan till viss del hanteras beroende på planteringarnas storlek och placering i landskapet. Därför är det viktigt att planera skogslandskapet på ett ekologiskt och fysiskt hållbart sätt.

Om skogsodling med vegetativt förökad gran blir vanligare framöver är det angeläget att kravet på uppgifter i anmälan utökas. Det möjliggör att följa upp och utvärdera olika effekter av planteringar med vegetativt förökad gran. Bland annat bör det av anmälan framgå antal använda kloner och den godkända frökällans identitet (de kloner som ingår i frökällan). Önskvärt är även uppgifter exempelvis om klonernas ursprungsland och proveniens. Om vegetativt förökade kloner blandas med fröförökat material på samma mark bör andelen klonplantor i skogsodlingsmaterialet framgå.

Med denna bakgrund gör utredningen följande bedömning:

Om användningen av vegetativt förökat skogsodlingsmaterial ökar framöver kan regelverket behöva kompletteras. Ett tak – en högsta tillåten odlingsareal – av planteringar med vegetativt förökad gran kan behöva införas på såväl nationell nivå som på landskapsnivå. Dessutom kan uppgifterna i anmälan behöva bli utförligare, exempelvis bör antal och identitet av använda kloner framgå. Det saknas idag underlag att skriva sådana regler.

Litteratur/källförteckning

- Almqvist C., Wennström U & Karlsson B. 2009. Tillgång på förädlad skogsodlings material 2010 – 2050. Analys av fröförsörjningsläget per fröplantagezon och förslag till åtgärder för att minimera brist och maximera genetisk vinst. Bilaga 4 i Skog forsk Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883.
- 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. *Silvae Genetica* 62: 127-136.
- Birkne Y., Rydberg D. & Svanqvist B. 2013. Skogsstyrelsens Meddelande nr 9, 2013. Skogens sociala värden – en kunskapssammanställning. ISSN 1100-0295. Best nr 1592.
- Boberg J., Klapwijk M., Stenlid J & Björkman C. 2014. Skadegörarna utmanar skogen. Syntes från Future Forests, SLU. 2014.
- Capretti P. & Goggioli V. 1992. Observation on the longevity and the spread of *Heterobasidion annosum* in stumps of white fir and Norway spruce. *Micologia Italiana* 21: 15-20.
- Clemmensen KE., Bahr A., Ovaskainen O., Dahlberg A., Ekblad A., Wallander H., Stenlid J., Finlay RD., Wardle DA. & Lindahl BD. 2013. Roots and associated fungi drive long-term carbon sequestration in boreal forest. *Science* Vol. 339 no. 6127: 1615-1618 DOI: 10.1126/science.1231923.
- Eriksson G., Ekberg I. & Clapham D. 2006. An introduction to forest genetics. 2nd edition. ISBN 91-576-7190-7.
- Eriksson L., Nordlund A. & Westin K. 2012. The general public's support for forest policy in Sweden: a value belief approach. *Journal of Environmental Planning and Management*. DOI:10.1080/09640568.2012.708324.
- Felton A., Lindbladh M., Brunet J. & Fritz O. 2010. Replacing coniferous monocultures with mixed-species production stands: An assessment of the potential benefits for forest biodiversity in northern Europe. *Forest Ecology and Management* 260: 939–947.
- Felton A., Andersson E., Ventorp D. & Lindbladh M. 2011. A comparison of avian diversity in spruce monocultures and spruce–birch polycultures in southern Sweden. *Silva Fennica* 45: 1143–1150.
- Felton A., Boberg J., Björkman C. & Widenfalk O. 2013. Identifying and managing the ecological risks of using introduced tree species in Sweden's production forestry. *Forest Ecology and Management* 307: 165-177.

