

# PLANTERING AV BARRTRÄD



**Skogsskötselserien** är en sammanställning för publicering via Internet av kunskap om skogsskötsel utan ställningstaganden eller värderingar.

Texterna har skrivits av forskare och har bearbetats redaktionellt både sakligt och språkligt. De är upphovsrättsligt skyddade och får inte användas för kommersiellt bruk utan medgivande.

I Skötselserien ingår:

1. Skogsskötselns grunder och samband
2. Produktion av frö och plantor
3. *Plantering av barrträd*
4. Naturlig förnyring av tall och gran
5. Sådd
6. Røjning
7. Gallring
8. Stamkvistning
9. Skötsel av björk, al och asp
10. Skötsel av ädellövskog
11. Blädningsbruk
12. Skador på skog
13. Skogsbruk – mark och vatten
14. Naturhänsyn
15. Skogsskötsel för rekreation och friluftsliv
16. Produktionshöjande åtgärder
17. Skogsbränsle
18. Skogsskötselns ekonomi
19. Skogsträdsförädling
20. Slutavverkning

Skogsskötselserien har tagits fram med finansiering av Skogsstyrelsen, Skogsindustrierna, Sveriges lantbruksuniversitet och LRF Skogsägarna. Bidrag har även lämnats av Energimyndigheten för behandling av frågor som rör skogsbränsle och av Stiftelsen Skogssällskapet.

Omarbetningar (revisioner) för att ta fram andraupplagor har till stor del även bekostats av Erik Johan Ljungbergs Utbildningsfond och Stiftelsen Skogssällskapet.

### **Skogsskötselserien – Plantering av barrträd**

Första upplagan, september 2009

Andra omarbetade upplagan, januari 2013

Författare:

Göran Hallsby, SkogDr, universitetslektor i skogsskötsel

© Göran Hallsby och Skogsstyrelsen

Redaktör: Clas Fries

Typografisk formgivning: Michael Ernst, Textassistans AB

Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen

Diagrambearbetning, layout och sättning: Bo Persson, Skogsstyrelsen

Foto omslag: Michael Ekstrand

Utgivning: Skogsstyrelsens förlag, [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien)

## Innehåll

Innehåll .....	3
<b>PLANTERING AV BARRTRÄD .....</b>	<b>5</b>
Plantering som metod .....	6
Planterings omfattning och resultat .....	8
Planterade trädslag .....	8
Planteringsresultat .....	9
Plantmaterialet .....	11
Trädslag .....	11
Trädslagsval .....	11
Trädslagens egenskaper vid skogsodling .....	13
Plantmaterialets härkomst .....	15
Den naturliga härkomsten .....	16
Proveniensval .....	16
Förflyttning .....	17
Planttyp .....	18
Planttyp och överlevnad .....	18
Täckrotsplantor .....	20
Pluggplantor .....	21
Barrotsplantor .....	21
Plantkvalitet .....	21
Kriterier för bra plantor .....	21
Plantegenskaper .....	22
Prestanda .....	23
Odling .....	23
Plantproduktionen .....	23
Plantskydd .....	24
Lagring och distribution .....	25
Planteringsmiljön .....	26
Ståndortsanalys .....	26
Produktionsfaktorernas tillgänglighet .....	26
Abiotiska faktorer ovan mark .....	27
Klimat .....	27
Temperatursumma och humiditet .....	28
Ljusinstrålning .....	29
Luftfuktighet .....	31
Temperatur .....	32
Abiotiska faktorer i marken .....	33
Markfuktighet .....	33
Marktemperatur .....	35
Näringstillgång .....	35
Begränsande faktorer för plantetablering .....	36
Förberedelser för plantering .....	39
Föryngringsavverkning .....	39
Högskärm .....	40
Lågskärm .....	41
Markberedning .....	41
Plantering utan markberedning .....	42

Markberedningens effekter .....	42
Mekanisk markberedning.....	43
Ej mekanisk markberedning .....	45
Plantering .....	47
Plantvård .....	47
Mottagning och lagring på hygget.....	47
Plantan på hygget.....	47
Stressade plantor .....	48
Planteringstidpunkt .....	48
Vårplantering .....	48
Höstplantering.....	49
Planterings utförande .....	49
Organisation.....	49
Planteringsarbetet.....	50
Planteringspunkter och planteringsdjup.....	51
Kontroll och återväxtvård .....	53
Återväxtkontroll.....	53
Subjektiv kontroll.....	53
Objektiv provyteinventering.....	53
Skadeanalys.....	54
Hjälplantering .....	54
Behov av markberedning .....	55
Tidpunkt.....	55
Plantstorlek och trädslagsval.....	55
Omplantering .....	55
Referenser .....	56

## PLANTERING AV BARRTRÄD

**Plantering har blivit den vanligaste föryngringsmetoden** eftersom den kan ge snabb återbeskogning och fungerar bra på de flesta marker. Nästan alla plantor som planteras i svenskt skogsbruk är barrplantor. För att få fullt utbyte av planteringen fördelar behöver skogsägaren vara klar över målet med föryngringsinsatsen och förstå hur plantegenskaper och planteringsmiljö påverkar resultatet. 85–90 % av genomförda planteringar klarar skogsvårdslagens krav, ofta tack vare tillskott av naturligt förnygrade plantor.

**För att uppnå god överlevnad och tillväxt** är det viktigt att välja trädslag och härkomst som passar planteringslokalen. Planttyp och plantstorlek bör anpassas efter de svårigheter som väntar plantan. Förutsättningarna påverkas dessutom av hur de odlats och hanterats innan planteringen. En bra planta ska vara ”robust” och ha lämplig balans mellan ovanjordsdel och rot.

**Utbudet av produktionsfaktorer och risken för skador** i planteringen beskrivs genom ståndortsanalys. Ett viktigt steg i återväxtplaneringen är därför att bedöma vad i planteringsmiljön som väntas bli det största hindret för plantans överlevnad och tidiga tillväxt. Temperatursumma och humiditet, solinstrålning, fuktighet i luft och mark, temperatur i luft och mark (inklusive frostrisk) och näringstillgång är så kallade abiotiska faktorer. Brist på någon eller några faktorer blir begränsande för plantetablering och tillväxt.

**Lokalens förutsättningar för plantetablering** påverkas av hur det tidigare beståndet avverkats. I princip blir både de positiva effekterna och de negativa bieffekterna starkare ju mer av det tidigare beståndets krontäckning som avlägsnas. Gran kan med fördel planteras under högskärm eller vid risk för frost, under lågskärm. Rätt utförd och utnyttjad, ger markberedning genomgående säkrare beståndsetablering än plantering utan markberedning.

**Om möjligt skall plantorna planteras direkt** efter leverans och så snart som möjligt efter föryngringshuggningen. Brister i plantvården kan medföra långsammare etablering eller att plantorna dör. Höga temperaturer, uttorkande vind och direkt solljus på rötterna skall absolut undvikas. Vårplantering är säkrast, men vid risk för svår torka kan höstplantering vara bättre. Som regel prioriteras planteringspunktens kvalitet framför jämnt förband, viktigast är att vattentillgången förblir säker. Plantörernas kompetens är avgörande. Den mesta planteringen utförs manuellt av säsongsanställd personal. Planteringsmaskiner ger ett lika bra biologiskt resultat men används sällan.

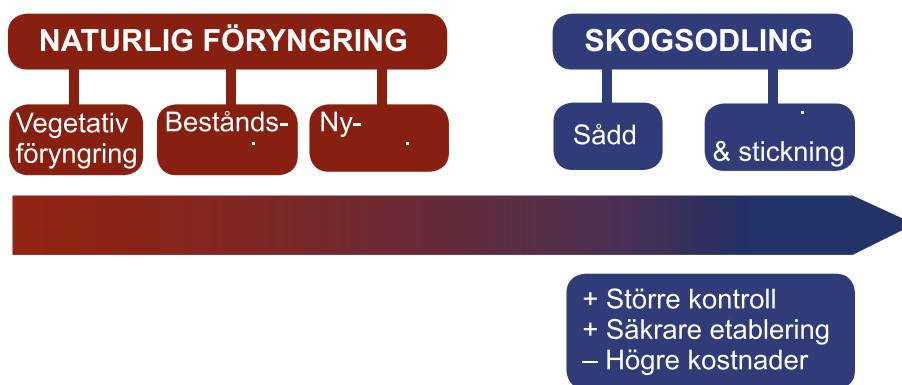
**Återväxtkontroll** rekommenderas en växtsäsong efter planteringen och sedan efter ytterligare tre år. Subjektiv kontroll ger en snabb uppfattning, objektiv provyteinventering behövs vid osäkerhet om skogsvårdslagens återväxtkrav uppfylls. En skadeanalys visar vilka åtgärder som kan behövas. Ojämn återväxt med stora luckor hjälpplanteras så fort som möjligt. Omplantering är den sista utvägen när planteringsresultatet blivit för dåligt.

## Plantering som metod

**Plantering har blivit den vanligaste förnygringsmetoden eftersom den kan ge snabb återbeskogning och fungerar bra på de flesta marker. Nästan alla plantor som planteras i svenskt skogsbruk är barrplantor. För att få fullt utbyte av planterings fördelar behöver skogsägaren vara klar över målet med förnygringsinsatsen och förstå hur plantegenskaper och planteringsmiljö tillsammans avgör resultatet. 85–90 % av genomförda planteringar klarar skogsvårdslagens krav, ofta tack vare tillskott av naturligt förnygrade plantor.**

När nya skogar skall anläggas eller när marken skall återbeskogas efter kalhuggning och andra typer av förnygringsavverkning, är ofta flera olika förnygringssätt tänkbara (figur PL1). På flertalet ståndorter är det möjligt att tillämpa såväl naturlig förnygring som skogsodling eller kombinationer av dessa.

Friheten att välja metod är störst innan det föregående beståndet avvecklats. En del av förutsättningarna för nästa trädgeneration grundläggs nämligen redan under gallringsfasen.<sup>1</sup> Om man till exempel vill begränsa inslaget av naturligt förnygrade lövplantor i en blivande barrplantering kan potentiella moderträd gallras bort i god tid före beståndsavvecklingen. Andra gånger kan framtida frö- eller skärmträd behöva gynnas i samband med gallringen så att de blir tillräckligt stabila för att klara en friställning. Så är fallet till exempel när planteringen är tänkt att kombineras med naturlig förnygring eller om det behövs en skyddande skärm under förnygringsfasen för att motverka frost, vattenöverskott, konkurrerande markvegetation eller stort snytbaggetryck.



*Figur PL1* Olika former av skogsförnygring. På många ståndorter kan såväl naturlig förnygring som skogsodling eller kombinationer av skogsodling och naturlig förnygring tillämpas. I princip ökar både möjligheten att detaljstyra förnygringsresultatet och kostnaderna för insatsen från vänster till höger i figuren. Illustration Bo Persson efter Göran Hallsby.

Skogsägare har som regel en idé om vilken trädslagsblandning, täthet och skiktning som önskas i den nya skogen. Sådana mer eller mindre uttalade

<sup>1</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 1, Skogsskötselns grunder och samband. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

mål innebär att antalet användbara föryngringsalternativ minskar.<sup>2</sup> För att göra ett medvetet val av föryngringssätt behövs en kombinerad analys som tar hänsyn till såväl de naturgivna förutsättningarna som till skogsägarens tekniska, ekonomiska och miljömässiga preferenser.<sup>3</sup>

Ett generellt mål för skogsföryngring skulle kunna formuleras så här:  
*Att till lägsta kostnad och med största möjliga säkerhet, skapa ungskogar som uppfyller skogsbrukarnas och övriga samhällets krav.*

I trakthyggesbruk, som är det dominerande skogsskötselsystemet i Sverige sedan ungefär 60 år tillbaka, läggs ofta stor vikt vid att det nya beståndet skall etableras så fort som möjligt efter slutavverkningen. Kravet på snabb återbeskogning är en av förklaringarna till att plantering blivit den vanligaste föryngringsmetoden. Plantering kan tillämpas på de flesta marker och ger möjligheter till kontroll över det nya beståndets genetiska ursprung, trädslagsblandning, höjdsiktning och täthet. Genom plantering kan skogsbrukaren kringgå några av skogsföryngringens mer nyckfulla moment.<sup>4</sup> Trädens sexuella reproduktion<sup>5</sup> inklusive frönas mognad, spridning och groning samt plantbildning är starkt klimat- och väderberoende. Dessutom finns i varje fas av reproduktionen skadegörare som steg för steg reducerar det möjliga utbytet av användbart föryngringsmaterial.

Genom att i stället producera frön i fröplantager,<sup>6</sup> samla in, rensa, lagra och konditionera<sup>7</sup> frön samt förlägga groning och plantbildning till den skyddande miljön i en plantskola blir tillgången på önskat föryngringsmaterial mer pålitlig. Plantering kan också ge godtagbart föryngringsresultat snabbare eftersom plantorna som sätts ofta är lika stora som 2–6 år<sup>8</sup> gamla plantor som grott på plats.

Gemensamt för skogsodling<sup>9</sup> är möjligheten att använda utvalt och förädlad föryngringsmaterial som väntas ge högre arealproduktion än föryngring som bygger på det lokala fröfallet. En lyckad plantering med snabb och jämn start bör också minska röjningsbehovet i trakthyggesbruk genom att de avsedda huvudstammarna kan bli dominanta och inte drabbas lika hårt av konkurrens från naturlig föryngring.<sup>10</sup>

En nackdel i förhållande till naturlig föryngring och sådd är att det blir

<sup>2</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 1, Skogsskötselns grunder och samband. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>3</sup> För en genomgång av det produktionsekologiska beslutsunderlaget se: Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk. Del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsens förlag.

<sup>4</sup> Wagner, S. och Lundqvist, L. 2005. Regeneration techniques and the seedling environment from a European perspective. I: Stanturf, J.A. och Madsen, P. (redaktörer). *Restoration of boreal and temperate forests*. CRC Press.

<sup>5</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 2, Produktion av frö och plantor. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>6</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 19, Skogsträdförädling. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>7</sup> Olika åtgärder som görs för förbättra groningsförmågan och plantutbytet från ett fröparti.

<sup>8</sup> Grovt skattat beroende på använd planttyp.

<sup>9</sup> Skogsodling innefattar sådd och plantering med sexuellt förökat eller klonförökat material.

<sup>10</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 6, Röjning. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

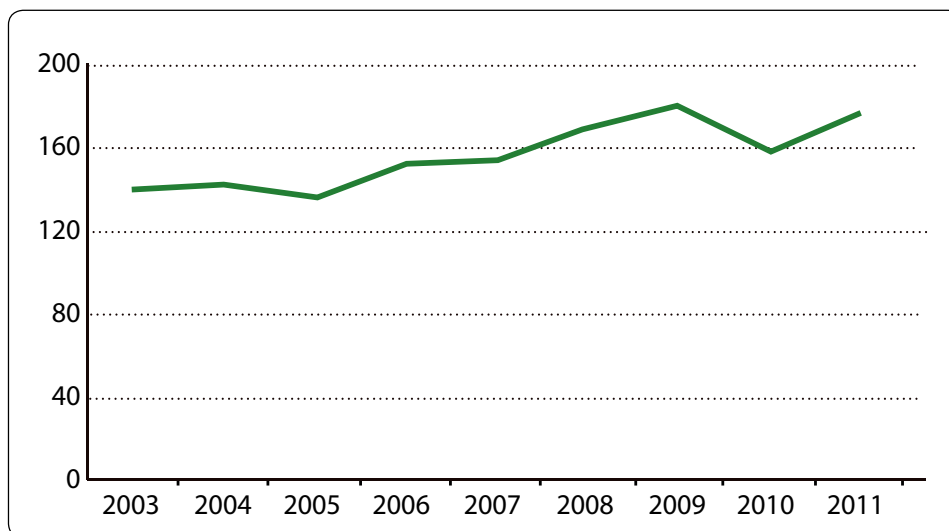
betydligt dyrare att få till stånd täta ungskogar genom plantering.

Förutom att plantering är relativt kostsam framförs ibland invändningarna att plantering och annan skogsodling minskar den genetiska variationen, åsidosätter det naturliga urvalet och begränsar den biologiska mångfalden. Förädlade plantor från fröplantager bedöms emellertid ge bestånd med minst lika stor genetisk variation som naturligt förnygrade bestånd, eftersom plantager består av plusträd med relativt stor geografisk spridning.<sup>11</sup>

Störst blir likriktningen vid klonskogsbruk där det i princip är möjligt anlägga hela skogar genom stickning med genetiskt identiska kopior (sticklingar) av ett utvalt träd.

## Planterings omfattning och resultat

I praktiken har plantering blivit det förnygringsätt som föreskrivs på huvuddelen av förnygringsarealen i Sverige (figur PL2). Under de senaste decennierna planterades drygt 60 % av förnygringsarealen, vilket i genomsnitt motsvarade drygt 150 000 hektar per år.<sup>12</sup>



Figur PL2 Planterad areal (1000-tals hektar) under åren 2003–2011.<sup>13</sup>

## Planterade trädslag

Nästan allt som sattes ut var barrplantor och endast ett fåtal procent var lövplantor (figur PL3). Av de 350–400 miljoner barrträdsplantor som levereras årligen utgör granplantor 60 % och tallplantor 40 %.

Statistiken visar att svenska skogsägare satsar betydande resurser på plantering av barrträd.<sup>14</sup> Förutom att uppfylla skogsvårdslagens förnygringskrav

<sup>11</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 19, Skogsträdsförädling.  
[www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

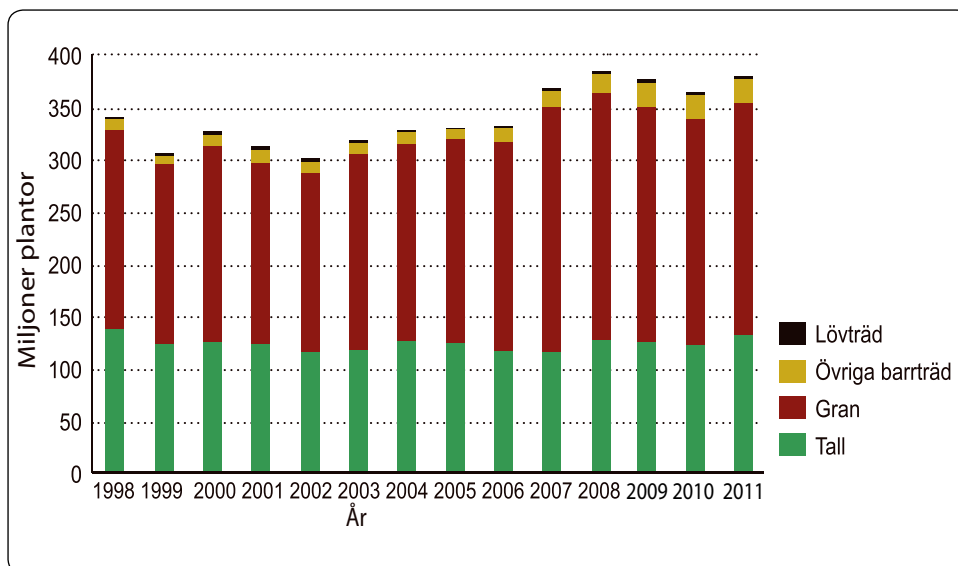
<sup>12</sup> Se: [www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Skogsvard-och-miljohansyn/Tabeller--figurer/](http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Skogsvard-och-miljohansyn/Tabeller--figurer/)

<sup>13</sup> Se: [www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Skogsvard-och-miljohansyn/Tabeller--figurer/](http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Skogsvard-och-miljohansyn/Tabeller--figurer/)

<sup>14</sup> Brunberg, T. 2007. Skogsbrukets kostnader och intäkter: 2006 – året mellan Gudrun och Per. SkogForsk. *Resultat* 9–2007.



torde motivet vara att planterade tallar och granar skall producera merparten av det framtida gagnvirket. Då är det naturligtvis viktigt att de plantor som sätts ut överlever, inte drabbas av kvalitetssänkande skador och växer så bra att de kan ingå i produktionsbeståndet under hela dess livstid.



Figur PL3 Antal miljoner plantor av olika trädslag som levererats till skogsbruket under åren 1998–2011.<sup>15</sup> Lövträd är inklusive björk som från år 2011 redovisades separat och då utgjorde 0,9 miljoner plantor. Tall är inklusive contortatall, som från år 2011 redovisades separat och då utgjorde 16 miljoner plantor.

## Planteringsresultat

I rikstäckande återväxtinventeringar efter plantering registreras andelen nollytor<sup>16</sup> samt kontrolleras om antalet huvudstammar<sup>17</sup> uppfyller lagens krav. På skogsmark infinner sig vanligen ett tillskott av självföryngrade plantor som gör det svårt att bestämma de planterade plantornas andel i produktionsbestånden. Enskilda studier<sup>18,19</sup> pekar på att det skulle bli färre planteringar som klarade lagkraven om de självföryngrade plantorna inte räknades med. Den nationella statistiken sedan 2000-talets början visar vidare att 10–15 % av arealen som föryngrats genom plantering inte uppfyller lagens minimikrav på jämnhet eller antal huvudplantor.<sup>20</sup>

<sup>15</sup> Skogsstyrelsen 2012. Se: [www.skogsstyrelsen.se](http://www.skogsstyrelsen.se), Statistik.

<sup>16</sup> Nollyta: Provyta som saknar utvecklingsbara plantor. Se: [www.kunskapdirekt.se/skogsencyklopedin](http://www.kunskapdirekt.se/skogsencyklopedin).

