

PLANTING ETTER LUKKET HOGST – TIDSFORBRUK OG BIOLOGISK RESULTAT

Aksel Granhus¹⁾ og Dag Fjeld²⁾

¹⁾ Institutt for Naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap, Postboks 5003, 1432 Ås

²⁾ Institutionen för skoglig ressurshushållning och geomatik, Sveriges lantbruksuniversitet, 901 83 Umeå, Sverige

Innledning

I de senere årene har interessen for lukkede hogster økt. I forbindelse med det nylig avsluttede KONTUS-prosjektet, i regi av skogeierforeningene Glommen og Mjøsen, har i særlig grad de selektive, bledningspregede variantene av lukkede hogster blitt mye omtalt. Ved slike hogsttinngrep, så vel som ved ordinær fjellskoghogst, skapes åpninger av varierende størrelse i produksjonsbestandet, som det kan være aktuelt å forynge ved planting dersom forholdene for naturlig gjenvækst er ugunstige. Et av målene i Nyskog-prosjektet har vært å vurdere effektiviteten av foryngelsestiltak etter selektive

hogster, blant annet supplerende planting. En slik vurdering forutsetter kunnskap om foryngelsens etablering og vekst, samt kostnadene forbundet med tiltaket. I denne artikkelen framlegges resultater fra en studie hvor tidsforbruk ved supplerende planting av toårige pluggplanter ble undersøkt for ulike uttaksstyrker av lukket hogst (tre styrker av bledningspreget hogst, samt småflatehogst). De ulike hogstbehandlingene ble kombinert med ulike markberedningsalternativ (ubehandlet, flekkmarkberedning, inversmarkberedning). Det biologiske resultatet (overlevelse, vekst) 10 år etter planting er videre sammenstilt for de ulike behandlingene.

Tabell 1. Forsøksfeltenes lokalisering fordelt på fylker (HE = Hedmark, OP = Oppland, BU = Buskerud), kommune og høyde over havet, og bestandsdata for ruter behandlet med bledningspreget hogst (2–4). Treantall og grunnflate er basert på en totalregistrering av alle trær med dbh>2,5 cm.

Gjentak	Fylke	Kommune	H.o.h	H ₄₀	Hogst-ledd	Trær ha ⁻¹ etter hogst	Grunnflate		
							Før hogst (m ² ha ⁻¹)	Etter hogst (m ² ha ⁻¹)	Avvirket (%)
Hof I (H1)	HE	Åsnes	450	14,4	2	1460	34	24	29
					3	1480	38	21	45
					4	1630	29	15	48
Hof II (H2)	HE	Åsnes	470	11,8	2	1060	32	21	34
					3	1120	45	22	51
					4	980	36	16	56
Hof III (H3)	HE	Åsnes	450	13,8	2	1680	37	21	43
					3	2030	33	20	39
					4	1190	28	14	50
Lindberget (L1)	HE	Åsnes	570	8,5	2	890	22	12	45
					3	1360	25	13	48
					4	1500	27	11	59
Kløvstad (K1)	OP	S. Land	430	11,7	2	2820	36	22	39
					3	2400	28	18	36
					4	1950	33	11	67
Engelien (E1)	OP	S. Land	510	13,4	2	1440	37	24	35
					3	950	39	19	51
					4	1460	27	13	52
Høgåsen I (R1)	BU	Ringerike	590	9,7	2	1020	32	21	34
					3	1060	27	18	33
					4	600	37	12	68
Høgåsen II (R2)	BU	Ringerike	570	11,4	2	910	29	19	34
					3	1010	26	16	38
					4	1070	23	11	52
Kolltjern (R3)	BU	Ringerike	620	8,7	2	1010	30	21	30
					3	380	35	17	51
					4	640	26	11	58