- Felton A., Lindbladh M., Elmberg J., Felton AM., Andersson E., Sekercioglu CH., Collingham Y. & Huntley B. 2013. Projecting impacts of anthropogenic climatic change on the bird communities of southern Swedish spruce monocultures: will the species poor get poorer? *Ornis Fennica* 90.
- Fredman P., Karlsson S-E., Romild U. & Sandell K. (redaktörer). 2008. Friluftsliv i förändring. Vara i naturen – varför eller varför inte? Forskningsprogrammet Friluftsliv i förändring. Delresultat från en nationell enkät om friluftsliv och naturturism i Sverige. Rapport nr 2. ISBN 978-91-86073-07-7.
- Gamfeldt L., Snäll T., Bagchi R., Jonsson M., Gustafsson L., Kjellander P., Ruiz-Jaen MC., Fröberg M., Stendahl J., Philipson CD., Mikusinski G., Andersson E., Westerlund B., Andrén H., Moberg F., Moen J. & Bengtsson J. 2013. Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications* 4:1340. doi:10.1038/ncomms2328.
- Gustafsson L., Dahlberg A., Green M., Henningsson S., Hägerhäll C., Larsson A., Lindelöw Å., Lindhagen A., Lundh G., Ode Å., Ranius T., Sandström J., Strengbom J., Svensson R. & Widenfalk O. 2009. Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald. Faktaunderlag till utredning om möjligheter till intensivodling av skog. SLU, Uppsala.
- Hemström K., Mahapatra K. & Gustavsson L. 2014. Public Perceptions and Acceptance of Intensive Forestry in Sweden. *AMBIO* 43:196–206. DOI 10.1007/s13280-013-0411-9.
- Hughes A., Inouye R., Johnson BD., Underwood MTJ. & Vellend N. 2008. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters* 11: 609-623.
- Johansson T., Hjältén J., de Jong J. & von Stedingk H. 2009. Generell hänsyn och naturvärdesindikatorer – funktionella metoder för att bevara och bedöma biologisk mångfald i skogslandskapet. Världsnaturfonden WWF, Solna. ISBN 978-91-89272 -17-0.
- Karlsson B. 2000. Clone Testing and Genotype x Environment Interaction in *Picea abies*. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 162. Doctoral thesis. ISSN 1401-6230. pp 47.
- Karlsson B. 2009. Förädlad material och kloner. Bilaga 3 i Fahlvik N, Johansson U & Nilsson U. 2009. Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-43-8.
- Karlsson G. & Swedjemark G. 2006. Genotypic variation in natural infection frequency of *Heterobasidion* spp. in a *Picea abies* clone trial in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21:108-114. DOI: 10.1080/02827580500529969

-
- Karlsson B. & Rosvall O. 2010. Ökad tillgång och användning av förädlade plantor. Slutrapport Uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883.
- Korkama T., Pakkanen A. & Pennanen T. 2006. Ectomycorrhizal community structure varies among Norway spruce (*Picea abies*) clones. *New Phytologist* 171: 815-824.
- Koskela J., Buck A. & Teissier du Cros E (editors). 2007. Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe. Bioversity International, Rome, Italy. 111pp. ISBN 978-92-9043-749-9.
- Larsson A., (redaktör). 2011. Tillståndet i skogen – rödlistade arter i ett nordiskt perspektiv. ArtDatabanken Rapporterar 9. ArtDatabanken SLU, Uppsala.
- Lidskog R., Sundqvist G., Kall A-S., Sandin P. & Larsson S. 2013. Intensive forestry in Sweden: stakeholders' evaluation of benefits and risk. *Journal of Integrative Environmental Studies* 10: 145-160.
- Lindgren D. 2010. Genetisk variation och skaderisker. Bilaga 5 till Skogsforsk uppdrag om förbättrat växtodlingsmaterial, Jo2008/1883. Redaktörer B. Karlsson och O. Rosvall.
- Lindkvist A., Mineur E., Nordlund A., Nordlund C., Olsson O., Sandström C., Westin K. & Keskitalo ECH. 2012. Attitudes to intensive forestry: An investigation of perceptions of increased production requirements in Swedish forestry. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1-11.
- Lisberg Jensen E. 2008. Gå ut min själ. Forskningsöversikt om hälsoeffekter av utevistelser i närnatur. Statens folkhälsoinstitut, Östersund R 2008:10. ISSN: 1651-8624, ISBN: 978-91-7257-529-5. Tryck: Strömberg, Stockholm 2008.
- Naturvårdsverket. Sammanställd information om Ekosystemtjänster. Skrivelse 2012-10-31. Ärendenr: NV-00841-12.
- Naturvårdsverket. Redovisning av regeringsuppdrag om "Grön infrastruktur". 2012. ISBN 978-91-620-XXXX-X. ISSN 0282-7298.
- Nordlund A. & Westin K. 2011. Forest Values and Forest Management Attitudes among Private Forest Owners in Sweden. *Forests* 2011: 30-50.
- Nystedt B., Street NR, Wetterbom A., Zuccolo A., Lin YC., Scofield DG., Vezzi F., Delhomme N., Giacomello S., Alexeyenko A., Vicedomini R., Sahlin K., Sherwood E., Elfstrand M., Gramzow L., Holmberg K., Hällman J., Keech O., Klasson L., Koriabine M., Kucukoglu M., Käller M., Luthman J., Lysholm F., Niittylä T., Olson A., Rilakovic N., Ritland C., Rosselló JA., Sena J., Svensson T., Talavera-López C., Theißen G., Tuominen H., Vanneste K., Wu ZQ, Zhang B., Zerbe P., Arvestad L., Bhalerao R., Bohlmann J., Bousquet J., Garcia Gil R., Hvidsten TR., de Jong P., MacKay J., Morgante M., Ritland K., Sundberg B.,