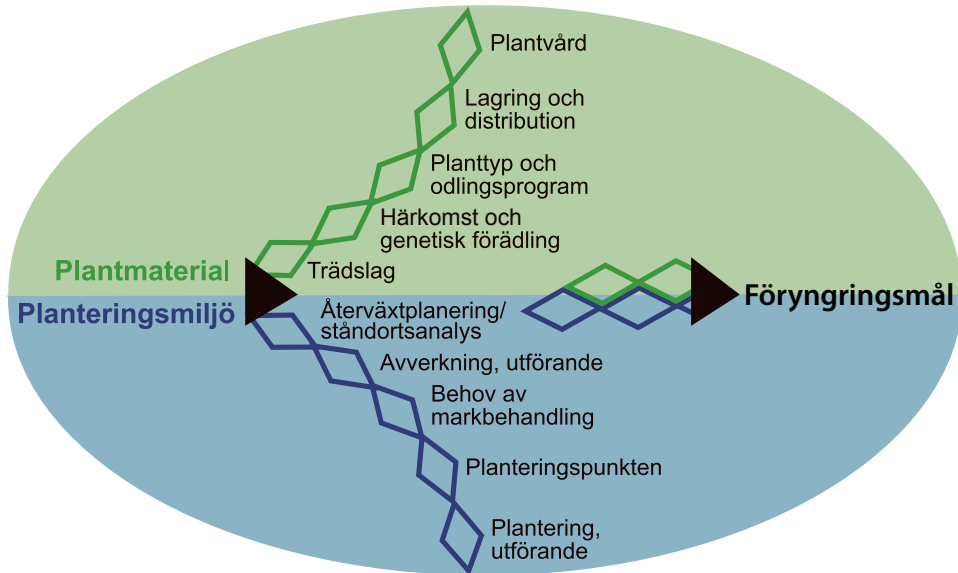
<sup>17</sup> Huvudstam: Träd som för framtiden bedöms vara av stort värde för beståndet och som vid röjning eller gallring bedöms ha sådana egenskaper att det kan stå kvar till slutavverkningen. Se: [www.kunskapdirekt.se/skogsencyklopedin](http://www.kunskapdirekt.se/skogsencyklopedin).

<sup>18</sup> Ackzell, L. 1994. *Forest regeneration by nature and man. Studies in boreal Sweden emphasizing genetic aspects*. SLU, inst. för skoglig genetik och växtfysiologi. Avhandling.

<sup>19</sup> Jeansson, E. 1999. Naturally and artificially established seedlings in regrowth in Sweden. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapporter* 145.

<sup>20</sup> Bergquist, J., Eriksson, A., och Fries, C. 2011. Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999-2009. Skogsstyrelsen. *Rapport* 1-2011.

Skall skogen förnygras genom plantering gäller det att vara klar över hur olika faktorer i planteringsmiljön och egenskaper hos plantmaterialet inverkar på plantornas etableringsförmåga (överlevnad och tidiga tillväxt). Etableringsförmågan avgörs både av plantmaterialets tillväxtpotential och av i vilken mån planteringsmiljön medger att denna potential kommer till uttryck (figur PL4).



*Figur PL4 "Blixtlåset"* – en tankemodell för planering och uppföljning av plantering. För att närmare reda ut vilka åtgärder och behandlingar som påverkar plantmaterialets tillväxtpotential å ena sidan och planteringsmiljöns lämplighet å den andra, kan vi se dem som två kedjor med länkar vars hållfasthet avgör vardera kedjans slutliga styrka. Det lyckade planteringsresultatet (uppfyllt förnygringsmål) bekräftar att plantmaterial och planteringsmiljö matchats optimalt. Figur Göran Hallsby.

## Plantmaterialet

**För att uppnå god överlevnad och tillväxt är det viktigt att välja trädslag och härkomst som passar planteringslokalen. Planttyp och plantstorlek bör anpassas efter vilka svårigheter som väntar den nysatta plantan. Förutsättningarna påverkas dessutom av hur de odlats och hanterats innan planteringen. En bra planta ska vara ”robust” och ha lämplig balans mellan ovanjordsdel och rot.**

En betydande del av plantans tillväxtpotential skapas genom åtgärder innan själva planteringen. Grundläggande för tillväxtpotentialen är de fysiologiska och morfologiska egenskaper som plantskolan med sina rutiner för odling och lagring gett plantan.<sup>21</sup> Transport, mellanlagring och övrig hantering fram till och med planteringen är också kritiska moment som kräver varsamhet och omtanke för att inte tillväxtpotentialen ska minska.

Den fortsatta framställningen om plantmaterialets egenskaper och potential avser huvudsakligen tall och gran.

### Trädslag

Ser man enbart till olika trädslags ståndortskrav och var olika arter förekommer naturligt,<sup>22</sup> finns betydligt fler trädslag än tall och gran att välja bland. I landets södra delar rör det sig om 15–20 olika inhemska trädslag och i norr, där de ädla lövträden inte klarar klimatet, finns ungefär 10. För virkesproduktion tillkommer dessutom 5–6 stycken införda trädslag och hybrider som planteras i varierande omfattning för att de uppvisat högre tillväxt än inhemska träd eller har andra eftertraktade egenskaper.

### Trädslagsval

Eftersom trädslagsvalet har stor strategisk betydelse för såväl bestånd som landskap förtjänar det att övervägas noga.

För varje planteringslokal behöver man först ta ställning till vilka trädslag som kan uppfylla skogsförnyringens generella mål, dvs att till lägsta kostnad och med största möjliga säkerhet skapa ungskogar som uppfyller skogsbrukarnas och samhällets krav. Där flera alternativ är tänkbara bör följande faktorer vägas in i beslutet:

- odlingssäkerhet under beståndets planerade livstid
- tillgänglig kunskap om trädslagets virkesproduktion
- förväntad framtida efterfrågan på olika virkessortiment och beståndsegenskaper
- tillgång på förnyringensmaterial (frö/annat)
- kostnad för beståndsetablering inklusive röjning.

Eftersom planteringen är ett långsiktigt åtagande, är det vanligt att tidigare erfarenhet och lokal tradition får väga tungt. Men det är inte säkert att den omgivande eller tidigare skogens sammansättning kan användas som facit för bästa trädslagsval. Mänsklig påverkan genom skogs- och jordbruk har

<sup>21</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 2, Produktion av frö och plantor. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>22</sup> Svenska träd utbredningskartor. Se: <http://skogssverige.se/node/38352>.

haft stor betydelse för den befintliga trädslagsblandningen<sup>23</sup> i skogslandskapet. I efterhand konstateras att regionala trender och tillfälliga utbrott av skadegörare ibland styrt trädslagsvalet utan att man tagit tillräcklig hänsyn till planteringslokalens faktiska mark- och klimatförhållanden.<sup>24</sup>

Självfallet påverkar trädslagsvalet det nya beståndets egenskaper och framtida skötsel. Över en längre tidsperiod och för större fastigheter eller för landskap inverkar valet av trädslag också på den biologiska mångfalden och på landskapsbildens utveckling.

**Barrträd eller lövträd.** På nordliga breddgrader har barrträd prioriterats framför lövträd på grund av deras höga produktion av stamved och barrvirkets lämplighet för förädling till såväl sågade varor som till papper, kartong med mera. Barrträdslagens växtsätt<sup>25</sup> gör att de lättare bildar rak genomgående stam än flertalet lövträdsdrag och lägger mindre del av sin tillväxt på grova grenar<sup>26</sup>. Historiskt har även barrvedens fiberegenskaper talat för prioritering av barrträd. Men det är möjligt att förädlingsindustrins tekniska utveckling och samhällets krav på skogen gör att andra egenskaper efterfrågas eller accepteras när skogar som planteras idag skall skördas.

Barrträdsdragen tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*) dominerar förnyringen i svenskt skogsbruk idag. Contortatall (*Pinus contorta*) och lärk (*Larix sibirica* eller *Larix eurolepis*) kan ibland vara bra barralternativ till dessa. Hybridlärk (*L. eurolepis*), contortatall, sitkagran (*Picea sitchensis*) och Douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*) räknas som utländska trädslag och lyder under särskilda regler i skogsvårdslagen.<sup>27</sup> De svenska odlingserfarenheterna med Douglas- och sitkagran är begränsade men bägge har visat potential att producera bättre än gran på lämpliga marker i södra Sverige<sup>28</sup>. För att undvika skador av vår- och höstfrost är plantering av Douglas- och sitkagran hänvisad till lokalklimatiskt gynnsamma lägen i Götaland. För att växa bra kräver sitkagranen ett maritimt klimat som bara västra Götaland kan erbjuda. En sammanfattad bild av på vilka ståndorter tall och gran bäst kommer till sin rätt ges i figur PL5.

<sup>23</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 1, Skogsskötselns grunder och samband. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

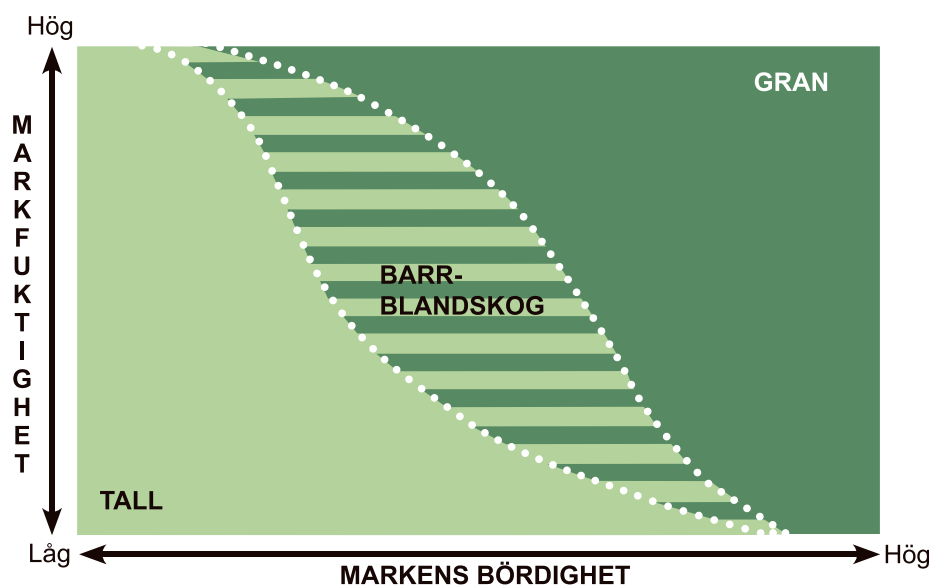
<sup>24</sup> Ett exempel är de skadedrabbade contortaplanteringarna på finjordsrika granmarker i kärva klimatlägen. Ett annat att gran (på grund av mindre skador och avgångar av viltbetning i ungskogsfasen) planterats på torra nederbördsfattiga områden i östra Götaland där marken egentligen lämpar sig bättre för tallskog medan medelålders och äldre granbestånd riskerar nedsatt vitalitet på grund av vattenunderskott.

<sup>25</sup> Hos barrträd dominerar toppskottstillväxten tydligt och de utvecklar ofta tydliga grenvarv.

<sup>26</sup> Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J. och Ashton, P.M.S. 1997. *The practice of silviculture. Applied forest ecology*. 9:e upplagan. Wiley and Sons.

<sup>27</sup> Skogsvårdslagen, 7 §. Skogsstyrelsen. 2012. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 januari 2012*. Tillgänglig på [www.skogsstyrelsen.se](http://www.skogsstyrelsen.se), Lagen.

<sup>28</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 16, Produktionshöjande åtgärder. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).



Figur PL5 Både tall och gran kan etableras och överleva på huvuddelen av den svenska skogsmarken. På frisk mark av medelbonitet är deras produktion likvärdig. Tallen har konkurrensfördel på de mindre bördiga markerna och där vattenförsörjningen är begränsad. Granen är överlägsen där vatten- och näringstillgången i marken är hög.<sup>29</sup>

### Trädslagets egenskaper vid skogsodling

**Tall.** Tall hävdar sig bäst på relativt näringsfattig, torr eller frisk mark med grövre jordarter. Den typiska tallmarken har relativt tunt humustäcke och vegetationen är ofta av ris- eller lavtyp. Tallen är tålig både mot torka och frost men riskerar, jämfört med gran, allvarligare viltskador i ungdomen och fler typer av svampinfektioner. På bördigare mark kan konkurrensen med lövträd bli besvärande.<sup>30</sup>

**Gran.** Granen är ett sekundärträdslag och förmår anpassa sig till beskuggning bättre än tall. Tillväxten kan vara svag under plant- och ungdomsstadiet men den kan odlas i hela landet och utvecklas särskilt bra på de näringsrika markerna med rörligt markvatten som ofta påträffas i långa sluttningar. Hög humiditet och finkorniga jordar, förutom tät lera, gynnar granen. De lämpligaste vegetationstyperna för gran är bördiga ristyper eller bättre. Den trivs inte i nederbördsfattiga områden och tar lätt skada av sommartorka. Granplanteringar är också känsliga för vårfroster under skottsträckningen men är för övrigt relativt tåliga när de väl etablerats. Senare i beståndsutvecklingen bör stormfällning, rottröta och angrepp av granbarkborre vägas in i riskbedömningen. Tillgången på plantor är god men mängden förädlad plantmaterial räcker än så länge bara till hälften av vad som planteras.

<sup>29</sup> Karlsson, H., Lundmark, J.-E., Sundkvist, H., Wahlgren, B., Jacobsson, J. & Johansson, O. 1999. *Handbok i återväxtplanering. Virkeskvalité – Ståndortsanpassning – Naturvård.* AssiDomän.

<sup>30</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 1, Skogsskötselns grunder och samband, och del 6, Röjning. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselseriesen](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselseriesen).

**Contortatall.** För den snabbväxande contortatallen är frisk mark med grov eller medelgrov textur lämplig. Contortan har hittills visat sig mindre mottaglig för knäcksjuka<sup>31</sup>, den är något tåligare mot skottbetning än tall<sup>32</sup> och jämfört med tall från samma breddgrad är den mindre benägen att skadas av frost<sup>33</sup>, vilket gör den till ett bra alternativ på marker där sådana skador är besvärande på tall eller gran.

Däremot passar contortatallen dåligt i kärva höjdlägen och andra områden som utsätts för stark vind och snöbelastning. Contortan utvecklar snabbt en stor grönkrona, vilket gör den särskilt instabil på fuktiga och finjordsrika marker där trädets rotsystem vanligen blir ytliga.

**Lärk.** Den europeiska och den sibiriska lärken liksom hybridlärken kommer bäst till sin rätt på friska och näringsrika marker, men trivs inte på torvmark eller fuktig finkornig mark med stillastående markvatten. Lärken utmärker sig med snabb ungdomstillväxt och kan planteras i trädslagsrena bestånd eller för att anlägga tvåskiktade bestånd med lärken förväxande över mer skuggtåliga trädslag. Sibirisk lärk har rekommenderats som skärmträdsdrag över gran<sup>34</sup> och i Götaland kan hybridlärk kombineras med Douglasgran<sup>35</sup> eller som amträd för bok<sup>36</sup> och ek<sup>37</sup>. Betes- och framför allt fejningsskador av klövvilt kan bli besvärande när lärk planteras insprängt i grandominerade landskap med dålig fodertillgång.

*Sibirisk lärk* hävdar sig bra i kyligt klimat ända upp i fjällnära skog<sup>38</sup> men vårfrost kan vara ett problem och det är säkrast att undvika frostlänta lägen<sup>39</sup>. Bördiga granslutningar med rörligt markvatten anses särskilt fördelaktiga för sibirisk lärk. Praktisk erfarenhet visar också att sibirisk lärk har en produktionsfördel framför tall i höjdlägen.

*Hybridlärken* bör undvikas i frostlänta lägen och passar bara i södra Sverige.<sup>40</sup> Längre norrut medför dess långa växtperiod risk för skador av höst- och vårfrost. På de allra bördigaste markerna utvecklar hybridlärk sämre virkeskvalitet men biomassaproduktionen kan imponera och tack vare snabb ungdomstillväxt har hybridlärk på tidigare åkermark goda förutsättningar att växa ifrån konkurrerande gräsväxt.

<sup>31</sup> Karlman, M. 2001. Risks associated with the introduction of *Pinus contorta* in northern Sweden with respect to pathogens. *For. Ecol. Manage.* 141(1–2), s 97–105.

<sup>32</sup> Niemelä, P. och Danell, K. 1988. Comparison of moose browsing on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and lodgepole pine (*P. contorta*). *J. Applied Ecology* 25, s 761–775.

<sup>33</sup> Nilsson, J.-E. 2001. Seasonal changes in phenological traits and cold hardiness of F1-populations from plus-trees of *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* of various geographical origins. *Scand. J. For. Res.* 16 (1), s 7–20.

<sup>34</sup> Martinsson, O. och Lesinski, J. 2007. *Siberian larch – Forestry and timber in a Scandinavian perspective*. Jämtlands läns institut för landsbygdsutveckling.

<sup>35</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 16, Produktionshöjande åtgärder. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>36</sup> Arvidsson, B. 2006. *Bok*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.

<sup>37</sup> Arvidsson, B. 2006. *Skogsek*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.

<sup>38</sup> Martinsson, O. och Lesinski, J. 2007. *Siberian larch – Forestry and timber in a Scandinavian perspective*. Jämtlands läns institut för landsbygdsutveckling.

<sup>39</sup> Arvidsson, B. 2006. *Sibirisk lärk*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.

<sup>40</sup> Arvidsson, B. 2006. *Hybridlärk*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.

**Douglasgran.** Douglasgran visar sin bästa produktionsförmåga på frisk till något torrare mark i Götaland. Kalkinslag i marken anses gynnsamt och med rätt härkomst på plantmaterialet finns förutsättningar att odla Douglasgran i Syd- och Mellansverige samt en bit upp längs Norrlandskusten<sup>41</sup>. Eftersom Douglasgranen är relativt skuggtålig i ungdomsfasen och dessutom riskerar frostsador vår och höst förordas plantering under en skyddande högskärm. Erfarenheten visar att Douglasgranen är ömtålig för snytbaggegnag<sup>42</sup> och särskilt utsatt för viltbete<sup>43</sup> vilket gör att plantskydd och hägn rekommenderas.

**Sitkagran.** Sitkagranen är anpassad till ett utpräglat maritimt klimat men verkar ha sin största produktionsfördel jämfört med gran på marken som inte är allra bördigast<sup>44</sup>. Dess växtsätt är pionjärbetonat och det anses fördelaktigt att odla den i välslutna bestånd för att undvika vattskott och för att tillvarata dess förmåga till hög gagnvirkesproduktion även om bestånden lätt skiftar sig<sup>45</sup>.

### **Plantmaterialets härkomst** <sup>46</sup>

Plantering är en intensiv och kostnadskrävande förnyngningsmetod som bäst kommer till sin rätt när omsorgsfullt odlade plantor av utvalt och förädlad frömaterial används. Plantskolornas sortiment är i allmänhet väl dokumenterat och man kan med tämligen god träffsäkerhet förutsäga vilka marker och lokaler som olika plantpartier passar på.

Frön till plantproduktion tas företrädesvis från fröplantager där utvalda plusträd med känd härkomst korsats med varandra. Fröplantagerna ingår i ett landsomfattande, långsiktigt förädlingsprogram, som för varje ny förädlingscykel kan ge plantmaterial med ytterligare förbättrade anlag för tillväxt och virkeskvalitet. Om lämpligt plantagefrö saknas kan lokalt beståndsfrö eller frö insamlat i särskilda frötäktsbestånd<sup>47</sup> användas. Än så länge saknas plantagefrö av tall till landets nordligaste delar och ungefär halva behovet av granplantor produceras med frö från frötäktsbestånd.

För lärk finns en handfull fröplantager men förädlingsarbetet är ganska begränsat i Sverige. För hybridlärk finns fröplantager i Sverige och Danmark som levererar lämpligt frö för Svealand upp till Mälardalen och för Götaland utom sydsvenska höglandet. De kommersiella plantskolorna har frö av sibirisk lärk som passar till sydsvenska höglandet, Mellansverige och södra

<sup>41</sup> Arvidsson, B. 2006. *Douglas*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.

<sup>42</sup> Wallertz, K. och Malmqvist, C. 2012 The effect of mechanical site preparation methods on the establishment of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in southern Sweden. *Forestry* 86 (5).

<sup>43</sup> Arvidsson, B. 2006. *Douglas*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.

<sup>44</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 16, Produktionshöjande åtgärder. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>45</sup> Oskarsson, R. 2011. *Sitka*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.

<sup>46</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 2, Produktion av frö och plantor, samt del 19, Skogsträdsförädling. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>47</sup> Sådana frötäktsbestånd skall vara godkända av Skogsstyrelsen för användning inom den avsedda klimatzonen.

Norrland. De nordligaste lägena kräver förmodligen anpassade nordligare härkomster. För Douglasgran och sitkagran saknas svenska förädlingsprogram och fröförsörjningen kommer dels från nordamerikanska bestånd och dels från frötäktsbestånd och fröplantager i Tyskland (Douglasgran)<sup>48</sup> och Skottland (sitkagran)<sup>49,50,51</sup>

### Den naturliga härkomsten

De barrträd som planteras i Sverige har mycket vidsträckta utbredningsområden med stora skillnader i till exempel klimat och markförhållanden. Det naturliga urvalet har under årtusenden medfört en genetisk anpassning till den lokala fotoperioden<sup>52</sup> och temperaturklimatet.<sup>53</sup>

**Invintring.** För tall och gran från Sverige följer anpassningen ett tydligt mönster från norr till söder. Granplantor och tallplantor (från frön eller vegetativt förökade) med nordlig härkomst avslutar sin växtsäsong och förbereder sig för vintervila vid en kortare nattlängd än plantor som härstammar söderifrån. Jämförda på samma lokal invintrar därför det nordliga materialet tidigare på säsongen än det sydliga. För barrträd av nordamerikanskt ursprung är dessa egenskaper inte alls lika tydligt kopplade till breddgrad. Där har istället olika populationer under evolutionens gång hållits isär av till exempel höga bergskedjor och utvecklat hårdighet och tillväxtrytm mer anpassad till altitud och närhet till havet.

