

Stig Ole Stener og Petter Økseter

Markberedning

Sammenligning av tilslag og høydevekst på furuforyngelse
ved bruk av fem markberedningsprinsipper i Stor-Elvdal,
Hedmark

Høgskolen i Hedmark
Rapport nr. 11 – 2002

Online-versjon

Utgivelsessted: Elverum

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner. Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for Høgskolens syn.

I rapportserien fra Høgskolen i Hedmark publiseres FoU-arbeid og utredninger. Dette omfatter kvalifiseringsarbeid, stoff av lokal og nasjonal interesse, oppdragsvirksomhet, foreløpig publisering før publisering i et vitenskapelig tidsskrift etc.

Rapporten kan bestilles ved henvendelse til Høgskolen i Hedmark.
(<http://www.hihm.no/Publikasjon/default.htm>)

Rapport nr. 11 - 2002

© Forfatterne/Høgskolen i Hedmark

ISBN: 82-7671-254-1

ISSN: 1501-8563



Høgskolen i Hedmark

Tittel: Markberedning. Sammenligning av tilslag og høydevekst på furuforyngelse ved bruk av fem markberedningsprinsipper i Stor-Elvdal, Hedmark

Forfattere: Stig Ole Stener og Petter Økseter

Nummer: 11

Utgivelsesår: 2002

Sider: 41

ISBN: 82-7671-254-1

ISSN: 1501-8563

Oppdragsgiver: Høgskolen i Hedmark og Fylkesmannen i Hedmark

Emneord: markberedning, markberedningsprinsipp, såing, etablering, foryngelse, furu

Sammendrag: Et markberedningsforsøk ble anlagt i et høyereliggende furubestand i 1993. Fem markberedningsprinsipper ble sammenlignet med tanke på tilslag og høydevekst på furuforyngelsen. Etter 9 år var det ingen signifikant forskjell i antall planter og plantenes høyde.



Høgskolen i Hedmark

Title: Scarification. Comparing number of plants and height of plants in regeneration of Scots pine using five different methods of scarification in Stor-Elvdal, Hedmark County

Author: Stig Ole Stener and Petter Økseter

Number: 11

Year: 2002

Pages: 41

ISBN: 82-7671-254-1

ISSN: 1501-8563

Financed by: Hedmark University College, Faculty of forestry and wildlife management and the county Governor of Hedmark

Keywords: scarification, scarification methods, sowing, regeneration, Scots pine

Summary: A study of scarification in a single tree stand of Scots pine was established in 1993. Five scarification methods were compared for number of plants per ha and the height of the plants. After 9 year there are no significant differences in number and height of plants.

Førord

Denne rapporten er utarbeidet av Høgskolen i Hedmark, avdeling for skog- og utmarksfag.

Undersøkelsen sammenligner tilslag og høydevekst på foryngelsen ved bruk av fem markberedningsprinsipper.

Vi takker alle som har deltatt i undersøkelsen. Rasten OF skog stilte forsøksfelt til disposisjon. Entreprenør Alf Bjørnstad utførte markberedningen og studentene Bent Roger Hegg, Roald Hågensen, Ole Arne Hagen, Isak Halvorsen, Gunnar Myrvang, Rune Krok og Knut Håkon Ouren utførte registreringene i felt. Odd Reidar Fremming og Hans Christian Pedersen har lest gjennom manus.

Undersøkelsen er finansiert av Statsskog, Fylkesmannen i Hedmark og Høgskolen i Hedmark, avdeling for skog- og utmarksfag.

Evenstad, desember 2002

Stener Stig Ole

Petter Økseter

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning.....	11
1.1 Tidligere undersøkelser.....	13
1.2 Problemstilling.....	15
2.0 Materiale.....	15
3.0 Metode.....	16
4.0 Resultater.....	19
4.1 Antall planter.....	20
4.1.1 Antall planter i 1996.....	20
4.1.2 Antall planter i 1997.....	20
4.1.3 Antall planter i 1999.....	21
4.1.4 Antall planter i 2002.....	22
4.1.5 Utvikling i antall planter i perioden 1996 - 2002.....	22
4.2 Plantenes høyde.....	24
4.2.1 Plantenes høyde i 1996.....	24
4.2.2 Plantenes høyde i 1997.....	25
4.2.3 Plantenes høyde i 1999.....	26
4.2.4 Plantenes høyde i 2002.....	26
4.2.5 Plantenes høydeutvikling i perioden 1996 til 2002.....	27
5.0 Diskusjon.....	28
5.1 Metode.....	29
5.2 Faktorer som påvirker plantenes etablering og høydevekst.....	30
5.3 Antall planter.....	32
5.4 Plantenes høyde.....	34
6.0 Egen vurdering.....	40
Litteratur.....	41
Vedlegg.....	45

1.0 Innledning

Markberedning er et tiltak som er vanlig å bruke i forbindelse med naturlig foryngelse, såing og planting av skog på middels og lav bonitet. Markberedning blir benyttet for å bedre overlevelsen til spirte frø (Hagner et al. 1994 og Örlander 1997) og øke høydeveksten til plantene (Sonesson et al. 1994).

På skogsmark vil vegetasjonsdekket, humus og mineraljorda bli påvirket av markberedningen. Markberedningen utføres som flekk eller stripe der mineraljorda blir blottlagt. Hvordan den enkelte flekk eller stripe blir utformet blir kalt et markberedningsprinsipp (Bäcke et al. 1986).

Tradisjonelt har markberedning på fast skogsmark blitt utført som avflekking. Ved avflekking (fig. 1) blir vegetasjonsdekket fjernet og den underliggende mineraljorda blir påvirket så lite som mulig for å unngå forsenkninger i den blottlagte mineraljordflekken. En forsiktig løsgjøring av mineraljorda kan bedre spireforholdene til frøene (Solbraa & Andersen 1997).

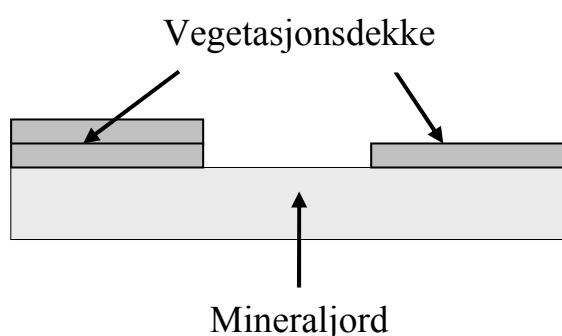


Fig. 1. Avflekking.

Hauglegging (fig. 2) er et markberedningsprinsipp som er vanlig å benytte på fuktig skogsmark. Det er også aktuelt å benytte hauglegging på fast skogsmark der plantene blir utsatt for stor konkurranse fra markvegetasjonen. Her blir det

avflekete vegetasjonsdekket lagt ved siden av flekken med blottlagt mineraljord. Det omvendte vegetasjonsdekket blir så dekt av mineraljord. Tykkelsen av mineraljordlaget kan variere med foryngelsesforholdene på det enkelte sted.

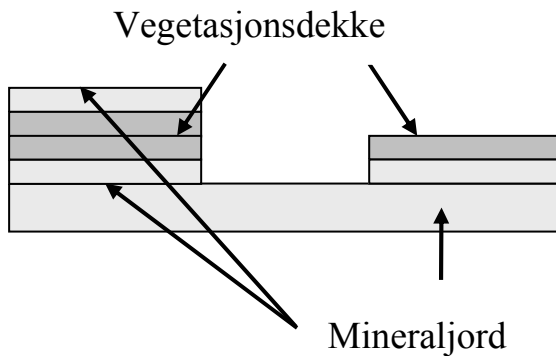


Fig. 2. Hauglegging.

Invers (fig. 3) er et markberedningsprinsipp som ikke har vært benyttet i større skala. Vegetasjonsdekket og den øvre del av mineraljorda løftes opp, vendes og legges tilbake slik at mineraljorda dekker vegetasjonsdekket. Mineraljorda blir løsgjort under markberedningen. Det oppstår ingen nivåforskjell mellom flekken og det omkringliggende arealet.

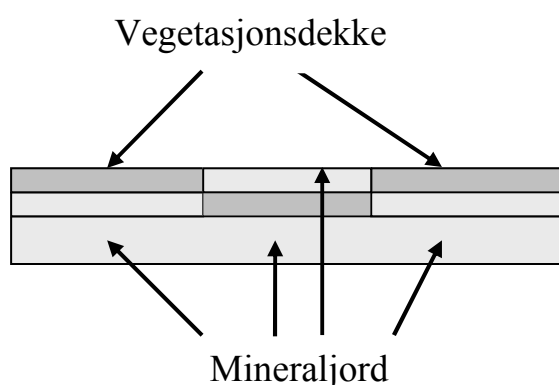


Fig. 3. Invers.

Valg av markberedningsprinsipp bestemmer i hvor stor grad vegetasjonsdekket og den underliggende mineraljorda blir påvirket. Styrken på markberedningen

beskrives som avflekingsgrad og hvor dypt mineraljorda blir påvirket. Avflekingsgrad beskriver andel av totalt areal som blir påvirket av markberedningen.