-
- Thompson SL., Van de Peer Y., Andersson B., Nilsson O., Ingvarsson PK., Lundeberg J. & Jansson S. 2013. The Norway spruce genome sequence and conifer genome evolution. *Nature*. May 30; 497:579-84. doi: 10.1038/nature12211.
- Persson T. 2008. Förädling kan ge ökad resistens mot angrepp av törskatesvamp. Resultat från Skogforsk nr 5 2008.
- Ranius T. & Roberge J-M. 2011. Effects of intensified forestry on the landscape-scale extinction risk of deadwood dependent species. *Biodiversity and Conservation* 20: 2867–2882.
- Ringagård J. 2012. Förslag på regelförenklingar i skogsvårdslagstiftningen. Skogsstyrelsen. Meddelande 1, 2012. ISSN 1100-0295. Best nr 1581.
- Rodriguez YP., Gerendiaian AZ., Pappinen A., Peltola H. & Pulkkinen P. 2009. Differences in wood decay by *Heterobasidion parviporum* in cloned Norway spruce (*Picea abies*). *Canadian Journal of Forest Research* 39: 26-35.
- Rosvall O. & Wennström U. 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08. Arbetsrapport nr 665 från Skogforsk.
- Rosvall O., Andersson B., Högberg K-A., Stener L-G., Jansson G., Almqvist C. & Westin J. 2010. Skogsträdsförädling. Skogsskötselserien nr 19. Skogsstyrelsen.
- Rytter L., Johansson T., Karačić A. & Weih M. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. Arbetsrapport från Skogforsk nr 733. ISSN 1404-305X.
- Sarlöv Herlin I. 2012. Landskap för mångbruk. Forskningsrådet Formas. Stockholm.
- Skogsstatistisk årsbok 2014. Skogsstyrelsen. 2014. Redaktör Linn Christiansen. ISSN 0491-7847. ISBN 978-91-87535-05-5.
- Skørppa T., Solheim H. & Hietala A. 2014. Variation in phloem resistance of Norway spruce clones and families to *Heterobasidion parviporum* and *Ceratocystis polonica* and its relationship to phenology and growth traits, *Scandinavian Journal of Forest Research*. DOI: 10.1080/02827581.2014.963144.
- Sollander E. Adaptiv skogsskötsel. Meddelande 3, 2013. Skogsstyrelsen. ISSN 1100-0295. Best Nr 1586.
- Sonesson J., Bradshaw R., Lindgren D. & Ståhl P. 2001 Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. SkogForsk Report 1. 59 pages.
- Sonesson J. & Rosvall O. 2011. Lönsamma åtgärder för ökad tillväxt på Sveaskogs marker. Skogforsk.

-
- SOU 2013:68. Synliggöra värdet av ekosystemtjänster – Åtgärder för välfärd genom biologisk mångfald och ekosystemtjänster. ISBN 978-91-38-24017-5. ISSN 0375-250X.
- Stener L-G. 2012. Det finns hopp för askens fortlevnad. Resultat från Skogforsk nr 11, 2012.
- Strengbom J., Dahlberg A., Larsson A., Lindelöw A., Sandström J., Widenfalk O. & Gustafsson L. 2011. Introducing Intensively Managed Spruce Plantations in Swedish Forest Landscapes will Impair Biodiversity Decline. *Forests* 2: 610-630.
- 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.
- Swedjemark & Karlsson B. 2004. Genotypic variation in susceptibility following artificial *Heterobasidion annosum* inoculation of *Picea abies* clones in a 17-year-old field test. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19:103-111.
- Södra kontakt. En tidskrift från Södra. Nr 1 februari 2014.
- Telford A., Cavers S., Ennos RA. & Cottrell JE. 2014. Can we protect forests by harnessing variation in resistance to pests and pathogens? *Forestry* 1-10, DOI: 10.1093/forestry/cpu012.
- Ulfhielm C. 2013. Hänsyn till forn- och kulturlämningar. Resultat från Kulturpolytaxen 2012. Rapport 3, 2013. ISSN 1100-0295. Best nr 1854.
- Valinger E. & Fridman J. 2011. Sparat löv i granbestånden minskar risken för stormskador vintertid. Fakta Skog, SLU. Nr 7, 2011.
- Velmala SM., Rajala T., Haapanen M., Taylor AFS & Pennanen T. 2013. Genetic host-tree effects on the ectomycorrhizal community and root characteristics of Norway spruce. *Mycorrhiza* 23: 21-33.
- Wallstedt A. 2013. Rapport 1 Skogsstyrelsen. Återväxtstöd efter stormen Gudrun. ISSN 1100-0925. Best nr 1852.
- Wennström U., Johansson K., Lindström A. & Stattin E. Skogsstyrelsen. 2008. Skogsskötselserien nr 2. Produktion av frö och plantor.
- Westin K. & Nordlund A. (redaktörer). 2013. Värderingar och attityder. Rapport från Future Forests 2009-2012. Future Forests rapportserie 2013:4. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå, 20 sidor.

Whitham TG., Gehring CA., Lamit LJ., Wojtowicz T., Evans LM., Keith AR. & Solance Smith 2012. Community specificity: life and afterlife effects of genes. Trends in Plant Science 17: 271-281.