**Tillväxtstart.** Plantorna återupptar sin tillväxt på våren först när temperatursumman nått en viss nivå. Denna temperaturnivå skiljer sig mellan plantmaterial av olika härkomst och kan inte lika entydigt kopplas till en nord-sydlig gradient, utan hör även ihop med ursprungets altitud och lokalklimat (maritimt eller kontinentalt klimatområde).

### Proveniensval

*Provens* associerar till genetiska egenskaper och olika frömaterials lämplighet för skogsodling i olika klimatlägen. Ofta används begreppet synonymt med härkomst och frökälla vilket är korrekt när man talar om frö som hämtats från ett naturligt frötäktsbestånd. Fröpartier från fröplantager betecknas däremot inte med proveniens eftersom de har egenskaper som uppkommit efter korsning av utvalda träd med olika härkomst. Var plantor från frö som skördats i fröplantager passar anges i stället med en tilldelad *härkomstlatitud*. Härkomstlatituden för plantagefrö talar om vilket klimatområde dess hårdighet motsvarar. Plantmaterial med en viss härkomstlatitud beräknas ha

<sup>48</sup> Arvidsson, B. 2006. *Douglas*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyren.

<sup>49</sup> Skogsskötselserien nr 16, Produktionshöjande åtgärder. [www.skogsstyrelsen.se/skogs-skotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogs-skotselserien).

<sup>50</sup> Oskarsson, R. 2011. *Sitka*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyren.

<sup>51</sup> Karlsson, B. 2007. Sitka- och Douglasgran – alternativ för ett nytt klimat. SkogsForsk. *Resultat 17–2007*.

<sup>52</sup> Förändring i dag- och nattlängd över året.

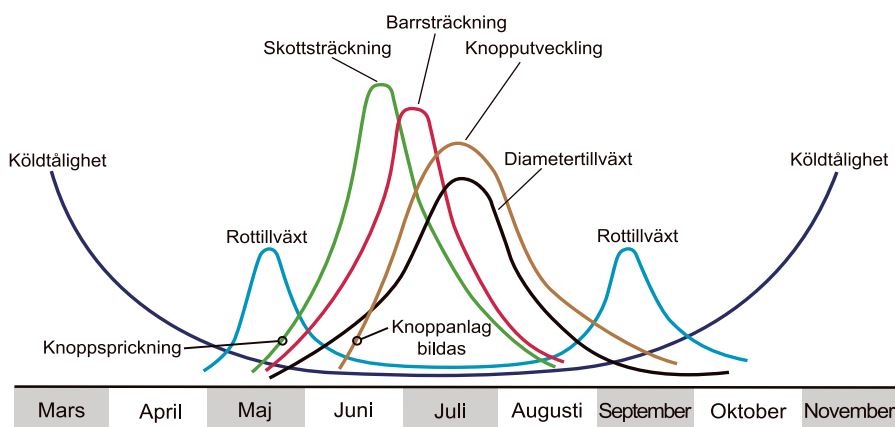
<sup>53</sup> Dormling, I. och Lundkvist, K. 1983. Vad bestämmer skogsplantors tillväxt och hårdighet i plantskolan? SLU. *Skogsakta* 8:1983.



samma klimatanpassning som beståndsfrö insamlat på den latituden.

Det viktiga är att plantmaterialet är genetiskt väl anpassat till planteringslokalen. Det kan vara avgörande både för lyckad etablering och för det uppväxande beståndets fortsatta motståndskraft mot olika skador. Ett tydligt exempel är att under de första åren efter plantering riskerar plantornas toppskott att skadas av marknära frost<sup>54</sup> – det är då lätt att inse nytta med ett plantmaterial som är hårdigt på frostillänta förnygringslokaler. Träd som invintrar tidigare tycks också vara mindre mottagliga för angrepp av de skadesvampar som har sitt största infektionstryck på hösten.<sup>55</sup>

Tidpunkterna för tillväxtstart respektive tillväxtavslutning kan skilja mellan olika provenienser. Dessutom uppvisar den enskilda plantans rot-, skott- och diametertillväxt sina egna förlopp (figur PL6).



Figur PL6 Principiellt utvecklingsförlopp under vegetationsperioden för en barrplantas köldtålighet och tillväxt i olika delar.<sup>56</sup>

## Förflyttning

Genom omfattande provenienstester och avkommeprövningar har förnygringsmaterial med god tillväxt och tillräcklig hårdighet för olika klimatlägen kunnat särskiljas. Förflyttningsmallar<sup>57</sup> och liknande hjälpmedel<sup>58</sup> har utvecklats för att undvika dyrbara misstag vid val av förnygringsmaterial. I första hand gäller det att plantmaterialets tillväxtrytm<sup>59</sup> lämpar sig för planteringslokalens ljus- och temperaturklimat. Det bästa valet ur produktionssynpunkt är ett plantmaterial som utnyttjar vegetationsperioden effektivt för sin tillväxt men som samtidigt har tillräcklig köldtålighet under de perioder på året då risken för frostsador är som störst.

<sup>54</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 13, Skogsbruk – mark och vatten, samt del 12, Skador på skog. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>55</sup> Hansson, P. 1998. Susceptibility of different provenances of *Pinus sylvestris*, *Pinus contorta*, and *Picea abies* to *Gremmeniella abietina*. *Eur. J. For. Pathol.* 28, s 21–32.

<sup>56</sup> Diagrammet modifierat och översatt från: Joyse, D., Nitschke, P. och Mosseler, A. 2001. Genetic resource management. I: Wagner, R.G. och Colombo, S.J. (redaktörer). *Regenerating the Canadian forest: Principles and practice for Ontario*. Fitzhenry & Whiteside.

<sup>57</sup> Se föreskrifter till skogsvårdslagen § 7. Skogsstyrelsen. 2012. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 januari 2012*. Tillgänglig på [www.skogsstyrelsen.se](http://www.skogsstyrelsen.se), Lagen.

<sup>58</sup> SkogForsk 2009. [www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se), Plantval.

<sup>59</sup> Tidpunkt för skottsträckningens start på våren respektive invintringen på hösten.

## Planttyp<sup>60</sup>

Täckrot, barrot och pluggplanta är de planttyper som vanligen används i skogsbruket. Av odlingstekniska och ekonomiska skäl passar täckrot bäst för mindre plantstorlekar medan de största plantorna på marknaden är av typen pluggplanta eller barrot (tabell PL1).

Tabell PL1 Exempel på planttyper, odlingstider och plantstorlekar från svenska skogsplantaskolor 2011.

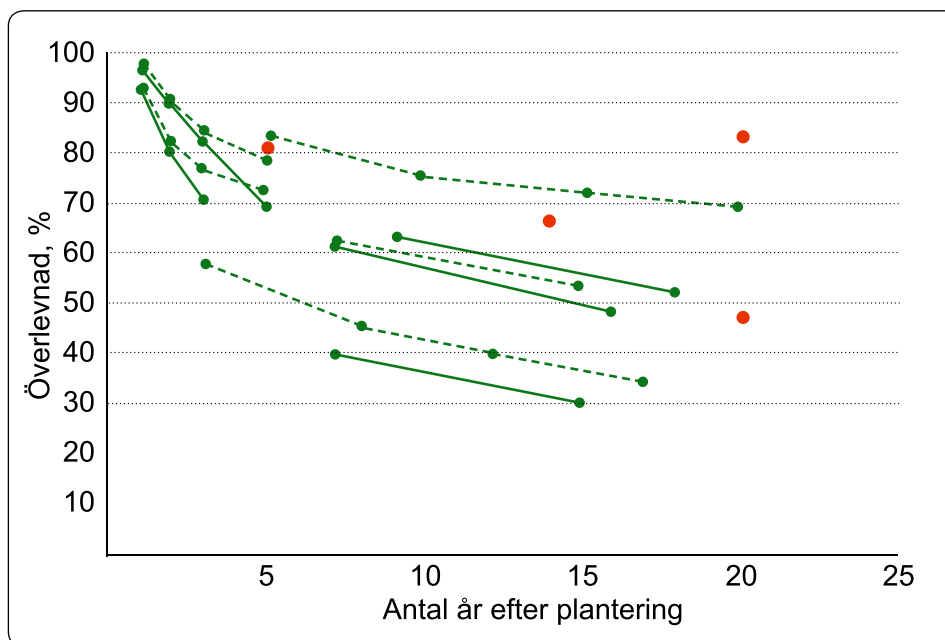
Planttyp	Odlingstid (år)	Trädslag och höjd (cm)				
		Tall	Gran	Lärk	Douglasgran	Sitkagran
Täckrot	< 1	3 –6				
	1	8 –12		8 –20		
	1	10 –15	13 –21	30 –40	8 –15	
	1,5	12 –20	15 –30			
	2		20 –40		12 –20	
Barrot	2			30 –50		
	2			50 –80 <sup>a)</sup>		
	3		17 –35			25 –50
	3	25 –50	20 –40		20 –40	30 –60
	4		25 –50		25 –50	
Pluggplanta	2		17 –35			
	2		20 –40			
	2,5		25 –50			
	3		30 –60			

<sup>a)</sup> Hybridlärk

## Planttyp och överlevnad

Det är en känslig fas när den späda plantan skall anpassa sig till sin nya miljö och etablera sig där. Som regel är avgången i skogsplanteringar störst under de första åren efter anläggning och planar sedan ut (figur PL7). Plantavgången klingar oftast av snabbare på bördigare mark och på sydligare breddgrader. I kärva lägen kan plantavgången pågå under flera decennier.

<sup>60</sup> För närmare beskrivning av planttyper och plantproduktion se: *Skogsskötselserien* del 2, Produktion av frö och plantor. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).



Figur PL7 Plantöverlevnad under 20 år dokumenterad på 1591 st skogsodlingsytor och försök från Sverige och Finland.<sup>61</sup> Symbolerna i diagrammet motsvarar registrerad överlevnad i skogsodlingar efter olika lång tid. Linjerna sammanbinder resultat från återkommande mätningar i samma försök. Tillsammans illustrerar punkterna det sammanfattade intrycket att avgångarna är störst under de första 5–10 åren för att sedan plana ut.

Ett flertal skadefaktorer är som mest besvärande medan föryngringen befinner sig i plantstadiet (upp till en dryg meters höjd). Därför är det viktigt att försöka välja plantor utifrån de svårigheter som den nysatta plantan kan väntas möta. Hög plantöverlevnad under de första åren får flera positiva följder för beståndets fortsatta utveckling och medför lägre kostnader för återväxtvård. Oavsett typ eller storlek bör givetvis plantorna som sätts vara oskadda och vitala. Där markvegetationen är frodig eller risken för snytbaggangrepp är stor, blir dessutom plantans storlek i sig viktig. Alltför små plantor riskerar att konkurreras ut<sup>62</sup> eller bli ringbarkade av snytbagg<sup>63</sup> och dö innan de haft en chans att etablera sig.

Huvuddelen av skogsägarens kostnader i samband med plantering utgörs av priset för plantor och planteringsarbete.<sup>64</sup> De dyraste plantorna kan vara två till tre gånger dyrare än de billigaste som finns att tillgå i regionen. Vanligen medför också större och dyrare plantor högre transport- och planteringskostnader. För en rättvisande investeringskalkyl där olika planttyper jämförs är det viktigt att väga de sammanlagda kostnaderna mot

<sup>61</sup> Elfving, B. 1992. Återväxtens etablering och utveckling till röjningstidpunkten. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapporter* 67.

<sup>62</sup> South, D.B. och Mason, W.L. 1993. Influence of difference in planting stock size on early height growth of sitka spruce. *Forestry* 66, s 83–96.

<sup>63</sup> Thorsén, Å., Mattsson, S. och Weslien, J. 2001. The influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius* spp.). *Scand. J. For. Res.* 16, s 54–66.

<sup>64</sup> Se: [www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Ekonomi/Tabeller-figurer/](http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Ekonomi/Tabeller-figurer/)

föryngringsresultatet på några års sikt. Ett välgrundat val av planttyp kräver prognoser eller erfarenhetstal om olika planttypers överlevnadsprocent, tillväxthastighet, virkesegenskaper, stresstålighet och konkurrensförmåga på den aktuella ståndortstypen. Oftast saknas sådant underlag, men att bara försöka minimera planteringskostnaderna och inte reflektera över plantvalets betydelse för den blivande ungskogens egenskaper är förmodligen dålig ekonomi.

## Täckrotsplanter

Täckrotsplanter har hela rotsystemet samlat i den klump av torv där de först såddes. Vanligen är de mindre än barrotsplanter och omskolade täckrotsplanter. De odlas fram under en eller två säsonger i plantskola.

Odling och leverans följer i princip tre steg:

1. Sådd och odling i torvfyllda behållare som sitter ihop i krukset eller odlingskassetter.
2. Odling inledningsvis i växthus, varefter krukseten med plantorna i ställs ut på friland (ingen omskolning).
3. Levereras lösa i kartong eller i sin odlingskassett. Vissa plantskolor lagrar på friland inför paketering och leverans. Andra paketerar och lagrar i fryslager.

Till täckrotsplantornas fördelar hör lägre pris samt enklare plantvård och plantering. Täckrotsplanter är bättre skyddade än barrotsplanter under lagring, transport och plantering och brukar börja växa tidigare efter plantering.

Det förekommer flera olika typer och storlekar av täckrotsplanter. Utvecklingen av odlingssystem har lett till allt större användning av behållartyper som motverkar rotdeformationer genom luftbeskärning och/eller kemisk beskärning av sidorötter.

**Miniplanter.** Möjligheten att använda extra små täckrotsplanter, så kallade miniplanter, testas i försöksskala sedan ett antal år tillbaka.<sup>65</sup> Intresset grundar sig dels på minskade produktions- och transportkostnader, dels på att jämförelsevis få angrepp av snytbagge noterats bland miniplanter under deras första vegetationsperiod i fält. Andra möjliga fördelar som anförts är en opåverkad rotgeometri och förutsättningar för rationell maskinell plantering. Ett flertal olösta problem som hör samman med torkskador under fryslagring och vid lagring på hygget liksom risk för uttorkning, dränkning och uppfrysning i de fall planteringen sker i normala planteringspunkter fördröjer miniplantans introduktion. En viktig poäng med det pågående utvecklingsarbetet är att det visar hur betydelsefullt samspelet mellan markberedningens utförande och planttypen kan vara.<sup>66</sup>

<sup>65</sup> Pettersson, M., Kännaste, A., Lindström, A., Hellqvist, C., Stattin, E., Långström, B. och Borg-Karlsson, A.-K. 2008. Mini-seedlings of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation? *Scand. J. For. Res.* 23 (4), s 299–306.

<sup>66</sup> Fløjstad, I., Granhus, A. och Lindström, A. 2007. Effekt av markberedning ved bruk av miniplanter og konvensjonelle pluggplanter. I: Nygaard, P.H. och Fløistad, I.S. (redaktörer). *Foryngelse for et bærekraftig skogbruk. Forskning fra Skog og landskap* 3.

## Pluggplantor

Pluggplantor (även kallade TePlus) är omskolade täckrotsplantor som först odlats i torvfyllda krukor i växthus och sedan på friland ytterligare 1–2 år efter omskolning. Pluggplantorna är avsedda för ungefär samma planteringslokaler som barrotsplantor, men de har kortare produktionstid i plantskolan än barrotsplantor av motsvarande storlek. Rotsystemet är samlat och plantorna upplevs behändiga att plantera.

Odling och leverans av pluggplantor sker i tre steg:

1. Sådd i täckrotskrukor och odling inledningsvis i växthus.
2. När plantorna nått lämplig storlek omskolas de på friland. Efter 1–2 år på friland är plantorna klara för leverans.
3. Levereras i säckar för plantering på samma sätt som barrot.

## Barrotsplantor

Barrotsplantor levereras utan något substrat runt roten, dvs rötterna är nakna, och hela produktionen sker på friland. De är i allmänhet betydligt större och äldre än täckrotsplantor och har därigenom bättre motståndskraft mot konkurrerande vegetation, snytbaggennag och viltbetning. Nysatta barrotsplantor startar sin tillväxt senare vilket kan vara en fördel på marker som besväras av vårfrost. De har också fler förvedade grenar och bättre överlevnadschanser om de drabbas av frostsador.<sup>67</sup> Med sina exponerade rötter är de dock känsliga för sol och uttorkning innan de planterats. De största plantorna i handeln är 3- och 4-åriga barrotsplantor.

Odlingen följer i princip följande tre steg:

1. Frösådd i såddsängar på friland i månadskiftet maj/juni.
2. Odling i såddsäng 1,5–2 år varefter plantorna tas upp och planteras om (omskolas).
3. Odling 1–2 år efter omskolning. Därefter tas plantorna upp, sorteras, förpackas och levereras. Mellanlagring på plantskolan kan ske i kyl eller frys.

## Plantkvalitet

Plantkvalitet kan sägas betyda ”lämplighet för avsedd användning” (”fitness for purpose”<sup>68</sup>). Varje bedömning av plantors kvalitet måste alltså väga in den tilltänkta planteringslokalens förutsättningar. Därför är det svårt att ange entydiga, objektiva mått på plantkvalitet som plantorna i handeln kan graderas efter. Det finns dock några egenskaper som utmärker bra plantor.

## Kriterier för bra plantor

En bra planta ska vara ”robust” och ha lämplig balans mellan ovanjordsdel och rot. Flera studier har visat att plantans stamdiameter är den enskilda ytt-

<sup>67</sup> Johansson, K., Söderbergh, I., Nilsson, U. och Allen, H.L. 2005. Effects of scarification and mulch on establishment and growth of six different clones of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 20, s 421–430.

<sup>68</sup> Lavender, D.P, Tinus, R., Sutton, R. och Poole, B. 1980. Evaluation of planting stock quality. *New Z. J. For. Sci.* 10, s 293–300.

re (morfologiska) egenskap som har starkast samband med överlevnad och tillväxt efter plantering.<sup>69</sup> Kvoten mellan planthöjd och stamdiameter är ett mått på hur robust plantan är. I British Columbia och andra delar av Kanada rekommenderas till exempel värden för höjd/diameter mellan 60:1 och 70:1 som övre gräns för hur slanka ettåriga täckrotsplantor som kan accepteras.<sup>70</sup> I Sverige tillämpas samma princip för att upptäcka plantor som blivit alltför slanka men branschen har inte enats om några officiella gränsvärden.<sup>71</sup>

Morfologiska mått bör helst kompletteras med fysiologiska mått för att bekräfta att plantorna inte bara ser bra ut utan också har potential att etableras snabbt och tillvarata planteringslokalens förutsättningar.<sup>72</sup> Plantorna skall ge ett vitalt intryck och det är ett gott tecken om man kan se nya vita rotspet-sar. Barrfärgen ska inte vara gulgrön, eftersom det kan tyda på näringsbrist och sådana plantor bör kasseras. Observera att tallplantor i vilostadium kan ha en röd-violett anstrykning utan att för den skull vara i dåligt skick. Förekommer svamp eller mögel på några plantor i en låda bör hela lådan kasseras.

## Plantegenskaper

Morfologi, grad av knoppvila, vattenstatus och näringsbalans är exempel på mätbara materialegenskaper.

Av de morfologiska egenskaperna är stamdiameter, kvoten mellan höjd och stamdiameter samt skott/rot-kvoten hos plantorna kopplade till plantornas interna vattenbalans och vattenförsörjning. Stamdiametern har också betydelse för plantans förmåga att överleva gnag av snytbagge.<sup>73</sup>

Kontroll av odlingstid och odlingstäthet kan ge förvarning om risk för obalans mellan gröndel/rot och sänkt vitalitet<sup>74</sup> eller risk för rotdeformationer<sup>75</sup>. Näringsstatus (i första hand N) påverkar tillväxtpotentialen<sup>76</sup> och därmed den möjliga rottillväxten efter plantering vilket också har betydelse för vattenförsörjningen efter utplantering. Finns uppgifter om kvävehalt i barren, så är 1,8–2,4 % av torrvikten ett lämpligt intervall.<sup>77</sup>

<sup>69</sup> En översikt över kunskapsläget om plantkvalitet utifrån ”materialegenskaper” (*material attributes*) respektive ”prestandaegenskaper” (*performance attributes*) finns i: Mattsson, A. 1995. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests* 13, s 227–252.

<sup>70</sup> Colombo, S.J., Sampson, P.H., Templeton, C.W.G., McDonough, T.C., Menes, P.A., DeYoe, D. och Grossnickle, S.C. 2001. Assessment of nursery stock quality in Ontario. I: Wagner, R.G. och Colombo, S.J. (redaktörer). *Regenerating the Canadian forest: Principles and practice for Ontario*. Fitzhenry & Whiteside.

<sup>71</sup> Ett förslag på testprotokoll för sammanvägning av producerade plantors egenskaper och kondition har utvecklats av SkogForsk. Se: Hajek, J. 2006. Sätt inte ut döda och sjuka plantor. *PLANTAktuellt* nr 1:2006.

<sup>72</sup> Grossnickle, S.C. 2012. Why plants survive: influence of plant attributes. *New Forests* 43 (5–6), s 711–738.

<sup>73</sup> Se tabell PL 2.

<sup>74</sup> Hultén, H. 1992. Olika plantor för olika ståndorter. *Skog & Forskning* 3:1992, s 28–33.

<sup>75</sup> Rune, G. 2003. Instability in plantations of container-grown Scots pine and consequences on stem form and wood properties. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Silvestria* 281. SLU.

<sup>76</sup> Timmer, V.R. och Munson, A.D. 1991. Site-specific growth and nutrient uptake of planted *Picea mariana* in the Ontario Clay Belt. IV. Nitrogen loading response. *Can. J. For. Res.* 21, s 1058–1065.

<sup>77</sup> Se: *Skogsskötselserien* nr 2, Produktion av frö och plantor. [www.skogsstyrelsen.se/skogs-skotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogs-skotselserien).

Materialegenskaperna är användbara för att sortera bort plantpartier som inte uppfyller vissa tröskelvärden (kravnivåer enligt tidigare erfarenhet) men är ganska trubbiga instrument för att kvalitetsgradera plantpartier. En fördel med kvalitetsbedömningar som bygger på materialegenskaper är att de kan mätas snabbt och ofta ickedestruktivt.

