

Praktiska rekommendationer för intensivodling

Johan Bergh, Ulf Johansson och Urban Nilsson

Förord

De praktiska rekommendationerna för intensivskogsodling är baserat på dagens kunskapsläge, där en del av rekommendationerna inte täcks av forskningsresultat utan är antaganden. De områden som är svårast att bedöma i dagsläget är (i) i vilken utsträckning gödslingsintervallet påverkar produktionspotentialen och läckagerisken, (ii) utfallet av virkes- och fiberkvaliteten vid olika skötselalternativ och (iii) skötselmetoder för att minimera negativa miljöeffekter vid avveckling av intensivodlade bestånd. En utvidgning där flera skötselalternativ tas med i samråd med skogsnäringen, samt en vidareutveckling av prognosmodeller är önskvärt i framtiden.

Sammanfattning

Skogsskötsel i intensivodlad skog skall inriktas mot metoder som ger hög produktion och god lönsamhet samtidigt som negativa miljöeffekter undviks. Därför är det viktigt vid valet av mark att man beaktar dess natur- och miljövärden, samtidigt som den är lämplig för intensivodling ur ekonomisk och produktionsfysiologisk synpunkt. Markbehandling i form av djupplöjning eller inversmarkberedning är effektiva metoder som minskar konkurrensen från fältvegetation och förebygger skador av sork och frost. Väl etablerad ungskog bör vårdas med röjning av främst självsådda plantor. Gallringar i unga bestånd bör vara starka och ofta återkommande, medan äldre bestånd bör gallras svagt eller inte alls. Ett gallringsfritt skogsbruk med ännu kortare omloppstid är också ett högaktuellt alternativ. Behovsanpassad näringstillförsel startar i ungskogsfasen med låga givor vartannat år för att senare övergå till femåriga spridningsintervall då bestånden sluter sig. Vid beståndsavveckling måste skärmställningar, helträdsuttag eller andra metoder som minskar risken för näringsläckage tillämpas. Skadeförebyggande åtgärder mot främst vind/snö och rotröta bör ges hög prioritet vid intensivodling. Ekonomiska kalkyler på beståndsnivå visar att intensivodling med gödning har högre lönsamhet än konventionellt skogsbruk både med och utan gallring. Detta är en effekt av kraftigt ökad produktion och förkortade omloppstider. Det gallringsfria alternativet visade sig vara det mest lönsamma vid intensivodling. Plantförbandet hade en avgörande betydelse i en nuvärdeskalkyl där 1500 plantor per hektar gav den högsta avkastningen av de tre plantförbanden (1500, 2500, 4000 pl/ha) som jämfördes.

Val av mark för intensivodling

Ur ren produktionsfysiologisk synvinkel bör man undvika sandmarker eftersom dessa marker är torra och har en dålig vattenhållande förmåga, vilken försämrar vattentillgången och kan begränsa trädets tillväxt. Dessutom är det större risk för näringsläckage. Man bör inte heller välja blöta marker och i norra Sverige bör även fuktiga marker undvikas, då det föreligger stor risk att rötternas funktion och upptag av näringsämnen hämmas vid syrebrist. Vidare bör beståndet inte ligga på en nordsluttning, eftersom solinstrålningen där är lägre. Detta har en direkt inverkan på fotosyntesproduktionen och tillväxten men kan också påverka

produktionen genom att snösmältning fördröjs och tjälen går ur marken senare på våren. Framst är detta ett problem i kuperad terräng i norra Sverige. Vid intensiv näringstillförsel bör man av ekonomiska skäl främst satsa på medelgoda och sämre boniteter för regionen, eftersom merproduktionen är större jämfört med de bästa boniteterna. I södra Sverige räknar vi de bästa boniterna som G34 och uppåt, i mellersta Sverige G30-, i norra Sverige G26-. Det krävs en merproduktion på ca 3 m³sk eller mer för att intensiv näringstillförsel ska vara ekonomiskt lönsam. Nedlagd åkermark tillhör oftast de allra bästa boniteterna och intensiv näringstillförsel är av ekonomiska skäl oftast inte aktuell. Det är däremot viktigt att följa och korrigera näringsobalanser som lätt kan uppkomma på dessa marker. Om man väljer befintliga monokulturer av gran ska beståndet vara välföryngrat utan stora luckor med minst 1500 stammar per hektar. Av miljö- och naturvårdshänsyn ska bestånd med hög biodiversitet utslutas. På grund av risken för läckage bör balanserad näringstillförsel ej ske i anslutning till sjöar och vattendrag.

Sammanfattningsvis gäller för val av mark:

- Beståndet skall vara dominerat av gran
- Välföryngrat bestånd utan stora luckor med minst 1500 stammar per hektar
- Sandig-moig morän eller finare textur
- Friska eller fuktiga marker
- Ej kraftiga nordsluttningar
- Framst medelgoda eller sämre boniteter för regionen
- Marken ska ha ringa miljövärden och inte ligga i anslutning till områden med höga naturvärden
- Området ska inte ligga i anslutning till sjöar och vattendrag

Metoder för skadefri och säker plantetablering

För att göra plantetablering möjlig på vegetationsrika hyggen måste någon form av markbehandling ske. Internationellt sett är kemisk vegetationsbekämpning den gängse markbehandlingen vid intensivodling, men i Sverige är restriktionerna för bruket av herbicider inom skogsbruket stora. För att uppnå likvärdiga eller till och med bättre resultat än vid herbicidbehandling kan ett antal olika mekaniska metoder för markbearbetning användas. Metoderna är dock olika effektiva på olika ståndorter och kostnadsskillnaderna är stora. Generellt bör det vara fördelaktigt att använda en så skonsam metod som möjligt, både med hänsyn till miljö och ekonomi.

Blottad mineraljord minskar risken för nattfrost och är ett ogästvänligt substrat för både sork och snytbagge. För att göra fröbanken inaktiv men ändå utnyttja markens näringskapital kan humusskiktet, eller matjorden om det är en åkermark, begravas under 10–20 cm mineraljord. På mineraljord utan organiskt material växer dessutom fältvegetationen in långsammare. Markberedningsmetoder som är anpassade till dessa faktorer är djupplöjning och innersmarkberedning.