Materiale og metoder

Forsøksplan

Den komplette forsøksplanen (Andreassen 1998) omfatter seks hogstbehandlinger i flersjiktet granskog: urørt kontroll (1), tre styrker av bledningspreget hogst med henholdsvis 25 (2), 45 (3) og 65 % (4) uttak av grunnflaten, samt småflater à 25 x 25 (5) og 50 x 50 m (6). Innen de enkelte hogstbehandlinger testes tre markberedningsalternativ (ikke markberedning, flekkmarkberedning, inversmarkberedning). Unntatt fra dette generelle opplegget er kontrollruta (1) hvor det ikke er utført foryngelsestiltak, og den største flata (6), som i sin helhet er markberedt. Disse leddene er ikke tatt med i denne presentasjonen, som dermed omfatter resultater fra hogstbehandlingene 2–5.

Til sammen ni gjentak av forsøksplanen ble etablert 450–620 m.o.h. i fylkene Hedmark, Oppland og Buskerud. Tabell 1 angir gjentakenes lokalisering på fylker og kommuner, samt bestandsdata for de selektivt hogde rutene (2–4). De biologiske resultater som presenteres omfatter syv gjentak i blåbærskog. Engalien i Oppland er utelukket da dette gjentaket er klassifisert som småbregneskog. Ved siste revisjon viste det seg også at ett av gjentakene i blåbærskog (Høgåsen II) var delvis ødelagt i forbindelse med ordinær hogst i tilstøtende bestand. Dette gjentaket er derfor utelukket her. Resultater som dekker perioden til og med sjette vekstsesong for de åtte opprinnelige gjentakene i blåbærskog er tidligere publisert av Granhus et al. (2003).

Forsøksfeltene i Hedmark og Oppland ble avvirket vinteren 1993–94, mens gjentakene i Buskerud ble etablert ett år senere. På forsøksleddene 2–4 (bledningspreget hogst) ble det benyttet 3,5–4 m brede stikkveier som ble lagt ut med 24 m avstand. Det teoretiske uttaket i stikkveiene utgjør dermed 14,6–16,7 % av grunnflaten før hogst. Oppmålingen like etter hogst på disse rutene viste at det gjennomgående var avvirket noe mer enn forsøksplanen foreskrev på rutene med lavest uttak (2), og noe mindre på rutene som skulle ha det høyeste uttaket (4).

Markberedningen ble utført med gravemaskiner (5–8 tonn, kranrekkevidde 6–7 m) første høsten etter hogst. Tennene på skuffa var fjernet og denne var i stedet påmontert et spesialtilpasset planeringsskjær (Fjeld 1994). Gravemaskinføreren ble instruert til å unngå markberedning nærmere enn 1–2,5 m fra forhåndsforyngelse og gjenstående større trær, avhengig av trærnes størrelse. I åpninger og på småflatene ble det tilstrebet en avstand

mellom markberedningspunktene på ca. 2 meter. En likelydende instruksjon med hensyn til minste avstand fra planteplasser til gjenstående trær, og planteforband, ble benyttet på rutene som ble tilplantet uten markberedning. Ved planting på markberedte ruter ble det kun plantet i de bearbejdede flekkene. Det ble benyttet toårige pluggplanter av gran (M95), og plantingen ble gjennomført i løpet av juni andre året etter hogst.

Tidsstudier

Plantingen på de seks gjentakene i Hedmark og Oppland ble utført av profesjonelle skogsarbeidere (en i hvert fylke). Basert på data fra tidsstudier på disse gjentakene er det utarbeidet funksjoner som gir hovedtid per plante ut fra plantetetthet per hektar og markberedningsmetode. Planteforholdene vurderes som representative for høyereleggende granskog østafjells. Samtlige gjentak ligger innenfor klassene 1–2 med hensyn til jevnhet og 1–3 for helling, etter et klassifiseringssystem (Anon. 1991) hvor klasse 1 representerer meget enkle forhold mens klasse 5 representerer svært vanskelige forhold.