## Prestanda

Plantornas prestanda bestäms genom olika typer av odlingstester där ett urval av plantpartiet provodlas. Om man exempelvis vill bedöma frosttålig-  
heten kan de utvalda plantorna först utsättas för låga temperaturer och sedan provodlas under standardiserade, goda odlingsbetingelser varpå förekomsten av frostsador jämförs med plantor som inte fått köldbekämpningen.

Till de vanligt förekommande testerna av prestandaegenskaper hör RGC-testen (Root Growth Capacity) där förmågan att producera nya rötter mäts efter provodling i en standardmiljö.<sup>78</sup>

Prestandaegenskaperna utgör ett sammanfattande mått på plantornas potential men fungerar ändå inte särskilt bra som grund för kvalitetsgradering. Mätmetoderna är destruktiva och tidsödande och det kan ifrågasättas om test av prestandaegenskaper ger en rättvis bild vid jämförelse mellan olika planttyper.

## Odling

Genom att avpassa odlingsprogram och odlingssystem till trädslag och proveniens kan plantskolorna leverera plantor med rätt kvalitet<sup>79</sup> och i rätt utvecklingsstadium – vid vårplantering är plantor som inlett sin skottsträckning särskilt ömtåliga och vid höstplantering är det viktigt att plantorna nått tillräcklig köldtålig-  
het (se figur PL 4) för den avsedda lokalen.

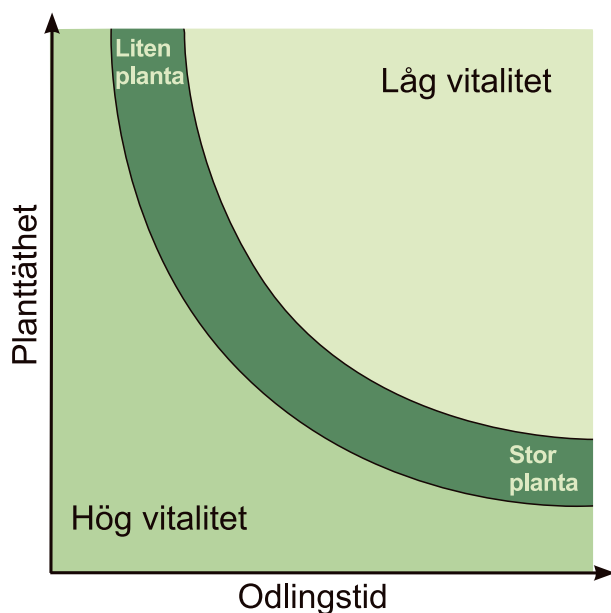
## Plantproduktionen

Plantproduktionen i moderna skogsplantskolor har många likheter med en industriprocess. Odlingen måste övervakas, styras och regleras kontinuerligt för att produkter av rätt kvalitet skall kunna levereras i rätt tid till ett konkurrenskraftigt pris. Samspelet mellan odlingstid och plantäthet (figur PL8) spelar stor roll för resultatet, men eftersom det handlar om produktion av levande material behöver plantskolan också kunna hantera naturens nycker i form av oväntad väderlek, angrepp av skadegörare med mera. Olika årsmån<sup>80</sup> och andra tillfälligheter gör att de leveransklara plantornas egenskaper och utseende växlar mellan olika år fast de odlats enligt samma schema.

<sup>78</sup> Burdett, A.N. 1987. Understanding root growth capacity: theoretical considerations in assessing planting stock quality by means of root growth tests. *Can. J. For. Res.* 17(8), s 768–775.

<sup>79</sup> Hur detta går till beskrivs närmare i *Skogsskötselserien* nr 2, Produktion av frö och plan-  
tor. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>80</sup> Årsmån – väderleksbetingelserna, främst temperatur och nederbörd, under ett angivet år med avseende på växtodling, främst inom trädgårdsodling, jordbruk och skogsbruk. Årsmån ger förutsättningarna för att vissa växtslag skall kunna utvecklas, tillväxa samt sätta frukt och frö. Källa *Nationalencyklopedins ordbok*.



Figur PL8 För varje plantstorlek strävar plantproducenter efter den optimala avvägningen mellan odlingsstid och planttäthet. I det mörka fältet finns de bästa kombinationerna av odlingsstid och planttäthet. Stora plantor kräver exempelvis lång odlingsstid vilket kräver lägre planttäthet och förlorar vitalitet om de inte odlas med låg planttäthet.<sup>81</sup>

## Plantskydd

**Snytbaggesskydd.** För att plantor ska kunna överleva snytbaggars gnag när angreppen är som värst, skulle de behöva vara så grova att odling och plantering skulle bli orimligt dyrt. På planteringslokaler med stor risk för snytbaggeangrepp är alternativet att förse plantorna med ett effektivt skydd. Sådana skydd kan antingen vara kemiska eller mekaniska:

- *Kemisk behandling* med insektsgift har hittills varit den vanligaste behandlingen. Två av de preparat som för närvarande används är godkända av Kemikalieinspektionen till år 2016. Det är osäkert om nya tillstånd kommer att ges.
- *Mekaniska skydd* av typen barriärskydd eller beläggningsskydd har också visats minska skadenivåerna. Under de senaste åren har tekniker för applicering av mekaniska skydd börjat infogas i kommersiell plantproduktion. För att erbjuda ett fullgott alternativ till kemisk behandling måste skydden ha effekt under minst två säsonger utan att hämma plantutvecklingen.<sup>82</sup>

Aktuell kunskap om snytbaggens biologi och möjliga skyddsåtgärder samlas sedan 2006 på en särskild internetsajt.<sup>83</sup>

<sup>81</sup> Efter Hultén, H. 1992. Olika plantor för olika ståndorter. *Skog & Forskning* 3:1992, s 28–33.

<sup>82</sup> Så att ynglande snytbaggar och deras avkomma hinner börja lämna hygget.

<sup>83</sup> Se: [www.snytbagge.se](http://www.snytbagge.se).



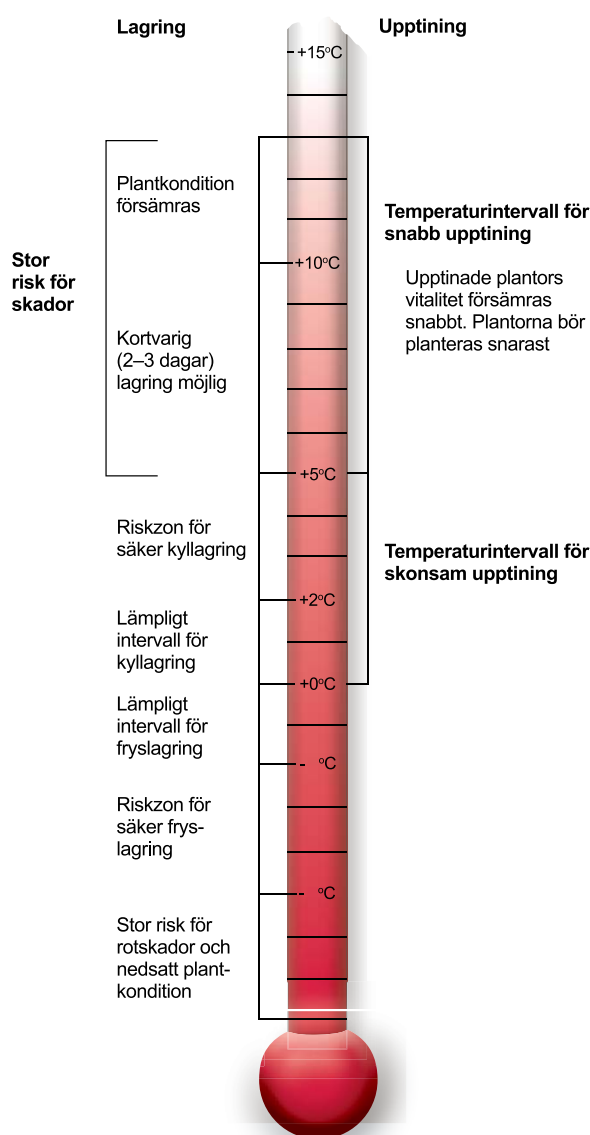
## Lagring och distribution

När plantorna vuxit till leveransfärdig storlek kan de antingen distribueras direkt eller lagras på plantskolan tills planteringssäsongen börjar. Leverans för plantering på sensommaren kräver – liksom frilandslagring över vintern och fryslagring<sup>84</sup> – tillräcklig köldhärdighet (se figur PL6) för att undvika skador och nedsatt vitalitet. Kyllagring<sup>85</sup> tillämpas under kortare perioder för att kunna leverera planter till hygget i den takt som planteringen fortskrider. Idealt skall lagringen inte leda till märkbart nedsatt vitalitet men eftersom plantorna lever och andas förbrukas energireserver. Ju högre lagringstemperatur och ju längre lagringstid desto större är risken att plantkonditionen försämras. Brister i paketering och skräpiga planter kan också ge följskador i form av mögeltillväxt och uttorkning. All lagring kräver noggrann kontroll av att temperatur och luftfuktighet hålls inom lämpliga intervall (jfr figur PL9).

Transporten bör ordnas så att mekaniska skador, uttorkning och skadliga temperaturer undviks. Täckt transport och gärna i kylbil minimerar riskerna.

I stora planteringsprojekt behövs särskild planering för att mellanlagringen i fält eller på plantdepåer i skogen skall hållas så kort som möjlig. Plantdepåerna förläggs lämpligen där det finns möjlighet till skugga och bevattning. Fryslagrade planter som tinat behöver ljus och vatten för att behålla sin vitalitet.

*Figur PL9* Rekommenderade temperaturintervall för fryslagring respektive kyllagring och upptining av leveransklara barrplanter.<sup>86</sup>



<sup>84</sup> Temperaturen för fryslagring bör ligga stadigt under 0 °C men inte gärna lägre än -2 °C.

<sup>85</sup> Temperatur för kyllagring bör ligga mellan 0 °C och +2 °C.

<sup>86</sup> Figur omritad och översatt från: Paterson, J., DeYoe, D., Millson, S. och Galloway, R. 2001. Handling and planting of seedlings. I: Wagner, R.G. och Colombo, S.J. (redaktörer). *Regenerating the Canadian forest: Principles and practice for Ontario*. Fitzhenry & Whiteside.

## Planteringsmiljön

Utbudet av produktionsfaktorer och risken för skador i planteringen beskrivs genom ståndortsanalys. Ett viktigt steg i återväxtplaneringen är därför att bedöma vad i planteringsmiljön som väntas bli det största hindret för plantans överlevnad och tidiga tillväxt. Temperatursumma och humiditet, solinstrålning (gröna växters energikälla), fuktighet i luft och mark, temperatur i luft och mark (inklusive frostrisk), näringstillgång är så kallade abiotiska faktorer. Brist på någon faktor blir begränsande för plantetablering och tillväxt.

Den nysatta plantans växtförutsättningar är direkt beroende av en rad klimat-, mark- och skadefaktorer. För att beskriva förutsättningarna och kunna välja åtgärder som gör det bästa av situationen i varje planteringspunkt behövs en systematisk genomgång av planteringslokalens utbud av produktionsfaktorer och en analys av risken för biotiska och abiotiska skador, dvs en ståndortsanalys.

I allmänhet går etableringssvårigheter att bemästra med genomtänkt avverkning och ståndortsanpassade åtgärder för markberedning och plantering. I första hand hanteras de faktorer som äventyrar plantornas överlevnad och därutöver anpassas åtgärderna så att tillväxten gynnas. Ovan mark är det främst ljusinstrålning, luftfuktighet och temperatur som kan påverkas. I marken är det vattentillgång, syrehalt, temperatur, näringstillgång och jordens luckerhet och textur (kornstorlek) som är av intresse.

### Ståndortsanalys

#### Produktionsfaktorernas tillgänglighet

Plantor behöver solljus, värme, koldioxid, vatten och mineralnäring för att överleva och växa. Vilken möjlighet en nysatt planta har att tillgodogöra sig dessa resurser beror både av utbudet på platsen där plantan står och av plantans kondition och utvecklingsstadium.

Under naturliga förhållanden begränsas i regel tillväxten av underskott på en eller flera produktionsfaktorer. Tillförsel av en begränsande produktionsfaktor leder till en början till högre tillväxt, men till sist nås en mättnadsnivå varefter ytterligare tillskott inte ger mer tillväxt. Ytterligare tillförsel kan till och med bli hämmande.

Ståndortsanalysen kompliceras av att planteringsmiljön är så sammansatt och dynamisk. Många av dess egenskaper (tabell PL2) samverkar med varandra och deras inverkan på plantan förändras med årstid och tid på dygnet. Det går att bestämma optimal nivå för olika egenskaper om allt övrigt hålls konstant, men det går knappast att manipulera en enskild faktor utan att nivån och betydelsen av någon annan faktor också ändras. Ett viktigt steg i återväxtplaneringen är därför att bedöma vad i planteringsmiljön som väntas bli det största hindret för plantans överlevnad och tidiga tillväxt. De efterföljande åtgärderna kan sedan inriktas mot att avhjälpa dessa begränsningar.<sup>87</sup>

<sup>87</sup> Se tabell PL3.

*Tabell PL2* Exempel på samverkande egenskaper i planteringsmiljön som påverkar plantetableringen. Flertalet av dessa egenskaper kan manipuleras med skötselåtgärder.

Ljusintensitet och ljuskvalitet	Lufttemperatur på planthöjd
Markvattentillgång och syretillgång	Ångtrycksdeficit <sup>88</sup>
Marktemperatur	Frostförekomst
Tillgång på makro- och mikronäringsämnen	Konkurrens med omgivande vegetation
Vindstyrka	Koldioxidhalt i luften

## **Abiotiska faktorer ovan mark**

### **Klimat**

Klimatet i stort beror på:

**Lokalens breddgrad (latitud).** Vid ekvatorn är energiinstrålningen större än närmare polerna medan utstrålningen är i stort sett oberoende av breddgraden. Resultatet blir i genomsnitt kallare klimat ju längre norr- eller söderut från ekvatorn vi rör oss.

**Höjd över havet (altitud).** I ett av väderfenomen opåverkat tillstånd sjunker temperaturen i atmosfären med knappt en grad för varje hundra höjdmeter. I genomsnitt tenderar klimatet därför att bli svalare med stigande höjd över havet.

**Klimatzon.** I områden med maritimt klimat dämpar havet luftens temperaturväxlingar. Där blir luften i genomsnitt fuktigare, vintrarna varmare och somrarna svalare än väntat med hänsyn till breddgrad och höjd över havet. I områden med kontinentalt klimat är havstemperaturens inverkan liten. Den genomsnittliga luftfuktigheten sjunker och vintrarna blir kallare medan somrarna blir varmare än i områden närmare kusten. På en viss breddgrad kommer våren och hösten senare nära kusten än i inlandet.

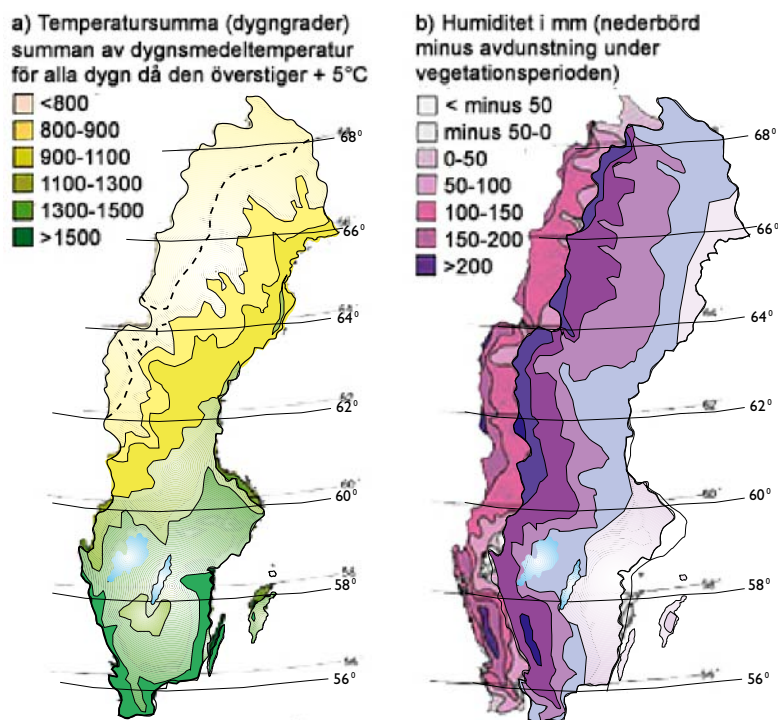
**Topografi.** Topografin inverkar på molnighet, nederbörds mängd och vind. Vattenången i luft som avkyls när den styr uppför ett berg närmar sig kondensationspunkten. Sannolikheten för molnbildning och nederbörd ökar närmare krönet. Vinden tar fart på öppna slätter, ändrar riktning längs med stora dalgångar och tilltar i styrka när luften pressas in i bergspass och över krön. Högvuxen skog och bergsryggar bromsar vinden och kan ge upphov till lokal turbulens med avvikande vindriktningar.

**Lutning och exponeringsriktning.** Ju mer vinkelrätt solen strålar in mot marken desto mer värme tillförs. Sydsluttningar blir därför varmare än nordsluttningar. Snösmältningen på sydsluttningar börjar också tidigare än på nordsluttningar vilket medför tidigare start på vegetationsperioden i söderlägen.

<sup>88</sup> Ångtrycksdeficit: ”mätt på luftens torrhet och förmåga att ta upp vattenånga”. *Nationalencyklopedin* (tillgänglig på: [www.ne.se](http://www.ne.se)). Eftersom varm luft kan ha högre vatteninnehåll än kall luft är, vid samma vatteninnehåll, varm luft mer uttorkande än kall.

En beskrivning av abiotiska förutsättningar på ett specifikt planteringsobjekt bör beakta följande faktorer:

- temperatursumma
- humiditet
- ljusinstrålning
- luftfuktighet
- temperatur.



Figur PL10a, PL10b Exempel på kartor som sammanfattar klimat- och markegenskapernas variation över landet. Källor: SLU Markinfo och Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU).<sup>89</sup>

### Temperatursumma och humiditet

Temperatursumma och humiditet är två mått på förhållandena under *vegetationsperioden* (den period då dygnsmedeltemperaturen överskrider 5 °C). De avspeglar bland annat värmetilgång respektive risk för torka, två centrala faktorer för plantetablering.<sup>90</sup>

*Temperatursumman* anges i dygngrader och är summan av dygnsmedeltemperaturerna under vegetationsperioden. *Humiditeten* beskriver hur stor del av nederbörden under vegetationsperioden som inte avdunstar och anges i millimeter (vattenpelare).

Klimatfaktorernas genomsnittsvärden för längre tidsperioder och skillnader mellan landets olika delar sammanfattas ofta med kartor (se figur PL10). Det ger överblick och en viss förvarning om vilken typ av begränsningar för plantetablering som kan råda på olika platser.

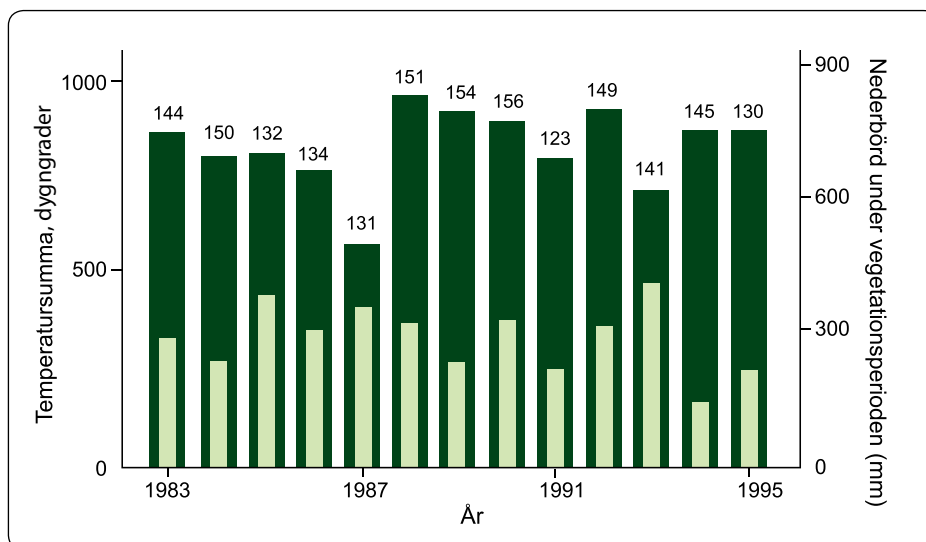
<sup>89</sup> Se: [www-markinfo.slu.se/sve/klimat/klimat.html](http://www-markinfo.slu.se/sve/klimat/klimat.html).

<sup>90</sup> För en systematisk genomgång av enskilda ståndortsfaktorer klassning och samband rekommenderas: Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi*. Ståndortsanpassat skogsbruk. Del 2 – Tillämpning. Skogsstyrelsens förlag.

Längs Götalands kuster kan temperatursumman överstiga 1500 dygngrader. Norröver, mot inlandet och med stigande altitud avtar temperatursumman på produktiv skogsmark till under 700 dygngrader. Svalare klimat och kortare vegetationsperiod ger bland annat lägre tillväxt, mindre omsättning av markens näringskapital, långsammare etablering av konkurrerande vegetation och sämre förutsättningar för barrträdens fröproduktion och frögroning.

Humiditeten i landet avtar från väster till öster och blir ofta negativ längs östkusten. Negativ humiditet signalerar risk för vattenbrist i de övre marklagren, vilket kan ge bekymmer för nysatta plantors vattenförsörjning under sommarmånaderna. Hög humiditet gynnar särskilt granen och gör att den kan utvecklas väl även på sandiga jordar med hög vattengenomsläpplighet.