Anläggningsförband

Valet av anläggningsförband har stor betydelse för volymproduktion, virkeskvalitet och ekonomi i såväl näringsoptimerad skog som i vanlig skog. Allmänt gäller att ett tätare anläggningsförband ger högre volymproduktion och bättre virkeskvalitet. Ju större stamantal i utgångsläget, desto större total volymproduktion. Högre stamantal i utgångsläget ger samtidigt en större produktion av klen virke. Vidare påverkar anläggningsförbandet såväl virkets fiberegenskaper (densitet, årsringsbredd, andel ungdomsved m.m.) som de yttre kvalitetsbestämmande egenskaperna (t.ex. grengrovlek, stamraket och avsmalning). Generellt gäller att ett högre utgångsstamantal ger en förbättring av både inre och yttre kvalitetspåverkande egenskaper.

Samtidigt som ett tätare anläggningsförband ger högre volymproduktion och bättre virkeskvalitet ger det också högre kostnader för beståndsanläggningen. De ökade kostnaderna måste ställas i relation till förväntade intäkter av en högre volymproduktion och en förbättrad virkeskvalitet. Kalkyler baserade på dagens pris- och kostnadsrelationer visar oftast på svag lönsamhet för täta anläggningsförband (se ekonomisk kalkyl under avsnittet ”Skötselprogram och ekonomiska kalkyler vid intensivodling” och bilaga 2). Anledningen är bl.a. att prisskillnaderna idag är små mellan granvirke av högre respektive lägre kvalitet.

Beståndsvård

Ungskogsvård

När en intensivodlad föryngring växer in i ungskogsfasen bör man inledningsvis ta ställning till om planerna på intensivodling skall fortsätta. Om en jämn och välsluten ungskog etablerats finns goda förutsättningar för ett lyckat resultat. Om föryngringen drabbats av mera omfattande skador bör man däremot snarast avbryta planerna på intensivodling. Många studier visar nämligen att ett bestånds framtida produktion är starkt beroende av ungskogens täthet. Vilken lägsta täthet hos ungskogen som erfordras för ett lönsamt intensivskogsbruk bör göras till föremål för närmare studier och kalkyler.

Med en välsluten och jämn ungskog torde röjningsprogrammet främst inriktas mot sanering av självsådda plantor. Bortröjning av planterade stammar är inte aktuellt annat än där dessa har svårare skador eller starkt kvalitetsnedsättande fel. I normalfallet röjs alla självsådda barr- och lövplantor bort. Endast i undantagsfall lämnas självsådda plantor för att fylla ut mindre luckor där planterade plantor saknas. Vidare lämnas löv endast i den lägsta omfattning som erfordras för att uppfylla skogsvårdslagens minimikrav. Om beståndsanläggningen lyckats och röjning sätts in vid rätt tidpunkt torde endast ett röjningsingrepp vara nödvändigt på flertalet ståndorter.

Motormanuella röjningsmetoder bör idag ligga närmast till hands. För framtiden torde det emellertid vara angeläget att maskinella röjningsmetoder utvecklas för intensivodling. Förutsättningarna för detta bör vara goda då de flacka och blockfattiga ståndorter som kommer i fråga för intensivodling troligen är bland de som lättast kan röjas med maskinella metoder. Dessutom kan det finnas möjligheter till teknisk samordning mellan maskinell röjning och spridningen av gödselmedel.

Gallring

I ett intensivodlat bestånd som uppnått gallringsmogen ålder måste man först ta ställning till om beståndet skall gallras eller ej. Man bör normalt avstå att gallra i bestånd (eller delar av bestånd) på mycket starkt vindexponerade ståndorter där risken för stormskador bedöms vara hög. Även i andra situationer kan det finnas motiv för ett gallringsfritt skogsbruk.

Intensivodlad skog förväntas växa in i gallringsfasen vid yngre ålder än vanlig skog. För att så tidigt som möjligt stabilisera bestånden mot vind- och snöskador är det viktigt att den första gallringen utförs i tid. Då intensivodlingen kan förväntas ha en väsentligt högre tillväxt än vanlig skog kommer detta att påverka gallringsprogrammets uppläggning. Allmänt gäller att gallringsintervallen bör vara kortare och gallringsstyrkan högre än i vanlig skog. Då yngre gallringsbestånd av gran kan gallras hårt utan att volymtillväxten påverkas i någon högre grad, bör tidiga gallringar i intensivodlad skog vara hårda. Härigenom påskyndas dimensionsutvecklingen, vilket ger möjlighet att förkorta omloppstiden. Hårda ingrepp i början av gallringsfasen ger även en snabb stamantalsreduktion, vilket lämnar möjlighet för svagare ingrepp under senare delen av gallringsfasen. Fri gallring bör tillämpas, men låggallringsmomentet bör var så stort som möjligt för att gynna dimensionsutvecklingen. För att höja beståndens genomsnittskvalitet bör emellertid alltid grova träd med dålig kvalitet tas ut. Grundytan efter gallring bör vara högre vid intensivodling än i vanlig skog.

Ett komplett stickvägssystem bör läggas upp i samband med det första gallringsingreppet. Stickvägar bör tas upp till full bredd, vilket med dagens teknik i regel innebär ca 4 m. Breda stickvägar minskar risken för att drivningsmaskiner ger skador på stammar och rotsystem. Stickvägar som tas upp i unga bestånd leder endast till smärre tillväxtförluster, eftersom kanträd snabbt utnyttjar de fria ytorna i stickvägarna. Beroende på vilken teknik som används för spridning av gödselmedel kan det bli aktuellt att ta upp stickvägar redan före första gallring.