Registrering av etablering og vekst

Plantenes overlevelse og høydeutvikling ble registrert etter første, andre, sjette og tiende vekstsesong. Registreringene ble foretatt på 13 tilfeldig valgte planter per smårute, med unntak av noen få småruter hvor det totale planteantallet var lavere. Ved den siste revisjonen ble også plantenes rothalsdiameter registrert.

Resultater

Antall planteplasser per hektar

Gjennomsnittlig tetthet av markberedte planteplasser per hektar varierte fra 670–800 etter bledningspreget hogst med lavt uttak (2) til i underkant av 2500 på småflatene (5) (tabell 2). Planteantallet på rutene som ikke var markberedt varierte til sammenligning fra ca. 1100 til 2100 per hektar. Den relative endringen i plantetetthet med økende gjenstående grunnflate var derfor betydelig lavere uten markberedning. Ved å sammenligne antall bearbejdede markberedningsflekker med antall planter som ble satt ut på de ikke markberedte rutene framgår det tydelig at den relative andelen av potensielle planteplasser som det var mulig å markberede ble betydelig redusert når hogstuttaket avtok.

Tabell 2. Antall markberedningsflekker og utsatte planter per hektar på henholdsvis markberedte og ikke markberedte ruter. Hogstbehandlingene er bledningspreget hogst med varierende uttak av grunnflaten (2–4) og småflatehogst (5). Gjennomsnittstall for seks forsøksfelt (gjentak) i Hedmark og Oppland.

	Hogstbehandling			
	25 % uttak (2)	45 % uttak (3)	65 % uttak (4)	Småflate (5)
Ikke markber.	1093	1375	1366	2096
Flekk	796	861	1278	2464
Invers	667	833	1144	2480

Tidsforbruk ved planting

Plantetiden per plante (hovedtid minus gangtid) ble ikke signifikant påvirket av de ulike hogstbehandlingene, mens markberedning hadde desto større effekt. Plantetiden ble halvert etter inversmarkberedning (gjennomsnitt 12,0 cmin), i forhold til planting uten markberedning (23,9 cmin). Plantetiden for flekkmarkberedning (15,6 cmin) var signifikant lengre enn for inversmetoden.

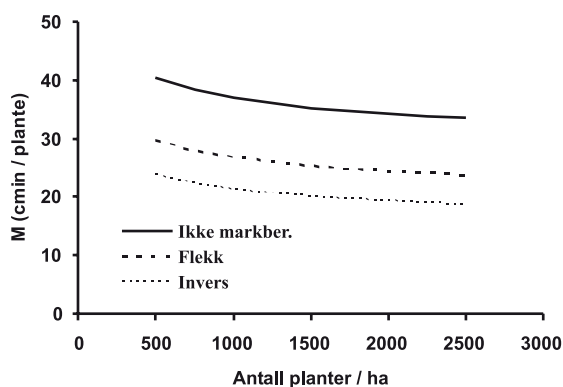
Gangtiden per plante økte fra 8,9 cmin ved planting på småflatene (5) til 10,8–12,1 cmin etter bled-

ningspreget hogst (2–4). Denne økningen gjenspeilet forskjellene med hensyn til antall utsatte planter per hektar og det er derfor utarbeidet regresjonsfunksjoner som beskriver gangtiden ut fra antall utsatte planter per hektar. Ved å legge til plantetiden for de ulike markberedningsmetodene som et konstantledd er det kommet fram til følgende funksjoner som beskriver sammenhengen mellom hovedtid (M) i cmin per plante, og antall utsatte planter per hektar:

$$M_{\text{ubehandlet}} = 23,9 + 128,908(X^{-0,33185}) \quad (\text{Funksjon 1})$$

