

OPPFROST AV GRANPLANTER: STØRST SKADER MED DYP MARKBEREDNING OG STORE HOGSTÅPNINGER¹

Michelle de Chantal¹, Kjersti Holt Hanssen², Aksel Granhus³, Urban Bergsten⁴, Mikael Ottosson Löfvenius⁴ og Harald Grip⁴

¹University of Helsinki, Finland, ²Norsk institutt for skog og landskap, Ås, ³Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås, ⁴Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå

Innledning

I boreal skog kan oppfrost føre til høy avgang av planter. Oppfrost skyldes iskrystaller som vokser nedenfra og oppover i jorda, og danner nåleis på jordoverflaten (figur 1). Denne prosessen finner sted når lufttemperaturen er noen få grader under frysepunktet samtidig som det er en jevn tilgang av vann til isoverflaten, noe som oftest er tilfelle i finkornet jord. Oppfrost skjer vanligvis når snølaget er tynt eller mangler (Goulet 1995, Bergsten et al. 2001). Ved oppfrost kan planter løftes helt eller delvis opp av jorda, særlig hvis de har et lite og grunt rotsystem. Andre ganger forblir plantene i jorda, men får avrevne røtter. I begge tilfeller blir opptaket av vann og næringsstoffer dårligere, og plantene dør eller får redusert vekst.



Figur 1. Nåleis formet i B-sjiktet på en av markberedningsflekene i Romedal, oktober 2004. Bak nåleisen skimtes toppen av en granplante som har blitt løftet opp av isen. Foto: Michelle de Chantal.

Ved hogst åpnes kronedekket slik at mer lys og varme slipper ned på bakken på dagtid. Samtidig blir jordfuktigheten generelt større i hogståpninger, særlig om høsten, og grunnvannspeilet heves (Pothier et al. 2003). I tillegg øker den nattlige langbøl-

gede utstrålingen av varme fra jorda, fordi trekro-nene, som vanligvis virker som et «telt» og demper denne utstrålingen, er borte. Dette medfører økt sannsynlighet for nattefrost, som sammen med den høyere jordfuktigheten gjør at risikoen for frostheving blir større. Jo kraftigere hogstinngrepet er, desto større blir de mikroklimatiske endringene (Langvall og Ottosson Löfvenius 2002).

Et isolerende lag på jordoverflaten, enten det er snø, humus eller vegetasjon, kan redusere faren for oppfrost. Forsøk har vist at markberedning, som blir utført på foryngelsesfelt for å bedre forholdene for planting eller naturlig foryngelse, kan øke faren for oppfrost (de Chantal et al. 2003, 2006). Dette gjelder særlig for jordtyper med et høyt finkorninnhold.

Lukkede hogster blir utført i økende grad i Norge, for å skape eller bevare en mer variert struktur på skogen, og for å kunne benytte naturlig foryngelse. Hogstintensiteten kan variere fra uttak av enkelttrær til gruppe- eller småflatehogster. Fordi man vanligvis satser på bruk av naturlig foryngelse ved lukkede hogster, kan markberedning være et aktuelt hjelpetiltak. Vi ønsket å beskrive hvordan kombinasjonen av forskjellig hogst- og markberedningsintensitet påvirker faren for frostheving.

Materiale og metoder

Vi benyttet tre bestand med sjiktet furu- eller gran-skog i Tolga, Odal og Romedal (tabell 1). Bestandene ble hogd vinteren 2003–2004. Hogstformene var selektiv hogst, med uttak av enkelttrær eller smågrupper, og større gruppehogster. Vi brukte åpninger etter henholdsvis gruppehogst (ca. 500 m² eller 25 m i diameter, heretter kalt «store åpninger») og selektiv hogst (ca. 175 m², «små åpninger»), samt åpninger mellom trærne i urørt skog (ca. 20 m², «urørt»). I to åpninger av hver størrelse i hvert bestand ble det anlagt ruter på 40 × 40 cm