I forbindelse med Landskogstakseringen gir Tomter et al. (2001) en oversikt over skogtilstanden i Hedmark. En relativt stor andel av det produktive skogarealet i Hedmark er egnet for markberedning med tanke på naturlig foryngelse eller såing. Furu er dominerende på 49 prosent av det produktive skogarealet. Bonitetsklassene; 8, 11 og 14 utgjør til sammen 70 prosent av det produktive skogarealet. Lavskog, bærlyngskog og blåbærskog er de dominerende vegetasjonstypene. 42 prosent av det produktive skogarealet er i høydelaget fra 500 m.o.h. til 800 m.o.h.

1.1 Tidligere undersøkelser

Det er flere undersøkelser som vurderer naturlig foryngelse og såing av furu der markberedning har blitt benyttet. De fleste av disse undersøkelsene vurderer antall etablerte planter året etter markberedning. Andre undersøkelser vurderer markberedningens langtidseffekt på antall etablerte planter og plantenes tilvekst.

Bjørgung (1957) undersøkte avflekking ved ulik behandling av mineraljorda i flekken, med tanke på antall flekker med planter og plantenes høyde 21 år etter markberedning. Det ble ikke funnet forskjell mellom behandlingsmetodene i antall flekker med planter eller plantenes høyde.

Hagner et al. (1994) undersøkte overlevelsen av furuplanter som har spirt fra frø 5 år etter utført markberedning. Det var stor avgang de første årene. Sekstifire prosent av plantene overlevde fra den første vekstsesongen til den tredje

vekstsesonen. Av disse overlevde 84 prosent til de ble 5 år. Mange av de etablerte plantene kan ikke regnes som framtidstrær fordi de står i klynger og vil bli ryddet bort i avstandsreguleringen.

Örlander et al. (1996) undersøkte om markberedningen hadde en langsiktig negativ innvirkning på plantenes tilvekst. Undersøkelsen omfattet bestand med opp til 70 års alder. Studiet viste at det ikke oppstod langsiktige negative effekter på plantenes tilvekst når mekaniske markberedningsmetoder ble benyttet.

Mäkitalo (1999) har undersøkt langtidseffekten av flekkmarkberedning og ulike foryngelsesmetoder med hensyn på overlevelse og høydevekst hos furu som har spirt fra frø og pluggplanter av furu. Undersøkelsen ble utført 16 år etter markberedning. Det var signifikant forskjell i overlevelse mellom såing og pluggplanter. Såing hadde en overlevelse på 36 prosent i forhold til antall spirte planter. Pluggplanter en overlevelse på 58 prosent av antall utsatte pluggplanter. Det var også signifikant forskjell i høyde. Barrotplanter med gjennomsnittshøyde 295 centimeter som var større enn pluggplantene med gjennomsnittshøyde 261 centimeter som var større enn såing med gjennomsnittshøyde 186 centimeter. Etter 16 vekstsesoner hadde markberedningsprinsipp og foryngelsesmetode ingen signifikant effekt på overlevelsen til plantene.

Mattson (2002) har undersøkt hvilken langtidseffekt markberedning hadde på høydertilvekst og vedegenskaper til furu- og contortaplanter. Undersøkelsen vurderte tre bestand 18-25 år etter utført markberedning med pløying, harving og hauglegging. Tilveksten ble oppgitt som toppskuddlengde og stammevolum. Stammevolumet var høyest på pløying, lik på harving og hauglegging og minst der det ikke var markberedt. Desto kraftigere påvirkning av mineraljorda desto høyere tilvekst. Effekten av markberedningen var høyere på lav bonitet enn på

middels bonitet. Gjennomsnittet av pløying, harving og hauglegging gir 244 prosent økning i stammevolum på lav bonitet og 105 prosent økning i stammevolum på middels bonitet.

Nordborg et al. (2002) oppgir at markberedningsprinsippet invers gir høyere plantetilvekst enn andre markberedningsprinsipper. Det blir ikke oppgitt eksakte tall som viser forskjellene.

1.2 Problemstilling

Dette forsøket sammenligner fem markberedningsprinsipper i høyereliggende furuskog med hensyn på:

1. Antall furuplanter som etableres
2. Høyde på furuplantene

2.0 Materiale

Forsøksfeltet ble anlagt i 1993 i et høyereliggende furubestand i Rasten OF-skog i Stor-Elvdal kommune, Hedmark fylke. Bestandet ble gjennomhogd for 40 - 50 år siden. Bestandsdataene er gjengitt i tabell 1. Det står 13 frøtrær per dekar med brysthøydiameter over 10 centimeter. Frøtrærne er jevnt fordelt over forsøksfeltet. I bestandet er det moreneavsetning med podsolprofil og bleikjordsjiktet er i gjennomsnitt 10 centimeter. Det er et aurbellelag som varierer fra 0 til 4 centimeter. Forsøksfeltet er eksponert mot nord med en helning på 4 prosent. Vegetasjonstypen varierer noe, men røsslyng-blokkebær er dominerende (Framstad 1997).

Tab. 1. Bestandsdata for forsøksfeltet.

Bonitet (H ₄₀)	Furu 8
Hogstklasse	Hogstklasse 1 med frørestilling
Treantall pr. dekar	13
Vegetasjonstype	Røsslyng – blokkebær
Høyde over havet i meter	620 – 630
Jordprofil	Morene, podsolprofil med ca. 10 cm. bleikjordsjikt og aurløstykke på 0-4 cm.
Eksposisjon	Nordvendt
Helning i prosent	4

3.0 Metode

Forsøksfeltet ble anlagt som et randomisert blokkforsøk. Det ble lagt ut en blokk på 45 * 75 meter med fem gjentak. Hver av blokkene på 45 * 75 meter ble delt inn i fem rektangler på 15 * 45 meter. Disse rektanglene ble igjen delt inn i tre kvadratiske ruter på 15 * 15 meter. En av disse kvadratiske rutene på 15 * 15 m meter innen hvert rektangel ble forynget med flaske og inngår i materialet.

Forsøksfeltet ble markberedt med en gravemaskin på 8,5 tonn. Hvert rektangel ble markberedt med et markberedningsprinsipp. Hvilket markberedningsprinsipp som ble benyttet på det enkelte rektangel, ble tilfeldig valgt. De markberedningsprinsippene som ble benyttet var; avflekking, liten haug, stor haug, lett invers og tung invers.

Tab. 2. Beskrivelse av markberedningsprinsippene.

Avflekking	Markvegetasjon og humus fjernes fra flekken og legges ved siden av den blottlagte mineraljorda. Mineraljorda påvirkes i liten grad.
Liten haug	Markvegetasjon, humus og noe mineraljord fjernes fra flekken og legges ved siden av den blottlagte mineraljorda. Mineraljorda dekker den avflekete humusen og mineraljordas tykkelse er ca. 5 cm. Haugen er ca. 5 cm. høyere enn arealet ved siden av.
Stor haug	Markvegetasjon, humusen og mineraljord fjernes fra flekken og legges ved siden av den blottlagte mineraljorda. Mineraljorda dekker den avflekete humusen og mineraljordas tykkelse er ca. 10 cm. Haugen er ca. 10 cm. høyere enn arealet ved siden av.
Lett invers	Halve graveskuffa blir presset ned i mineraljorda, løftes opp, skuffeinholdet vendes og slippes ned i gropa slik at den avflekete vegetasjonen blir liggende nederst og dekkes med et 20 cm. tykt lag mineraljord. Det er ikke høydeforskjell mellom flekken og arealet utenfor.
Tung invers	Halve graveskuffa blir presset ned i mineraljorda, løftes opp, skuffeinholdet vendes og slippes ned i gropa slik at den avflekete vegetasjonen blir liggende nederst og dekkes med et 50 cm. tykt lag mineraljord. Det er ikke høydeforskjell mellom flekken og arealet utenfor.

Forsøksfeltet ble sådd manuelt ved bruk av flaske med hull i korken. Det ble benyttet furufrø av proveniens AØ 6 med en spireprosent over 80. Såingen ble utført i løpet av to dager etter markberedningen. Frøene ble spredd jevnt utover flekken og frøene ble ikke nedmoldet. Frømengden ble ikke registrert, men antall frø er anslått til minimum 4 000 frø per dekar.

Såingen er utført av samme person. Forsøksfeltet er forynget med frø fra samme frøparti og det er benyttet samme såutstyr over hele forsøksfeltet. Det er flaske med hull i korken som er benyttet. Det er ikke mulig å justere mengde frø som spres med flaske. Den som utfører såingen får en skjønsmessig oppfatning av mengde frø som spres. Ved å foreta en rask bevegelse med flaske spres frøene utover flekken. Såingen ble utført i løpet av to dager etter markberedningen og frøene ble ikke nedmoldet ved såingen.

Data om foryngelsens utvikling ble registrert i årene: 1996, 1997, 1999 og 2002. Tabell 3 viser når forsøksfeltet ble taksert og antall prøveflater som ble lagt ut det enkelte år. Prøveflatenes areal i forhold til forsøksfeltets totale areal er gjengitt i tabell 3.

Tab. 3. Prøveflater det enkelte år.

År	Antall Prøveflater	Prøveflatestørrelse m ²	Registrert andel av totalareal %
1996	10	50	44
1997	40	3	11
1999	30	3	8
2002	30	3	8

I 1996 ble det for hvert markberedningsprinsipp registrert antall furuplanter innen hver prøveflate. Høyden på hver plante innen hver prøveflate ble målt i millimeter. På grunnlag av dette ble gjennomsnittlig antall planter per dekar og gjennomsnittlig høyde til plantene registrert for hvert markberedningsprinsipp.