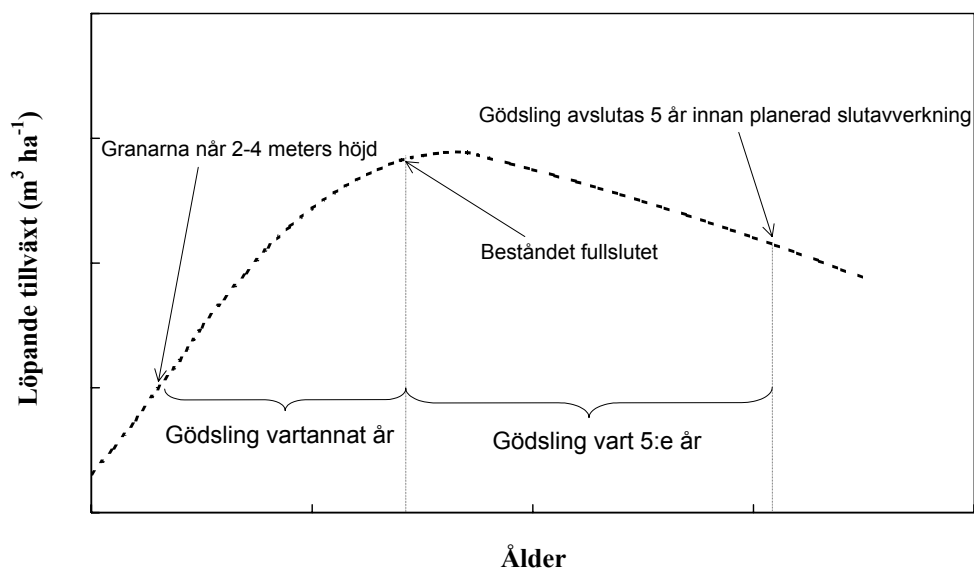
Gallringsfritt skogsbruk

I gallringsfritt skogsbruk bör stamantalet inte vara högre än 1000-1500 plantor per hektar, vilket lämpligen regleras genom val av plantförband eller ungskovsröjning. Fördelarna med det gallringsfria alternativet, förutom att risken för stormskadorna minskar, är att även risken för rotrotteangrepp reduceras. Dessutom har omloppstiden förkortats, vilket har en gynnsam effekt på det ekonomiska utfallet i en nuvärdeskalkyl. Nackdelarna är att risken för snöbrott kan öka och att timmerkvaliteten sannolikt blir sämre jämfört med gallringsalternativet. Av ekonomiska och praktiska skäl är det en fördel att ta upp stickvägar då beståndet har slutit sig, så att man vid gödsling kan övergå från en mer kostsam luftspridning till markspridning istället.

Gödslingsprogram vid optimerad näringstillförsel

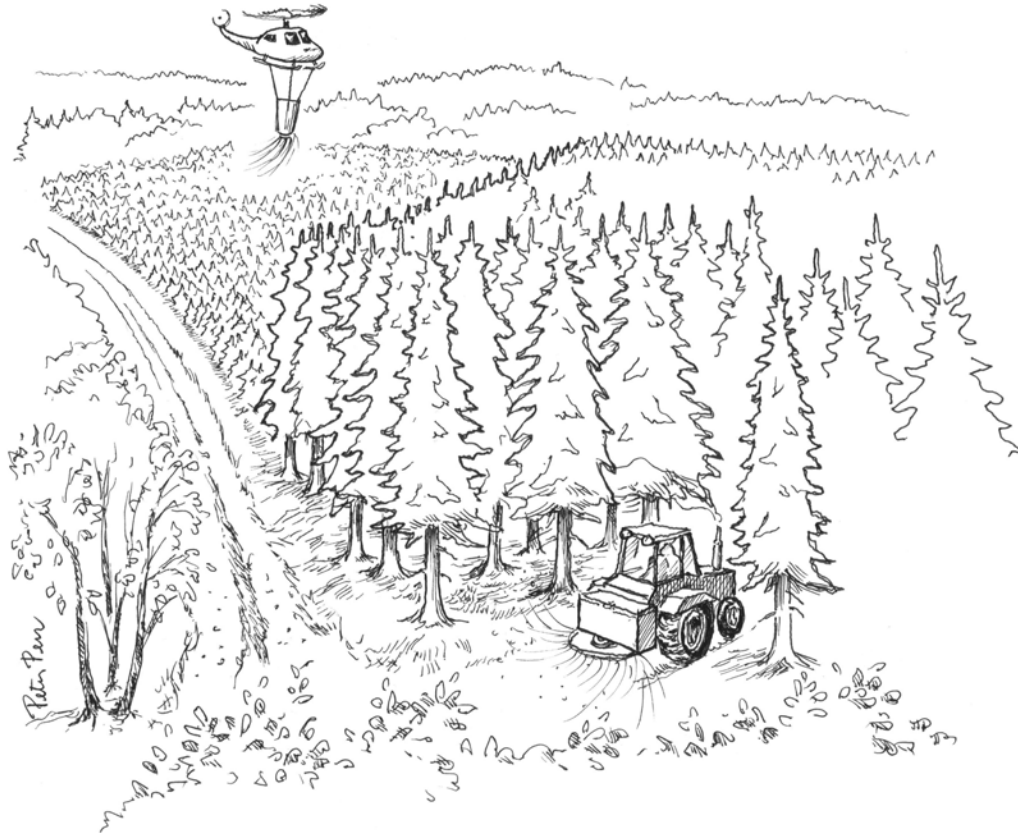
Det är sannolikt mer lönsamt att genomföra balanserad näringstillförsel vartannat år än att göra det varje år, även om vi antar att volymtillväxten i praktiken blir 40% mindre än i fältförsöken (Flakaliden och Asa). Idag vet man inte hur mycket produktionen skulle minska om gödsling skedde vartannat istället för varje år i ungdomsfasen, men gissningsvis är minskningen ca 10%. I en praktisk tillämpning bör näringstillförseln ske i form av fastgödsel och man bör tillföra även andra växtnäringsämnen förutom kvävet. Barranalyser bör tas på hösten före varje gödslingstillfälle för att kunna fastställa beståndets kvävebehov och eventuella näringsobalanser. Hur barrprovtagningen ska ske, när den ska utföras och hur man

ska bestämma gödselgivan påföljande år finns beskrivet i bilaga 1. Första gödsling sker redan då granarna är 2-4 meter höga och på våren/försommaren ett par veckor innan granens skottskjutning. Detta intensiva gödslingsprogram fortsätter till dess att ungskogen sluter sig ordentligt, då det uppstår en näringscirkulation genom att en del av barren börjar trilla av. Därefter bör det räcka med näringstillförsel vart femte år (se figur 1). Gødslingsprogrammet avslutas 5 år innan slutavverkning, så att näringsämnen i så stor utsträckning som möjligt kan tas upp och byggs in i granarnas biomassa. Detta skulle minska risken för näringsläckage i samband med slutavverkning.



Figur 1. Den streckade linjen avser den löpande stamvolymtillväxten under en omloppstid. Fösta gödningen sker då granarna är 2-4 meter höga. Därefter sker gödning vartannat år till dess att beståndet sluter sig ordentligt och den löpande tillväxten kulminerar. I fullslutna bestånd uppstår en näringscirkulation genom att en del av barren börjar trilla av. Därefter bör det räcka med näringstillförsel vart femte år. Gødslingsprogrammet avslutas 5 år innan slutavverkning.

