

ENDRINGER I MIKROKLIMA VED LUKKEDE HOGSTER

Kjersti Holt Hanssen

Norsk institutt for skog og landskap, Ås

Lukkede hogster: hogster som i stor grad bevarer bestandens mikroklima. En vanlig definisjon er at det står igjen flere enn 15 trær pr. dekar etter hogst, eller at hogståpningene ikke overstiger 2 dekar. Eksempler: gruppehogst, kanthogst, skjermstilling, selektiv hogst.

Selektive hogster: en type lukket hogst, basert på definerte kriterier for trevalg, som utvikler eller bevarer en sjiktet skogstruktur. Behandlingsenheten er enkelttrær eller små grupper av trær. Eksempler: bledning, fjellskoghogst, plukkhogst.

Innledning

Lysforhold, temperatur og jordfuktighet er viktige faktorer som bestemmer spiring, vekst og overlevelse hos småplanter, og som blir påvirket av tettheten i overbestandet. Lysmengden bestemmer energitilgangen for plantene og temperaturforholdene i luft og jord. Lufttemperaturen påvirker faren for frostskafer og uttørking, og hvor raskt forskjellige fysiologiske prosesser skjer i plantene, mens jordtemperaturen for eksempel påvirker spiringen, faren for oppfrost, og hastigheten av rotveksten som igjen har betydning for plantenes vann- og næringsopptak. Jordfuktigheten er viktig for spiring og for plantenes vekst og overlevelse, ikke minst de første par årene mens småplantene har et dårlig utbygd rotsystem.

For foryngelse som vokser opp i et bestand med større trær, blir veksten vanligvis positivt påvirket når tettheten i overbestandet avtar (Skoklefald 1989; Hanssen et al. 2003), fordi dette gir økt lys-tilgang og redusert konkurranse om vann og næring fra større trær. Noen studier har imidlertid vist at småplantenes vekst og overlevelse kan være bedre i bestand som har et visst antall store trær, sammenliknet med hogstflater. Dette er fordi et overbestand skaper et mindre ekstremt mikroklima, med høyere minimumstemperaturer, lavere maksimumstemperaturer og større fuktighet, samt at konkurransen fra bunnvegetasjonen blir dempet (Kubin og Kempainen 1991; Man og Lieffers 1999; Langvall et al. 2001).

Forskjellige former for lukkede hogster blir benyttet i økende grad i Norge, som oftest i kombinasjon

med naturlig foryngelse. Fordi et av formålene med hogsten er å få opp ny foryngelse, er det viktig å vite hvordan hogstuttaket påvirker de mikroklimatiske forholdene. Treslagene har ulike krav til sine omgivelser, ikke minst gjelder dette for lysforholdene. Vi vet at furu trenger mer lys enn gran, og det er derfor en fare for at granforyngelse etablerer seg lettere enn furu i skog som er hogd med lukkede hogster, selv der marka er bedre egnet for furu. Dersom hogsten slipper nok lys ned på bakken, vil også furuplantene klare seg godt. Lysforholdene for foryngelsen har særlig vært diskutert ved selektive hogster, hvor enkelttrær eller smågrupper av trær er behandlingsenheten. Ved en slik hogst vil man måtte balansere hensynet til foryngelsen mot produksjonen i restbestandet så vel som mot økonomien i uttaket. Det er reist spørsmål om selektive hogster vil gi foryngelsen gode nok forhold til å vokse og utvikle seg, og om hvor intensiv hogsten eventuelt bør være for å gi tilfredsstillende forhold.

Vi ønsket å studere hvordan lukkede hogster påvirker de mikroklimatiske forholdene i sjiktede gran- og furubestand, og utførte målinger av lys, temperatur og fuktighet i gruppehogst og selektive hogster av ulik intensitet.

Materiale og metoder

Feltarbeidet foregikk i tre sjiktede bestand i Hedmark; to granskogsfelter i Nord-Odal og Romedal, og et furufelt i Tolga. Volum og andre bestandsdata framgår av tabell 1. Forsøksopplegget på hvert felt besto av en urørt kontrollrute og to gruppehogster med diameter 25 m, mens resten av arealet ble hogd med selektiv hogst i to uttaksgrader (ca. 40 og 60 % av stående volum). Flere detaljer om hogsten finnes i en annen artikkel i denne rapporten (Hanssen et al. 2007).