För det enskilda planteringsobjektet ett visst år kan självfallet temperatursumma och humiditet avvika en hel del från kartornas genomsnittsvärden. Eftersom lyckad plantetablering beror mycket av årsmånen under de första åren är det viktigt att åtgärderna som föreskrivs kan ge bra resultat även år med ”ovanligt” väder (se figur PL11).



Figur PL11 Exempel på årsmånsvariation. Nederbörd (ljusa staplar) och temperatursumma (mörka staplar) under 13 vegetationsperioder på ett hygge i Västerbotten. Siffran över varje stapel är vegetationsperiodens längd (dagar). En varm och regnfattig vegetationsperiod som 1994 var nysatta plantors vattenförsörjning förmodligen mer kritisk än under den svala och regniga vegetationsperioden 1987.<sup>91</sup>

## Ljusinstrålning

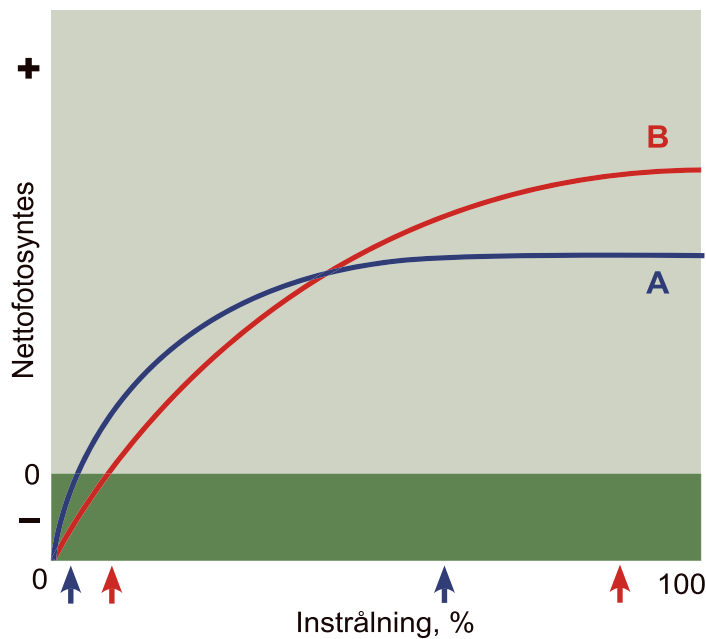
Solstrålningen är gröna växters energikälla. För *fotosyntesen* utnyttjas våglängder mellan 400 och 700 nanometer (nm) och det är ljusstillgången i detta våglängdsintervall som avgör hur effektiv växternas inlagring av kol kan vara. Dessutom styr *fotoperiodens* längd när på året som våra skogsträd avslutar sin tillväxtperiod och börjar förbereda sig för vintervila. Andelen ljus i

<sup>91</sup> Data från Vindelns försöksparker redovisade av: Örlander, G., Hallsby, G., Gemmel, P. och Wilhelmsson, C. 1998. Inverting improves establishment of *Pinus contorta* and *Picea abies* – 10-year results from a site preparation trial in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 13, s 160–168.

våglängdsbanden kring 700 nm (infrarött/infra-red) respektive 800 nm (högrött/far-red) har en särskild funktion och utlöser bland annat anpassningar av plantors växtsätt till olika grad av beskuggning.<sup>92</sup>

**Ljusintensitet.** Med stigande ljusintensitet i intervallet 400–700 nm tilltar fotosyntesen i plantans gröna delar. Från totalt mörker till en nivå mellan ca 5 och 10 % av full instrålning ökar fotosyntesen snabbt och snart nås *ljuskompensationspunkten* då *nettofotosyntesen*<sup>93</sup> i till exempel ett enskilt barr är noll. Ytterligare instrålning leder till att nettofotosyntesen fortsätter att öka men i avtagande takt och för enskilda barr nås i allmänhet *ljusmättnad*<sup>94</sup> på en lägre nivå än full instrålning (100 %).

Hur skuggigt det kan vara utan att nettofotosyntesen blir negativ varierar med trädslag, tidigare ljustillgång, barr- och skottgeometri, barrålder, CO<sub>2</sub>-halt i luften, temperatur med mera.<sup>95</sup> Skuggtoleranta trädslag (t ex gran) och mer skuggpräglade plantor eller skott tenderar att nå ljuskompensation och ljusmättnad vid en lägre instrålning än skuggintoleranta trädslag (t ex tall, lärk och contortatall) och ljuspräglade plantor och skott (figur PL12).



Figur PL12 Principiellt samband mellan ljustillgång och nettofotosyntes hos plantor med stor skuggtålighet (A) och plantor med liten skuggtålighet (B). Pilarna till vänster markerar den instrålning som behövs för ljuskompensation och de till höger instrålning för ljusmättnad.

<sup>92</sup> Salisbury, F.B. och Ross, C.W. 1992. *Plant physiology*. 4:e upplagan. Wadsworth Publishing Company, USA.

<sup>93</sup> Nettofotosyntes är skillnaden mellan CO<sub>2</sub>-upptag genom fotosyntes och CO<sub>2</sub>-avgång genom respiration.

<sup>94</sup> Ljusmättnad, uppnående av maximal fotosynteshastighet vid en viss ljusnivå (irradians). *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig på: <http://www.ne.se>.

<sup>95</sup> Grossnickle, S.C. 2000. *Ecophysiology of northern spruce species: The performance of planted seedlings*. NRC Research press, Ottawa, Kanada. 409 s.

Det förekommer att barrplantor får överdos av ljus. Klara vårvinterdagar på snötäckta hyggen kan ge extrem ljusintensitet runt plantor som sticker upp ur snön samtidigt som låg marktemperatur begränsar vattenförsörjningen. Då finns risk att plantorna inte förmår omsätta den mottagna energin och drabbas av skador på fotosyntesapparaten, så kallad *fotoinhibering*. Plantor som satts i upphöjda planteringspunkter löper då större risk att drabbas av fotoinhibering än om de planterats i punkter som gör att de inte sticker upp över omgivande mark.

Hög ljusintensitet kan också ge sekundära skador efter frostnätter under vegetationsperioden eller fördröja återhämtningen från andra typer av stress.<sup>96</sup> Under sådana förhållanden kan plantor som skuggats uppvisa bevarad vitalitet och bättre tillväxt än de som exponerats för fullt solljus.<sup>97</sup>

Genom att antingen göra föryngringsavverkningen som en kalhuggning eller lämna skärmar av olika täthet, höjd och träslag går det att reglera plantornas ljusexponering.

**Ljuskvalitet.** Ljus som filtreras genom överskärmande trädkronor blir mer diffust och får en annan spektralfördelning (färgsammansättning) än det inkommande ljuset ovanför krontaket. Förändrad spektralfördelning har visats kunna utlösa fysiologiska och morfologiska förändringar hos plantor, men det är svårt att bedöma den praktiska betydelsen i samband med skogsplantering.<sup>98</sup> En intressant iakttagelse är att levande plantor registrerar och kan anpassa sitt växtsätt efter färgen på omgivande grannar redan innan dessa börjat beskugga plantorna. Ett tallskott tycks till exempel kunna orientera sina barr olika beroende på om det växer jämte en död (brun) planta eller har en levande (grön) granne.<sup>99,100</sup>

### Luffuktighet

För att plantan skall kunna fungera och växa behövs kontinuerlig vattentransport mellan roten och barren. Torr luft runt barren leder till ett stort undertryck vid Barrytan och om inte den interna vattentillförseln kan kompensera för transpirationen skyddar sig plantan från uttorkning genom att stänga klyvöppningarna. Då begränsas även upptaget av koldioxid och därmed plantans möjlighet till fotosyntes vilket är negativt för dess tillväxt och underhåll. I områden med låg humiditet och exponerade lägen ökar risken för att nyplanterade plantor stressas av vattenunderskott som hämmar fotosyntesen. En möjlig motåtgärd är då att plantera under skärmträd som dämpar uttorkande vindar och medverkar till att undertrycket runt barren inte blir lika kraftigt.

<sup>96</sup> Teskey, R.O., Sheriff, D.W., Hollinger, D.Y. och Thomas, R.B. 1995. External and internal factors regulating photosynthesis. I: Smith, K.W. och Hinckley, T.M. (redaktörer). *Resource physiology of conifers, Acquisition, allocation, and utilization. Physiological Ecology*. Academic press.

<sup>97</sup> Lundmark, T. och Hällgren, J.-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Can. J. For. Res.* 17, s 1197–1201.

<sup>98</sup> Grossnickle, S.C. 2000. *Ecophysiology of northern spruce species: The performance of planted seedlings*. NRC Research press, Ottawa, Kanada. 409 s.

<sup>99</sup> Galinski, W. 1994. Non random needle orientation in 1-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings when adjacent to non-shading vegetation. *Trees* 8, s 160–164.

<sup>100</sup> Ballaré, C.L., Scopel, A.L. och Sánchez, R.A. 1990. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: An early signal of competition in plant canopies. *Science* 247, s 329–332.

## Temperatur

Temperaturen under vegetationsperioden påverkar både fotosyntes och respiration. Förutsatt att ljustillgången inte är begränsande gynnas den sammanvägda nettofotosyntesen hos de flesta barrträd av stigande temperatur upp till +20 °C.<sup>101</sup> Vid lägre temperaturer än 10–15 °C blir fotosyntesens verkningsgrad sämre medan temperaturer över 30 °C leder till så hög respiration att nettofotosyntesen är negativ.

**Lufttemperatur i planthöjd.** Under dygn med stabilt och klart väder under barmarkssäsongen infaller maxtemperaturen i planthöjd normalt tidigt på eftermiddagen, alltså med ett par timmars eftersläpning i förhållande till solinstrålningen. Under morgontimmarna absorberar den nattkylda marken som mest energi och det tar ett par timmar innan energitillskottet från solstrålningen börjar ge utslag på lufttemperaturen i planthöjd. Den högsta dygnstemperaturen i planthöjd kan vara 10° högre än på 2 m höjd klara och stilla dagar, och närmast intill en torr markyta kan luften vara 30° varmare än på 2 m höjd.

Nattetid är den uppvärmda marken en värmekälla som strålar tillbaka magasinerad värme tills solen går upp och börjar värma igen eller temperaturgradienten från mark till luft jämnats ut. Klara vindstilla nätter, framförallt under försommaren då natten är längre, finns risk att markens värmeavgivning hinner gå så långt att det blir minusgrader strax över ytan (utstrålningsfrost). Mulet väder dämpar den nattliga avkylningen nära marken och om det blåser blir inte avkylningen lika markant eftersom den kalla morgonluften nära mark blandas om med varmare luft från högre luftlager.

Intakt humustäcke och tät markvegetation (grässvål eller liknande) hindrar värmelagring på djupet vilket ökar risken för utstrålningsfrost. Om humustäcket avlägsnats blir utstrålningen av värme från markytan större nattetid. Detta minskar risken för att plantan ska drabbas av frostsador på frostlänta lokaler. Störst effekt i det avseendet bland markbehandlingsmetoderna har högläggning, eftersom den även innebär en höjning av planteringspunkten.

**Frostförekomst i planthöjd.** Även om dygnsmedeltemperaturen stiger efter avverkning, blir temperaturvariationen mellan dag och natt större. I samband med återväxtplanering och ståndortsbeskrivning är det framförallt den lokala risken för frost under vegetationsperioden som behöver bedömas.

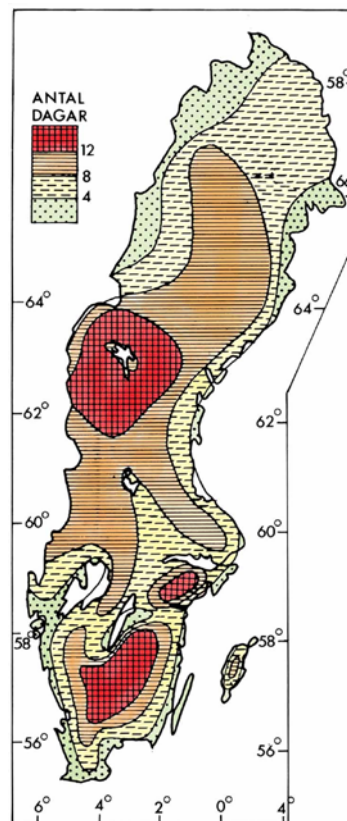
Mänt på standardhöjd (1,5–2 m) kan landets frostförekomst beskrivas med kartor av den typ som visas i figur PL13. På sydsvenska höglandet och i stora delar av Jämtland och Härjedalen har frostfrekvensen varit hög liksom i Sörmland, mellersta och norra Värmland samt i Norrlands inland. I fjällen och längs kusterna är det mindre vanligt med frost under vegetationsperioden.

På planthöjd blir mönstret mer komplicerat eftersom växlingar i markytans uppvärmning och värmeutstrålning under dag och natt kan ge stora temperaturgradienter i luftlagren upp till 1,5 m höjd. Plan, öppen och lågt liggande mark som till exempel grunda svackor ute på ett hygge är typexempel på

<sup>101</sup> Stenberg, P., DeLucia, E.H., Schoette, A.W. och Smolander, H. 1995. Photosynthetic light capture and processing from cell to canopy. I: Smith, K.W. och Hinckley, T.M. (redaktörer). *Resource physiology of conifers, Acquisition, allocation, and utilization. Physiological Ecology*. Academic press.



frostlänta platser. I kuperad terräng och nära större vatten avtar däremot frostrisken. Även närhet till block, stubbar och lågor liksom jordartens textur, markfukt och typ av markvegetation inverkar på hur frostbenägna enskilda planteringspunkter blir.<sup>102</sup>



Figur PL13 Antal dygn med frost från vegetationsperiodens början till 30 juni.<sup>103</sup> (Notera skillnader mot figur PL10a.)

## Abiotiska faktorer i marken<sup>104</sup>

### Markfuktighet

Nederbörd och temperaturklimat bestämmer hur mycket vatten som planteringslokalen får ta emot. Sedan avgör topografin runt planteringspunkten tillsammans med textur (kornstorlek) och densitet (luckerhet) hos jorden kring rotsystemet hur åtkomligt vattnet blir för den enskilda plantan.

Nysatta plantor har bäst chans att komma åt vattnet de behöver om de planterats i fuktig, lucker jord, med bra rotkontakt och befriade från konkurrerande vegetation.

**Syretillgång.** Plantorna mår bäst av rörligt markvatten eftersom det innehåller mycket syre. Stillastående vatten är syrefattigt och om porerna i marken är fyllda med stillastående vatten hämmas rotfunktionen av syrebrist och skadliga ämnen som bildas i syrefri miljö. På nyupptagna hyggen stiger grundvattenytan. I gropar och fåror i lägre terrängavschnitt kan jorden bli vattenmättad och plantor som sätts där riskerar att drunkna. Först när hyggesvegetationen börjar bli heltäckande minskar vattentillgången i de övre markskikten till ungefär densamma som innan avverkning.

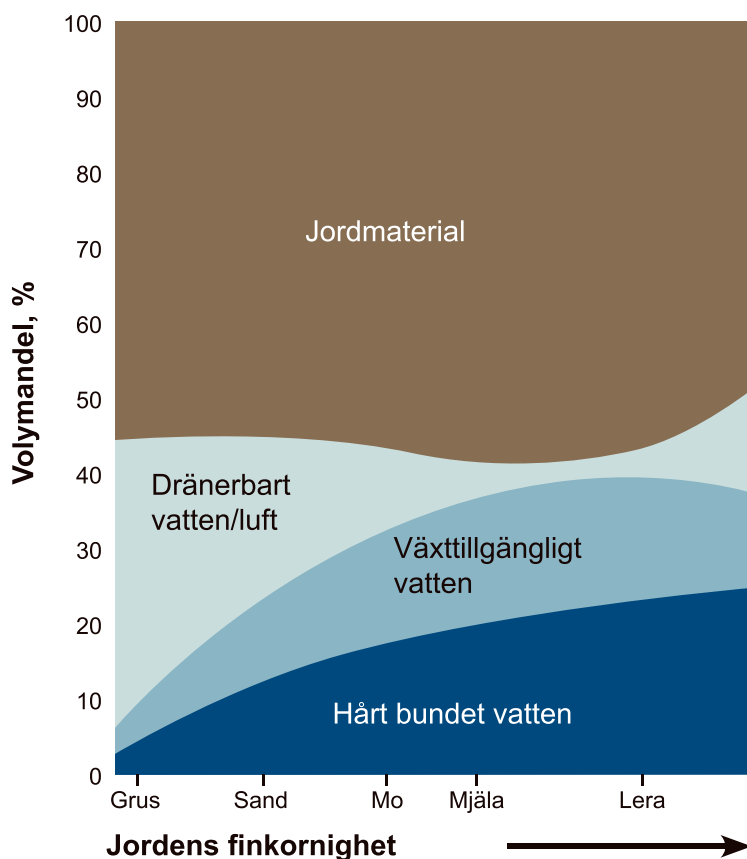
<sup>102</sup> För att beräkna frostrisken vid plantering av gran finns ett webbaserat kalkylverktyg som visar hur olika faktorer samspelar. Se: [www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se), Kunskap Direkt, Verktyg, Frostrisk.

<sup>103</sup> Karta modifierad från Ångström, A. 1974. *Sveriges klimat*. Stockholm.

<sup>104</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 13, Skogsbruk – mark och vatten. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

**Vattentillgång.** Genom markbehandling finns stora möjligheter att påverka fuktigheten i planteringspunkten. Målet med åtgärden är att förse plantorna med relativt hög och säker vattentillgång utan att det blir så blött att rotfunktionen hämmas.

Vattnet i marken är delvis fritt rörligt och delvis bundet till markpartiklarna – antingen kapillärt (i porer mellan) eller adsorptivt (som en hinna runt om). Grovkorniga jordar har liten vattenhållande förmåga och en mäktig sandjord kan självdräneras till större djup än en nysatt plantas rötter når. Om jorden domineras av sand eller grus medför perioder utan regn risk för vattenbrist, särskilt uppe på åsar eller i upphöjda planteringspunkter och där vattenhållande humusskikt saknas. Med ökad inblandning av finjord bildas finare porer som förmår hålla kvar mer av vattnet nära markytan (figur PL14).



*Figur PL14* Principiell beskrivning av volymandelen jordmaterial, luft och vatten i mark med olika fin textur. Markens vattenhållande förmåga ökar med jordens finkornighet. Mark dominerad av mjåla och ler håller mycket vatten och ger litet utrymme för syresättning. I grus och sand är risken för syrebrist mindre, men vattenförsörjningen kan bli osäker eftersom så stor del av det tillgängliga vattnet kan sippra bort från nysatta plantors rotzon. Att den finkornigaste leran innehåller mer dränerbart vatten beror på dess förmåga att bilda aggregat.<sup>105</sup>

<sup>105</sup> Bild modifierad från: Grip, H. och Rohde, A. 1985. *Vattnets väg från regn till bäck*. Forskningsrådets förlagstjänst, Stockholm.

## Marktemperatur

Marktemperaturen påverkar nysatta barrplantors etableringschanser både direkt och indirekt.<sup>106</sup> Vid temperaturer under 5–6 °C sker nästan ingen rot-tillväxt alls och vattenupptaget i befintliga rötter är lågt till följd av att rötternas ledningsmotstånd stiger med sjunkande temperatur. Vidare gör låga temperaturer vattnet mer trögflytande, vilket begränsar vattentillgången och lösta näringsämnenas rörlighet i marken. Även näringsfrigörelsen i marken bromsas av låga temperaturer eftersom nedbrytning av det organiska material som utgör plantornas viktigaste näringskälla då går långsammare.

För våra barrträd är vanligen den optimala marktemperaturen för rottillväxt 20–25 °C, men plantmaterial med härkomst från kyligare lokaler kan ha större förmåga att växa bra även vid lägre temperaturer i marken.<sup>107</sup> I svensk skogsmark är det sällan realistiskt att försöka höja marktemperaturen till optimal nivå. Ändå är mycket vunnet om marktemperaturen kan hållas åtminstone så hög att inte rotaktiviteten blir så låg att vattenupptaget kommer att begränsa fotosyntesaktiviteten. I kyliga lägen i norra Sverige kan åtgärder som underlättar snabb uppvärmning av marken på våren medföra att ”rötternas vår” börjar flera veckor tidigare.<sup>108</sup>

I fuktig jord krävs mer energitillskott och längre tid för att uppvärmningen skall nå ner till det djup där nysatta plantor har sina rötter. Torr jord tar snabbt åt sig värmen från solen men leder värme sämre, vilket kan leda till skadlig koncentration av hetta i det allra översta ytskiktet.

Markberedning som frilägger mineraljorden eller lägger mineraljord ovanpå humustäcket medför en temperaturhöjning.

## Näringstillgång

På det nyupptagna hygget är näringstillgången god. Innan konkurrerande markvegetation har etablerats och medan nedbrytningen av näringsrikt organiskt material håller hög takt, är utbudet egentligen fullt tillräckligt för nysatta plantors behov.

Näringsfrigörelsen kan koncentreras till rotzonen genom att skapa planteringspunkter med inbäddad humus och på så sätt uppnå en lokal komposteffekt. Ju längre tid som går efter hyggesupptagningen desto hårdare binds näringsförrådet till mark och vegetation. Därmed ökar också behovet av markberedning för att en nysatt planta skall få del av näringen.

**Makro- och mikronäringsämnen.** Olika näringsämnen har olika betydelse för plantans fysiologiska funktioner.<sup>109</sup> Bland annat spelar kväve och fosfor en viktig roll i fotosyntesen och kalium påverkar plantans vattenstatus.

*Makronäringsämnen* är de näringsämnen som plantan tar upp i stora mängder.

<sup>106</sup> Örlander, G. och Gemmel, P. 1989. Markberedning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3:89.

<sup>107</sup> Alvarez-Uria, P. och Körner, C. 2007. Low temperature limits of root growth in deciduous and evergreen temperate tree species. *Functional Ecology* 21, s 211–218.