I 1997, 1999 og 2002 ble det for hvert markberedningsprinsipp registrert antall furuplanter innen hver prøveflate. Høyden på hver plante innen hver prøveflate ble registrert som en kategorisk variabel med høydeintervaller på 10 centimeter. Klasse 1: 0 – 9.9 cm, klasse 2: 10 - 19.9 cm og så videre.

Variansanalyse er benyttet for å sammenligne resultatene mellom markberedningsprinsippene. Der det er signifikante ($p \leq 0.05$) forskjeller mellom markberedningsprinsippene er dette oppgitt. Tendenser til forskjell mellom markberedningsprinsippene er oppgitt som prosent sannsynlighet for forskjell.

4.0 Resultater

Denne undersøkelsen har registrert antall etablerte furuplanter og de etablerte furuplantenes høyde det enkelte år. Det har spirt enkelte granplanter og et relativt stort antall bjørkeplanter innen forsøksfeltet. Granplantene har et lavt antall og bjørkeplantene er hardt beitet av elg. Derfor hindrer de ikke furuplantenes høydeutvikling. Videre i rapporten blir begrepet planter benyttet for furuplantene.

Resultatene presenteres samlet for alle markberedningsprinsippene. Dette gjøres for å visualisere sammenligningen av gjennomsnittlig antall planter per dekar og gjennomsnittlig høyde på plantene det enkelte år ved bruk av de forskjellige markberedningsprinsippene. Y-feltene viser +/- en standardfeil, for de ulike markberedningsprinsippene.

4.1 Antall planter

Antall planter per dekar det enkelte år er gjengitt i figur 4 – 8. Utvikling i antall planter i perioden blir vist i figur 9.

4.1.1 Antall planter i 1996

Tung invers har høyest planteantall med 710 planter per dekar og avflekking har lavest planteantall med 466 planter per dekar. Det er 92 prosent sannsynlig ($p=0.08$) at tung invers gir et høyere planteantall enn avflekking. Ellers er det ikke forskjell mellom markberedningsprinsippene.

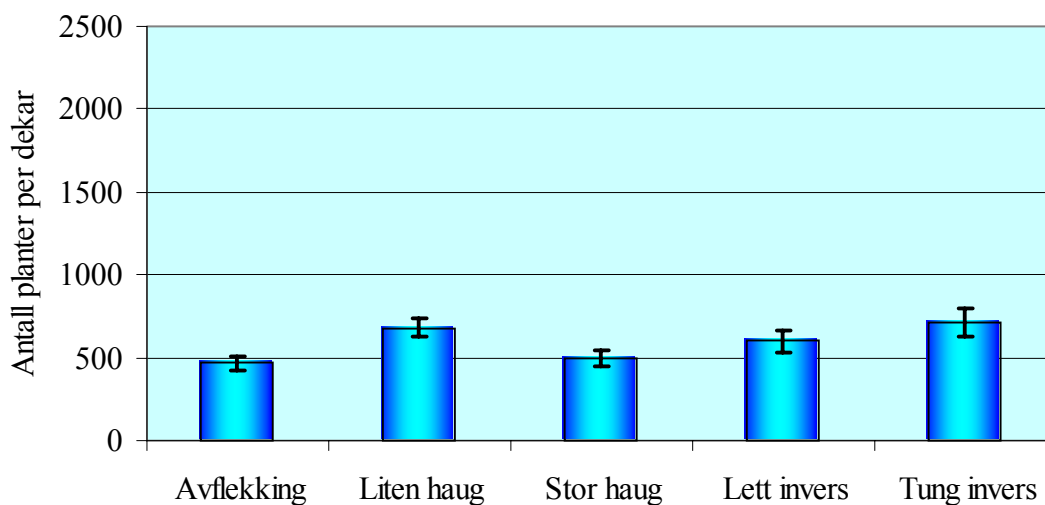


Fig. 4. Antall planter per dekar i 1996.

4.1.2 Antall planter i 1997

Stor haug har høyest planteantall med 1956 planter per dekar og avflekking har lavest planteantall med 1375 planter per dekar. Forskjellen i antall planter

mellom markberedningsprinsippene er så liten at den statistiske analysen ikke viser forskjell mellom dem.

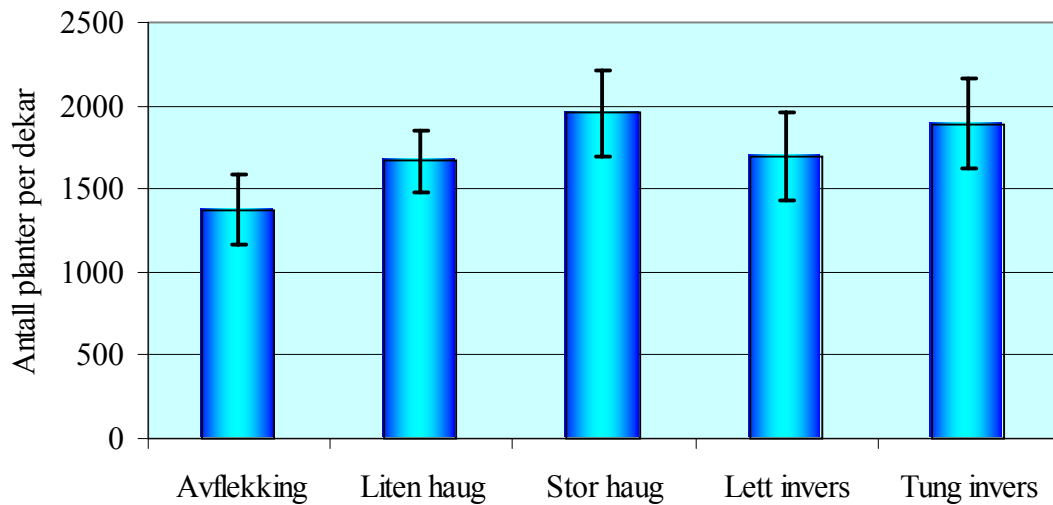


Fig. 5. Antall planter per dekar i 1997.

4.1.3 Antall planter i 1999

Liten haug har høyest planteantall med 1499 planter per dekar og avflekking har lavest planteantall med 744 planter per dekar. Det er 91 prosent ($p=0.09$) sannsynlig at liten haug gir et høyere planteantall enn avflekking.

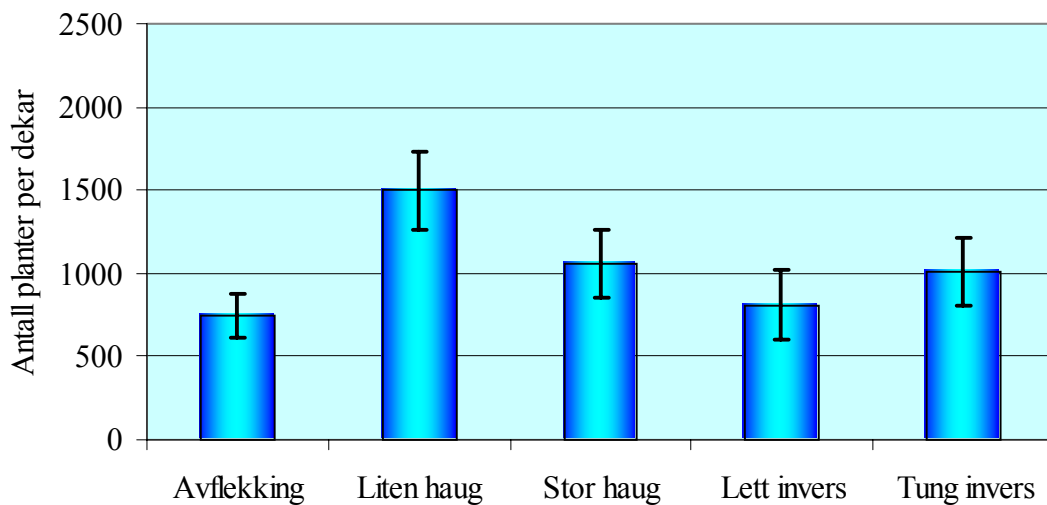


Fig. 6. Antall planter per dekar i 1999.

4.1.4 Antall planter i 2002

Liten haug har høyest planteantall med 2166 planter per dekar og lett invers har lavest planteantall med 1168 planter per dekar. Forskjellen i antall planter på markberedningsprinsippene er så liten at den statistiske analysen ikke viser forskjell mellom dem.

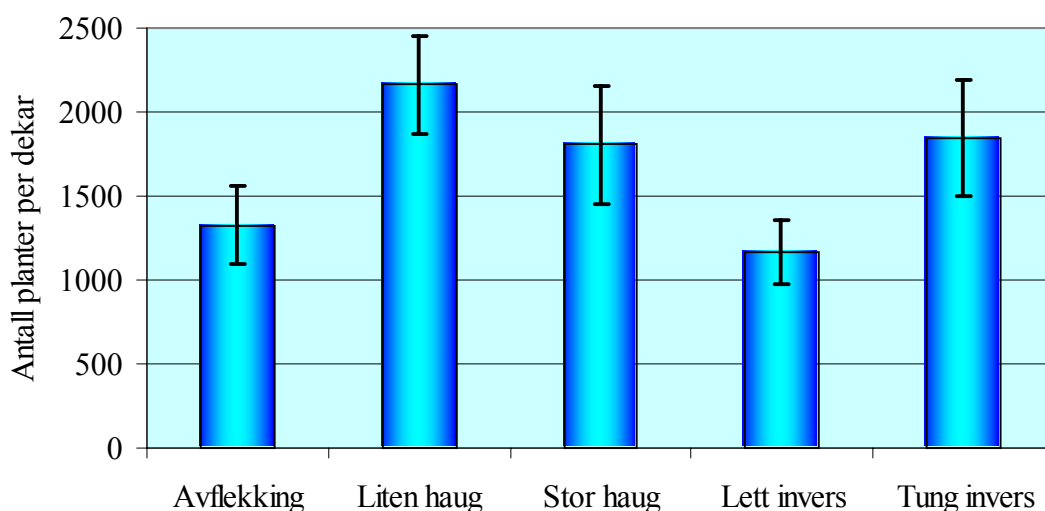


Fig. 7. Antall planter per dekar i 2002.