Tabell 1. Bestandsdata for feltene.

Felt	H.o.h.	Helling og eksposisjon	Bonitet	Overhøyde (m)	Volum i m ³ /ha			Treantall pr. ha (≥5 cm DBH)		
					før hogst	etter hogst*		før hogst	etter hogst*	
Nord-Odal	450	Svak, SØ	G14	20,3	305	120	165	1400	740	1060
Romedal	540	Svak, S	G12	19,0	295	115	150	1100	670	930
Tolga	520	Middels, SØ	F11	17,0	180	75	95	950	670	720

* To hogstalternativer for selektiv hogst med «lavt» (ca. 40 %) og «høyt» (ca. 60 %) gjenstående volum

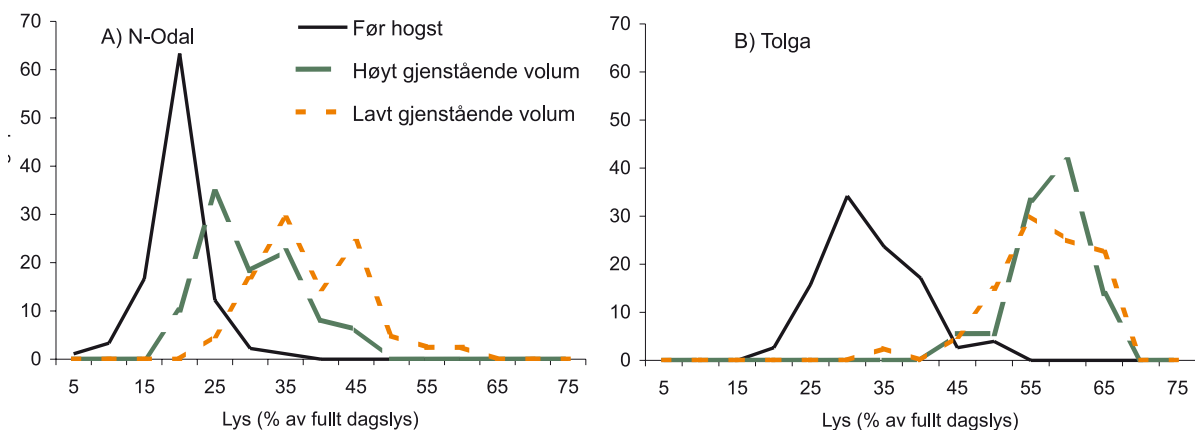
Før hogst, sommeren 2003, ble forhåndsgjenvæksten av gran og furu (0,1–3 m høyde) registrert på feltene. Lysforholdene i bestandene ble målt ved hjelp av hemisfærefotografier tatt i 1,3 m høyde, både i faste punkter plassert i et rutenett i bestandene og over plantene. I denne artikkelen defineres lystilgangen som en prosentandel av fullt sollys, som er den lysmengden som når kronetaket. Til sammen ble lysmålingene foretatt i ca. 90 punkter i hvert bestand. Fuktighetsforholdene i jorda (volumetrisk vanninnhold) ble registrert 2–3 ganger med en håndholdt fuktighetsmåler (Theta Probe ML2x) i løpet av sesongen, både ved plantene og i de faste punktene.

Etter hogsten ble målingene av lys og fuktighetsforhold gjentatt i de samme punktene. Temperaturforholdene i jord og luft ble nå også registrert, ved hjelp av små dataloggere (Minilog TR) som henholdsvis ble gravd 5 cm ned i mineraljorda eller plassert i strålings skjerm 20 cm over bakken. Disse målingene ble utført i et utvalg av åpninger etter hogsten, fra små åpninger på 20–30 m², middels store åpninger på 50–80 m², store åpninger på 120–250 m², og til gruppehogstene som hadde et areal på ca. 500 m². I tillegg ble temperaturen målt i de urørte kontrollrutene.