Vid låga plantförband (<1500) kan de första gödningarna med fördel ske med traktor, särskilt i Sveriges mellersta och norra delar. Efterhand som ungskogsbestånden blir täta att man är tvungen att övergå till luftspridning med flygplan eller helikopter. När man har gallrat för första gången kan man återgå till traktorspridningen igen. I ett gallringsfritt skogsbruk är det sannolikt av praktiska och ekonomiska skäl fördelaktigt att ta upp stickvägar, så att man kan återgå till den billigare markspridningen.



Figur 2. Luftspridning av gödselmedel i täta ungsskogar och traktorspridning i gallrade bestånd.

Vid den första gödningen behöver man inte ta hänsyn till alla växtnäringsämnen, utan det gäller att få fart på produktionsapparaten genom att bygga upp en stor barmassa. Vid första gödningstillfället satsar man därför på tillförsel av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K). Vid efterföljande gödningar måste man vara mer observant på eventuella näringsobalanser och korrigera dessa om de uppstår (se bilaga 1). Förslagsvis kan man tillföra följande mängd N vid gödning vartannat år:

- 160 kg N/vartannat år om kvävehalten är lägre än 1,1%,
- 125 kg N/vartannat år vid en kvävehalt mellan 1,1 och 1,7%,
- 80 kg N/vartannat år om kvävehalten är högre än 1,7%.

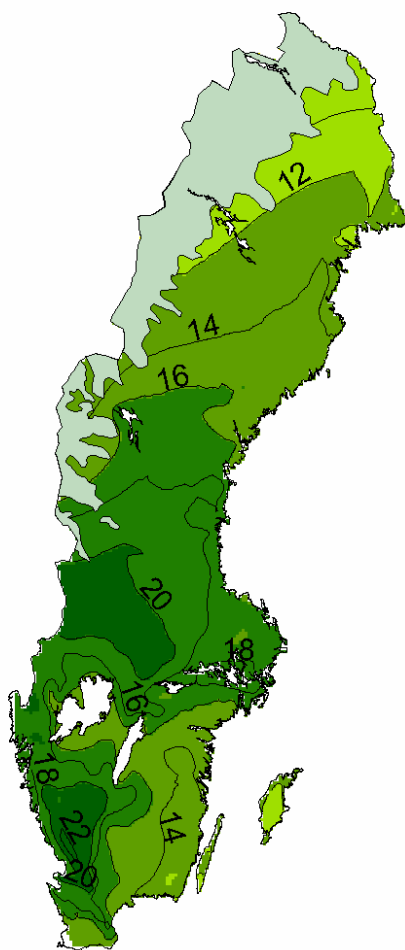
I fullslutna bestånd med näringstillförsel vart femte år räknar vi med att en betydande del av näringsämnena i barrförnan snabbt mineraliseras och blir tillgängliga för trädens rötter. I detta skede är det mer sannolikt att näringsobalanser kan uppstå än i ungdomsfasen. Förslagsvis kan man tillföra följande mängd N vid gödning vart femte år:

- 175 kg N/femte år vid en kvävehalt mellan 1,4 och 1,7%,
- 125 kg N/femte år ifall kvävehalten är större än 1,7%.

Det geografiska läget avgör vilken produktionspotential ett intensivodlat bestånd kan erhålla med balanserad näringstillförsel (figur 3). Den erhållna produktionspotentialklassen bestämmer sedan vilket gödslingsprogram man ska använda sig av (tabell 1).

Tabell 1. Gödslingsprogram baserat på vilken produktionspotential man erhåller vid balanserad näringstillförsel. Första gödsling sker vid en trädhöjd på två meter.

Produktionspotential-klass (m ³ /ha, år)	Slutavverknings-tidpunkt i antal år efter första gödslingen	Antal gödslingar i ungdomsfasen (vartannat år)	Antal gödslingar i sluten skog (vart femte år)	Totalt antal gödslingar under omloppstiden
12	52	8	6	14
14	46	7	6	13
16	40	6	5	11
18	34	5	4	9
20	30	5	3	8
22	27	4	3	7
24	25	4	3	7



Figur 3. Stamvolymproduktionen (m³/ha, år) i granbestånd som erhållit balanserad näringstillförsel, i form av en fastgödselgiva, uttryckt som medelproduktionen under en omloppstid.

Omloppstid och beståndsavveckling

Intensivodling erbjuder möjligheter till kraftigt förkortad omloppstid jämfört med vanligt skogsbruk. Kort växttid är viktig för hög lönsamhet. Ledstjärnan bör därför vara att planera skötseln av intensivodlingen med sikte på kortast möjliga växttid.

Om intensivodling skall fortsätta i nästa generation bör man vid avveckling endast ta så stor naturvårdshänsyn att skogsvårdslagens minimikrav uppfylls. Detta eftersom hög virkesproduktion är det övergripande målet vid intensivodling och andra mål därför måste ges avsevärt lägre prioritet på just dessa arealer. Det bör också i allmänhet finnas motiv för att fortsätta med intensivodling i upprepade generationer på samma mark. Intensivodling av gran förväntas leda till låg biodiversitet på de aktuella ståndorterna. Genom fortsatt intensivskogsbruk på arealer som redan är påverkade, begränsas de områden där den biologiska mångfalden är låg.

Vid tidpunkten för generationsväxling skiljer sig den intensivodlade skogen från vanlig skog bl.a. genom att stora mängder växtnäringsämnen finns lagrade i bestånd och mark. Dessa näringsförråd kan omsättas i alltför snabb takt vid beståndsavveckling. Följden kan bli ett önskat läckage av näringsämnen till yt- och grundvatten. Att begränsa sådant läckage är en fråga med hög prioritet vid intensivodling.

Valet av metod för beståndsavveckling måste således ske med beaktande av risken för näringsläckage. Den viktigast principen är då att undvika att marken blir kal. Detta kan ske genom att det nya beståndet planteras in under en skärm av det gamla. När nyplanteringen etablerats kan skärmen sedan avvecklas. Med hänsyn till äldre granskogs dåliga vindstabilitet, kräver skärmställning emellertid omsorgsfull planering av såväl det aktuella objektet som av angränsande bestånd. På starkt vindexponerade ståndorter bör man undvika att ställa skärm vid beståndsavveckling. Här bör istället förnygringsåtgärder sättas in omedelbart efter avverkning utan hyggesvila. Det höga näringsutbudet på kalavverkad mark efter intensivodling förväntas ge snabb etablering av frodig hyggesvegetation, vilket också bidrar till att reducera läckaget av växtnäring.