<sup>108</sup> Örlander, G., Hallsby, G., Gemmel, P. och Wilhelmsson, C. 1998. Inverting improves establishment of *Pinus contorta* and *Picea abies* – 10-year results from a site preparation trial in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 13, s 160–168.

<sup>109</sup> Landis, T.D. 1989. Mineral nutrients and fertilization. The Container Tree Nursery Manual. *Agriculture Handbook* 674, volym 4. USDA Forest Service.

Hit räknas:

- kväve
- fosfor
- kalium
- kalcium
- magnesium
- svavel.

De *mikronäringsämnen* som är livsnödvändiga för plantan är:

- järn
- mangan
- bor
- zink
- koppar
- klor
- molybden.

### Begränsande faktorer för plantetablering

Ibland dominerar en begränsande faktor, men oftast finns flera faktorer att beakta på olika delar av planteringslokalen. I tabell PL3 ges exempel på betydelsefulla och vanligt förekommande begränsande faktorer för nysatta plantors tidiga etablering.

Att plantans vattenupptagning kan fungera från start har överordnad betydelse eftersom den är grunden för etableringen och för den nysatta plantans försvar och återhämtning. Fungerande vattenupptagning beror både på planteringsmiljön och på plantmaterialet. Det krävs upptagbart vatten i rotzonen, ett vitalt och välutvecklat rotsystem, god kontakt mellan rot och jord, tillräcklig värme för rottillväxt och en ovanjordsdel som inte drabbats av allvarlig stress på grund av ogynnsam miljö eller skador före och efter planteringen.

*Tabell PL3* Exempel på begränsande faktorer för nysatta plantors etablering och motåtgärder.

Begränsande faktor under etableringsfasen	Exempel på ståndort med förhöjd risk	Riktade motåtgärder
<b>Brist på lättillgängligt vatten i rotzonen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Jord med grov struktur och mäktigt jorddjup, krön och sluttningars övre del.</li> <li>– Områden med låg humiditet under vegetationsperioden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Markberedning som skapar planteringspunkter med ren mineraljord i ytan, fria från konkurrerande markvegetation och i nivå med omgivande markyta.</li> <li>– Djup plantering, eventuellt på sensommaren, med plantor som avslutat sin skotttillväxt.</li> <li>– Avstå plantering under regnfria och varma sommarveckor.</li> <li>– I exponerade lägen kan en kvarlämnad lågskärm dämpa torkstressen för nysatta plantor.</li> </ul>

<p><b>Vattenöverskott och syrebrist i rotzonen</b></p>	<p>Där grundvattnet ligger nära markytan särskilt i låglänt terräng i svackor och på täta, finkorniga jordar eller torvmark.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Markberedning som skapar planteringspunkter över omgivande markyta ger lokal dränering.</li> <li>– Lucker jord och inblandning av humus i rotzonen underlättar syresättning, rotspridning och näringstillgång.</li> <li>– Avstå från plantering i svackor, gropar och fåror där vatten samlas.</li> </ul>
<p><b>Konkurrerande markvegetation, gräs och örter</b></p>	<p>Bördiga ståndorter, tidigare åkermark.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Plantera i nygjord markberedning som skapat vegetationsfri zon runt plantan.</li> <li>– Ren mineraljord i ytan och upphöjda planteringspunkter fördröjer ogräsinvasion.</li> <li>– Undvik hyggesvila.</li> <li>– Använd så stora plantor som behövs för att ge försprång mot omgivande vegetation.</li> </ul>
<p><b>Snytbagge</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Förekommer i hela landet. Intensivast angrepp i söder och längs östkusten. I Norrland minskar risken när avståndet till kusten ökar.</li> <li>– Störst angrepp på färska (0–3 år gamla) hyggen.</li> <li>– Sydsluttningar mer utsatta än nordsluttningar.</li> <li>– Mer angrepp på torrare områden än på blöta och fuktiga områden.</li> <li>– Bränd mark ökar skadenivån.</li> <li>– Lägre skaderisk i landskap dominerade av jordbruksmark och stora sjöar.<sup>a)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Plantering i färsk markberedning som ger ren mineraljordsyta inom 10–20 cm radie från plantan.</li> <li>– Hyggesvila och plantering under skärm samt användning av stora plantor som försetts med kemiskt eller mekaniskt skydd är också verksamt.</li> <li>– Om åtgärderna kombineras adderas den skyddande effekten.</li> </ul>

<p><b>Frost under vegetationsperioden</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Plan, öppen och lågt liggande mark som till exempel grunda svackor ute på ett hygge.</li> <li>– Fuktig, finjordsrik mark samt områden med tät gräsväxt eller lavdominans är särskilt utsatta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Markberedning som ger upphöjda planteringspunkter och stor exponerad mineraljordsyta runt plantan.</li> <li>– Välj hårdiga trädslag och provenienser.</li> <li>– Av planttyperna på marknaden motstår barrotsplantor och pluggplantor frostsador bäst.</li> </ul>
<p><b>Uppfrysning</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fuktig och blöt mark där jorden har finkornig struktur ger förhöjd risk för uppfrysning.</li> <li>– Även i jord med grövre struktur förekommer uppfrysning om rörligt markvatten finns nära övergångszonen mellan frusen och ofrusen mark.</li> <li>– I områden där väderläget ofta ger temperaturer som pendlar mellan plus- och minusgrader är risken för uppfrysning också förhöjd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stora plantor och vårplantering förbättrar plantans chans till förankring.</li> <li>– Plantering i orörd humus minskar risken för uppfrysning.<sup>b)</sup></li> <li>– Undvik plantering i fläckar, gropar eller spår med ren mineraljord.</li> <li>– Plantering i omvänd torva täckt med mineraljord lämplig endast om plantan är så stor att den når ned i underliggande humus.</li> <li>– Plantera hellre i blekjord än i den mer uppfrysningsbenägna rostjorden.</li> </ul>

<sup>a)</sup> Se: [www.snytbagge.se](http://www.snytbagge.se).

<sup>b)</sup> Risken för uppfrysning minskas dels genom att temperaturen i rotzonen mindre frekvent pendlar mellan plus- och minusgrader och dels genom att den kapillära vattenstigningen hejdas.

## Förberedelser för plantering

Inför planteringen måste man känna till lokalens förutsättningar för plantetablering. Dessa påverkas av hur det tidigare beståndet avverkats. I princip blir både de positiva effekterna och de negativa bieffekterna starkare ju mer av det tidigare beståndets krontäckning som avlägsnas. Gran kan med fördel planteras under högskärm eller vid risk för frost, under lågskärm. Rätt utförd och utnyttjad, ger markberedning genomgående säkrare beståndsetablering än plantering utan markberedning.

När planteringen planeras behövs uppgifter om lokalens förutsättningar för plantetablering. En utförlig beskrivning av ståndorten underlättar beslut om:

- trädslag och plantmaterialets härdighet
- planttyp och behov av plantskydd
- markberedning – metod och utförande
- planteringssäsong
- planteringspunkt – position och djup
- beredskap för återväxtvård.

Ståndortsanalysen<sup>110</sup> utgår från regionens naturgivna klimat- och markförhållanden. Denna storskaliga beskrivning kompletteras med fältdata insamlade innan avverkning och noteringar om hur planteringsmiljön påverkas av skötselhistorik och olika skadefaktorerens förekomst.

## Föryngringsavverkning

När det tidigare beståndet avverkas påverkas mikroklimatet, vattenbalansen och näringsomsättningen i planteringsmiljön.<sup>111</sup> I genomsnitt förbättras förutsättningarna för plantors överlevnad och tillväxt, men med avverkningen följer också negativa bieffekter (tabell PL4). Efter avverkning blir variationen i temperatur-, ljus- och vattenförhållanden mer drastisk och förekomsten av skadedjur ökar. Detta kan, beroende på typ av avverkning (figur PL15) och ståndortens egenskaper, kräva särskild eftertanke vid val av trädslag, planttyp, markberedning med mera.

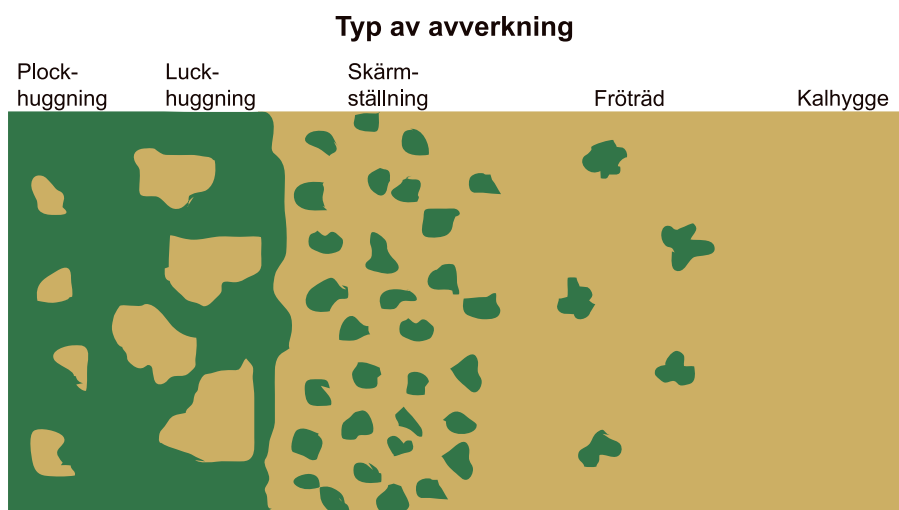
*Tabell 4* Positiva effekter och negativa bieffekter av kalavverkning med hänsyn till den nysatta plantans möjlighet till överlevnad och tidiga tillväxt.

Positivt	Negativt
Höjd dagstemperatur	Yttorka – hett i mossan
Ökad näringsfrigörelse	Vindexponering – torkstress
Ökad ljusstillgång	Skadegörare lockas till hygget
Ökad vattentillgång	Nattfrost
Minskad konkurrens (initialt)	Vattenöverskott
	Överdös av ljus, fotoinhibering
	Konkurrerande markvegetation

<sup>110</sup> Se s 26.

<sup>111</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 13, Skogsbruk – mark och vatten. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

I princip blir både de positiva effekterna och de negativa bieffekterna starkare ju mer av det tidigare beståndets krontäckning som avlägsnas. Men sambanden är komplicerade. De kvarlämnade trädens inverkan på utvecklingen hos nysatta plantor och övrig markvegetation beror även av skärmträdens egenskaper såsom trädslag och vitalitet, markens bördighet och lokalklimatet.



*Figur PL15* Olika former av avverkning skapar olika förutsättningar för etablering av ny skog.<sup>112</sup>

Den generella bilden är att överskärmande träd i form av kvarlämnade fullstora från tidigare bestånd och förväxande yngre träd begränsar planterade mindre plantors tillväxt.

Skuggtåliga trädslag – till exempel gran – kan anpassa sitt växtsätt och överleva långa perioder av överskärning. I stark skugga bildar granar tunnare barr och bred krona med mycket liten höjdtillväxt. När ljuskonkurrensen lättar kan de skuggpräglade granarna ställa om till ökad höjdtillväxt och växa upp till dominanta stammar. Omställningen tar längre tid ju mer undertryckta granarna varit och vid en plötslig friställning dör flertalet.

Pionjärträdsdrag – till exempel lärk, tall och contortatall – tål viss överskärning i plantstadiet, men de har inte samma förmåga att anpassa barrskrud och kronform för längre tids överlevnad i svagt ljus. De satsar alla resurser på att växa på höjden och blir mycket slanka med få sidogrenar. På sikt kan plantor av pionjärträdsdrag bara överleva om de lyckas hävda sig i konkurrensen, bli tillräckligt stabila och att ta plats i beståndets övre kronskikt.

## Högskärm

Gran kan med fördel planteras under skärm. Dels är granplantor relativt känsliga för klimatet ute på hygget och har därför stor nytta av skärmen, dels kan de utvecklas väl under skärm. Plantering av gran under högskärm

<sup>112</sup> Bild modifierad och översatt från: Day, C.D. och MacDonald, G. 2001. Overstorey Manipulation. I: Wagner, R.G. och Colombo, S.J. (redaktörer). *Regenerating the Canadian forest: Principles and practice for Ontario*. Fitzhenry & Whiteside.



kan användas på de flesta tall- och granmarker i södra och mellersta Sverige och på bättre boniteter i norra Sverige. I höglägen, på svaga marker och råhumusmarker där man vill frigöra mer näring är metoden inte så lämplig. Där blir konkurrensen från skärmen för svår för plantorna.

Skärmen skall vara relativt gles under föryngringsskedet och den kan gärna bestå av tall och björk. Det viktigaste är att skärmträden har förutsättningar att motstå vind medan den nya skogen etableras. Lämpligt antal skärmträd är 150–220 st/ha – tätare vid bättre bonitet och i vindutsatta lägen.

Hur markberedningen utförs och antalet plantor som sätts under skärmen bör anpassas till skärmens täthet och förutsättningarna för naturlig föryngring.

När föryngringen är etablerad avverkas de skärmträd som inte skall vara kvar av natur- eller kulturmiljövårdsskäl. Täta skärmar bör avverkas i omgångar för att begränsa plantavgång på grund av friställningschock.

Det största problemet med metoden är risken för stormfällning – särskilt om skärmen är av gran, då dessutom angrepp av granbarkborre utgör en risk. I vindutsatta lägen är det direkt olämpligt att ställa skärmar, om de inte är stormfasta. Blivande skärmträd bör därför ”härddas” genom friställning i sista gallringen. Lämna gärna en mer eller mindre orörd kant av beståndet i den huvudsakliga vindriktningen.

### Lågskärm

Syftet med lågskärm är främst att skydda och få igång granföryngringar på frostlanta marker och på marker med kraftig hyggesvegetation. Bäst är förutsättningarna i glesa slutavverkningsbestånd, där det ofta finns tillräckligt med buskar och småträd att skapa en lågskärm av. I välslutna bestånd är det svårare.

På frostlanta, fuktiga marker kan det behövas en markberedning för att gynna självsådd av lövträd. På många ståndorter blir det snabbt rikligt uppslag av främst björk och asp efter slutavverkningen. Genom röjning skapas därefter en lågskärm. Det uppväxande lövet kommer att ge den planterade granen skydd.

Ofta föryngrar sig gran naturligt under lövet och så småningom kan skärmen avvecklas.<sup>113</sup>

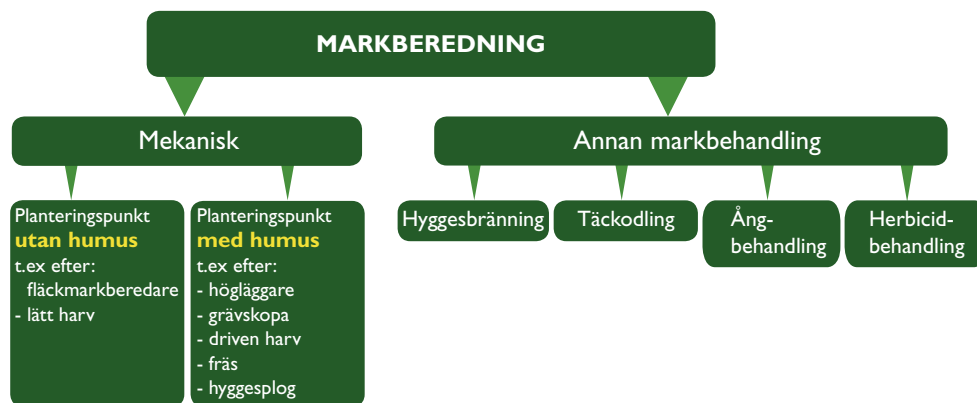
### Markberedning<sup>114</sup>

Markberedning brukar definieras som ”Bearbetning av skogsmark i avsikt att åstadkomma en gynnsam grobädd för frön eller växtplats för plantor”.<sup>115</sup> För att förtydliga att det finns former av markberedning där marken inte flyttas eller blandas om används i den fortsatta framställningen en uppdelning på mekaniska och andra behandlingar (figur PL16).

<sup>113</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 6, Röjning. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>114</sup> Mer information finns i *Skogsskötselserien* del 13, Skogsbruk – mark och vatten. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>115</sup> Se: [www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Skogsencyklopedin/](http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Skogsencyklopedin/).



Figur PL16 Olika former av markberedning. Mekanisk markberedning vänder ner eller river bort humuslagret medan andra former av markbehandling lämnar orörd humus i planteringspunkten.

### Plantering utan markberedning

Plantering utan markberedning kan ge god överlevnad<sup>116</sup> förutsatt att den utförs första våren efter avverkning med plantor som skyddats effektivt mot snytbagggnag och som är så stora att de kan växa ifrån konkurrerande vegetation. Däremot blir tillväxten utan markberedning något sämre.<sup>117</sup>

### Markberedningens effekter

Rätt utförd och utnyttjad, ger markberedning genomgående säkrare beståndsetablering än plantering utan markberedning.<sup>118</sup>

Både plantans egna funktioner och planteringspunktens utbud av tillväxtfaktorer gynnas av markberedningen som:

- avstyr snytbaggar
- höjer temperaturen i rotzonen
- säkrar syretillgången i rotzonen
- förbättrar näringstillgången
- undanröjer vegetationskonkurrens
- begränsar utstrålningsfrost
- anpassar vattentillgången
- underlättar planteringsarbetet.

Markberedningens specifika syfte kan skilja mellan olika landsdelar och föryngringsytor. I norra Sverige framstår till exempel uppvärmning av jorden i rotzonen tidigt under vegetationsperioden som mer avgörande än söderöver där åtgärder mot snytbagge och vegetationskonkurrens oftast har högre prioritet. När väl vattenförsörjningen säkrats ökar näringsförsörjningens betydelse för plantans etablering och fortsatta tillväxt.

<sup>116</sup> Hagner, M. och Jonsson, C. 1995. Survival after planting without soil preparation for pine and spruce seedlings protected from *Hylobius abietis* L. by physical and chemical shelters. *Scand. J. For. Res.* 10, s 225–234.

<sup>117</sup> Hagner, M. 1995. Grönrisplantering – en praktisk metod på vanliga marker. SLU. *Fakta Skog* 4:1995.

<sup>118</sup> Strömberg, C., Claesson, S., Thuresson, T. och Örlander, G. 2001. Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat. Skogsstyrelsen. *Rapport* 8D2–001.

## Mekanisk markberedning

Mekanisk markberedning innebär som regel att enskilda stycken ("humus-torva") eller längre strängar ("tilta") av markvegetation och underliggande humus fläks loss för att skapa planteringspunkter med mineraljord i ytan. En viktig skiljelinje mellan olika mekaniska markberedningsprinciper utgår från om målet är planteringspunkter med humus i plantans närhet eller inte. Var humusen placeras kan påverka vilka effekter som uppnås (tabell PL5).

*Tabell PL5* Inblandning av humus i planteringspunkten eller såddfläcken påverkar oftast förnyngningsresultatet positivt men i vissa fall även negativt. När det gäller första årens överlevnad (samt groning och plantbildning vid förnygring från frö) har humusinblandning betydelse för markfysiken (temperatur, vatten och luckring) och skadefaktorer som till exempel snytbagge, konkurrerande vegetation och risk för uppfrysning. Näringstillgången (komposteffekten) är viktig för tillväxten så snart den inledande etableringsfasen är över.

Effekt	Placering av humus vid mekanisk markberedning	
	Inbäddad humus	Humus överst
Positiv	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Luckring gynnar rot-tillväxt.</li> <li>– Näringstillskott i rotzonen, komposteffekt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Viss möjlighet att begränsa temperaturpendlingen runt fryspunkten vilket är en fördel på platser med uppfrysningsrisk.</li> </ul>
Negativ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bryter kapillär stigning, kan ge problem med vattenförsörjning i överliggande mineraljordshög.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ökar snytbaggegnag.</li> <li>– Långsammare uppvärmning av markprofilen på djupet, ökad risk för utstrålningsfrost.</li> <li>– Mer vegetationskonkurrens, medför på gräsrika marker ökad risk för sorkangrepp.</li> </ul>

**Manuell markberedning** till exempel med hacka har sin plats framför allt vid hjälpplantering och där maskinell markberedning behöver kompletteras i samband med plantering.

**Maskinell markberedning.** För plantering på skogsmark dominerar mekanisk markberedning med specialbyggda maskiner eller markberedningsaggregat som är monterade på någon form av basmaskin, vanligen en traktor eller en grävmaskin. Markberedningen kan utföras intermittent (punktvis) eller kontinuerligt (som sammanhängande spår).

De flesta markberedningsaggregat arbetar i stråk medan maskinen kör. Markberedare med kranpetsmonterade aggregat däremot, stannar på lämpliga platser och utför sedan riktad markberedning punktvis inom den zon som kranen når.



Figur PL17 Fyra exempel på markberedningsaggregat. Harv (Bracke) och högläggare (Komatsu Swelog) (ovan) är dragna aggregat. Ecoplanter (vänstra) och Bracke Planter (högra) är kranspetsmonterade och planterar i samband med markberedningen. Foto: Respektive tillverkare.

Valet av markberedare (tabell PL6) och markberedningsaggregatets inställning bör anpassas till hur svår marken är att markbereda och vilken typ av planteringspunkt som ska åstadkommas. Svårigheten att markbereda ökar med tilltagande blockighet<sup>119</sup> och med mängden stubbar och avverkningsrester. Markens bearbetningsmotstånd<sup>120</sup> och lutning liksom hyggets topografi och form påverkar också hur omständligt det blir att skapa de eftersträvade planteringspunkterna.

Som riktlinje vid mekanisk markberedning eftersträvas minst 4 dm x 5 dm ren mineraljord vid planteringsstället. Från planteringspunkten till obearbetad mark behövs minst 10 cm för att hålla undan snytbaggarna och gärna 20 cm om den konkurrerande vegetationen är frodig.<sup>121</sup>

Andra viktiga faktorer som påverkar det färdiga markberedningsresultatet är förarens skicklighet och att det finns rutiner för egenkontroll och uppföljningar under markberedningens gång. Aggregatets inställning och körsättet kan behöva modifieras för att ge önskat bearbetningsdjup och andel påverkad areal alltefter som markförutsättningarna varierar.