Resultater og diskusjon

Lysforhold

Lysforholdene på bakkenivå i et bestand vil variere med treslag, høyde og tetthet og bestandets struktur (sjiktning). Resultatene viste at før hogst trengte i gjennomsnitt 19 % av dagslyset gjennom trekronene i de to granbestandene. Det var relativt liten variasjon i lysforholdene i granskogen. Figur 1a viser fordelingen av lysverdier i 90 målepunkter i Nord-Odal, før og etter hogst, og vi ser at det er en tydelig konsentrasjon av punkter med ca. 20 % lystilgang før hogst. Feltet i Romedal hadde tilsvarende verdier. Figur 1b viser at furubestandet i Tolga generelt har høyere lysverdier og en større variasjon enn granbestandene. Dette skyldes et mer glissent bestand, og at furukroner slipper gjennom mer lys enn gran. Gjennomsnittet for furubestandet før hogst var 31 % lystilgang i brysthøyde. For alle feltene var det litt høyere lystilgang for småplantene sammenliknet med de faste punktene (2–3 %), noe som trolig gjenspeiler at de plantene som spirer på steder med ugunstige lysforhold har noe høyere dødelighet.



Figur 1. Fordeling av målte lysverdier i A) Nord-Odal og B) Tolga, før og etter hogst (heltrukne vs. stiplede linjer). Målingene er foretatt i ca. 90 punkter i hvert bestand.

Etter selektiv hogst økte lystilgangen til et gjennomsnitt på 36 % i granskogen og 57 % i furubestandet. Fordi en selektiv hogst fører til store åpninger noen steder og relativt tette områder andre steder, var differansen stor fra lavest til høyest målte lysverdi i granbestandene. Dette var ikke så tydelig for furubestandet, som hadde et ganske bredt spekter av lysforhold også før hogst (figur 1b). Forskjellene mellom de to hogstbehandlingene var relativt små. I gruppehogstene økte lystilgangen til 70 %, målt midt i åpningene.

Hogsten har altså ført til en kraftig økning av den lysmengden som når ned til bakkenivå. Roussel (1948) kom fram til at granplanter trenger 15–24 % lys for å overleve over lengre tid. Resultatene fra våre felter (Hanssen et al. 2007) viste at granplanter med en lystilgang under 20 % som oftest var svært undertrykte, mens de med over 25 % av fullt lys var ganske vitale. Furuplanter trenger mer lys. På våre felter hadde furuplantene dårlig vitalitet opp til ca. 40 % av full lystilgang. Etter hogst mottar 90 % av punktene i gran- og furubestandene mer enn henholdsvis 25 og 45 % av fullt lys, også i behandlingene med høyest gjenstående volum – opp til 165 m³/ha. Den selektive hogsten har dermed bidratt til mange gode vokseplasser for småplantene, i hvert fall når det gjelder lystilgang. Også tilgangen på vann og næring vil påvirke plantenes utvikling, ikke minst under relativt næringsfattige forhold. Siden en stor åpning gir mer lys, men også mindre rotkonkurranse fra større trær, er

det vanskelig å skille effekten av disse to faktorene fra hverandre.

Med tiden vil bestandet slutte seg igjen, samtidig som plantene krever mer lys etter hvert som de blir større. På våre felt med lav bonitet vil bestandet slutte seg relativt langsomt. Hvor lenge effekten av hogsten er «god nok» til at gjenveksten opprettholder vitaliteten, har betydning for når neste hogstinngrep bør finne sted. Videre oppfølging av feltene vil gi grunnlag for å vurdere dette.

Temperaturer

Etter hogsten var det ikke så store forskjeller i gjennomsnittlig lufttemperatur mellom åpninger av forskjellig størrelse (tabell 2). Alle åpningene har imidlertid noe høyere middeltemperaturer enn den urørte kontrollen. De største åpningene har en større variasjon i temperaturen, noe som vises i større standardavvik og i mer ekstreme maksimums- og minimumstemperaturer. Gjennomsnittet for jordtemperaturene øker stort sett med størrelsen på åpningene, og er lavest i kontrollruta. Det er lokale variasjoner i hvor mye humus og vegetasjon som dekket punktet der loggerne ble gravd ned, og dette kan virke inn på resultatene. Endringene i temperatur mellom natt og dag så vel som endringene utover i sesongen skjer mye langsommere i jorda enn i lufta. Standardavviket og ekstremverdiene for jordtemperaturen er derfor atskillig lavere enn for lufttemperaturen.