Naturliga ridåbestånd av i synnerhet lövskog kan fungera som ett vegetationsfilter om de ligger på och vid nedströms liggande våtmarker och vattendrag. Ett sådant filter kan bidra till att fånga upp läckande näring från kal mark efter avveckling av intensivodlingen. I fall där naturliga ridåbestånd saknas kan det bli aktuellt att anlägga sådana. Om hyggesutläggningen planeras med hänsyn till terrängens topografi är det också möjligt att minska näringsläckaget. Genom att dela upp avverkning av större bestånd så att den gamla skogen lämnas kvar på utströmningsområden i lägre terrängavsnitt, kan näring som läcker från högre belägen mark till viss del fångas upp.

Vid slutavverkning av intensivodlad skog bör hela träd tas ut. Helträdsuttag bidrar till att minska risken för läckage av växtnäring under hyggesfasen. Riståkt bör ske omedelbart i samband med slutavverkning. De näringsmängder som förs bort från ståndorten vid riståkt kommer genom framtida gödsling att återföras i den takt som den nya skogen kan tillgodogöra sig näringen.

Generellt gäller att avvecklingsmetoder för näringsoptimerad skog är oprövade och dåligt kända. Inom detta fält finns ett stort behov av kunskapsuppbyggnad.

Skador på intensivodlad skog

Skador kommer att påverka intensivskogsodlingens lönsamhet kraftigt, eftersom kostnaderna för etablering och beståndsvård är högre än vid normal granskogsskötsel. Därför är det vid intensivodling extra viktigt att vidta åtgärder som minskar risken för skador, eller om skador uppstår, begränsar verkningarna av dem. Om skador drabbar en intensivodling kan detta i allvarligare fall få till följd att odlingen måste avbrytas till följd av att lönsamheten äventyras. De allvarligaste skador som måste förebyggas vid intensivodling med gran är vind-/snöskador och rotröta. Skötsel med hänsyn till risken för dessa skador måste bygga på kunskaper och erfarenheter från vanligt skogsbruk. Här följer några viktiga riktlinjer:

- Gallringsprogrammet måste innebära hårda ingrepp vid tidiga gallringar, att gallringsstyrkan avtar med ökande beståndsålder och att gallring undviks under den senare delen av omloppstiden.
- Skötselningrepp vid intensivodling måste alltid planeras med hänsyn till omgivande skog. Omvänt måste också hänsyn tas till en intensivodling vid gallring och hyggesupptagning i bestånd som angränsar till en sådan.
- Gallring bör främst utföras under vinterhalvåret och på tjälbunden mark. Om det av planeringsskäl inte är möjligt att gallra på vintern, måste stubbytor omedelbart skyddsbehandlas mot infektion av luftburna rötsvampsporor efter gallring.
- Drivningsarbete vid gallring i intensivodlingen måste planeras och genomföras skonsamt så att skador på träd och mark undviks eller minimeras. Val av maskinsystem bör bl.a. anpassas till terräng- och markförhållanden. Ståndorter med dålig markbärighet bör endast drivas på tjälbunden mark. Stickvägar bör risas väl – speciellt gäller detta sådana vägavsnitt där maskiner kör många gånger.

Skötselprogram och ekonomiska kalkyler vid intensivodling

Beståndsanläggning

- Plantering av 1500-2500 plantor. Markberedning och plantering bör ske på färsk hyggen för att reducera kalmarkstiden och snabbt etablera ett bestånd och som minskar risken för näringsläckage.
- Inversmarkberedning med grävmaskin för att undvika tillväxtnedsättning och skador på grund konkurrerande fältvegetation.
- Täckrotsplantor, minst två-åriga men gärna äldre.
- Snytbaggebehandling med permetrin så länge det är tillåtet. Därefter mekaniska snytbaggeskydd i kombination med markberedning och skärm.
- Högskärm där det är möjligt ur stormskaderisken för att undvika näringsläckage.
- Rójning av självsådda löv- och barrplantor när granarna nått 1.5-2 m höjd.

Gallring och slutavverkning

- Om risken för stormskador anses vara låg/måttlig genomförs ett gallringsprogram med tre gallringar. Om stormskaderisken bedöms vara hög kanske beståndet inte är

- lämpligt för näringsoptimering. Om näringsoptimering trots allt skall genomföras på ståndorter med hög stormskaderisk bör beståndet skötas utan gallringar.
- Vid alla gallringsingrepp läggs stor vikt vid att inte skada stammar och rötter. Stickvägarna risas och terrängtransport sker varsamt med skonsamma maskiner när marken på torr eller tjälad mark. Gallring sker i möjligaste mån vintertid men vid gallring under sommarhalvåret skall stubbarna mot rotröta.
 - Inventering av storm- och rotröteskador skall ske regelbundet. Om skadenivån i beståndet blir alltför hög bör näringsoptimeringsprogrammet avbrytas.
 - Gallringar sker med största möjliga hänsyn till stormskaderisken. Stickvägsupptagning sker så fort som möjligt och gallringar undviks i slutet av omloppstiden. Om gallringar av någon anledning har fått uppskjutas under ett antal år övergår gallringsprogrammet till att vara gallringsfritt.
 - Första gallring vid 11-13 meters övre höjd. Upptagning av stickvägar. Låggallring. Uttag 30-40 procent av grundytan
 - Andragallring vid 15-17 meters övre höjd. Låg/likformig gallring. Uttag 30-40 procent av grundytan
 - Tredjegallring vid 20-23 meters övre höjd. Låg/likformig gallring. Uttag 25-35 procent av grundytan.
 - Slutavverkning efter 40-50 år. Vid slutavverkningen risrensas hygget för att minska risken för näringsläckage.
 - Slutavverkningsarealen planeras så att risken för stormskador i angränsande bestånd minimeras.