1 Dette er en oppsummering av artikkelen «Frost heaving damage to one-year old *Picea abies* seedlings increases with soil horizon depth and canopy gap size», som er tilgjengelig i Canadian Journal of Forest Research, 2007 (på engelsk). Gjengitt med tillatelse fra forlaget.

som ble markberedt for hånd. Markberedningen ble foretatt på tre måter: ved behandling H ble levende vegetasjon og strø fjernet slik at bare humuslaget var igjen, ved behandling E ble både vegetasjonen og humuslaget fjernet slik at det lyse utvaskingssjiktet (E-sjiktet) kom til syne, og ved behandling B ble også E-sjiktet fjernet slik at utfel-

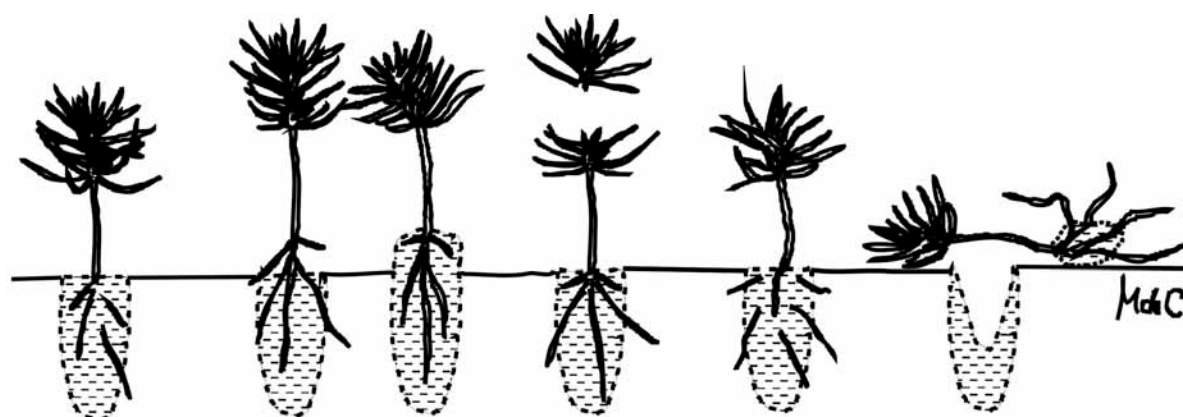
lingssjiktet (B-sjiktet) var øverst. Tykkelsen av sjiktene varierte fra 2 til 5 cm for H og fra 5 til 11 cm for E-sjiktet. I hver av de markberedte rutene ble det plantet fire granplanter, 648 til sammen. De ble sådd i pottebrett, og var fire uker gamle ved utplantingstidspunktet i juni 2004.

Tabell 1. Beskrivelse av forsøksfeltene, med kornfordeling (prosent tørrvekt ± standardfeil) i gjennomsnitt pr. felt og jordsjikt.