4.1.5 Utvikling i antall planter i perioden 1996 - 2002

Figur 8 viser antall planter per dekar fra 1996 til 2002 for markberedningsprinsippene. Det var i gjennomsnitt 590 planter per dekar for markberedningsprinsippene i 1996. Antall planter økte betydelig fra 1996 til 1997 og gjennomsnittlig planteantall for markberedningsprinsippene var 1717 planter per dekar. Fra 1997 til 1999 var det stor avgang og gjennomsnittlig planteantall ble redusert til 1024 for markberedningsprinsippene. I 2002 har det igjen vært en økning i planteantallet for markberedningsprinsippene og var i gjennomsnitt 1663 planter per dekar.

De forskjellige markberedningsprinsippene har nesten lik utvikling gjennom hele perioden. Liten haug er unntaket der reduksjonen i antall planter er liten fra 1997 til 1999. Liten haug har høyest treantall i 1999 og 2002. Avflekking har de første årene hatt lavest planteantall, men i 2002 har avflekking høyere planteantall enn lett invers.

I 2002 er det stor variasjon, men ikke signifikant forskjell i antall planter per dekar mellom markberedningsprinsippene. Lett invers har lavest planteantall med 1168 planter per dekar, avflekking 1327 planter per dekar, stor haug med 1805 planter per dekar, tung invers med 1847 planter per dekar og liten haug med 2166 planter per dekar.

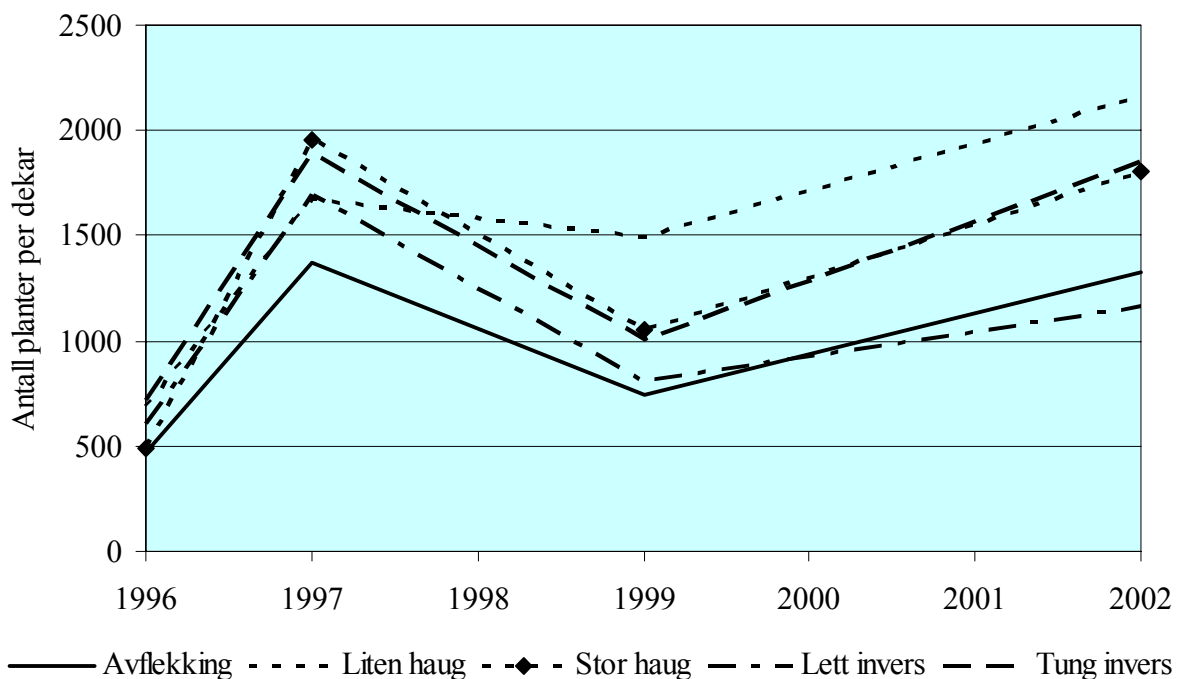


Fig. 8. Antall planter per dekar i perioden 1996 – 2002.

4.2 Plantenes høyde

Høyden på plantene det enkelte år er gjengitt i figur 9 – 12. Samlet høydeutvikling i perioden er vist i figur 13.

4.2.1 Plantenes høyde i 1996

Figur 9 viser plantehøyden i 1996. Plantenes høyde på det enkelte markberedningsprinsipp varierer relativt mye. Forskjellen i plantehøyde er signifikant for flere av markberedningsprinsippene.

Avflekking har signifikant høyere planter enn stor haug ($p \leq 0.05$) og tung invers ($p \leq 0.05$). Plantenes høyde på avflekking er 5,5 centimeter, stor haug 4,2 centimeter og tung invers 4,4 centimeter.

Lett invers har signifikant høyere planter enn stor haug ($p \leq 0.05$). Plantenes høyde er 5,1 centimeter på lett invers.

Liten haug har signifikant høyere planter enn stor haug ($p \leq 0.05$). Plantenes høyde er 5,0 centimeter på liten haug.

Det er 91 prosent sannsynlig ($p=0.09$) at lett invers har høyere planter enn tung invers.

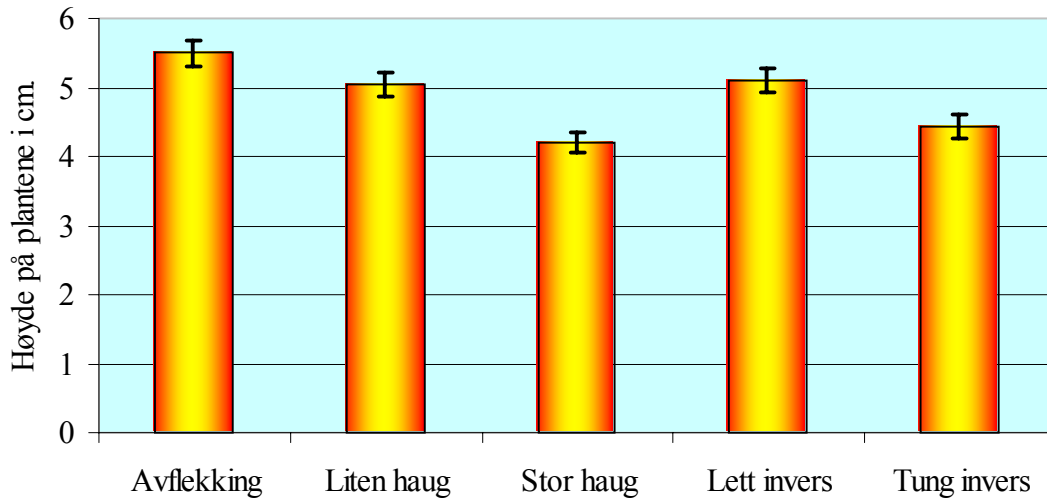


Fig. 9. Høyde på plantene i 1996.

4.2.2 Plantenes høyde i 1997

Plantenes høyde i 1997 er vist i figur 10. Det er ikke signifikant forskjell i plantenes høyde mellom det enkelte markberedningsprinsipp. Plantene er høyest på liten haug der plantehøyden er 12,9 centimeter og lavest på tung invers der plantehøyden er 10,8 centimeter.

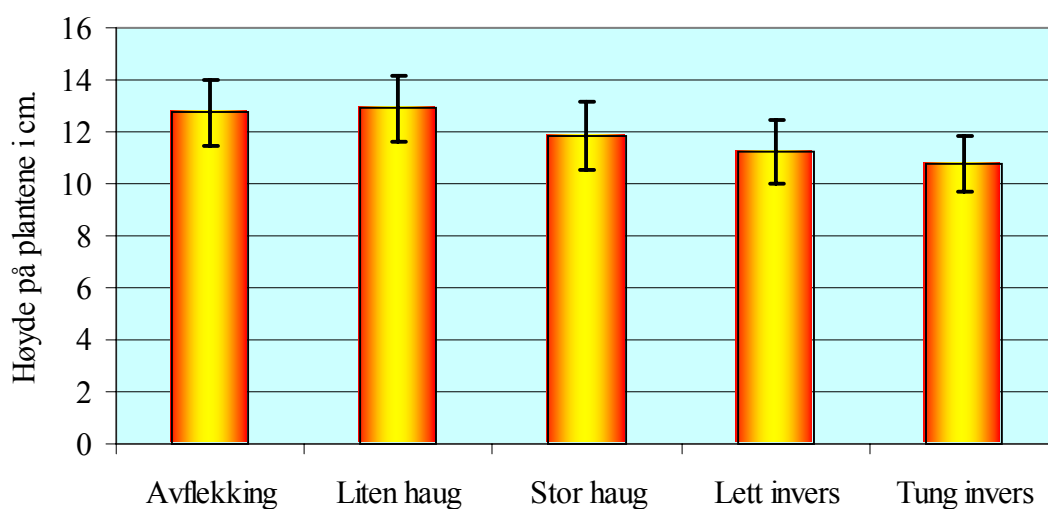


Fig. 10. Høyde på plantene i 1997.