Ekonomiska kalkyler

Det ekonomiska utfallet i tre olika skötselprogram har jämförts för att belysa tre viktiga frågor: (i) är intensivodling ekonomiskt lönsam, (ii) ska man av ekonomiska skäl gallra eller inte och (iii) hur stor betydelse har planteringsförbandet för ekonomin? För detaljerad information om skötselprogram, antaganden, produktionsprognoser och ekonomiskt utfall, se bilaga 2.

Skötselprogrammen är följande:

- 1) Konventionellt granskogsbruk med harvning, plantering (2500 pl/ha), röjning, två gallringar och slutavverkning efter 75 år.
- 2) Intensivodling (gallring) med inversmarkberedning, plantering (1500, 2500, 4000 pl/ha), snytbaggebehandling, röjning, luftburen ungskogsgödsling vartannat år (6 st), tre gallringar, markspridningen av gödselmedel vart femte år i slutna bestånd (5 st), och slutavverkning med riståkt efter 50 år.
- 3) Intensivodling (utan gallring) med inversmarkberedning, plantering (1000 och 1500 pl/ha), snytbaggebehandling, röjning, markburen ungskogsgödsling vartannat år (2 st), luftburen ungskogsgödsling vartannat år (4 st), stickvägsupptagning, markspridning av gödselmedel vart femte år i slutna bestånd (4 st) och slutavverkning med riståkt efter 45 år.

Tabell 2. **Summa** av intäkter och kostnader, **nuvärde** vid 3% kalkylränta och **kassaöverskott**.

Skötselalternativ	Summa (kr/ha)	Nuvärde (kr/ha)	Kassaöverskott (kr/ha)
Konventionellt skogsbruk	3300	3700	1600
Intensivodling (gallring)			
1500 pl/ha	14000	18300	2600
2500 pl/ha	7400	9700	2500
4000 pl/ha	-400	-500	2500
Intensivodling (utan gallring)			
1000 pl/ha	18700	25400	2700
1500 pl/ha	15400	21000	2700

Ekonomiska kalkyler på beståndsnivå visar att intensivodling med gödning ger högre lönsamhet både med och utan gallring jämfört med konventionellt skogsbruk. Detta är en effekt av kraftigt ökad produktion och förkortade omloppstider. Det gallringsfria alternativet med kortare omloppstid gav högst nuvärde och kassaöverskott vid både 1000 och 1500 plantor per hektar. Alternativet med 1000 var dock något bättre än med 1500 plantor. Plantförbandet hade en avgörande betydelse för det ekonomiska utfallet, vilket var extra tydligt i alternativet med gallring, där 1500 plantor per hektar gav den högsta ekonomiska avkastningen av de tre förbanden (1500, 2500, 4000).

Bilaga 1

Barranalyser och anpassningen av gödselgivan vid näringsoptimering

För att avgöra gödselgivans storlek analyseras före varje gödslingstillfälle näringstillståndet i barren. Med utgångspunkt från kvävehalten i barren avgörs först hur stor kvävegivan skall bli. Därefter anpassas givan av övriga växtnäringsämnen så att förhållandena mellan kväve och övriga näringsämnen blir korrekt. Ett minimum- eller ”börvärde” för dessa förhållanden har fastställts för samtliga växtnäringsämnen (tabell 3) under tidigare näringsexperiment i fält- och laboratoriemiljö. Om ett ämne ligger under sitt börvärde lider trädet av näringsbrist, vilket begränsar den potentiella tillväxten. Därför ska extra mycket tillföras av detta/dessa näringsämne vid nästa gödslingstillfälle.

Tabell 3. ”Börvärden” för de olika makro- (N, P, K, Ca, Mg, Mn, S) och mikronäringsämnena (Fe, Zn, B, Cu) anges i viktprocent av kväveinnehållet. Om halten av ett näringsämne ligger under börvärdet bör man tillföra extra mycket av detta näringsämne vid nästa gödslingstillfälle.

P	K	Ca	Mg	Mn	S	Fe	Zn	B	Cu
10%	35%	2,5%	4%	0,05%	5%	0,2%	0,05%	0,05%	0,02%

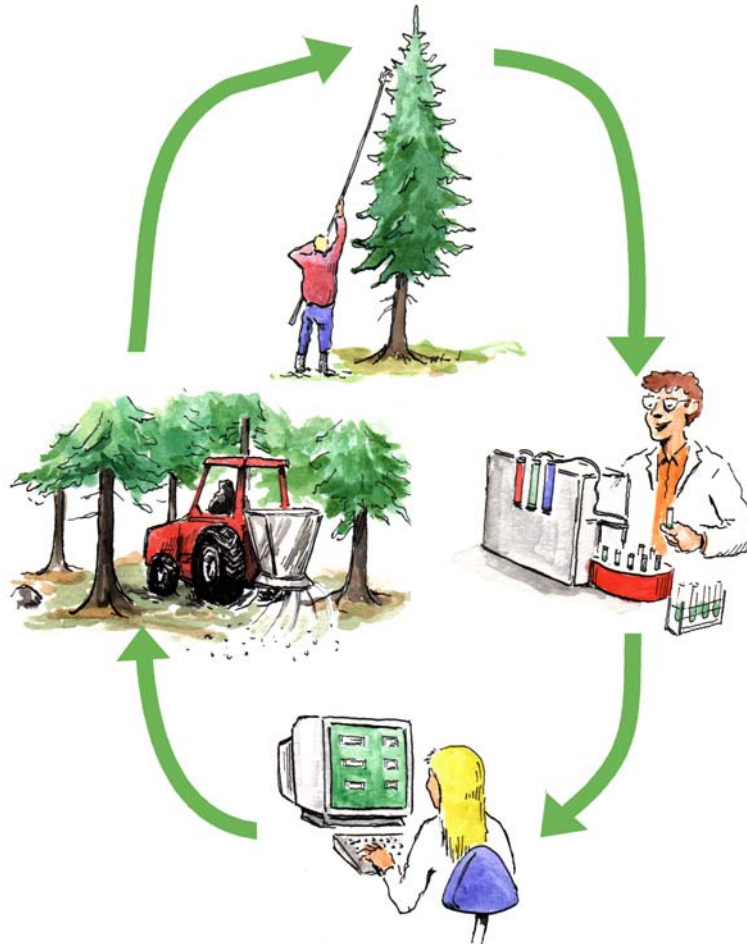
Vid praktisk tillämpning av balanserad näringstillförsel tas barranalyser på hösten före varje gödslingstillfälle som sker på våren ca två veckor före skottskjutningen. Tidpunkten för barrprovtagning varierar dock beroende på var i Sverige man befinner sig, pga. att barrrens innehåll av kolhydrater är som lägst (ca 10%) någon månad efter avslutad tillväxtsäsong. Detta innebär att provtagningen bör ske tidigast:

- 1 november i södra Sverige (< 59°N),
- 15 oktober i mellersta Sverige (59–63°N),
- 1 oktober i norra Sverige (> 63°N).