| | Tolga | | Odal | | Romedal | |
|--|----------------------|------------|------------------------------------|------------|----------------------|------------|
| Koordinater | 62°23'N, 10°67'Ø | | 60°31'N, 11°28'Ø | | 60°39'N, 11°35'Ø | |
| Høyde (m o.h.) | 520 | | 450 | | 540 | |
| Skogtype | Flersjiktet furuskog | | Flersjiktet granskog | | Flersjiktet granskog | |
| Vegetasjonstype | Bærlingskog | | Blåbærskog med fuktige områder | | Blåbærskog | |
| Jordtype | Podsol | | Podsol med flekker av drenert torv | | Podsol | |
| Jordtekstur | Siltig sand | | Siltig sand | | Sandig silt | |
| Normalnedbør (mm) 1961–1990 | 470 [†] | | 755* | | 755* | |
| Normaltemperatur (°C) 1961–1990 | 0.1 [†] | | 3.6* | | 3.6* | |
| Tretetthet pr. ha etter hogst (dbh >49 mm) | 695 | | 900 | | 800 | |
| | E-sjikt | B-sjikt | E-sjikt | B-sjikt | E-sjikt | B-sjikt |
| Leire (<2 µm) | 4.1 ± 0.2 | 8.5 ± 0.4 | 2.4 ± 0.1 | 7.4 ± 0.7 | 9.2 ± 1.3 | 10.0 ± 1.0 |
| Fin silt (2–20 µm) | 15.8 ± 0.7 | 16.0 ± 0.6 | 15.1 ± 0.5 | 16.9 ± 0.9 | 53.9 ± 10.2 | 56.2 ± 9.6 |
| Grov silt (20–60 µm) | 19.2 ± 0.9 | 21.7 ± 0.5 | 26.9 ± 0.9 | 27.3 ± 0.5 | 19.4 ± 5.4 | 14.8 ± 2.8 |
| Fin sand (60–200 µm) | 27.1 ± 1.0 | 27.0 ± 0.5 | 31.5 ± 0.8 | 26.8 ± 0.8 | 11.9 ± 4.6 | 10.0 ± 3.8 |
| Grov sand (200–2000 µm) | 33.8 ± 1.9 | 26.9 ± 0.6 | 24.0 ± 1.3 | 21.7 ± 0.2 | 5.7 ± 3.7 | 9.0 ± 4.5 |

[†] Målt ved Tolga meteorologiske stasjon – 62°42'N, 11°00'Ø, 565 m o.h.

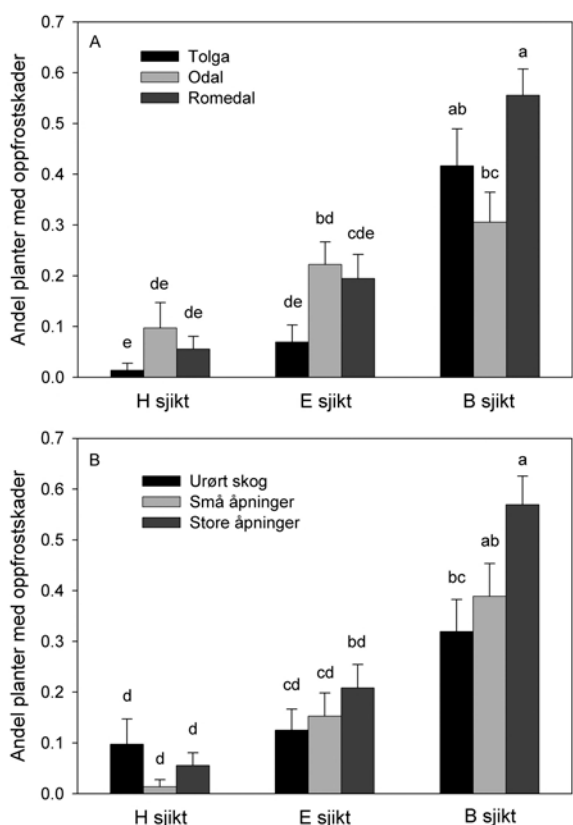
* Målt ved Nord-Odal meteorologiske stasjon – 60°38'N, 11°55'Ø, 150 m o.h.



1) Dårlig forankring 2) Eksponerte røtter 3) Avrevet topp 4) Avrevne røtter 5) Planten løftet opp av jorda

Figur 2. Inndeling i skadeklasser etter oppfrost. Tegning: Michelle de Chantal.

Frostheving av jorda ble registrert høsten 2004, for å observere hvis og eventuelt når oppfrosen fant sted. Skader på plantene ble registrert i juni 2005, i henhold til klassene som er vist i tabell 2. De første fem skadetyper kan med sikkerhet relateres til oppfrost (figur 2). Planter i skadeklasse 1–3 hadde varierende vitalitet, mens planter i klassene 4 og 5 var døde ved inventeringstidspunktet. Avrevne toppler hadde ingen tegn etter soppskader, og flere av dem ble funnet på toppen av nåleisen i løpet av høsten, slik at vi var sikre på at dette også var en skade etter oppfrost. Uttørrede småplanter kan være en konsekvens av avrevne røtter, men plantene kan også ha tørket ut av andre årsaker. Disse ble derfor ikke telt med når skadeomfanget etter oppfrost ble regnet ut. Noen planter hadde flere typer skader. En mer detaljert beskrivelse av forsøksopplegget og registreringene finnes i artikkelen av de Chantal et al. (2007).