$$M_{\text{flekk}} = 15,6 + 110,650(X^{-0,33185}) \quad (\text{Funksjon 2})$$

$$M_{\text{invers}} = 12,0 + 92,459(X^{-0,33185}) \quad (\text{Funksjon 3})$$



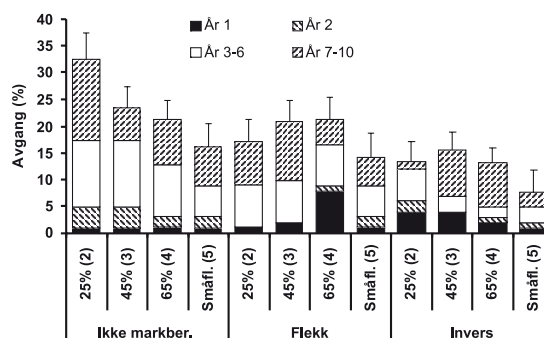
Figur 1. Hovedtid (M) per plante, i henhold til markberedningsmetode og antall utsatte planter per hektar (funksjon 1–3).

Antall utsatte planter per hektar er her representert ved parameteren X. Funksjonenes form er illustrert i figur 1.

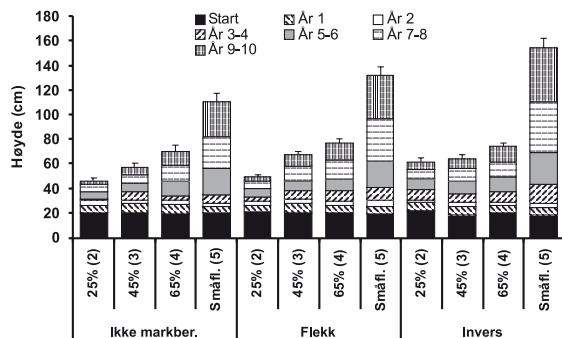
Overlevelse

Markberedning har hatt en positiv effekt på planteoverlevelsen etter 10 år, på tross av noe høyere avgang på de markberedte rutene det første året etter planting (fig. 2). Variansanalyse viste at invers-

markberedning har gitt en statistisk sikker økning i overlevelse i forhold til planting uten markberedning. Flekkmarkberedning lå mellom disse to ytterpunktene (fig. 2). Det er ikke funnet signifikant effekt av de ulike hogstbehandlingene, men planteavgangen har, når alle gjentakene vurderes samlet, vært lavest på småflatene.



Figur 2. Akkumulert planteavgang i prosent (+standardfeil, n = 7 gjentak) for de ulike hogstledd (se fig. 1) og markberedningsmetoder, til og med 10. vekstsesong etter planting.



Figur 3. Akkumulert høydevekst (+standardfeil, n = 7 gjentak) for de ulike hogstledd (se fig. 1) og markberedningsmetoder, til og med 10. vekstsesong etter planting. Start = høyde ved utplantning.

Vekst

Plantenes høydevekst økte med økende styrke på hogstuttaket (fig. 3). Høydeutviklingen har gjennomgående blitt forbedret ved markberedning, særlig på småflatene. Av markberedningsmetodene er det igjen inversmetoden som har gitt best resultat, med signifikant større høydevekst sammenlignet med planting uten markberedning. Plantenes rothalsdiameter etter 10 år følger det samme mønsteret.

Diskusjon

Tidsforbruk ved planting

De ulike hogstformene som ble sammenlignet påvirket tidsforbruket kun gjennom en relativt moderat økning av gangtiden når antallet utsatte planter avtok. Hovedtiden per plante ble i langt større grad påvirket av om det var markberedt eller ikke, enn av hogstform og plantetetthet per hektar (fig. 1). Dette viser at det er mulig å variere plantetettheten innen relativt vide grenser, uten at produktiviteten senkes betydelig. Den betydelige reduksjonen av tidsforbruket etter markberedning samsvarer godt med tidligere tidsstudier av planting etter flatehogst (Strømnes 1986). Tidsforbruket som ble observert på småflatene er også sammenlignbart med tidligere undersøkelser etter flatehogst (Callin 1971, Hakkila 1973, Strømnes 1986). Tidsstudiene omfatter imidlertid et begrenset antall lokaliteter, og det ble kun benyttet to skogsarbeidere. Det advares derfor mot å generalisere resultatene.