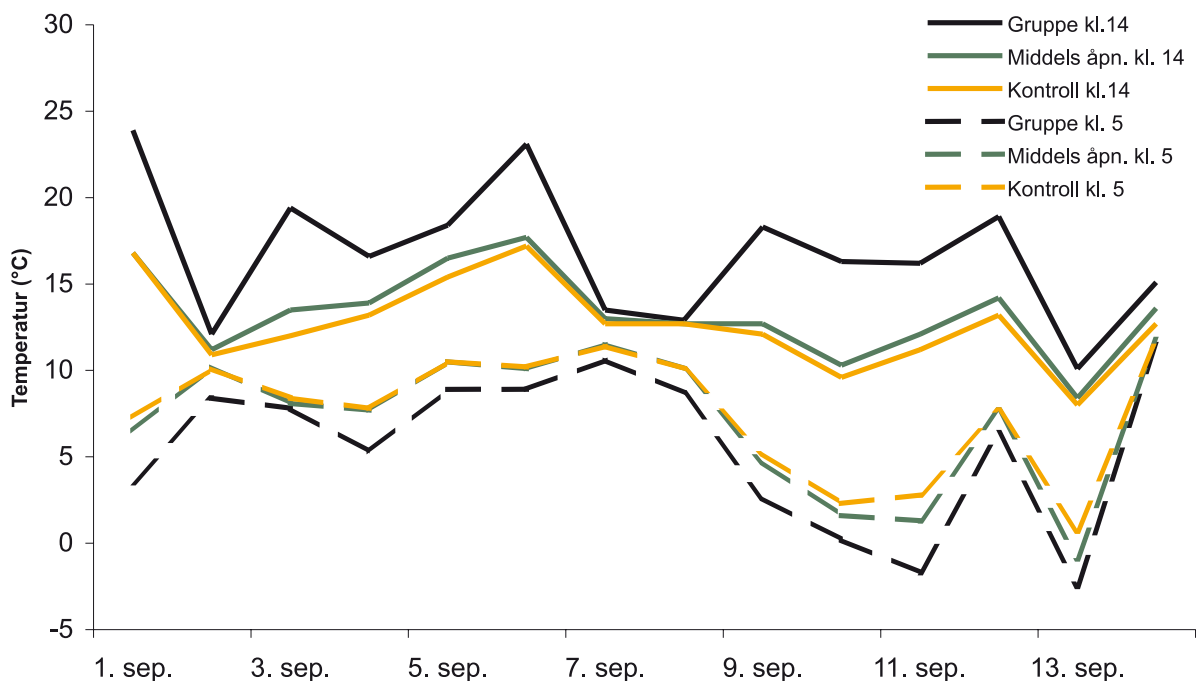
Tabell 2. Temperaturer i forsøksfeltene i Nord-Odal og Romedal 2005. Temperaturene ble registrert hver time fra 6. juni-30. september (n = 2808). Standardavvik i parenteser.

Felt	Åpning	Lufttemperaturer 20 cm over bakken (°C)			Jordtemperaturer 5 cm ned i mineraljorda (°C)		
		Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum
N-Odal	Gruppehogst	12,7 (5,3)	-1,0	33,4	12,0 (2,4)	5,8	18,1
	Stor åpning	12,3 (5,1)	-1,2	31,3	11,3 (1,8)	6,8	15,7
	Middels åpn.	12,5 (4,8)	-0,3	30,7	11,6 (2,0)	6,4	17,1
	Liten åpn.	12,2 (4,5)	0,4	29,3	10,3 (1,6)	5,5	13,9
	Kontroll	12,1 (4,2)	0,8	26,9	9,9 (1,8)	4,9	14,5
Romedal	Gruppehogst	12,2 (6,5)	<-4,9*	34,0	10,6 (1,7)	5,8	14,2
	Stor åpning	11,6 (5,5)	-4,1	32,3	11,0 (2,3)	4,9	17,1
	Middels åpn.	11,9 (5,1)	-2,5	30,6	10,2 (1,7)	5,8	14,2
	Liten åpn.	11,9 (4,9)	-2,6	29,1	10,2 (1,7)	5,0	14,5
	Kontroll	11,5 (4,4)	-1,7	27,6	8,9 (1,4)	4,6	11,7

*Laveste temperatur loggerne kunne registrere var -4,9 °C.