Figur 3. Andel småplanter med oppfrostska-der (\pm standardfeil), A) etter sted og jordsjikt og B) etter størrelse på åpningen og jordsjikt. Forskjellige bokstaver indikerer statistisk signifikante forskjeller ($p < 0.05$) mellom stolpene.

Resultater og diskusjon

Resultatene viste tydelig at plantene var mer utsatt for oppfrostska-der når de ble plantet i B-sjiktet enn i E- og spesielt H-sjiktet (figur 3 og tabell 2). Med andre ord ble oppfrosen kraftigere jo dypere ned markberedningen gikk. B-sjiktet inneholdt en større andel leirpartikler enn E-sjiktet (tabell 1), noe som kan være med å forklare hvorfor oppfrosen var kraftigere her. Til sammen fikk 5 % av plantene skader etter oppfrost i H-sjiktet, 20 % i E-sjiktet og 45 % i B-sjiktet. Ingen avgang ble registrert i H-sjiktet, mens det i E- og B-sjiktet ble registrert henholdsvis 1 og 8 % avgang. Det er tydelig at humuslaget har virket isolerende, slik at småplantene i H-sjiktet har fått svært lite skader.

Selv om jorda i Romedal hadde et høyere innhold av finpartikler enn jorda på de to andre stedene (tabell 1), var det ikke store forskjeller i oppfrostska-der mellom bestandene, med unntak for B-sjiktet (figur 3a). Hvis vi ser bort fra at lokale variasjoner med hensyn til temperatur- og snøforhold kan ha påvirket resultatene, virker det derfor som om partikkelstørrelse ikke var den mest avgjørende faktoren for graden av frostheving.

I store åpninger var skadene større enn i små åpninger og urørt skog, særlig i kombinasjon med markberedning som eksponerte B-sjiktet i jorda (figur 3b). I gjennomsnitt var 30 % av småplantene i de store åpningene skadet, sammenliknet med 20 % i små åpninger og 19 % i urørt skog. Avgangen var 4 % i store åpninger og 2 % for både små åpninger og urørt skog.

De mest vanlige skadene etter oppfrost var eksponerte røtter og planter med dårlig forankring (tabell 2). Disse skadetyper var dobbelt så vanlige i B-sjiktet som i E-sjiktet, og praktisk talt fraværende i H-sjiktet. Også døde småplanter som hadde blitt løftet helt opp av jorda eller fått avrevne røtter, var mest vanlig i B-sjiktet, særlig i store åpninger.

Både dypere markberedning og store åpninger etter hogsten økte altså oppfrostska-derne. Selv om begge faktorer var viktige, hadde markberedningsintensiteten større effekt enn hogststørrelsen. Konklusjonen blir derfor at dyp markberedning bør unngås på fuktige og finstoffrike jordtyper, særlig i kombinasjon med kraftige hogstingrep. Når markberedning er nødvendig i slike områder, bør den begrenses til avflekking av vegetasjonen og eventuelt humuslaget ved å bruke grunn flekkmarkberedning.

Tabell 2. Plantenes fordeling på skadeklasser (%) etter jordsjikt og størrelse på åpninger.