Vid barrprovtagningen används fjolårsskott på sidogrenar (se figur 4) och proverna tas i den övre tredjedelen av trädkronan med hjälp av en stångsekatör eller hagelbössa. Det räcker med 10 skott från det bestånd som ska gödulas. Skotten skall läggas ihop till ett enda, frysas så fort som möjligt och sedan torkas. Därefter skickas provet till laboratoriet för näringsanalys.

Figur 4. Barrprovtagning sker i övre delen av trädkronan och det är fjolårsskottet på sidogrenen som används då barrrens näringsinnehåll analyseras.

Det finns idag flera laboratorier som kan utföra näringsanalyser av barr och kostnaden är några hundralappar per prov. Vid näringsanalysen bestäms nivåerna för alla makro- och mikronäringsämnen och provsvaren anger näringsämnets halt i förhållandet till torrvikten. Det är främst barrrens kvävehalt som avgör hur stor kvävegivan ska bli. Tillförseln av de övriga näringsämnena anpassas i förhållandet till kvävegivan. Om det råder brist på vissa näringsämnen tillförs extra mycket av just dessa. Gödslingen bör ske på våren ett par veckor före skottskjutningen. Det är relativt enkelt att anpassa gödselgivan med utgångspunkt från barranalyser, men det krävs viss utbildning. Ett program i Windowsmiljö, som är under utveckling inom ramen för Fiberskog, kommer att underlätta anpassningen av gödselgivan vid praktiskt bruk. Programmet utnyttjar provsvaret från näringsanalysen och enkla beståndsdata.



Figur 5. Tänkt modell för hur balanserad näringstillförsel skall tillämpas i praktisk skala. (a) Barrprover tas på hösten i beståndet som ska gödulas för att sedan slås ihop till ett prov och frysas. (b) Näringsanalysen på laboratoriet ligger till grund för (c) anpassningen av gödselgivans storlek och sammansättning. (d) Gödsling av beståndet sker på våren därefter.

Bilaga 2

Skötselprogram, antaganden, prognoser och ekonomiska kalkyler

Antaganden:

- Intensivodling med gran om sammanlagt minst 400 ha på bolagsmark.
- En ståndort på lat. 61°N, alt. 150 m ö h, ståndortsindex motsvarande G26 och en aktuell produktionsnivå på ca 6,5 m³sk/ha, år.
- Produktionspotential vid näringsoptimering 15 m³sk/ha, år, dvs. motsvarande ca SI=G38. (Produktionspotentialen i den ekonomiska kalkylen har minskats med 25%, jämfört med produktionspotentialkartan i figur 3).

Skötselprogram:

År	Åtgärd
<i>Konventionellt skogsbruk (KONV)</i>	
0	Markbehandling som harvning
0	Plantering av fröplantor (barrot); 2500 pl/ha, överlevnad 80%
9	Ungskogsröjning med ca 20% (500 st/ha) inblandning av självsådd löv
40	Gallring, uttag ca 30 %
50	Gallring, uttag ca 30%
75	Slutavverkning med kvarlämnande av högstubbar och evighetsträd (ca 10 m ³ sk/ha)
<i>Näringsoptimering med gallring (N-OPT_G)</i>	
0	Intensiv markbehandling som inversmarkberedning (med traktorgrävare)
0	Plantering av sticklingsplantor (täckrot); tre förband; överlevnad 97%
	- Alt. 1: 1500 pl/ha
	- Alt. 2: 2500 pl/ha
	- Alt. 3: 4000 pl/ha
1	Snytbaggebehandling
9	Ungskogsröjning, ingen lövinblandning
10	Ungskogsgödsling, luftspridning
12	Ungskogsgödsling, luftspridning
14	Ungskogsgödsling, luftspridning
16	Ungskogsgödsling, luftspridning
18	Ungskogsgödsling, luftspridning
20	Ungskogsgödsling, luftspridning
25	Gallring, ca 30% uttag; produktionsgödsling, markspridning
30	Gallring, ca 30% uttag; produktionsgödsling, markspridning
35	Produktionsgödsling, markspridning
40	Gallring, ca 25% uttag; produktionsgödsling, markspridning
45	Produktionsgödsling, markspridning
50	Slutavverkning med ristäkt

Näringsoptimering – gallringfritt skogsbruk (N-OPT_GF)

0	Intensiv markbehandling som inversmarkberedning (med traktorgrävare)
0	Plantering av sticklingsplantor (täckrot); 1000 pl/ha; överlevnad 97%
1	Snytbaggebehandling
9	Ungskogsröjning, ingen lövinblandning
10	Ungskogsgödsling, markspridning
12	Ungskogsgödsling, markspridning
14	Ungskogsgödsling, luftspridning
16	Ungskogsgödsling, luftspridning
18	Ungskogsgödsling, luftspridning
20	Ungskogsgödsling, luftspridning
25	Stickvägsupptagning, ca 16% uttag; produktionsgödsling, markspridning
30	Produktionsgödsling, markspridning
35	Produktionsgödsling, markspridning
40	Produktionsgödsling, markspridning
45	Slutavverkning med ristäkt

Produktionsprognoser

Tabell 4. Produktionsprognoser för respektive skötselprogram ovan. Prognoser framställda med ledning av en produktionsmodell enligt Ekö (1985).