4.2.3 Plantenes høyde i 1999

Plantenes høyde i 1999 er vist i figur 11. Det er ikke signifikant forskjell i plantenes høyde mellom det enkelte markberedningsprinsipp. Plantene er høyest på avflekking der plantehøyden er 21,7 centimeter og lavest på stor haug der plantehøyden er 15,2 centimeter.

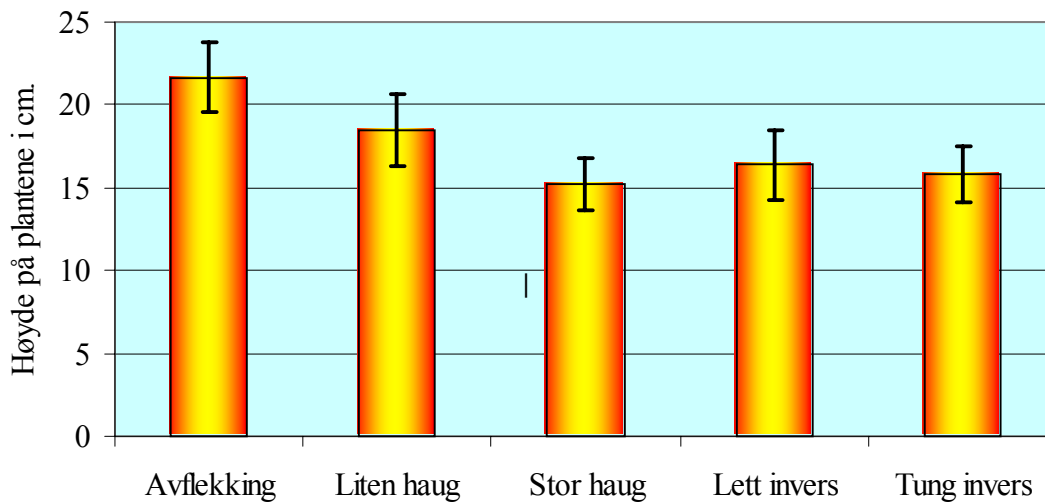


Fig. 11. Høyde på plantene i 1999.

4.2.4 Plantenes høyde i 2002

Plantenes høyde i 2002 er vist i figur 12. Det er 90 prosent sannsynlig ($p=0.10$) at avflekking har høyere planter enn stor haug. Avflekking har de høyeste plantene med en plantehøyde på 27,4 centimeter og stor haug har de laveste plantene med en plantehøyde på 20,8 centimeter.

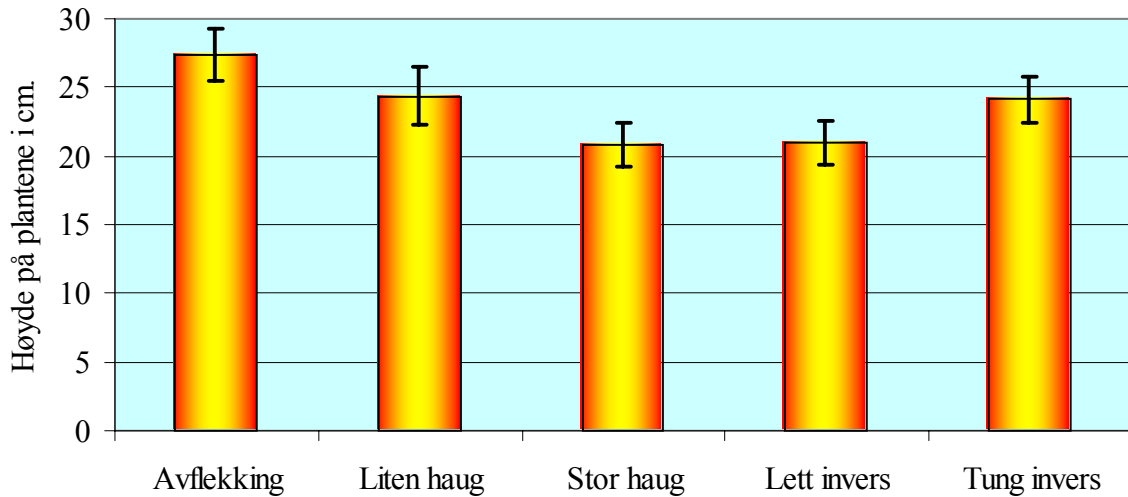


Fig. 12. Høyde på plantene i 2002.

4.2.5 Plantenes høydeutvikling i perioden 1996 til 2002

Figur 13 viser plantenes høydeutvikling mellom markberedningsprinsippene i perioden 1996 – 2002. Avflekking har gitt de høyeste plantene gjennom hele perioden. Stor haug og lett invers har gitt den svakeste høydeutviklingen.

Plantenes høydevekst har i gjennomsnitt vært 3,3 centimeter per år for hele perioden. Fra 1999 til 2002 har høydeveksten vært størst på tung invers med 8,3 centimeter og lavest for lett invers med 4,6 centimeter.

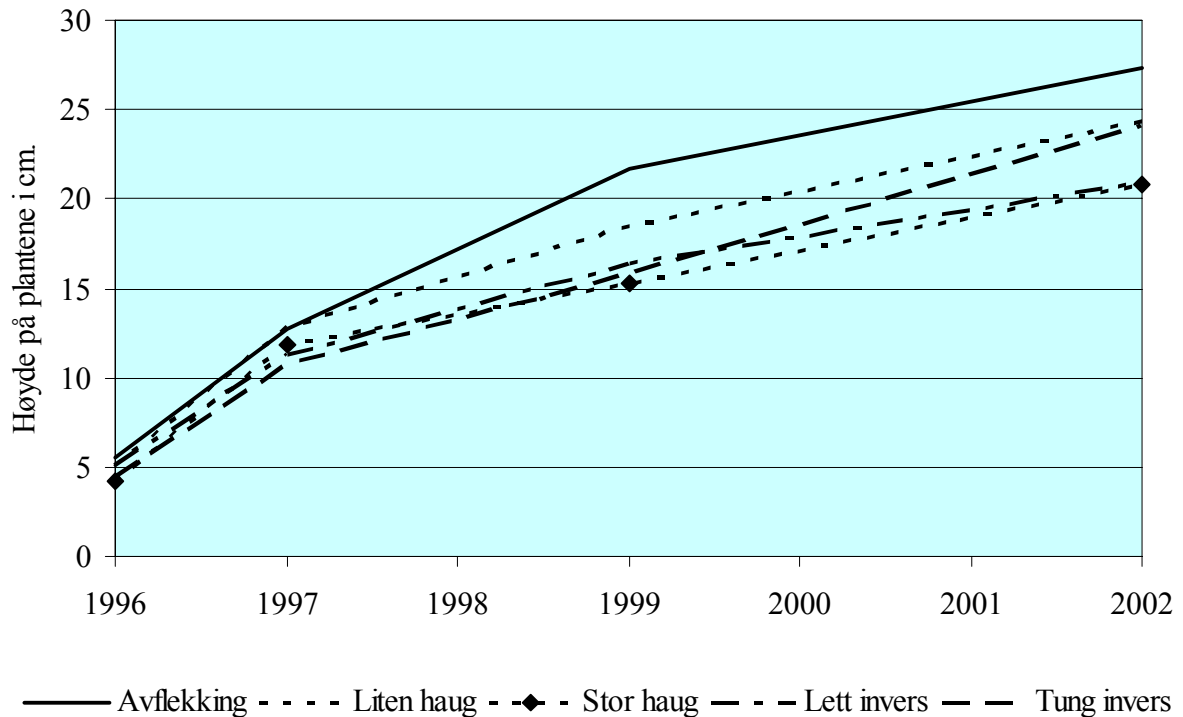


Fig. 13. Plantenes høydeutvikling perioden 1996 – 2002.

5.0 Diskusjon

Forsøksfeltet er plassert i et høyereliggende furubestand. Resultatene fra denne undersøkelsen kan ikke overføres til andre bestand, men kan gi en indikasjon på hvordan forskjellige markberedningsprinsipper kan påvirke foryngelsesforholdene i høyereliggende furuskog.

Det har pågått flere studier av foryngelse i høyereliggende furuskog. I de senere år har Skoklefald (1995), Solbraa & Andersen (1997) og Solbraa (1998) undersøkt foryngelse av furu i høyereliggende områder. De fleste svenske og finske undersøkelsene omfatter høydeler under 500 m.o.h. og er lokalisert til andre breddegrader. Resultatene fra disse undersøkelsene kan ikke brukes direkte, men kan bedre beslutningsgrunnlaget for foryngelse av høyereliggende furuskog.

5.1 Metode

Forsøksfeltet er bygd opp som et randomisert blokkforsøk. Markberedningsprinsippet som er benyttet innen den enkelte blokk ble tilfeldig valgt. Det er fem gjentak på blokkene noe som medfører at forskjeller i spireforhold innen bestanden blir utjevnet.