| | H-sjiktet | | | E-sjiktet | | | B-sjiktet | | |
|-----------------------------|------------|--------------|----------------|------------|--------------|----------------|------------|--------------|----------------|
| | Urørt skog | Små åpninger | Store åpninger | Urørt skog | Små åpninger | Store åpninger | Urørt skog | Små åpninger | Store åpninger |
| Oppfrostskader: | | | | | | | | | |
| i) Skadde småplanter: | | | | | | | | | |
| Dårlig forankring | 1 | 0 | 0 | 4 | 7 | 7 | 14 | 23 | 32 |
| Eksponeerte røtter | 1 | 0 | 0 | 9 | 7 | 13 | 12 | 8 | 11 |
| Avrevet topp | 7 | 1 | 6 | 3 | 1 | 5 | 1 | 5 | 5 |
| Skadde totalt | 9 | 1 | 6 | 16 | 15 | 25 | 27 | 36 | 48 |
| ii) Døde småplanter: | | | | | | | | | |
| Avrevne røtter | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| Planten løftet opp av jorda | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 11 |
| Døde totalt | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 6 | 6 | 11 |
| Skadde + døde totalt | 9 | 1 | 6 | 16 | 16 | 26 | 33 | 42 | 59 |
| Andre skadeklasser: | | | | | | | | | |
| Uttørring | 9 | 7 | 7 | 13 | 4 | 8 | 7 | 3 | 8 |
| Planten borte | 7 | 4 | 10 | 4 | 4 | 11 | 5 | 4 | 5 |
| Ingen skader | 75 | 88 | 78 | 68 | 76 | 54 | 55 | 52 | 28 |

Etterord

Dette arbeidet ble finansiert av the Academy of Finland, NorFa og Norges forskningsråd (prosjekt 153738/140). Vi takker skogeierne, Dr. Hannu Rita for råd om statistikken, Mette og Erling Semmingsen (Tolga) og Kristine og Erik Haug (N-Odal) for losji under feltarbeidet, og Trygve Øvergård i Glommen Skog BA for god hjelp underveis.

Abstract

We describe first winter frost heaving damage to *Picea abies* (L.) Karst. seedlings planted in gaps made by group fellings (large circular gaps, ca. 500 m²) and single-tree selection cuttings (small irregularly-shaped gaps, ca. 175 m²), as well as in uncut forest. One-month-old seedlings were planted on manually exposed H, E, and B horizons that emulated various intensities and depths of scarification. The three experimental sites were located in multi-storied *Pinus sylvestris* L. or *P. abies* forests on sandy loam or silt loam in SE Norway. Altogether, 5 % of seedlings sustained frost heaving damage on H horizon, compared to 20 % on E horizon and 45 % on B horizon. On average, 31 % of seedlings in large gaps incurred frost heaving damage compared to 20 % in small gaps and 19 % in uncut forest. Exposed roots and poorly anchored or uplifted seedlings were recurring classes of damage, especially on B horizon and in large gaps. Therefore, to reduce the risk of frost heaving damage, shallow soil preparation and smaller gap sizes should be used.

Litteratur

- Bergsten, U., Goulet, F., Lundmark, T. og Ottosson Löfvenius, M. 2001. Frost heaving in a boreal soil in relation to soil scarification and snow cover. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1084–1092.
- de Chantal, M., Leinonen, K., Ilvesniemi, H. og Westman, C.J. 2003. Combined effects of site preparation, soil properties, and sowing date on the establishment of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* from seeds. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 931–945.
- de Chantal, M., Rita, H., Bergsten, U., Ottosson Löfvenius, M. og Grip, H. 2006. Effects of soil properties and soil disturbance on frost heaving of mineral soil: a laboratory experiment. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 2885–2893.
- de Chantal, M., Hanssen, K. H., Granhus, A., Bergsten, U., Ottosson Löfvenius, M. og Grip, H. 2007. Frost heaving damage to one-year-old *Picea abies* seedlings increases with soil horizon depth and canopy gap size. Accepted, *Canadian Journal of Forest Research* 37.
- Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: A review. *New Forests* 9: 67–94.
- Langvall, O. og Ottosson Löfvenius, M. 2002. Effect of shelterwood density on nocturnal near-ground temperature, frost injury risk and budburst date of Norway spruce. *Forest Ecology and Management* 168: 149–161.
- Pothier, D., Prévost, M. og Auger, I. 2003. Using the shelterwood method to mitigate water table rise after forest harvesting. *Forest Ecology and Management* 179: 573–583.