<sup>119</sup> Blockighet avser block över och under markytan.

<sup>120</sup> Bearbetningsmotståndet är högst på finkorniga jordar med tjock risvegetation.

<sup>121</sup> Örlander, G. och Nordlander, G. 1998. Skärmar, markberedning och andra skogsskötse-  
 låtgärder – kan de minska snytbaggeskadorna? *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens  
 Tidskrift* 137(15), s 59–69.

Tabell PL6 Exempel på riktlinjer för val av mekanisk markberedningsmetod vid olika svårighetsgrad och markfuktighetsklasser. (Fläck=fläckmarkberedare, Hög=högläggare)<sup>122</sup>

		Markfuktighetsklass		
		Torr	Frisk	Fuktig
Svårighetsgrad	Mycket lätt	Fläck	Fläck eller Hög	Hög
	Lätt	Fläck eller Hög	Fläck eller Hög	Hög
	Normal	Hög eller Harv	Hög eller Harv	Hög
	Svår	Harv	Harv	Hög eller Grävskopa
	Mycket svår	Grävskopa eller Ingen markberedning	Grävskopa eller Ingen markberedning	Grävskopa eller Ingen markberedning

### Ej mekanisk markberedning

**Herbicider** som temporärt dödar gräs och örter runt planteringspunkten är en beprövat effektiv markberedning där vegetationskonkurrensen är extremt svår.<sup>123</sup> Det är förbjudet i lag att använda herbicider för bekämpning av lövsly på skogsmark, men förbudet gäller inte bekämpning av gräs och örter.<sup>124</sup>

**Vegetationsbekämpning med ånga** kan också vara effektivt, men utrustning för rationell behandling på skogsmark saknas och energiåtgången kan bli avskräckande hög.<sup>125</sup>

Goda argument för användning av ånga är att själva behandlingen inte sprider miljöskadliga ämnen och att markstörningen blir obetydlig.

**Täckodling** innebär att konkurrerande vegetation skuggas bort med ett lager ljustätt täckmaterial av flis, fylljord, papp, plast eller liknande. Samtidigt höjs fuktigheten i det översta marklagret och näringsfrigörelsen kan öka runt plantan.<sup>126</sup>

För att bli effektivt krävs att täckmaterialet är tillräckligt hållbart och kan

<sup>122</sup> Efter: AssiDomän. 1999. *Handbok i återväxtplanering: virkeskvalité – ståndortsanpassning – naturvård*. Stockholm, och Lundmark J.-E. 2006. Val av markberedningsmetod med hänsyn till markegenskaperna. Inledningsanförande vid NSFP-temadag i Tammerfors den 23 mars 2006.

<sup>123</sup> Hytönen, J. och Jylhä, P. 2008. Fifteen-year response of weed control intensity and seedling type on Norway spruce survival and growth on arable land. *Silva Fennica* 42, s 355–368.

<sup>124</sup> Grundläggande bestämmelser finns i lagen om spridning av bekämpningsmedel över skogsmark (SFS 1983:428), vilken sedan 1998 är inkluderade i Miljöbalken.

<sup>125</sup> Norberg, G., Jäderlund, A., Zackrisson, O., Nordfjell, T., Wardle, D.A., Nilsson, M.-C. och Dolling, A. 1997. Vegetation control by steam treatment in boreal forests: a comparison with burning and soil scarification. *Can. J. For. Res.* 27, s 2026–2033.

<sup>126</sup> Johansson, K., Söderbergh, I., Nilsson, U. och Allen, H.L. 2005. Effects of scarification and mulch on establishment and growth of six different clones of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 20, s 421–430.

fixeras tätt mot marken runt plantan. Principen tillämpas med framgång i trädgårdsnäringen och kan vara ett alternativ när mekanisk markberedning och omrörning i markprofilen är oönskat.<sup>127</sup>

Vid grönrissplantering utnyttjas färskavverkningsrester som en form av täckodling genom att plantorna sätts första våren efter avverkning utan föregående mekanisk markberedning.

**Hyggesbränning** är en markberedningsprincip med mycket gamla anor<sup>128</sup>. Hyggesbränningen kan gynna plantetableringen genom minskad vegetationskonkurrens och ökad näringsfrigörelse, men medför också att risken för angrepp av snytbagge och rotmurkla på planterade plantor ökar<sup>129</sup> under de närmast följande vegetationsperioderna.

Hyggesbränning är framförallt gångbar för naturvårdssyften och i samband med förnygring från frö<sup>130</sup> (sådd och naturlig förnygring). Där det är svårt att markbereda mekaniskt, till exempel på grund av ytliga stenar och block, kan hyggesbränning också vara användbar.

<sup>127</sup> Till exempel av hänsyn till forn- eller kulturlämningar eller i tätortsnära miljöer.

<sup>128</sup> Jämför: von Linne, C. 1748. *Om skogsplantering*. Vetenskapliga Akademiens handlingar. Stockholm. Refererad av: Hellberg, E. 1996. *Elden i Skogsmannens tjänst – en skogshistorisk essä*. SLU, jägmästarutbildningen.

<sup>129</sup> Weslien, J. och Wennström, U. 1997. Bränning och förnygring – praktiska råd och problem. SkogForsk. *Resultat* 16–1997.

<sup>130</sup> Wretlind, J.E. 1948. *Nordsvensk hyggesbränning*. Tryckeri AB Thule. Stockholm.

## Plantering

Om möjligt skall plantorna planteras direkt efter leverans och så snart som möjligt efter föryngringshuggningen. Brister i plantvården kan medföra långsammare etablering eller att plantorna dör. Höga temperaturer, uttorkande vind och direkt solljus på rötterna skall absolut undvikas. Vårplantering är säkrast men vid risk för svår torka kan höstplantering vara bättre. Som regel prioriteras planteringspunktens kvalitet framför jämnt förband, viktigast är att vattentillgången förblir säker. Planteringspersonalens kompetens är avgörande. Den mesta planteringen utförs manuellt av säsongsanställd personal. Planteringsmaskiner ger ett lika bra biologiskt resultat men används sällan.

### Plantvård

Sedan plantorna väl lämnat odlingsmiljön i plantskolan gäller det att i möjligaste mån undvika varje form av stress hos dem.

### Mottagning och lagring på hygget

Om möjligt skall plantorna planteras direkt efter leverans.

**Täckrotsplanter** kan mellanlagras i skugga på planteringslokalen om det sker i öppna förpackningar och plantorna vattnas så att roten förblir fuktig fram till planteringen.

Det är en stor fördel om plantorna är i vintervila när de planteras, men frys-lagrade plantor skall alltid vara upptinade och uppvattnade innan plantering.

**Barrotsplanter** förlorar snabbt vitalitet efter att de tagits ur kylförvaring. Om de är i vintervila och packade i lufttäta säckar kan de möjligen lagras ett par dagar på sval plats i skogen eller upp till en vecka i jordkällare.

En vanlig rekommendation är att barrotsplanter bör ställas i vatten ett dygn innan de sätts. Därmed kan förmodligen plantpartier som blivit något uttorkade bättra på sin vattenstatus.

Vid längre tids väntan på plantering måste barrotsplanter jordslås<sup>131</sup> på fuktig, skuggig och sval plats i närheten av hygget där marken förberetts genom att ytskiktet skalats av och jorden grävts om. Plantorna jordslås i enkla rader med jord upp till barren. Ett tunt lager granris ger ytterligare skydd mot uttorkning.

Barrotsplanter som tagits upp på sensommaren för plantering anses ännu känsligare för lagring och bör planteras inom en vecka efter upptagningen.<sup>132</sup>

### Plantan på hygget

Brister i plantvården kan ge skador som till en början är osynliga, men visar sig senare som långsammare etablering eller genom att plantorna dör när de utsätts för de skaderisker som alltid finns på hyggen. Höga temperaturer, uttorkande vind och direkt solljus på rötterna skall absolut undvikas. Särskilt ömtåliga är barrotsplanter och alla plantor som börjat skjuta skott.

<sup>131</sup> Skogsstyrelsen. 1973. *Beståndsanläggning*, del 2. Skogsstyrelsen, Stockholm.

<sup>132</sup> Skogsstyrelsen. 1973. *Beståndsanläggning*, del 2. Skogsstyrelsen, Stockholm.

## Stressade plantor

Korta perioder av olämplig behandling – som kan stressa plantan – kanske inte ger utslag var för sig på etableringsförmågan, men upprepade stress tenderar att ackumuleras. En stressad planta förbrukar sina energireserver för återhämtning och kan ställa om sin ämnesomsättning så att den sedan inte förmår svara på gynnsamma förhållanden för tillväxt.<sup>133</sup>

Stressade plantor som överlever växer långsammare och löper större risk att drabbas av andra skador på planteringslokalen.

## Planteringstidpunkt

Hyggesvila minskar risken för snytbaggeangrepp<sup>134</sup> men av produktions-skäl bör planteringen ske så snart som möjligt efter föryngringsavverkningen. På de bördigaste markerna leder fördröjning både till produktionsförluster och sämre förutsättningar för plantetablering på grund av ökad konkurrens från markvegetationen.<sup>135</sup>

I princip kan plantetableringen lyckas efter plantering under hela perioden då marken är otjälad, förutsatt att plantorna får säker vattenförsörjning från start. Plantering bör ske under den pågående eller närmast följande vegetationsperioden efter markberedning. Målet är att undvika fördröjning som innebär att konkurrerande vegetation hinner frösås i markberedningen innan plantan kommit på plats. Två grundläggande villkor är att planteringspunkten och plantmaterialet valts med omsorg.<sup>136</sup>

## Vårplantering

Generellt framstår vårplantering strax efter tjällossningen som den säkraste planteringstidpunkten. Den främsta förklaringen är att risken för problem med vattenupptagning då är som minst. En plantas rottillväxt startar som regel innan knoppsprickningen (se figur PL6) och när skotten börjar sträcka behöver vattenförsörjningen vara säkrad. Plantor som sätts medan de är i vila är inte lika sköra och har bättre chans att reda ut vattenförsörjningen innan årsskottens vattenbehov måste tillgodoses.

Även om rötterna börjar växa när marktemperaturen kommer upp över 5–6 °C krävs temperaturer nära det dubbla innan rotutvecklingen tar fart på allvar.<sup>137</sup> Under skottsträckningen är dock rotaktiviteten låg och utan lättillgängligt vatten riskerar den nysatta plantan att stressas av vattenbrist.

Senare på försommaren är det vanligt med torr och varm väderlek, vilket ökar plantans transpiration samtidigt som marken torkar upp. Då blir plantan mer beroende av regn för att behålla gynnsam vattenstatus och fotosyntesaktivitet. Problem med vattenförsörjningen leder inledningsvis till

<sup>133</sup> Bazzaz, F.A., Chiarello, F.R., Corley, P.D. och Pitelka, L.F. 1987. Allocating resources to reproduction and defence. *Bioscience* 37, s 58–67.

<sup>134</sup> Se: *Skogsskötselserien* del 12, Skador på skog. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselse-rien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselse-rien).

<sup>135</sup> Örlander, G. och Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scand. J. For. Res.* 14, s 341–354.

<sup>136</sup> Nyström, C. 1994. Planteringstidpunkt och planteringsdjup – en litteraturstudie. SLU, inst. för skogsproduktion. *Stencil* 89.

<sup>137</sup> Alvarez-Uria, P. och Körner, C. 2007. Low temperature limits of root growth in deciduous and evergreen temperate tree species. *Functional Ecology* 21, s 211–218.



att klyvöppningarna stängs, vilket bromsar fotosyntesen. Utdragna torrperioder och ofärdigt rotsystem kan ge akut vattenbrist följt av ofullständig skott- och barrsträckning samt i svåra fall av döda årsskott.

En dålig start på grund av bristande vattenförsörjning under planteringsåret får negativa följder för plantornas tillväxt och motståndskraft under efterföljande år.

## Höstplantering

Inom områden som normalt är försommartorra eller under år med svår torka kan höstplantering vara bättre än vårplantering. Tidig höstplantering (augusti) kan ge en bra start för plantorna eftersom luftfuktigheten i allmänhet är hög och marktemperaturen fortfarande medger god rottillväxt. Vid höstplantering skall plantorna ha avslutat sin skotttillväxt och ha uppnått tillräcklig köldhärdighet. Plantering så sent på säsongen att marktemperaturen är för låg för rottillväxt blir snarast en form av lagring. På mark med risk för uppfrysning rekommenderas inte höstplantering.

## Planteringen utförande

### Organisation<sup>138</sup>

**Planteringspersonalens kompetens** är en avgörande faktor för lyckat föryngringsresultat. Plantörer behöver förstå plantornas grundläggande krav och hur förutsättningarna skiftar över olika planteringsobjekt för att kunna göra ett bra jobb. Den som ansvarar för arbetet bör avsätta tid på timlön<sup>139</sup> till att instruera och repetera lämplig arbetsteknik och plantvård för olika plantsortiment. Då kan plantörerna också få bekräftat att de behärskar val av planteringspunkt på olika ståndorter och efter olika markberedning.

Under planteringsuppdragets gång görs individuella uppföljningar. Ofta reserveras en del av ersättningen till en kvalitetsbonus som betalas ut när plantsättning, planteringsförband och plantantal motsvarar instruktionens krav för bra plantering.

**Planteringsskiften.** Större hyggen indelas i skiften som snitslas upp för att underlätta:

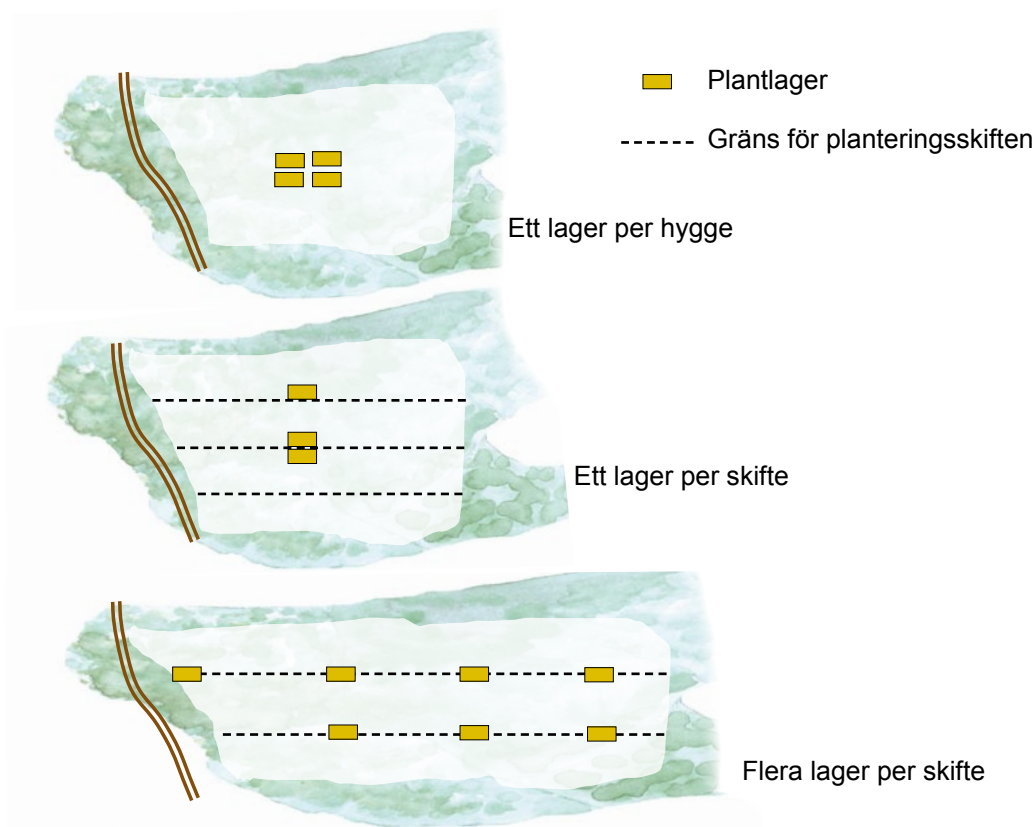
- uttransport av plantor
- fördelning av planteringsarbetet inom arbetslaget
- plantörens organisation av det egna arbetet
- prissättning
- kontroll och uppföljning av planteringsarbetet.

Skiftena läggs lämpligen vinkelrätt mot markberedningsstråken så att plantörerna kan följa markberedningen och utan onödig gångtid hämta påfyllning av plantor vid skiftesgränsen. Varje påfyllning bör räkna en vända fram och tillbaka över skiftet. Bredden på skiftena anpassas alltså till planteringsförbandet och hur många plantor av den aktuella planttypen som plantören kan bära under arbetets gång.

<sup>138</sup> Skogsstyrelsen. 1973. *Beståndsanläggning*. Skogsstyrelsen, Stockholm.

<sup>139</sup> Prestationslön är den vanliga ersättningsformen för planteringsarbete.

På mindre hyggen kan det räcka med ett centralt placerat plantupplag eller vara lika effektivt om plantpåfyllningen görs vid väg (figur PL18).



Figur PL18 Exempel på placering av plantlager vid skiftesgränser eller centralt på hygget. Skiftena läggs lämpligen vinkelrätt mot markberedningsstråken.<sup>140</sup>

**Planttransporter på hygget** bör organiseras så att plantering kan ske jämliken omgående och att plantorna inte riskerar att torka. Större plantupplag kan behöva tillgång till bevattning och förläggs helst skuggigt.

### Planteringsarbetet

**Manuell plantering.** Det mesta av planteringen på skogsmark utförs manuellt av säsongsanställd personal. I och med att plantan är satt fullbordas en lång kedja av åtgärder och beslut som förhoppningsvis skall leda till lyckad återväxt.<sup>141</sup> Det vilar alltså ett stort ansvar på plantören att förvalta tidigare ansträngningar. Planteringsstillfället är sista möjligheten att påverka resultatet. Plantören bör vara uppmärksam på plantornas kondition och sortera bort eventuella plantor som råkat torka ut eller som är synbart försvagade och skadade.

Täckrotsplantor sätts vanligen med planteringsrör efter maskinell markberedning. Barrotsplantor och pluggplantor sätts med hacka eller planterings-

<sup>140</sup> Skogsstyrelsen. 1973. *Beståndsanläggning*. Skogsstyrelsen, Stockholm.

<sup>141</sup> Jfr ”Blixtlåset” i figur PL4.

borr. Bägge fungerar bra på markberedd mark. Hackan kan även användas till kompletterande markberedning medan planteringsborren är bättre om planteringen skall göras genom avverkningsrester vid så kallad grönsplantering.

Om barrotsplantors rötter är så långa att det inte går att sätta plantan bra kan viss rotbeskärning behövas. Det kan gälla till exempel om roten annars deformeras i planteringshålet och plantören bedömer att rotbeskärning medför att huvuddelen av rotsystemet får bättre jordkontakt efter beskärning.

**Maskinell plantering.** Planteringsmaskiner som både markbereder och planterar har visats ge ett biologiskt resultat som motsvarar resultaten efter manuell plantering.<sup>142,143</sup> De två maskinmodeller som är i drift i landet idag (2012) har kranspetsmonterade aggregat burna på grävmaskins- eller skördarchassi. Den lösningen ger större flexibilitet och bättre framkomlighet än äldre dragna varianter.

Förutom fördelen med att markberedning och plantering kan utföras i ett moment motiveras det fortsatta utvecklingsarbetet främst av att mekaniserad plantering behövs vid brist på planteringspersonal.

I Sverige står maskinell plantering för närvarande endast för någon enstaka procent av planteringsarbetet.

## Planteringspunkter och planteringsdjup

Plantörens uppgift är att sätta det avsedda antalet plantor per hektar och hela tiden utnyttja de bästa planteringspunkterna inom rimligt avstånd från omgivande plantor. Som regel prioriteras planteringspunktens kvalitet framför ett absolut jämnt förband. Vad som anses vara minsta godkända avstånd mellan två planterade plantor varierar vanligen mellan 0,6<sup>144</sup> och 1 meter beroende på skogsägarens mål och strategi för det blivande beståndets skötsel.

På flertalet marker innebär bra planteringspunkter att markberedningen är tämligen nygjord,<sup>145</sup> att ren mineraljord täcker marken runt plantan och att det är minst 10 cm till orörd humuskant. När dessa grundläggande krav uppfylls trivs snytbaggen mindre bra i plantans närhet, konkurrerande vegetation hålls borta under den inledande etableringsfasen och temperaturklimatet i omgivande mark och luft blir mer gynnsamt.

Planteringspunkten bör inte ligga i botten av gropar eller fåror utan i nivå med eller något högre än omgivande mark. På så sätt undviks att plantan blir stående i vatten under våren och plantans rottillväxt underlättas av luckrare jord.

För näringstillgångens skull skall rotsystemet ha nära till inbäddad humus. Därmed kan den nysatta plantan behålla en bra näringsstatus under första vegetationsperioden och växa mer under följande år.

<sup>142</sup> Saarinen, V.-M. 2004. Productivity and quality of work with the Bräcke and Ecoplanter planting machines. *Silva Carelica* 45, s 57–63.

<sup>143</sup> Frank, P.-R. 2006. Jämförelse mellan maskinell markberedning/plantering med EcoPlanter och manuell plantering efter konventionell harvning. SLU, inst. för skogsskötsel. *Examensarbeten* 2006:1.

<sup>144</sup> I Skogsstyrelsens återväxttaxeringar är 0,6 meter det kortaste avstånd som accepteras mellan två huvudplantor.

<sup>145</sup> Plantera helst under första vegetationsperioden och undvik fördröjning som innebär att konkurrerande vegetation hinner frösås i markberedningen innan plantan kommit på plats.