Avflekking er det markberedningsprinsippet som er mest benyttet på fast skogsmark. I høyereliggende skog er det aktuelt å benytte andre markberedningsprinsipp som hauglegging og invers. Avflekking benyttes ved naturlig foryngelse, såing og planting. Hauglegging benyttes ved planting på fuktig skogsmark og på skogsmark der det kan oppstå sterk konkurranse fra markvegetasjonen. Invers har ikke blitt benyttet i Norge, men i Sverige har det blitt benyttet i forsøkssammenheng (Nordborg et al. 2002 og Örlander 1997).

Såbedet for frøene er tilnærmet lik for invers og hauglegging. Vegetasjonsdekket vendes og blir dekt av et lag mineraljord ved begge markberedningsprinsippene. Såbedet blir liggende over bakkenivå ved hauglegging. Ved invers blir ikke såbedet endret i forhold til bakkenivå. Andel påvirket areal er nesten dobbelt så stor ved hauglegging som ved invers.

Frøene ble ikke nedmoldet ved såingen, men det ble en indirekte nedmolding fordi flekkene og haugene var løsgjort og ikke har satt seg (Solbraa 1998). Ved første regnværsperiode etter såing vil det bli en sterkere nedmolding av frøene fordi mineraljordpartiklene vil forflytte seg og dekke frøene (Beland 2000).

Feltregistreringene er utført av flere personer med ulik registreringsmetodikk det enkelte år. Dette kan påvirke resultatene, men de relative forskjellene mellom markberedningsprinsippene vil ikke påvirkes av ulik registreringsmetodikk.

5.2 Faktorer som påvirker plantenes etablering og høydevekst

Etablering av planter er avhengig av antall frø som spirer og planteavgangen de påfølgende årene. Overlevelsen ved foryngelse i høyereliggende skogområder, der klimaet er begrensende for etablering, bør ikke evalueres før etter 20 år (Hagner et al. 1994 og Hansson & Karlman 1997).

Antall frø som spirer er avhengig av antall tilførte frø i forbindelse med såing, frømengde fra frøtrærne og frøenes spireprosent. Solbraa & Andersen (1997) oppgir at frøene bør ha minimum 80 prosent spireevne og Bergan & Eide (1988) anbefaler å bruke 20 – 30 frø per flekk når spireprosenten er over 80. I dette forsøket er det benyttet frø med spireprosent over 80. Det er tilført over 30 frø per flekk ved såingen, totalt over 4 000 frø per dekar. Antall frø vil være høyere på grunn av tilførsel av frø fra frøtrærne. Selv om frøene har en spireprosent over 80 i laboratorieforsøk kan den virkelige spiringen ute i felt være lavere.

Det er viktig at frøene spres over hele flekken slik at andel frø som spirer blir høyest mulig. Normalt er det store variasjoner i spireforhold innen samme bestand og klimavariasjoner det enkelte år medfører at optimale såbed det ene året ikke er optimale neste år (Hagner et al. 1994).

Det er ikke bare frøenes oppgitte spireprosent som påvirker antall planter som etablerer seg etter første vekstsesong. Solbraa (1998) opplyser at spireprosenten til frøene vil avta ved høydelag over 500 meter. Frø som ikke spirer det første året har små sjanser for å spire senere (Karlsson & Örlander 2000). Antall frø som spirer kan variere med spireforholdene det enkelte år. På furufrø har Winsa & Sählen (2001) registrert en spireprosent i intervallet 17 – 87 etter en vekstsesong.

Furufør har normalt et fuktighetsinnhold på 6 prosent ved såing (Winsa & Sählen 2001). Frøene må ha tilgang på vann og oppnå et fuktighetsinnhold på 35 prosent før de spirer (Oleskog & Sählen 2000).

Temperaturen har innvirkning på plantenes spireprosent. Furufør spirer ved 10 °C (Solbraa & Andersen 1997). Høy temperatur medfører større fordamping og eksponerte planteetableringsplasser vil få raskere uttørking enn ikke eksponerte planteetableringsplasser. Relativ luftfuktighet påvirker også frøenes vannopptak.

På mineraljord vil frøene og plantene få tilført fuktighet gjennom nedbør og ved kapillær vanntransport. Fuktigheten i plantenes rotsone må være høy slik at plantene ikke tørker ut. Planter med en diameter på to millimeter kan oppta vann innen en centimeters dybde ned i mineraljorda (Oleskog & Sählen 2000).

Temperaturen virker inn på plantenes rotvekst. Når det er høy temperatur i rotsonen vil røttene vokse raskere og røttene får tilgang til et større jordvolum som igjen øker plantenes evne til å oppta vann og næring. Dette vil øke plantenes overlevelsessevne fordi uttørking av plantene i tørkeperioder blir redusert (Nordborg et al. 2002).

Frøtrærne demper innstrålingen av sollys og reduserer uttørking av de eksponerte planteetableringsplassene. I tillegg vil frøtrærne medføre at temperatursvingningene blir redusert gjennom den enkelte dag og innen vekstsesongen. Det er 13 frøtrær per dekar innen forsøksfeltet. Dette er et høyere treantall enn det som er anbefalt. I furubestand er det optimalt med 6 – 8 frøtrær per dekar (Elfving 1992).

Det er sammenheng mellom antall frøtrær og plantenes høydevekst (Skoklefald 1995). Frøtrærne vil konkurrere med plantene om tilgjengelig vann og næring og dette kan virke negativt inn på plantenes høydevekst.

Antall frøtrær har betydning for mengde frø som slippes det enkelte år. Beland et al. (2000) viser at antall spirte planter per dekar avtok med avtagende antall frøtrær per dekar. Skoklefald (1995) viser at nullruteprosenten i furubestand avtar med økende antall frøtrær.

I høyereliggende områder vil det spire planter i mange år etter markberedning (Skoklefald 1995). Dette skyldes at det tar flere år før flekkene gror igjen. I tillegg vil et økende antall frøtrær medføre at flere årganger av frø vil spire (Beland et al. 2000) fordi gjengroing av flekkene reduseres ved økende antall frøtrær.

5.3 Antall planter

Antall planter registrert i 1996 viser hvor mange planter som har spirt i løpet av de fire første vekstsesongene. Antall planter som har spirt fra den kunstige såingen er ikke registrert, slik at planteantallet som er registrert i 1996 inkluderer både planter som er spirt fra tilført frø og stedegent frø.

Det er 92 prosent sannsynlig at tung invers har høyere antall planter enn avflekking i 1996. Dette kan skyldes at avflekking har større planteavgang enn tung invers. Ved avflekking blir det dannet forsenkninger i flekken fordi mineraljorda blir bearbeidet for dypt under markberedningen. I disse forsenkningene kan det bli stående vann i perioder av året og dette medfører at plantene dør (Solbraa & Andersen 1997). På tung invers vil plantene ikke være

så utsatt for drukning. Det vil ikke bli forsenkninger i flekken fordi mineraljorda blir løsgjort under markberedningen og vil danne en liten forhøyning i flekken.

Antall planter økte betydelig på alle markberedningsprinsippene fra 1996 til 1997. Liten haug har lavest relativ økning i antall planter og stor haug har høyest relativ økning i antall planter. Den relative økningen var 245 prosent på liten haug og 398 prosent på stor haug.

Det er spesielt at det er markberedningsprinsippene liten haug og stor haug som har størst relativ endring i antall planter. Det bør ikke være store forskjeller i vilkår for spiring på disse to markberedningsprinsippene. En årsak kan være at mineraljordhaugen ved liten haug er tynnere og har et mindre volum enn ved stor haug. Dette kan medføre at de spirte plantene på liten haug er mer utsatt for uttørking og vil ha større avdøing enn på stor haug.

Elfving (1992) viser at antall planter øker nesten linjert ved naturlig foryngelse de første årene etter sluttavvirkning. Dette er ikke tilfelle i denne undersøkelsen. Fra 1997 til 1999 har det vært stor avgang av planter på de fleste av markberedningsprinsippene. Antall planter per dekar er redusert med 46 til 52 prosent i 1997. Unntaket er liten haug der antall planter har blitt redusert med 10 prosent.

Årsaken til reduksjonen i antall planter skyldes ofte soppangrep. Flere undersøkelser, Näslund (1983), Roll-Hansen (1992), Hansson et al. (1997) og Mäkitalo (1999) viser at det er furuas knopp- og greintørke sopp samt snøskytte som er de soppartene som er den viktigste årsaken til planteavgang hos furu. Hansson et al. (1997) viser at soppangrepene er størst under snødekket. Det er epidemiske soppangrep som oppstår (Mäkitalo 1999). Der klimaet er begrensende for etablering av ny skog er det vanlig at epidemiske soppangrep

oppstår i løpet av en tiårs periode. Soppangrepene varierer med klima og det er spesielt i våte og kalde somre at avdøingen av planter er høyest.

Fra 1999 til 2002 har planteantallet økt betydelig. I denne treårsperioden har antall planter økt fra 144 til 183 prosent på markberedningsprinsippene. Økningen er ikke like stor som den var fra 1996 til 1997.