Witzell J. 2009. Skogsskötselserien nr 12, Skador på skog. Skogsstyrelsen. 2009.

Webbsidor

http://www.medlem.fsc-sverige.org/images/dokument/fsc_fm_swe_v2-1.pdf. Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer. V2-1 050510.

<http://www.pefc.se/wp-content/uploads/2010/11/n-pefc%20swe%20002%20-%20svensk%20pefc%20skogsstandard%20120801.pdf>. Svensk PEFC Skogsstandard. PEFC SWE 002:3. 2012-217.

<http://www.regeringen.se/sb/d/17655/a/221157>

<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Foryngra/Plantering-ny/Planttyper/Sticklingar/>

<http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Projekt/Regeringsuppdrag/Adaptiv-skogsskotsel/>

<http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Skog-och-miljo/Skog-och-klimat1/Klimatanpassat-skogsbruk/Klimatanpassning/>

Av Skogsstyrelsen publicerade Rapporter:

1988:1	Mallar för ståndortsbonitering; Lathund för 18 län i södra Sverige
1991:1	Tätortsnära skogsbruk
1992:3	Aktiva Natur- och Kulturvårdande åtgärder i skogsbruket
1993:7	Betespräglad äldre bondeskog – från naturvårdssynpunkt
1994:5	Historiska kartor – underlag för natur- och kulturmiljövård i skogen
1995:1	Planering av skogsbrukets hänsyn till vatten i ett avrinningsområde i Gävleborg
1995:2	SUMPSKOG – ekologi och skötsel
1996:1	Women in Forestry – What is their situation?
1996:2	Skogens kvinnor – Hur är läget?
1997:2	Naturvårdsutbildning (20 poäng) Hur gick det?
1997:5	Miljeu96 Rådgivning. Rapport från utvärdering av miljeurådgivningen
1997:6	Effekter av skogsbränsleuttag och askåterföring – en litteraturstudie
1997:7	Målgruppsanalys
1997:8	Effekter av tungmetallnedfall på skogslevande landsnäckor (with English Summary: The impact on forest land snails by atmospheric deposition of heavy metals)
1997:9	GIS-metodik för kartläggning av markförsurning – En pilotstudie i Jönköpings län
1998:1	Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation
1998:3	Dalaskog – Pilotprojekt i landskapsanalys
1998:4	Användning av satellitdata – hitta avverkad skog och uppskatta lövröjningsbehov
1998:5	Baskatjoner och aciditet i svensk skogsmark – tillstånd och förändringar
1998:6	Övervakning av biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet. With a summary in English: Monitoring of biodiversity in managed forests.
1998:7	Marksvampar i kalkbarrskogar och skogsbeten i Gotländska nyckelbiotoper
1999:1	Miljökonsekvensbeskrivning av Skogsstyrelsens förslag till åtgärdsprogram för kalkning och vitalisering
1999:2	Internationella konventioner och andra instrument som behandlar internationella skogsfrågor
2000:1	Samordnade åtgärder mot försurning av mark och vatten – Underlagsdokument till Nationell plan för kalkning av sjöar och vattendrag
2000:4	Skogsbruket i den lokala ekonomin
2000:5	Aska från biobränsle
2000:6	Skogsskadeinventering av bok och ek i Sydsvetige 1999
2001:1	Landmolluskfaunans ekologi i sump- och myrskogar i mellersta Norrland, med jämförelser beträffande förhållandena i södra Sverige
2001:2	Arealförluster från skogliga avrinningsområden i Västra Götaland
2001:3	The proposals for action submitted by the Intergovernmental Panel on Forests (IPF) and the Intergovernmental Forum on Forests (IFF) – in the Swedish context
2001:4	Resultat från Skogsstyrelsens ekenkät 2000
2001:5	Effekter av kalkning i utströmningsområden med kalkkross 0 - 3 mm
2001:6	Biobränslen i Söderhamn
2001:7	Entreprenörer i skogsbruket 1993–1998
2001:8A	Skogspolitisk historia
2001:8B	Skogspolitiken idag – en beskrivning av den politik och övriga faktorer som påverkar skogen och skogsbruket
2001:8C	Gröna planer
2001:8D	Föryngring av skog
2001:8E	Fornlämningar och kulturmiljöer i skogsmark
2001:8G	Framtidens skog
2001:8H	De skogliga aktörerna och skogspolitiken
2001:8I	Skogsbilvägar
2001:8J	Skogen sociala värden
2001:8K	Arbetsmarknadspolitiska åtgärder i skogen
2001:8L	Skogsvårdsorganisationens uppdragsverksamhet
2001:8M	Skogsbruk och rennärning
2001:8O	Skador på skog
2001:9	Projekterfarenheter av landskapsanalys i lokal samverkan – (LIFE 96 ENV S 367) Uthålligt skogsbruk byggt på landskapsanalys i lokal samverkan
2001:11A	Strategier för åtgärder mot markförsurning
2001:11B	Markförsurningsprocesser
2001:11C	Effekter på biologisk mångfald av markförsurning och motåtgärder
2001:11D	Urvalskriterier för bedömning av markförsurning