Figur 4. Relativ arbeidsplasstid per hektar som funksjon av antall utsatte planter ved planting etter lukkede hogster, estimert for planting uten markberedning. Planting av 2500 planter per hektar (småflatehogst) er valgt som referanseverdi (=100).

Det totale tidsforbruk ved planting (arbeidsplasstiden) omfatter også hjelpetider (etterfylling av planter på hogstfeltet o.a.) og tapstider. Disse størrelsene ble ikke tidsstudert og må derfor estimeres med støtte i litteraturen. Ut fra de foreliggende tidsstudier og med støtte i en tidligere undersøkelse (Strømnes 1986) er arbeidsplasstiden (W_0) estimert ved å forutsette et tillegg for hjelpetid lik 9,85 cmin per plante, og tapstid lik 16,5 % av effektiv tid (hovedtid + hjelpetid). Figur 4 viser resultatet av disse beregningene, for alternativet planting uten markberedning. W_0 er her omregnet til arbeidsplasstid per hektar og det er utført en standardisering der arbeidsplasstiden ved planting av 2500 planter per hektar, som tilsvarer planting etter småflatehogst i det foreliggende materialet, gis verdien 100. Det relative tidsforbruk ved andre plantetettheter kan estimeres ved avlesing mot y-aksen. Denne regneøvelsen eksemplifiserer hvordan resultatene kan benyttes for å estimere relative prestasjonsnivå, og dermed de relative kostnadene, ved gitte forutsetninger om antall utsatte planter etter lukkede hogster.

Plantenes etablering og vekst

Ved siste revisjon var plantenes gjennomsnittlige høydevekst i størrelsesorden 1,5–3 cm per år på rutene med svak bledningspreget hogst (fig. 3). Konkurransen fra de gjenstående trærne om tilgjengelige vekstresurser har imidlertid ennå ikke gitt seg utslag i sikre forskjeller i avgang for de ulike hogstbehandlingene. Markberedning har derimot hatt en klar positiv effekt på plantenes overlevelse, særlig inversmetoden (fig. 2). Inversmarkberedning har også gitt best resultat med hensyn til plantenes vekst, noe som sannsynligvis først og fremst kan tilskrives næringen som frigjøres fra humuslaget som

begraves under mineraljord med denne metoden. Dette samsvarer med erfaringer fra Sverige, hvor metoden også har gitt bedre resultat enn andre markberedningsmetoder som hauglegging (Örlander et al. 1998, Hallsby & Örlander 2004). Det er imidlertid klart at markberedning bare i begrenset grad kan kompensere for den negative effekten de gjenstående trærne har hatt på plantenes vekst og vitalitet, og at en relativt kraftig utglisning er nødvendig i blåbærskog med lav til middels bonitet, hvis vedvarende god vekst og vitalitet hos foryngelsen er en viktig målsetning i skogbehandlingen.

Er markberedning et reelt alternativ i forbindelse med lukkede hogster?