Den relative økningen i antall planter var høyere i 1996 - 1997 enn den var i perioden 1999 – 2002. I perioden 1996 – 1997 var den relative økningen i antall planter mellom 245 og 398 prosent. Den relative økningen i antall planter var mellom 144 og 183 prosent i perioden 1999 – 2002. Det er normalt at antall planter som etablerer seg det enkelte år viser en avtagende tendens. Dette skyldes at flekkene gror igjen (Skoklefald 1995 og Beland et al. 2000) og blir mindre egnet som spireleie for frøene.

Det er ikke signifikant forskjell i antall planter mellom markberedningsprinsippene i 2002. Antall planter varierer mye innen prøveflatene på markberedningsprinsippene. Dette medfører at standardfeilen blir relativ stor og forskjellen i antall planter på det enkelte markberedningsprinsipp må være stor før forskjellen gir signifikans.

5.4 Plantenes høyde

For hvert registreringsår ble gjennomsnittshøyden til plantene registrert. Når gjennomsnittshøyden registreres vil høyden på de høyeste plantene ikke komme frem i datamaterialet. Hovedtreets høyde burde vært registrert i flekker med flere planter fordi noen planter vil bli fjernet i avstandsreguleringen og ikke inngå i framtidsbestandet. Hovedtreets høyde burde også vært registrert for å se

hvordan høydeutviklingen vil bli over tid. Elfving (1992) oppgir at hovedplantene dannes i de første årgangene og de høyeste plantene etter 10 år vil forbli hovedtrær i fremtidsbestandet.

Samlet for alle markberedningsprinsippene har plantene oppnådd en gjennomsnittshøyde på 5 centimeter tre år etter såing. Avflekking har signifikant høyere planter enn stor haug og tung invers. Dette kan skyldes at avflekking har det laveste treantallet for alle markberedningsprinsippene. Dette medfører at det blir mindre konkurranse om vann og næring og plantene vil få en større høydevekst. Dette støttes av Näslund (1983) som oppgir at planter som har kommet opp i flekker med høyt planteantall er lavere planter enn planter som har kommet opp i flekker med lavt planteantall.

Forskjellen i antall planter er liten mellom avflekking med 466 planter per dekar og stor haug med 488 planter per dekar. Plantenes konkurranse om vann og næring er tilnærmet lik for begge markberedningsprinsippene. Det kan være en forskjell mellom markberedningsprinsippene når det gjelder plantenes tilgang på vann. Ved avflekking får plantene tilførsel av vann gjennom nedbør og ved kapillær vanntransport. Dette skyldes at mineraljorda ikke er påvirket ved avflekking og vannet kan stige kapillært opp til rotsonen for plantene. Plantene vokser oppe på mineraljordhaugen ved stor haug. På stor haug får plantene sin tilførsel av vann gjennom nedbør. Den kapillære vanntransporten blir hindret fordi det ligger et dobbelt vegetasjonsdekke under mineraljorda i haugen. Så lenge dette vegetasjonsdekket ikke har blitt nedbrutt, vil det hindre den kapillære vanntransporten og plantene kan tørke ut. Høyden over havet medfører at humiditeten er så høy at plantene ikke er utsatt for uttørking i samme grad som i et tilsvarende bestand med lavere beliggenhet.

En annen årsak er at avflekking har eldre planter enn stor haug og tung invers. Ettersom gjennomsnittshøyden til plantene er registrert på hvert markberedningsprinsipp vil spiring av nye årganger med planter medføre at gjennomsnittshøyden blir lav. Spireforholdene på avflekking avtar raskere enn på stor haug og tung invers. Flekker som har ligget over en vinter har satt seg og er ikke så godt egnet til spiring som ferske flekker (Solbraa & Andersen 1997). I ferske flekker vil det også oppstå en nedmoldingseffekt som er positiv for hvor mange frø som spirer. Wennström (1998) mener at flekker som har satt seg gir høyere overlevelse fordi den kapillære vanntransporten vil øke og risiko for avgang vil avta fordi erosjonsfaren blir redusert innen flekken.

Lett invers har signifikant høyere planter enn stor haug i 1996. Generelt har invers og hauglegging samme oppbygning av plantenes etableringssted. Begge markberedningsprinsipper har et mineraljordlag som dekker et vegetasjonsdekke. Hauglegging fører til at plantenes etableringsplass blir hevet over bakkenivå. Plantenes etableringsplass blir fortsatt liggende i bakkenivå ved invers. Kapillær vanntransport blir brutt i det nedmoldete vegetasjonsdekket på begge markberedningsprinsippene. På grunn av dette kan mengde tilgjengelig vann bli underoptimalt for spiring. På stor haug er haugen hevet over bakkenivå og haugen blir dermed mer eksponert for sollys. Dette medfører at fordampingen av vann fra haugen er større enn ved lett invers og plantene kan bli utsatt for vannmangel og høydeveksten kan bli påvirket.

Det er 91 prosent sannsynlig at lett invers har høyere planter enn tung invers. En årsak kan være at lett invers har lavere fuktighetsinnhold i mineraljorda fordi det er tynnere mineraljordlag over det nedmoldete vegetasjonsdekket. Dette medfører at temperaturen i mineraljorda blir høyere og fører til en raskere rotutvikling hos plantene (Örlander 1997). Dette vil gi en positiv innvirkning på høydeveksten til plantene. Det er også kortere avstand ned til det nedmoldete

vegetasjonsdekket på lett invers. De små plantene har korte røtter og når raskere ned til den mineraliserte vegetasjonen ved lett invers enn de gjør ved tung invers. Forskjellen mellom lett og tung invers vil bli utjevnet over tid. Det er å forvente at plantene på tung invers vil få en raskere vekst de kommende år i forhold til lett invers. Mineraljorda er påvirket dypere ved tung invers og aurhellelaget er brutt opp. Desto kraftigere mineraljorda påvirkes desto høyere blir tilveksten (Mattson 2002).

I perioden 1996 til 2002 har plantenes høyde hatt en jevn utvikling. Avflekking har i hele perioden hatt de høyeste plantene. Spesielt i perioden fra 1997 til 1999 fikk plantene på avflekking en høyere tilvekst enn på de andre markberedningsprinsippene. Høydeutviklingen har vært lik på markberedningsprinsippene fra 1999 til 2002. Unntaket er tung invers som har hatt en raskere høydevekst enn de andre markberedningsprinsippene. Hvis utviklingen fortsetter frem i tid vil tung invers få de høyeste plantene om noen år.

Dette samsvarer med undersøkelsene til Örlander (1997) og Nordborg et al. (2002). De viser at invers gir høyere plantevekst fordi rotutviklingen til plantene er raskere enn ved bruk av andre markberedningsprinsipper. Plantene vil få en rask rotutvikling fordi mineraljorda er løsgjort og vegetasjonsdekket er dekket av et lag mineraljord. Dette frigjør næringsstoffer fordi vegetasjonsdekket blir nedbrutt raskere. Spesielt vil tilgangen på nitrogen bli god. Mineraljord og humus skal ikke blandes fordi mineraljorda gir god effekt på jordtemperatur og beskyttelse mot barkgnag av snutebiller. Når humus og vegetasjon plasseres under mineraljorda vil temperatur og vannforholdene bli jevnere i plantenes rotsone. Alle disse faktorene vil påvirke plantenes rotutvikling på en positiv måte som igjen fører til at plantene får en stor høydevekst.

I undersøkelsene til Örlander (1997) og Nordborg et al. (2002) er mineraljorda påvirket ned til en dybde på 20 centimeter ved invers. Dette tilsvarer samme dybde som lett invers i dette forsøket. Høydeutviklingen på lett og tung invers var tilnærmet lik frem til 1999. Fra 1999 til 2002 har plantene hatt en større høydeutvikling på tung invers enn på lett invers. Tung invers påvirker mineraljorda kraftigere enn ved lett invers. Et kraftig markberedningsprinsipp favoriserer en rask høydevekst (Mäkitalo 1999). Årsaken til forskjellene mellom lett og tung invers oppstår etter noen år fordi plantene trenger noen år på å utvikle et rotsystem som kan utnytte hele volumet av løsgjort mineraljord. Løsgjøring av aurbellelaget ved tung invers vil også ha en positiv effekt på plantenes rotutvikling.

Avflekking har de høyeste plantene i 2002, men har hatt en lavere høydeutvikling enn tung invers i de siste årene. Dette skyldes i hovedsak forholdene med plantenes rotutvikling. Et annet forhold som også påvirker plantenes høydeutvikling er elgens beiting av plantene. Det er de høyeste plantene som blir utsatt for beiting av elg (Martinsson 1995). I dette forsøket er plantene lavere enn 30 centimeter og dette medfører at det er toppskuddene som blir beitet av elg. Dette påvirker plantenes høydevekst på en negativ måte. Det er foreløpig bare et fåtall planter som er beitet av elg. Plantene er fortsatt så lave at de blir dekt av snø om vinteren. Etter hvert som toppskuddene blir stående over snødekket om vinteren vil også elgens beiting ha større innvirkning på plantenes høydevekst. Når plantene blir 3 – 4 meter er toppskuddet over elgens beitehøyde og høydeveksten blir ikke påvirket i samme grad som tidligere.

Planter som dekkes av snø om vinteren er mest utsatt for soppangrep.

Avdøingen er størst på planter som er lavere enn 50 centimeter. Planter over 2,0 meter har liten avdøing (Mäkitalo 1999). De markberedningsprinsippene som har størst høydevekst forventes å få lavest planteavgang i framtida. Dette

skyldes at planter med rask høydevekst har høyere overlevelse fordi plantene har en kortere eksponeringstid i farlig høyde der plantenes høyde er lavere enn snødybden.