2001:11E	Effekter på kvävedynamiken av markförurning och motåtgärder
2001:11F	Effekter på skogsproduktion av markförurning och motåtgärder
2001:11G	Effekter på tungmetallers och cesiums rörlighet av markförurning och motåtgärder
2002:1	Ekskador i Europa
2002:2	Gröna Huset, slutrapport
2002:3	Project experiences of landscape analysis with local participation – (LIFE 96 ENV S 367) Local participation in sustainable forest management based on landscape analysis
2002:4	Landskapsekologisk planering i Söderhamns kommun
2002:5	Miljöriktig vedeldning – Ett informationsprojekt i Söderhamn
2002:6	White backed woodpecker landscapes and new nature reserves
2002:7	ÄBIN Satellit
2002:8	Demonstration of Methods to monitor Sustainable Forestry, Final report Sweden
2002:9	Inventering av frötäktssbestånd av stälkek, bergesk och rödek under 2001 – Ekdöd, skötsel och naturvård
2002:10	A comparison between National Forest Programmes of some EU-member states
2002:11	Satellitbildsbaserade skattningar av skogliga variabler
2002:12	Skog & Miljö – Miljöbeskrivning av skogsmarken i Söderhamns kommun
2003:1	Övervakning av biologisk mångfald i skogen – En jämförelse av två metoder
2003:2	Fågelfaunan i olika skogsmiljöer – en studie på beståndsnivå
2003:3	Effektivare samråd mellan rennärning och skogsbruk – förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande
2003:4	Projekt Nissadalen – En integrerad strategi för kalkning och askspridning i hela avrinningsområden
2003:5	Projekt Renbruksplan 2000–2002 Slutrapport, – ett planeringsverktyg för samebyarna
2003:6	Att mäta skogens biologiska mångfald – möjligheter och hinder för att följa upp skogspolitikens miljömål i Sverige
2003:7	Vilka botaniska naturvärden finns vid torplämningar i norra Uppland?
2003:8	Kalkgranskogar i Sverige och Norge – förslag till växtsociologisk klassificering
2003:9	Skogsägare på distans – Utvärdering av SVO:s riktade insatser för utbor
2003:10	The EU enlargement in 2004: analysis of the forestry situation and perspectives in relation to the present EU and Sweden
2004:1	Effektuppföljning skogsmarkskalkning tillväxt och trädvitalitet, 1990–2002
2004:2	Skogliga konsekvensanalyser 2003 – SKA 03
2004:3	Natur- och kulturinventeringen i Kronobergs län 1996–2001
2004:4	Naturlig föryngring av tall
2004:5	How Sweden meets the IPF requirements on nfp
2004:6	Synthesis of the model forest concept and its application to Vilhelmina model forest and Barents model forest network
2004:7	Vedlevande arters krav på substrat – sammanställning och analys av 3 600 arter
2004:8	EU-utvidgningen och skogsindustrin – En analys av skogsindustrins betydelse för de nya medlemsländernas ekonomier
2004:10	Om virkesförrådets utveckling och dess påverkan på skogsbrukets lönsamhet under perioden 1980–2002
2004:11	Naturskydd och skogligt genbevarande
2004:12	När vi skogspolitikens mångfaldsmål på artnivå? – Åtgärdsförslag för uppföljning och metodutveckling
2005:1	Access to the forests for disabled people
2005:2	Tillgång till naturen för människor med funktionshinder
2005:3	Besökarstudier i naturområden – en handbok
2005:4	Visitor studies in nature areas – a manual
2005:5	Skogshistoria år från år 1177–2005
2005:6	Vägar till ett effektivare samarbete i den privata tätortsnära skogen
2005:7	Planering för rekreation – Grön skogsbruksplan i privatägd tätortsnära skog
2005:8a-8c	Report from Proceedings of ForestSAT 2005 in Borås May 31 – June 3
2005:9	Sammanställning av stormskador på skog i Sverige under de senaste 210 åren
2005:10	Frivilliga avsättningar – en del i Miljökvalitetsmålet Levande skogar
2005:11	Skogliga sektorsmål – förutsättningar och bakgrundsmaterial
2005:12	Målbilder för det skogliga sektorsmålet – hur går det med bevarandet av biologisk mångfald?
2005:13	Ekonomiska konsekvenser av de skogliga sektorsmålen
2005:14	Tio skogsägares erfarenheter av stormen
2005:15	Uppföljning av skador på fornlämningar och övriga kulturlämningar i skog
2005:16	Mykorrhizasvampar i örtrika granskogar – en metodstudie för att hitta värdefulla miljöer
2005:17	Forskningsseminarium skogsbruk – rennärning 11–12 augusti 2004