En skjerm av trær vil dempe både innstrålingen av sollys på dagtid og utstrålingen av langbølget stråling fra jorda om natten. Denne skjermeffekten blir gradvis mindre jo større åpningene i kronedekket er. Særlig på klare dager vår og høst kan fluktuationen mellom natt- og dagtemperaturer bli store på en åpen flate. Dette er illustrert i figur 2, som viser lufttemperaturer kl. 14 (det varmeste tidspunktet på dagen) og kl. 05 (det kjøligste tidspunktet) i Romedal, målt i tre forskjellige åpninger i en 14-dagers periode på høsten. Temperaturene i gruppehogsten var høyere på dagtid, men samtidig lavere på nattetid enn i de mer skjermede behandlingene. På en hogstflate ville forskjellene ha vært enda tydeligere (Man og Lieffers 1999).

At hogsten har høynet gjennomsnittstemperaturen noe i både jord og luft er positivt for småplantenes vekst, både i røtter og skudd. Store fluktuationer og for høye eller lave ekstremverdier kan imidlertid virke negativt, for eksempel i forhold til frostskafer, oppfrost eller tørke. De målte maksimumstemperaturene i gruppehogstene er ikke så høye at de er direkte skadelige for plantene, men høye temperaturer kan medvirke til tørkestress (Bjør 1965, 1971). Minimumstemperaturene er ikke målt på den kaldeste tiden av året, men forteller likevel at temperaturforskjellene kan være store mellom åpninger og lukket skog en kald vår- eller høstdag. Det kan ha implikasjoner i forhold til frostskafer og oppfrost på utsatte steder.



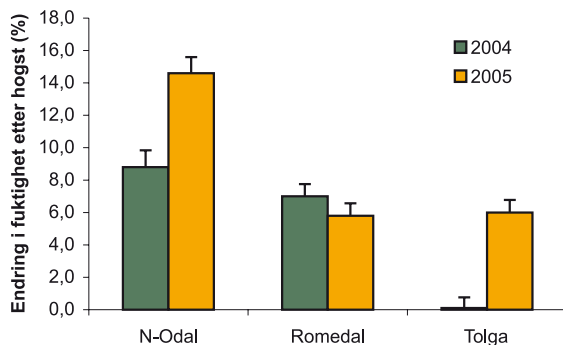
Figur 2. Lufttemperaturer kl. 14.00 (heltrukne linjer) og kl. 05.00 (prikkete linjer) i gruppehogst (svart), middels stor åpning (grønn) og i kontrollrute uten hogst (oransje) på feltet i Romedal 1.-14. september 2005.

Jordfuktighet

Fuktigheten i jorda ble sammenliknet før og etter hogst, sett i forhold til fuktigheten i kontrollrutene. To trender var tydelige: den første var at fuktigheten i de tilfeldig utvalgte punktene var noe høyere enn målt rett ved siden av plantene. Forskjellen varierte fra 1 til 9 prosent i gjennomsnitt for felt og år. Dette kan skyldes intersepsjon, og at småplantene har et aktivt vannopptak som påvirker vanninnholdet i jorda. Videre var det en signifikant økning i jordfuktigheten etter hogst, for alle tre felt og for både 2004 og 2005 (figur 3). Unntaket var for Tolga i 2004, da

det ikke ble funnet noen forskjell i fuktighet i forhold til i 2003. For de andre årene og stedene gikk fuktigheten opp med 6 til 15 % etter hogst.