Det kan ikke foretas en endelig evaluering av foryngelsesresultatet innen forsøksfeltet. Hansson et al. (1997) og Mäkitalo (1999) begrunner hvorfor det bør gå 20 år før foryngelsesresultatet kan evalueres i områder der klimaet setter begrensninger for foryngelsen. Etter at plantene har overlevd den vanskelige perioden der de er dekt av snø om vinteren går de inn i en ny kritisk periode når plantene når over snødekket. Dette skyldes de store temperatursvingene som de blir utsatt for over snødekket. I tillegg vil de være utsatt for beiting av elg når toppskuddet når over snødekket. Når plantene blir 2,5 meter er de over den kritiske høyden der temperatursvingningene er store. Elgbeiting av plantenes toppskudd opphører når plantene blir 3 - 4 meter høye.

6.0 Egen vurdering

Valg av foryngelsesmetode er basert på en vurdering av de biologiske forholdene i det enkelte bestand. Det er markberedningsprinsippene avflekking, liten haug og tung invers som er mest aktuelle å benytte.

Avflekking har gitt det laveste antall planter, men antall planter er over 1000 planter per dekar. Høydeveksten de første årene har vært høyest på avflekking.

Liten haug har gitt størst antall planter og høydeveksten er nesten like stor som for avflekking. Under markberedningen er det et relativt lite volum mineraljord som flyttes fra flekken til haugen. Dette medfører at terrenget blir lite påvirket. Under markberedningen kan alle typer markberedningsutstyr benyttes til avflekking og liten haug.

I dag er det ikke utviklet utstyr til markberedning som tung invers. Gravemaskin må benyttes og prestasjonen til gravemaskinen er lavere på tung invers enn på de andre markberedningsprinsippene. Dette medfører at kostnadene blir høye og tung invers blir derfor lite aktuelt å benytte ved markberedning i større skala. I bestand der aurløken hindrer plantenes rotutvikling kan fordelene ved tung invers være så store at merkostnaden forsvares.

På grunn av miljøhensyn frarådes det å benytte markberedningsprinsippet stor haug. Under markberedningen blir terrenget ujevnt fordi det dannes dype forsenkninger og store forhøyninger. Disse terrengujevnheter vil være synlige i mange år etter markberedningen.

Litteratur

- Beland, E., Agestam, E., Ekö, P. M., Gemmel, P. & Nilsson, U., 2000. Scarification and seedfall affects natural regeneration of Scots Pine under two shelterwood densities and a clear-cut in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forestry* no. 2: 247-255.
- Bergan, J. & Eide, T., 1988. Beskyttet såing som foryngelsesmetode på våre nordlige breddegrader. Rapport nr. 3. Norsk Institutt for Skogforskning.
- Bjørgung, E., 1957. Så- og markberedningsforsøk i Evenstad Statsskog. Meddr. norske Skogforsøksvesen 15: 105-119.
- Bäcke, J., Larsson, M., Lundmark, J. E. & Örlander, G., 1986. Ståndortsanpassad markberedning – teoretisk analys av några markberedningsprinsipier. Redogörelse nr. 3. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Elfving, B., 1992. Återväxtens etablering och utveckling till röjningstidpunkten. Arbetsrapport nr. 67. Institutionen för skogskötsel. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Framstad, E., 1997. Vegetasjonstyper i Norge. Norsk Institutt for Naturforskning. Trondheim 1997.
- Hagner, M., de Jong, A. & Persson, B., 1994. Sådd av tall (*Pinus sylvestris* L.) efter markberedning med harv. Arbetsrapport nr 89. Institutionen för skogskötsel. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Hansson, P. & Karlman, M., 1997. Survival, height and health status of 20 – year – old *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* after different scarification treatments in a harsh boreal climate. *Scandinavian Journal of Forest research*: 340-350.

Karlsson, C. & Örlander, G., 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus Silvestris*. *Scandinavian Journal of Forestry*. Nr. 2: 256-266.

Martinsson, O., 1985. Markberedningens inflytande på överlevnad, tillväxt och rot/skott-relationen i föryngringar av tall, gran och contorta. Rapport nr. 15. Institutionen för skogskötsel. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Mattson, S., 2002. Effects of site preparation on stem growth and clear wood properties in boreal *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*. *Silvestria* 240. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Mäkitalo, K., 1999. Effects of site preparation and reforestation method on survival and height growth of scots pine. *Scandinavian Journal of Forestry*. Nr. 6: 512-525.

Nordborg, F., Nilsson, U. & Örlander, G., 2002. Inversmarkberedning – snabbare plantetablering og mer näring til plantan. *Fakta skog* nr. 9. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Näslund, B. Å., 1983. Tallsådders utveckling fram till första gallring. Rapport nr. 8. Institutionen för skogskötsel. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Oleskog, G. & Sahlèn, K., 2000. Effects of seedbed substrate on moisture conditions and germination of *Pinus silvestris* seeds in a clearcut. *Scandinavian Journal of Forestry* no. 2: 225-236.

Roll-Hansen, F., Roll-Hansen, H. & Skrøppa, T., 1992. *Gremmeniella abietina*, *Phacidium infestans*, and other causes of damage in alpine, young pine plantations in Norway. *Eur. J. Path.* 22: 77 – 94.

Skoklefald, S., 1995. Naturlig gjenvekst i frøtrestillinger av furu. Rapport 3. Skogforsk.

Solbraa, K. & Andersen, R., 1997. Forsøk med såmetoder, såtider, frøkvaliteter og treslag etter markberedning. Rapport 2. Skogforsk.

Solbraa, K., 1998. Såing som foryngelsestiltak. *Aktuelt fra skogforskningen* nr. 1: 6-10.

Sonesson, J., Albrektson, A., Egnell, G., Lundmark, J. E. & Örlander, G., 1994. Markbehandlingsförsöket på Andersforsheden. Institutionen för skogskötsel. Arbetsrapport nr. 82. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Tomter, S. M., Eriksen, R. & Aalde, H., 2001. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Hedmark. *Landsskogtakseringen 1995 – 99*. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging.

Wennström, U., 1998. Frøet – embryoet till den nya skogen. Redogörelse nr 5: 22-31. Skogforsk.

Winsa, H. & Sahlèn, K., 2001. Effects of seed invigoration and microsite preparation on seedling emergence and establishment after direct sowing of *Pinus sylvestris* L. at different dates. *Scandinavian Journal of Forest Research* No. 5: 422-428.

Örlander, G., Egnell, G. & Albrektson, A., 1996. Long-term effects of site preparation on growth in Scots pine. *Forest Ecology and Management* 86: 27 – 37.

Örlander, G., 1997. Inversmetoden – framtidens markberedning? Fakta skog nr. 8. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Vedlegg 1

Forsøksfeltet

BLOKK 1

Tung invers Såing	Lett invers Naturlig	Stor haug Naturlig	Avflekking Naturlig	Liten haug Planting
Tung invers Planting	Lett invers Planting	Stor haug Planting	Avflekking Planting	Liten haug Såing
Tung invers Naturlig	Lett invers Såing	Stor haug Såing	Avflekking Såing	Liten haug Naturlig

BLOKK 2

Avflekking Planting	Tung invers Planting	Lett invers Planting	Liten haug Naturlig	Stor haug Planting
Avflekking Såing	Tung invers Såing	Lett invers Såing	Liten haug Planting	Stor haug Naturlig
Avflekking Naturlig	Tung invers Naturlig	Lett invers Naturlig	Liten haug Såing	Stor haug Såing

BLOKK 3

Lett invers Såing	Tung invers Planting	Stor haug Naturlig	Avflekking Såing	Liten haug Naturlig
Lett invers Naturlig	Tung invers Såing	Stor haug Såing	Avflekking Naturlig	Liten haug Såing
Lett invers Planting	Tung invers Naturlig	Stor haug Planting	Avflekking Planting	Liten haug Planting

BLOKK 4

Lett invers Såing	Stor haug Naturlig	Tung invers Såing	Liten haug Planting	Avflekking Såing
Lett invers Naturlig	Stor haug Såing	Tung invers Naturlig	Liten haug Naturlig	Avflekking Naturlig
Lett invers Planting	Stor haug Planting	Tung invers Planting	Liten haug Såing	Avflekking Planting

BLOKK 5

Liten haug Planting	Lett invers Såing	Avflekking Naturlig	Tung invers Naturlig	Stor haug Såing
Liten haug Såing	Lett invers Naturlig	Avflekking Såing	Tung invers Såing	Stor haug Naturlig
Liten haug Naturlig	Lett invers Planting	Avflekking Planting	Tung invers Planting	Stor haug Planting

Vedlegg 2

Antall planter per dekar fordelt på markberedningsprinsipp og registreringsår.

	1996	1997	1999	2002
Avflekking	466	1375	744	1327
Liten haug	682	1670	1499	2166
Stor haug	492	1956	1055	1805
Lett invers	602	1693	810	1168
Tung invers	710	1892	1010	1847

Plantehøyde i centimeter fordelt på markberedningsprinsipp og registreringsår.

	1996	1997	1999	2002
Avflekking	5,50	12,75	21,67	27,37
Liten haug	5,04	12,89	18,47	24,35
Stor haug	4,20	11,84	15,23	20,82
Lett invers	5,10	11,26	16,37	20,97
Tung invers	4,43	10,77	15,83	24,13