Skötselprogram	Utgångsläge: <i>Höjd m; Stamantal st/ha; Grundyta m²/ha</i>	Slutbestånd: <i>växttid; antal gallr.; Dg, cm; volym, m³sk/ha</i>	Löpande volym- tillväxt vid växttidens slut; m ³ sk/ha, år	Medelvolymtill- växt, m ³ sk/ha, år <i>(naturlig avgång, % av volym)</i>
KONV				
Gran	9,8; 2000; 16,0	75; 2; 27; 348	8,2	6,7 (8)
Björk	9,3; 500; 2,0	66; 2; 19; 12	0,3	0,5 (9)
N-OPT_G				
Alt. 1. Gran	9,7; 1455; 15,8	49; 2; 28; 414	16,8	12,9 (5)
Alt. 2. Gran	9,7; 2425; 19,0	49; 3; 29; 426	17,0	13,6 (5)
Alt. 3. Gran	9,7; 3880; 22,4	49; 3; 27; 456	17,5	14,3 (5)
N-OPT_GF				
Gran	9,7; 970; 13,7	44; (1); 28; 511	21,1	12,9 (6)

Kommentarer:

- Utgångslägen är beräknade med ledning av Elfving & Hägglund (1975) för skötselprogram KONV och Eriksson (1976) för programmen N-OPT_G och N-OPT_GF. För produktionsprognosernas tillförlitlighet är utgångslägena av avgörande betydelse. När det gäller näringsoptimerade bestånd så är utgångslägena osäkert bestämda. Underlag och funktioner för denna typ av skog saknas.
- Produktionspotentialen vid näringsoptimering är beräknad med ledning av Bergh et. al. (1999). De produktionspotentialkartor som utgör underlaget bygger på ett litet antal fältexperiment. Resultat och erfarenheter från en mera storskalig tillämpning av näringsoptimeringskonceptet saknas ännu.

- Produktionsprognoser för bestånd på ståndorter med index G38 är osäkra. Denna typ av tillämpningar ligger i utkanten av de dataunderlag som tillväxtfunktionerna bygger på. I särskilt hög grad gäller detta för ogallrade bestånd med låga utgångsstamantal där underlag i stort sett helt saknas.
- Tillväxtförloppet i näringsoptimerad skog har här beräknats med ledning av antagandet att sådan skog kommer att växa på likartat sätt som ”vanlig” skog på mycket bördig mark. Huruvida detta antagande är riktigt går idag inte att bevisa. För att framgent kunna göra säkrare prognoser, är det angeläget med mera forskning om tillväxtens förlopp i näringsoptimerad skog.
- Beräkning av naturlig avgång är ofta en svag länk i produktionsprognoser. Speciellt gäller detta för näringsoptimerad skog är underlag saknas. Sannolikt är den naturliga avgången underskattad för de näringsoptimerade programmen ovan.

Ekonomiska kalkyler

Tabell 5. Beräknade nuvärden för respektive skötselprogram ovan. Kalkylräntefot 3%.

	År	KONV	N-OPT_G 1500 pl/ha	N-OPT_G 2500 pl/ha	N-OPT_G 4000 pl/ha	N-OPT_GF
Markberedning	0	-1500	-3000	-5000	-6000	-2000
Plantering ¹	0	-10625	-7500	-12500	-20000	-5000
Snytbaggebehandl.	1		-729	-1214	-1942	-486
Röjning	9	-2300	-2300	-2300	-2300	-2300
Ungskogsgödsling ²	10		-2158	-2158	-2158	-1414
Ungskogsgödsling ²	12		-2035	-2035	-2035	-1333
Ungskogsgödsling ²	14		-1918	-1918	-1918	-1918
Ungskogsgödsling ²	16		-1808	-1808	-1808	-1808
Ungskogsgödsling ²	18		-1704	-1704	-1704	-1704
Ungskogsgödsling ²	20		-1606	-1606	-1606	-1606
Gallring ³	24			660	-55	1092
Produktionsgödsl. ²	25		-1386	-908	-908	-908
Gallring ³	29		3235	3040	2147	
Produktionsgödsl. ²	30		-783	-783	-783	-783
Produktionsgödsl. ²	35		-676	-676	-676	-676
Gallring ³	39		6556	5293	5461	
Gallring ³	40	467				
Produktionsgödsl. ²	40		-583	-583	-583	-583
Produktionsgödsl. ²	45		-503	-503	-503	
Gallring	50	4801				
Slutavverkning ³	45					40141
Slutavverkning ³	49		32926	34105	36968	
Slutavverkning ³	75	12479				
Summa		3322	14028	7402	-403	18714
Markvärde		3728	18336	9675	-527	25441
Kassaöverskott		1626	2579	2485	2483	2678

Fotnot:

1. Plantkostnad: fröplantor 2:25/pl, sticklingsplantor 3:-/pl. Planteringskostnad: 2:-/pl.
2. Helikoptergödsling: gödselmedel, spridning, transport, kringarbete: 2600:-/ha

Traktorgödsling inkl gödselmedel, spridning, transport, kringarbete: 1600:-/ha

Barrprovtagning och barranalyser: 300:-/ha

3. Beräknade utbyten:

* första gallring: 60-95% granmassaved, 5 % barrmassaved, 15-35 % kubb.

* andra gallring: 40-70% granmassaved, 5 % barrmassaved, 25-35% kubb, 10-20% timmer.

* tredje gallring: 40% granmassaved, 5% barrmassaved, 25-35% kubb, 20-30% timmer.

* slutavverkning: 10-15% granmassaved, 5% barrmassaved, 10-30% kubb, 50-70% timmer.

Priser virkessortiment: granmassaved 250:-/m³fub, barrmassaved 210:-/m³fub, kubb 340:-/m³fub, gallringstimmer 440:-/m³fub, slutavverkningstimmer 480:-/m³fub.

Avverkningskostnader: första gallring 160-250:-/m³fub, andra gallring 120-180:-/m³fub, tredje gallring 120-125:-/m³fub, slutavverkning 70-80:-/m³fub

Kommentarer:

- Nuvärdeskalkyler ger ingen information om den verkliga avkastningen från skogsbruk. De visar istället den ekonomiska potentialen för en viss typ av skogsbruk utifrån dagens pris- och kostnadsrelationer. Nuvärdeskalkyler bör därför endast användas för att jämföra olika typer av skötselprogram sinsemellan.
- Skogsvårds- och avverkningskostnader bygger i kalkylerna ovan på underlag från praktiskt skogsbruk insamlade under år 2000. Kostnaderna för gödslingsinsatserna är däremot bedömningar eftersom underlag för denna typ av arbeten är begränsade.
- Utbytesberäkningarna är en svag punkt i kalkylerna. Detta gäller främst effekten på virkeskvaliteten av varierande utgångsförband och av gallringsfritt skogsbruk. Det är sannolikt att det ekonomiska resultatet av det gallringfria, näringsoptimerade skötselprogrammet (N-OPT_GF) i detta avseende innebär en överskattning.