2005:18	Klassning av renbete med hjälp av ståndortsboniteringens vegetationstypsindelning
2005:19	Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort
2006:1	Kalkning och askspridning på skogsmark – redovisning av arealer som ingått i Skogsstyrelsens försöksverksamhet 1989–2003
2006:2	Satellitbildsanalys av skogsbilvägar över våtmarker
2006:3	Myllrande Våtmarker – Förslag till nationell uppföljning av delmålet om byggande av skogsbilvägar över värdefulla våtmarker
2006:4	Granbarkborren – en scenarioanalys för 2006–2009
2006:5	Överensstämmelse anmält och verkligt GROT-uttag?
2006:6	Klimathotet och skogens biologiska mångfald
2006:7	Arenor för hållbart brukande av landskapets alla värden – begreppet Model Forest som ett exempel
2006:8	Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun
2006:9	Stormskadad skog – föryngring, skador och skötsel
2006:10	Miljökonsekvenser för vattenkvalitet, Underlagsrapport inom projektet Stormanalys
2006:11	Miljökonsekvenser för biologisk mångfald – Underlagsrapport inom projekt Stormanalys
2006:12	Ekonomiska och sociala konsekvenser i skogsbruket av stormen Gudrun
2006:13	Hur drabbades enskilda skogsägare av stormen Gudrun – Resultat av en enkätundersökning
2006:14	Riskhantering i skogsbruket
2006:15	Granbarkborrens utnyttjande av vindfällan under första sommaren efter stormen Gudrun – (The spruce bark beetle in wind-felled trees in the first summer following the storm Gudrun)
2006:16	Skogliga sektorsmål i ett internationellt sammanhang
2006:17	Skogen och ekosystemansatsen i Sverige
2006:18	Strategi för hantering av skogliga naturvärden i Norrtälje kommun ("Norrtäljeprojektet")
2006:19	Kantzonens ekologiska roll i skogliga vattendrag – en litteraturoversikt
2006:20	Ägoslag i skogen – Förslag till indelning, begrepp och definitioner för skogsrelaterade ägoslag
2006:21	Regional produktionsanalys – Konsekvenser av olika miljöambitioner i länen Dalarna och Gävleborg
2006:22	Regional skoglig Produktionsanalys – Konsekvenser av olika skötselregimer
2006:23	Biomassaflöden i svensk skogsnäring 2004
2006:24	Trädbränslestatistik i Sverige – en förstudie
2006:25	Tillväxtstudie på Skogsstyrelsens obsoyter
2006:26	Regional produktionsanalys – Uppskattning av tillgängligt trädbränsle i Dalarnas och Gävleborgs län
2006:27	Referenshågn som ett verktyg i vilt- och skogsförvaltning
2007:1	Utvärdering av ÄBIN
2007:2	Trädslagets betydelse för markens syra-basstatus – resultat från Ståndortskarteringen
2007:3	Älg- och rådjursstammarnas kostnader och värden
2007:4	Virkesbalanser för år 2004
2007:5	Life Forests for water – summary from the final seminar in Lycksele 22–24 August 2006
2007:6	Renskadorna i plant- och ungskog – en litteraturoversikt och analys av en taxeringsmetod
2007:7	Övervakning och klassificering av skogsvattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten – exempel från Emån och Öreälven
2007:8	Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar
2007:9	Uppföljning av skador på fornlämningar i skogsmark
2007:10	Utgör kvävegödsling av skog en risk för Östersjön? Slutsatser från ett seminarium anordnat av Baltic Sea 2020 i samarbete med Skogsstyrelsen
2008:1	Arenas for Sustainable Use of All Values in the Landscape – the Model Forest concept as an example
2008:2	Samhällsekonomisk konsekvensanalys av skogsmarks- och ytvattenkalkning
2008:3	Mercury Loading from forest to surface waters: The effects of forest harvest and liming
2008:4	The impact of liming on ectomycorrhizal fungal communities in coniferous forests in Southern Sweden
2008:5	Långtidseffekter av kalkning på skogsmarkens kol- och kväveförråd
2008:6	Underlag för en nationell strategi för skötsel och skydd av sumpskogar
2008:7	Regionala analyser om kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk
2008:8	Frötaukt och frötauktsområden av gran och tall i Sverige
2008:9	Väglidning vid skogsmarkskalkning
2008:10	Områden som skogsmarkskalkats inom Skogsstyrelsens försöksverksamhet 2005–2007
2008:11	Inventering av ädellövplanteringar på stormhyggen från 1999 i Skåne
2008:12	Aluminiumhalter i skogsbäckar och variationen med avrinningsområdenas egenskaper
2008:13	Åtgärder för ett uthålligt brukande av skogsmarken – resultat från studier finansierade inom Movib
2008:14	Användningen av växtskyddsmedel inom skogsbruket
2008:15	Skogsmarkskalkning
2008:16	Skogsmarkskalkningens effekter på kemin i mark, grundvatten och ytvatten i SKOKAL-områdena 16 år efter behandling