Fuktigheten har altså økt etter hogsten, som følge av mindre rotkonkurranse fra større trær. Dette er positivt for foryngelsen, både for vekst og overlevelse hos forhåndsforyngelsen og for etablering av nye spireplanter. Fuktigheten ble målt de to første sesongene etter hogsten, og denne effekten forsvinner etter hvert som kraftigere bunnvegetasjon (gras, urter og lyng) etablerer seg på feltene.



Figur 3. Endring i jordfuktighet (volumetrisk vanninnhold) fra 2003 til henholdsvis 2004 og 2005 (etter hogst). Vertikale streker angir standardavviket. Målingene er foretatt i ca. 90 punkter i hvert bestand, både ved foryngelse og i faste punkter.

Etterord

Dette arbeidet ble finansiert gjennom Norges forskningsråd, prosjekt 153738/140. Avdelingsingeniør Roald Brean har bistått i feltarbeidet. Takk til skogierne Erik Haug i Nord-Odal, Jakob og Arve Trøan i Tolga og Romedal allmenning for at de stilte sine eiendommer til disposisjon, og til Aksel Granhus ved INA/UMB for nyttige kommentarer til manuskriptet. En stor takk også til Kontus-prosjektet ved Trygve Øvergård i Glommen Skog BA, for godt samarbeid og mye praktisk hjelp underveis.

Abstract

Changes in stand microclimate after selective cuttings and group fellings were described. A selective cutting with two levels of removal (approx. 40 and 60 % of standing volume) and group fellings with diameters of 25 m were conducted in three uneven-aged stands in eastern Norway, two Norway spruce (*Picea abies*) stands and one Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand. Both before and after cutting, light levels were measured with hemispherical photography, and the volumetric water content of the upper soil layers were measured. After cutting, temperatures at 5 cm depth in the mineral soil and 20 cm above ground were registered through the growing season. The selective cutting increased average light levels from 19 to 36 % of full light in the spruce stands and from 31 to 57 % in the pine stand. The light levels in the middle of the group fellings were around 70 %. In the spruce forests, the frequency distribution curve of measured light values was rather narrow and peaked before harvesting but wide and low afterwards, indicating that the selective cutting created a broad range of site

conditions below the canopy, most of them receiving enough light to sustain good seedling growth. For the pine forest, the light distribution curve kept a unimodal shape after cutting, but also here the cutting has resulted in sufficient light for pine seedling growth. Average air temperatures were quite similar between different gap sizes, but extreme temperatures were more common in the larger gaps and daily variation increased with gap size. The average soil temperature and soil water content increased after cutting compared to the uncut control.

Litteratur

- Bjor, K. (1965). Temperaturgradientens betydning for vannhusholdningen på skogsmark. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 20: 273–306.
- Bjor, K. (1971). Forstmeteorologiske, jordbunnsklimatiske og spireøkologiske undersøkelser. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 28: 429–526.
- Hanssen, K. H., Granhus, A. og Brean, R. (2007). Vitalitet, avgang og skader på foryngelsen ved en selektiv hogst. Forskning fra Skog og landskap 3/07 s. 11-16.
- Hanssen, K. H., Granhus, A., Brække, F. H. og Haveraaen, O. (2003). Performance of sown and naturally regenerated *P. abies* seedlings under different scarification and harvesting regimes. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 351–361.
- Kubin, E. og Kemppainen, L. (1991). Effect of clearcutting of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions. Acta Forestalia Fennica No. 225. 42 s.
- Langvall, O., Nilsson, U. og Örlander, G. (2001). Frost damage to planted Norway spruce seedlings – influence of site preparation and seedling type. Forest Ecology and Management 141 (3): 223–235.
- Man, R. Z. og Lieffers, V. J. (1999). Effects of shelterwood and site preparation on microclimate and establishment of white spruce seedlings in a boreal mixedwood forest. Forestry Chronicle 75 (5): 837–844.
- Roussel, L. (1948). Convert et photométrie. Bull. Soc. For. Franche-Compte 125: 313–326.
- Skoklefeld, S. (1989). Planting og naturlig foryngelse av gran under skjerm og på snauflete. Rapport 6/89, 39 s. Norsk institutt for skogforskning.