Med 6–7 m kranrekkevidde og 24 m mellom stikkveiene var det teoretisk mulig å markberede drøyt halvparten av arealet mens gravemaskinen opererte fra stikkveiene. I de selektivt hogde rutene ble derfor de fleste potensielle planteplassene i selve stikkveien og den nærmeste sonen opparbeidet, mens åpninger i midtsonen bare kunne nås unntaksvis ved de svakere hogstuttak. Den tekniske gjennomførbareheten av markberedning ble dermed i ganske stor grad begrenset av bestandsforholdene ved de lavere hogstuttakene (2, 3). På småflatene var forholdet mellom markberedte og ikke markberedte ruter omvendt (tabell 2). En mulig forklaring på det høye antallet markberedte punkter på småflatene kan være at gravemaskinførerne i mindre grad var i stand til å oppdage forhåndsforyngelse, og dermed opparbeidet flere planteplasser enn nødvendig. Plantørens og gravemaskinførernes subjektive vurderinger og innarbeidete arbeidsrutiner kan også ha påvirket resultatet, og dermed forklare noe av forskjellene som går fram av tabell 2. Et ytterligere moment ved vurdering av markberedning i forbindelse med lukkede hogster er sannsynligheten for råte blant de gjenstående trærne. Omfanget av råteskader er ikke undersøkt på de aktuelle feltene, men den potensielle risikoen tiltaket medfører (Fjeld 1994) tilsier at markberedning bør begrenses til åpninger og relativt glisne bestand der det er liten fare for skader. De tekniske begrensninger nevnt ovenfor taler også for en slik konklusjon.

Etterord

Resultatene fra tidsstudiene oppsummerer en artikkel innsendt til *Silva Fennica* (Granhus & Fjeld 2007), og gjengis med tillatelse fra rettighetshaver. Etableringen av forsøksfeltene og senere revisjoner er finansiert av Norges forskningsråd (prosjektene

103484/110, 143487/110 og 153738/140), Borregaard AS Forskningsfond, og Nordisk Ministerråd gjennom SNS. Vi ønsker også å rette en takk til skogeierne som har stilt arealer til disposisjon for forsøkene.

Abstract

We studied time consumption for planting of two-year-old containerised Norway spruce seedlings after partial harvesting (patch cutting or selective cutting with varying harvest intensity). The time consumption per plant (main time) increased when the number of planted seedlings was reduced from approximately 2100–2500 seedlings per hectare (patch cuts) to 700–1100 seedlings per hectare (selective cutting of low harvest intensity). However, the increase of the main time was rather slight and solely due to an increased walking time. Inverting site preparation reduced the time consumption with more than 40 % compared with planting without prior site preparation, whereas the corresponding reduction with patch scarification was slightly below 30 %. Based on the data from the time studies, regression equations were developed that can be used to estimate the relative costs associated with planting after partial harvests. Ten years after planting, there were no significant differences in seedling survival among the harvest treatments, whereas seedling growth declined with increasing residual basal area. Mechanical site preparation (inverting or patch scarification) increased the survival and growth of the seedlings and could therefore be an option when planting in gaps or relatively open residual stands, where the risk of injury to the residual trees is low.

Litteratur

- Andreassen, K. 1998. Description of the experimental series «Alternative forest management». Internt notat, NISK, Ås. 29 s.
- Anon. 1991. Terrängtypsschema för skogsarbete. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. 28 s. ISBN 91-7614-035-0.
- Callin, G. 1971. Manuell sättning av rotade plantor. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 2: 183–214.
- Fjeld, D. 1994. Patch scarification in shelterwood stands of varying stand density. Norges landbrukshøgskole, Doctor Scientiarum Theses 4: 1–134. ISBN 82-575-0211-1.
- Granhus, A., Brække, F.H., Hanssen, K.H. & Have-raaen, O. 2003. Effects of partial cutting and scarification on planted *Picea abies* at mid-elevation sites in south-east Norway. Scand. J. For. Res. 18: 237–246.
- Granhus, A. & Fjeld, D. 2007. Time consumption of planting after partial harvests. *Silva Fennica* (innsendt manuskript).
- Hakkila, P. 1973. The effect of slash on working difficulty in manual planting. Comm. Inst. For. Fenn. 78(1): 1–36.
- Hallsby, G. & Örlander, G. 2004. A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden. Forestry 77: 107–117.
- Strømnes, R. 1986. Tidsforbruk ved planting av pluggplanter av gran med hullpipe og planterør. Medd. Nor. inst. Skogforsk. 39(11): 185–213.
- Örlander, G., Hallsby, G., Gemmel, F. & 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: 160–168.