Eftersom plantans vattenstatus är avgörande för hur väl den förmår utnyttja växtplatsens resurser behöver planteringspunkten och planteringsdjupet anpassas så att vattentillgången förblir säker. Det betyder att högre punkter kan väljas på fuktiga och friska marker medan torra ståndorter med lättdränerad jord styr planteringen mot punkter i eller strax under den omgivande marknivån.

Genom att plantera djupt i omvända humustorvor täckta av ren mineraljord förbättras plantans chanser att få både säker vattentillgång och bra näringsförsörjning. Djup plantering i högar där upp till halva plantans gröndel hamnar under mark tycks inte nedsätta höjdutvecklingen. Tack vare gynnsammare vattenbalans kan de djupplanterade plantorna växa upp och förbi plantor som startat med hela gröndelen över mark.<sup>146,147</sup>

På finjordsrika jordar medför planteringspunkter i blottad mineraljord risk för dålig plantetablering på grund av uppfrysning<sup>148</sup>. Om plantan sätts djupt genom en mineraljordstäckt omvänd torva, så att rotsystemet hamnar i humusen, motverkas uppfrysningen. Finns inte sådana planteringspunkter är det säkrare att sätta i omvända torvor utan mineraljordstäckning eller i omarkberedd mark.

Vid plantering utan markberedning kan etableringsförhållandena förbättras genom att välja upphöjda planteringspunkter nära stubbar, stenar och grova trädrester.

<sup>146</sup> Sjögren, H. 1986. Plantering av tall på olika djup. SLU, inst. för skogsskötsel. *Examensarbete i ämnet skogsskötsel* 1986:9.

<sup>147</sup> Örländer, G., Gemmel, P. och Wilhelmsson, C. 1991. Markberedningsmetodens, planteringsdjupets och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* nr 33.

<sup>148</sup> Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9 (1), s 67–94.

## Kontroll och återväxtvård

Återväxtkontroll rekommenderas en växtsäsong efter planteringen och sedan efter ytterligare tre år. Subjektiv kontroll ger en snabb uppfattning, objektiv provyteinventering behövs vid osäkerhet om skogsvårdslagens återväxtkrav uppfylls eller ej. En skadeanalys visar vilka åtgärder som kan behövas. Ojämna återväxter med stora luckor hjälplanteras så fort som möjligt. Omplantering är den sista utvägen när planteringsresultatet blivit för dåligt.

### Återväxtkontroll

Det är viktigt att kontroller av föryngringen görs tidigt för att rätt åtgärder skall hinna sättas in i tid. Vanligen rekommenderas återväxtkontroll en växtsäsong efter planteringen och sedan efter ytterligare tre år.

Inom områden där snytbaggeangrepp befaras är det lämpligt att kontrollera läget några veckor efter plantering och vid höstplantering även i maj–juni året därpå.

På bördiga marker med risk för konkurrerande markvegetation är det extra viktigt att plantorna etableras snabbt. Under juni–juli bör det gå att avgöra om årets plantering rotat sig och utvecklas tillräckligt bra eller om det behövs insatser mot gräs med mera.

Återväxtkontroller kan utföras som subjektiv kontroll och objektiva provyteinventeringar.

### Subjektiv kontroll

Genom att gå runt en slinga i planteringsens olika delar och studera årsskottens utveckling och plantornas vitalitet kan man snabbt få en uppfattning om hur etableringen fortskrider och eventuella faror för den fortsatta beståndsutvecklingen. Försvagade plantor studeras närmare för att avgöra vilka skadefaktorer som kan vara inblandade. Gränser runt områden på hygget som kan bli aktuella för hjälpåtgärder markeras på en karta så att arbetsinsatsen och eventuellt plantbehov kan beräknas.

För noggrannare skattning på hela eller delar av hygget där man är osäker på resultatet görs objektiv provyteinventering.

### Objektiv provyteinventering

Det förekommer ett flertal olika varianter och instruktioner för objektiv provyteinventering. Om målet är att kontrollera att skogsvårdslagens återväxtkrav uppfylls räknas i första hand antal huvudplantor och andelen nollytor per hektar. Antalet provytor per objekt bestäms av vilken säkerhet på skattningen som behövs och hur stora inventeringskostnader som kan accepteras.

Mervärdet av att minska förbandet mellan provytorna ökar mest i början men planar efterhand ut. För bedömning av enskilda objekt rekommenderas 20–50 ytor för områden upp till ca 5 hektar. Vanligen används 10–20 m<sup>2</sup> stora cirkelprovytor (1,785–2,52 m radie). Den första provytans läge slumpas och följande provytor fördelas regelbundet med kompassgång längs inventeringslinjer som inte bör gå parallellt med markberedningsstråken eller hyggeskanterna.<sup>149</sup>

<sup>149</sup> Skogsstyrelsen. 2007. *Instruktion återväxttaxering*. Skogsstyrelsen.

## Skadeanalys

För att undvika att föryngringsproblemen upprepas, är det viktigt att reda ut vad som orsakat avgångar eller skador. Vid SLU finns ett webb-baserat diagnosverktyg som kan användas för att identifiera olika typer av skador.<sup>150</sup> Här följer några exempel på åtgärder för att hantera några vanliga skador i skogsplanteringar.

**Snytbaggeangrepp.** Där betningstrycket är högt kan det behövas förnyad kemisk behandling mot snytbagge. Om det krävs hjälpplantering skall man se till att bättra på markberedningen och använda skyddade plantor.

**Dränkning eller torka.** Komplettera markberedningen och välj planteringspunkter som ger säker vattentillgång utan risk för dränkning.

**Frostskador.** Använd hårdigare plantor eller byt till ett trädslag som tål frost bättre.

**Vegetationskonkurrens.** Vanligtvis är det gran som planterats på de bördigaste markerna och om plantorna rotat sig och börjat växa som de ska kan granen övervinna den tilltagande konkurrensen.

Örnbråken, högvuxna örter och buskar går att röja bort eller trampa ned om de riskerar att kväva plantorna.

Gräs konkurrerar framförallt under mark och då hjälper det inte att klippa ned det – konkurrensen kan i vissa fall bli än intensivare efter klippning. Men eftersom gräsväxt drar till sig sork som i sin tur gnager på plantorna medan marken är snötäckt, kan gräsröjning ändå vara motiverad som förebyggande åtgärd mot sork. För att få avsedd effekt behöver vegetationsrensningen upprepas under flera år. I svåra fall kan godkända kemiska medel användas för bekämpning av gräs och gräsrötter i skogsplanteringar.

**Viltbetning.** Om viltstammen inte kan reduceras är det bara stängsling som ger skydd. Det lönar sig knappast att hjälpplantera med tall utan stängsling där tidigare tallplantering förstörts av älgbetning om inte älgstammen samtidigt reduceras.

## Hjälplantering

I första hand är det i ojämna återväxter med stora luckor som hjälpplantering gör nytta för beståndets framtida produktion. Är däremot plantavgångarna någorlunda jämnt fördelade blir det svårare att få ett bra resultat. I mindre luckor än ca 200 m<sup>2</sup> är hjälpplantering sällan meningsfull.<sup>151</sup>

Om huvuddelen av hyggets föryngring misslyckats är det mest rationella att börja om från början med markberedning och skogsodling över hela ytan (se ”Omplantering” nedan).

<sup>150</sup> Se: [www-skogsskada.slu.se](http://www-skogsskada.slu.se).

<sup>151</sup> Gemmel, P. och Nilsson, U. 1990. Competition between originally planted and beeted seedlings in stands of Norway spruce and Scots pine. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 27. 32 s.

## Behov av markberedning

Markberedning förbättrar chanserna att lyckas med en hjälpplantering. Punktinsatser för att bättra på och komplettera markberedningen görs lämpligen med planteringshackan.

## Tidpunkt

Om hjälpplantering skall genomföras bör det ske så fort som möjligt. Kravet på snabba insatser ökar med markens bördighet: på de bördigaste markerna redan inom ett år efter plantering och på de svagare senast efter tre år.

## Plantstorlek och trädslagsval

Målet är som regel att de hjälpplanterade plantorna ska klara av att utvecklas i takt med det omgivande plantbeståndet. Eftersom hjälpplanterade plantor utsätts för större konkurrens än plantor som sätts på ett nytt hygge är det en fördel att använda stora plantor.

Beroende på mark och storleken på luckorna kan man vinna på trädslagsbyte. Hjälpplanterad gran tål större skiktning än tall, och det går att dra nytta av tallens större tillväxt i ungdomen. I mellersta och norra Sverige kan conortatall vara ett alternativ.

## Omplantering

Omplantering är den sista utvägen när planteringsresultatet blivit för dåligt enligt skogsvårdslagens krav och inslaget av naturlig föryngring inte räcker för att bygga ett nytt bestånd.

Eftersom misslyckade planteringar ofta blivit förvildade av konkurrerande vegetation är utgångsläget för omplantering svårare än vid normal plantering i direkt anslutning till beståndsavvecklingen. En ny och mer intensiv markberedning i kombination med större och hårdigare plantor behövs i regel.

## Referenser

- Ackzell, L. 1994. Forest regeneration by nature and man. Studies in boreal Sweden emphasizing genetic aspects. SLU, inst. för skoglig genetik och växtfysiologi. *Avhandling*.
- Alvarez-Uria, P. och Körner, C. 2007. Low temperature limits of root growth in deciduous and evergreen temperate tree species. *Functional Ecology* 21, s 211–218.
- Arvidsson, B. 2006. *Bok*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.
- Arvidsson, B. 2006. *Douglas*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.
- Arvidsson, B. 2006. *Hybridlärk*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.
- Arvidsson, B. 2006. *Sibirisk lärk*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.
- Arvidsson, B. 2006. *Skogsek*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.
- AssiDomän. 1999. *Handbok i återväxtplanering: virkeskvalité – ståndortsanpassning – naturvård*. Stockholm.
- Ballaré, C.L., Scopel, A.L. och Sánchez, R.A. 1990. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: An early signal of competition in plant canopies. *Science* 247, s 329–332.
- Bazzaz, F.A., Chiarello, F.R., Corley, P.D. och Pitelka, L.F. 1987. Allocating resources to reproduction and defence. *Bioscience* 37, s 58–67.
- Bergquist, J., Eriksson, A. och Fries, C. 2011. Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2009. Skogsstyrelsen. *Rapport* 1–2011.
- Brunberg, T. 2007. Skogsbrukets kostnader och intäkter: 2006 – året mellan Gudrun och Per. SkogForsk. *Resultat* 9–2007.
- Burdett, A.N. 1987. Understanding root growth capacity: theoretical considerations in assessing planting stock quality by means of root growth tests. *Can. J. For. Res.* 17(8), s 768–775.
- Colombo, S.J., Sampson, P.H., Templeton, C.W.G., McDonough, T.C., Menes, P.A., DeYoe, D. och Grossnickle, S.C. 2001. Assessment of nursery stock quality in Ontario. I: Wagner, R.G. och Colombo, S.J. (redaktörer). *Regenerating the Canadian forest: Principles and practice for Ontario*. Fitzhenry & Whiteside.
- Day, C.D. och MacDonald, G. 2001. Overstorey Manipulation. I: Wagner, R.G. och Colombo, S.J. (redaktörer). *Regenerating the Canadian forest: Principles and practice for Ontario*. Fitzhenry & Whiteside.
- Dormling, I. och Lundkvist, K. 1983. Vad bestämmer skogsplantors tillväxt och härdighet i plantskolan? SLU. *Skogsfakta* 8:1983.
- Elfving, B. 1992. Återväxtens etablering och utveckling till röjningstidpunkten. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapporter* 67.
- Fløjstad, I., Granhus, A. och Lindström, A. 2007. Effekt av markberedning ved bruk av miniplanter og konvensjonelle pluggplanter. I: Nygaard, P.H. och Fløjstad, I.S. (redaktörer). *Foryngelse for et bærekraftig skogbruk*. Forskning fra Skog og landskap 3.
- Frank, P.-R. 2006. Jämförelse mellan maskinell markberedning/plantering med EcoPlanter och manuell plantering efter konventionell harvning. SLU, inst. för skogsskötsel. *Examensarbeten* 2006:1.
- Galinski, W. 1994. Non random needle orientation in 1-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings when adjacent to non-shading vegetation. *Trees* 8, s 160–164.



- Gemmel, P. och Nilsson, U. 1990. Competition between originally planted and beeted seedlings in stands of Norway spruce and Scots pine. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 27. 32 s.
- Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9 (1), s 67–94.
- Grip, H. och Rohde, A. 1985. *Vattnets väg från regn till bäck*. Forskningsrådets förlagstjänst, Stockholm.
- Grossnickle, S.C. 2000. *Ecophysiology of northern spruce species: The performance of planted seedlings*. NRC Research press, Ottawa, Kanada. 409 s.
- Grossnickle, S.C. 2012. Why plants survive: influence of plant attributes. *New Forests* 43 (5–6), s 711–738.
- Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9 (1), s 67–94.
- Hagner, M. 1995. Grönrisplantering – en praktisk metod på vanliga marker. SLU. *Fakta Skog* 4:1995.
- Hagner, M. och Jonsson, C. 1995. Survival after planting without soil preparation for pine and spruce seedlings protected from *Hylobius abietis* L. by physical and chemical shelters. *Scand. J. For. Res.* 10, s 225–234.
- Hajek, J. 2006. Sätt inte ut döda och sjuka plantor. *PLANTAktuellt* nr 1:2006.
- Hultén, H. 1992. Olika plantor för olika ståndorter. *Skog & Forskning* 3:1992, s 28–33.
- Hansson, P. 1998. Susceptibility of different provenances of *Pinus sylvestris*, *Pinus contorta*, and *Picea abies* to *Gremmeniella abietina*. *Eur. J. For. Pathol.* 28, s 21–32.
- Hellberg, E. 1996. *Elden i Skogsmannens tjänst – en skogshistorisk essä*. SLU, jägmästarutbildningen.
- Hytönen, J. och Jylhä, P. 2008. Fifteen-year response of weed control intensity and seedling type on Norway spruce survival and growth on arable land. *Silva Fennica* 42, s 355–368.
- Jeansson, E. 1999. Naturally and artificially established seedlings in regrowths in Sweden. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapporter* 145.
- Johansson, K., Söderbergh, I., Nilsson, U. och Allen, H.L. 2005. Effects of scarification and mulch on establishment and growth of six different clones of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 20, s 421–430.
- Joyse, D. Nitschke, P., och Mosseler, A. 2001. Genetic resource management. I: Wagner, R.G. och Colombo, S.J. (redaktörer). *Regenerating the Canadian forest: Principles and practice for Ontario*. Fitzhenry & Whiteside.
- Karlman, M. 2001. Risks associated with the introduction of *Pinus contorta* in northern Sweden with respect to pathogens. *For. Ecol. Manage.* 141(1–2), s 97–105.
- Karlsson, B. 2007. Sitka- och Douglasgran – alternativ för ett nytt klimat. SkogsForsk. *Resultat* 17–2007.
- Karlsson, H., Lundmark, J.-E., Sundkvist, H., Wahlgren, B., Jacobsson, J. & Johansson, O. 1999. *Handbok i återväxtplanering. Virkeskvalité – Ståndortsanpassning – Naturvård*. AssiDomän.
- Landis, T.D. 1989. Mineral nutrients and fertilization. *The Container Tree Nursery Manual. Agriculture Handbook* 674, volym 4. USDA Forest Service.
- Lavender, D.P, Tinus, R., Sutton, R. och Poole, B. 1980. Evaluation of planting stock quality. *New Z. J. For. Sci.* 10, 293–300.
- von Linne, C. 1748. *Om skogsplantering*. Vetenskapliga Akademiens handlingar. Stockholm.
- Lundmark J.-E. 2006. *Val av markberedningsmetod med hänsyn till markegenskaper*. Inledningsanförande vid NSFP-temadag i Tammerfors den 23 mars 2006.
- Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk*. Del 2 – Tillämpning. Skogsstyrelsens förlag.

- Lundmark, T. och Hällgren, J.-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Can. J. For. Res.* 17, s 1197–1201.
- Martinsson, O. och Lesinski, J. 2007. *Siberian larch – Forestry and timber in a Scandinavian perspective*. Jämtlands läns institut för landsbygdsutveckling.
- Mattsson, A. 1995. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests* 13, s 227–252.
- Niemelä, P. och Danell, K. 1988. Comparison of moose browsing on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and lodgepole pine (*P. contorta*). *J. Applied Ecology* 25, s 761–775.
- Nilsson, J.-E. 2001. Seasonal changes in phenological traits and cold hardiness of F1-populations from plus-trees of *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* of various geographical origins. *Scand. J. For. Res.* 16 (1), s 7–20.
- Norberg, G., Jäderlund, A., Zackrisson, O., Nordfjell, T., Wardle, D.A., Nilsson, M.-C. och Dolling, A. 1997. Vegetation control by steam treatment in boreal forests: a comparison with burning and soil scarification. *Can. J. For. Res.* 27, s 2026–2033.
- Nyström, C. 1994. Planteringstidpunkt och planteringsdjup – en litteraturstudie. SLU, inst. för skogsproduktion. *Stencil* 89.
- Oskarsson, R. 2011. *Sitka*. Svenska skogsplantor. Kompendium. Tillgänglig på: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se), Bättre skog, Broschyrer.
- Paterson, J., DeYoe, D., Millson, S. och Galloway, R. 2001. Handling and planting of seedlings. I: Wagner, R.G. och Colombo, S.J. (redaktörer). *Regenerating the Canadian forest: Principles and practice for Ontario*. Fitzhenry & Whiteside.
- Pettersson, M., Kännaste, A., Lindström, A., Hellqvist, C., Stattin, E., Långström, B. och Borg-Karlsson, A.-K. 2008. Mini-seedlings of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation? *Scand. J. For. Res.* 23 (4), s 299–306.
- Rune, G. 2003. Instability in plantations of container-grown Scots pine and consequences on stem form and wood properties. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Silvestria* 281. SLU.
- Saarinen, V.-M. 2004. Productivity and quality of work with the Bräcke and Ecoplanter planting machines. *Silva Carelica* 45, s 57–63.
- Salisbury, F.B. och Ross, C.W. 1992. *Plant physiology*. 4:e upplagan. Wadsworth Publishing Company, USA.
- Sjögren, H. 1986. Plantering av tall på olika djup. SLU, inst. för skogsskötsel. *Examensarbete i ämnet skogsskötsel* 1986:9.
- Skogsstyrelsen. 1973. *Beståndsanläggning, del 2*. Skogsstyrelsen, Stockholm.
- Skogsstyrelsen. 2007. *Instruktion återväxttaxering*. Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen. 2012. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 januari 2012*. Tillgänglig på [www.skogsstyrelsen.se](http://www.skogsstyrelsen.se), Lagen.
- Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J. och Ashton, P.M.S. 1997. *The practice of silviculture. Applied forest ecology*. 9:e upplagan. Wiley and Sons.
- South, D.B. och Mason, W.L. 1993. Influence of difference in planting stock size on early height growth of sitka spruce. *Forestry* 66, s 83–96.
- Stenberg, P., DeLucia, E.H., Schoette, A.W. och Smolander, H. 1995. Photosynthetic light capture and processing from cell to canopy. I: Smith, K.W. och Hinckley, T.M. (redaktörer). *Resource physiology of conifers, Acquisition, allocation, and utilization. Physiological Ecology*. Academic press.
- Strömberg, C., Claesson, S., Thuresson, T. och Örlander, G. 2001. Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat. Skogsstyrelsen. *Rapport* 8D2–001.
- Teskey, R.O., Sheriff, D.W., Hollinger, D.Y. och Thomas, R.B. 1995. External and internal factors regulating photosynthesis. I: Smith, K.W. och Hinckley, T.M. (redaktörer). *Resource physiology of conifers, Acquisition, allocation, and utilization. Physiological Ecology*. Academic press.

- Thorsén, Å., Mattsson, S. och Weslien, J. 2001. The influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius* spp.). *Scand. J. For. Res.* 16, s 54–66.
- Timmer, V.R. och Munson, A.D. 1991. Site-specific growth and nutrient uptake of planted *Picea mariana* in the Ontario Clay Belt. IV. Nitrogen loading response. *Can. J. For. Res.* 21, s 1058–1065.
- Wagner, S. och Lundqvist, L. 2005. Regeneration techniques and the seedling environment from a European perspective. I: Stanturf, J.A. och Madsen, P. (redaktörer). *Restoration of boreal and temperate forests*. CRC Press.
- Wallertz, K. och Malmqvist, C. 2012 The effect of mechanical site preparation methods on the establishment of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in southern Sweden. *Forestry* 86 (5).
- Ångström, A. 1974. *Sveriges klimat*. Stockholm.
- Weslien, J. och Wennström, U. 1997. Bränning och föryngring – praktiska råd och problem. SkogForsk. *Resultat* 16–1997.
- Wretling, J.E. 1948. *Nordsvensk hyggesbränning*. Tryckeri AB Thule. Stockholm.
- Örlander, G. och Gemmel, P. 1989. Markberedning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3:89.
- Örlander, G., Gemmel, P. och Wilhelmsson, C. 1991. Markberedningsmetodens, planteringsdjupets och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* nr 33.
- Örlander, G., Hallsby, G., Gemmel, P. och Wilhelmsson, C. 1998. Inverting improves establishment of *Pinus contorta* and *Picea abies* – 10-year results from a site preparation trial in northern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 13, s 160–168.
- Örlander, G. och Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scand. J. For. Res.* 14, s 341–354.
- Örlander, G. och Nordlander, G. 1998. Skärmar, markberedning och andra skogsskötselåtgärder – kan de minska snybaggeskadorna? *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* 137(15), s 59–69.

(Footnotes)

1 Ångtrycksdeficit: ”mått på luftens torrhet och förmåga att ta upp vattenånga”.  
*Nationalencyklopedin* (tillgänglig på: [www.ne.se](http://www.ne.se)). Eftersom varm luft kan ha högre vatteninnehåll än kall luft är, vid samma vatteninnehåll, varm luft mer uttorkande än kall.