2008:18	Effekter av skogsbruk på rennärningen – en litteraturstudie
2008:19	Hyggesfritt skogsbruk i ädellövskog – En litteratursammanställning
2008:20	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk i ädellövskogar - slutrapport för delprojekt Ädellöv
2008:21	Skoglig kontinuitet och historiska kartor – en metodstudie för bokskog
2008:22	Kontinuitetsskogar och Kontinuitetsskogsbruk – Slutrapport för delprojekt Skötsel – hyggesfritt skogsbruk
2008:23	Naturkultur – Utvecklingen i försöksserien de 10 första åren
2008:24	Jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog – analyser på beståndsnivå baserade på simulering
2008:25	Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA–VB 08
2009:1	Åtgärdsplanering i reglerade vattendrag – arbetsgång och åtgärdsförslag i övre Ångermanälven
2009:2	Skog & Historia i Uppland – Gröna Jobb 2004–2008
2009:3	Utvärdering av metoder för kvantifiering av epifytiska hänglavar
2009:4	Kartläggning och Identifiering av kontinuitetsskog
2009:5	Skogsproduktion i stormområdet: Ett underlag för Skogsstyrelsens strategi för uthållig skogsproduktion
2009:6	Ekonomisk beskrivning av konsekvenser i samband med ledningsintrång i skogsmark
2009:7	Avverkning av nyckelbiotoper och objekt med höga naturvärden – en GIS-analys och inventeringsdata från Polytax
2009:8	Produktionsanalys i Gävleborgs län
2009:9	Skogsstyrelsens erfarenheter kring samarbetsnätverk i landskapet
2010:1	Föryngra – Vårda – Skydda – Underlag för Skogsstyrelsens strategi för hållbar skogsproduktion
2010:2	Effektiv rådgivning – Slutrapport
2010:3	Markägarenkäten. Skogsstyrelsens delrapport för undersökningarna om processen för formellt skydd 2005–2008
2010:4	Landskapsansats för bevarande av skoglig biologisk mångfald – en uppföljning av 1997 års regionala bristanalys, och om behovet av samverkan mellan aktörer
2010:5	Översyn av Skogsstyrelsens virkesmätningsföreskrifter – Analys och förslag
2010:6	Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2008
2010:7	Behöver omvandlingstalen mellan m ³ f ub och m ³ sk revideras? – En förstudie
2010:8	Åtgärdsprogram för bevarande av vitryggig hackspett och dess livsmiljöer 2005–2009 – Slutrapport
2010:9	Störningskänslighet hos lavar i barrskogar
2011:1	Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2009
2011:2	Inte klar
2011:3	Möjligheter att förbättra målpuppfyllelse vad gäller miljöhänsyn vid förnygringsavverkning: Rapport efter en analys och rådgivande prioritering av åtgärder
2011:4	Fastighetsavtal – vidareutveckling av modell till flygfärdig produkt, Slutrapport
2011:5	Nedre Ångermanälven och Faxälven – förslag till miljöförbättrande åtgärder
2011:6	Upprättade renbruksplaner – 2005–2010
2011:7	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk – Slutrapport för delprojekt naturvärden
2011:8	Utredningsrapport – Långsiktig plan för Skogsstyrelsens inventeringar och uppföljningar
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, öringbestånd och bottenfauna efter ask- och kalkbehandling i hela avrinningsområden i brukad skogsmark – utvärdering 13 år efter åtgärder mot förurning
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 förnygringsmetoder 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 – Kunskapssammanställning 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 – Kunskapssammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling

Av Skogsstyrelsen publicerade Meddelanden:

1991:2	Vägplan -90
1991:5	Ekologiska effekter av skogsbränsleuttag
1995:2	Gallringsundersökning 92
1995:3	Kontrolltaxering av nyckelbiotoper
1996:1	Skogsstyrelsens anslag för tillämpad skogsproduktionsforskning
1997:1	Naturskydd och naturhänsyn i skogen
1997:2	Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1996
1998:1	Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitiken
1998:2	Skogliga aktörer och den nya skogspolitiken
1998:3	Föryngringsavverkning och skogsbilvägar
1998:4	Miljöhänsyn vid föryngringsavverkning – Delresultat från Polytax
1998:5	Beståndsanläggning
1998:6	Naturskydd och miljöarbete
1998:7	Röjningsundersökning 1997
1998:8	Gallringsundersökning 1997
1998:9	Skadebilden beträffande fasta fornlämningar och övriga kulturmiljövärden
1998:10	Produktionskonsekvenser av den nya skogspolitiken
1998:11	SMILE – Uppföljning av sumpskogsskötsel
1998:12	Sköter vi ädellövskogen? – Ett projekt inom SMILE
1998:13	Riksdagens skogspolitiska intentioner. Om mål som uppdrag till en myndighet
1998:14	Swedish forest policy in an international perspective. (Utfört av FAO)
1998:15	Produktion eller miljö. (En mediaundersökning utförd av Göteborgs universitet)
1998:16	De trädbevuxna impedimentens betydelse som livsmiljöer för skogslevande växt- och djurarter
1998:17	Verksamhet inom Skogsvårdsorganisationen som kan utnyttjas i den nationella miljöövervakning
1998:19	Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1998
1999:1	Nyckelbiotopsinventeringen 1993–1998. Slutrapport
1999:3	Sveriges sumpskogar. Resultat av sumpskogsinventeringen 1990–1998
2001:1	Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2000
2001:2	Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling
2001:3	Kontrollinventering av nyckelbiotoper år 2000
2001:4	Åtgärder mot markförsurning och för ett uthålligt brukande av skogsmarken
2001:5	Miljöövervakning av Biologisk mångfald i Nyckelbiotoper
2001:6	Utvärdering av samråden 1998 Skogsbruk – rennäring
2002:1	Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter – SUS 2001
2002:2	Skog för naturvårdsändamål – uppföljning av områdesskydd, frivilliga avsättningar, samt miljöhänsyn vid föryngringsavverkning
2002:4	Action plan to counteract soil acidification and to promote sustainable use of forestland
2002:6	Skogsmarksgödsling – effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljö
2003:1	Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2002
2003:2	Konsekvenser av ett förbud mot perimettrinbehandling av skogsplantor
2004:1	Kontinuitetsskogar – en förstudie
2004:2	Landskapsekologiska kärnområden – LEKO, Redovisning av ett projekt 1999–2003
2004:3	Skogens sociala värden
2004:4	Inventering av nyckelbiotoper – Resultat 2003
2006:1	Stormen 2005 – en skoglig analys
2007:1	Övervakning av insektsangrepp – Slutrapport från Skogsstyrelsens regeringsuppdrag
2007:2	Kvävegödsling av skogsmark

2007:3	Skogsstyrelsens inventering av nyckelbiotoper – Resultat till och med 2006
2007:4	Fördjupad utvärdering av Levande skogar
2007:5	Hållbart nyttjande av skog
2008:1	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk
2008:2	Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring
2008:3	Skogsbrukets frivilliga avsättningar
2008:4	Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2007 – SKA-VB 08
2009:1	Dikesrensningens regelverk
2009:2	Viltanpassad Skogsskötsel – Skogliga åtgärder för att minska skador
2009:3	Ny metod och nya definitioner i uppföljningen av frivilliga avsättningar
2009:4	Stubbskörd – kunskapssammanställning och Skogsstyrelsens rekommendationer
2009:5	Vidareutveckling av pågående viltskadeinventeringar
2009:6	En märkbar förändring i skogsägarnas vardag – Projekt Skogsägarnas myndighetskontakter
2009:7	Regler om användning av främmande trädslag
2010:1	Vattenförvaltningen i skogen
2010:2	Nationell tillämpning av FLEGT – Forest Law Enforcement, Governance and Trade
2011:1	Rillsyn enl 9 kap miljöbalken av verksamhet på mark som omfattas av skogsvårdslagen
2011:2	Skogs- och miljöpolitiska mål – brister, orsaker och förslag på åtgärder
2011:3	Skogliga inventeringsmetoder i en kunskapsbaserad älgförvaltning
2011:4	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning samt om revidering av virkesmätningslagstiftningen
2011:5	Uppföljning av hänsyn till rennärigen
2011:6	Översyn av föreskrifter och allmänna råd för 30 paragrafen SvL – Del 1
2011:7	Hjortjurens inverkan på tillväxt av produktionsträd och rekrytering av betesbegärliga trädslag – problembeskrivning, orsaker och förslag till åtgärder
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 rennärigen
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	Skogslandskapets vatten – en lägesbeskrivning av arbetet med styrmedel och åtgärder

Beställning av Rapporter och Meddelanden

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
www.skogsstyrelsen.se/bocker

I Skogsstyrelsens Meddelande-serie publiceras redogörelser, utredningar med mera av officiell karaktär.

Innehållet överensstämmer med myndighetens policy.

I Skogsstyrelsens Rapport-serie publiceras redogörelser och utredningar med mera för vars innehåll författaren/författarna själva ansvarar.

Skogsstyrelsen publicerar dessutom fortlöpande: Foldrar, broschyrer, böcker med mera inom skilda skogliga ämnesområden. Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen SkogsEko.

I den här rapporten sammanställs kunskapsläget om vegetativ förökning av främst gran. Den beskriver flera tekniker att vegetativt föröka skogsträd och belyser olika aspekter på genetisk variation och möjligheter och risker med vegetativ förökning i skogsbruket.

Kunskapen och erfarenheten av skogsodling främst med vegetativt förökad gran är mycket begränsad. Därför föreslås bland annat att planteringar, särskilt av vegetativt förökad gran, bör följas upp och utvärderas för att lättare bedöma möjligheter och risker.