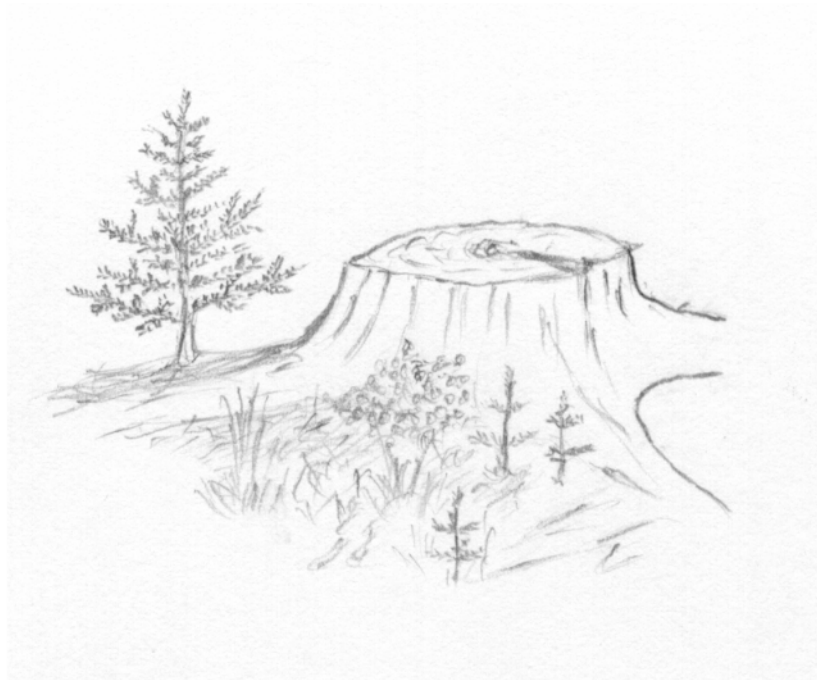


HOVEDFAGSOPPGAVE I SKOGSKJØTSEL

NATURLIG FORYNGELSE AV GRAN PÅ HOGSTFLATER I MERÅKER

**NATURAL REGENERATION OF NORWAY SPRUCE ON
CLEAR-CUTS IN MERÅKER**



INGRID KNOTTEN

**INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE**

2004

FORORD

Jeg ønsket å skrive en hovedfagsoppgave med tilknytning til min hjemkommune, Meråker. Samtidig var det et ønske at temaet for oppgaven skulle ha aktualitet også utenfor forsøksområdet. Fjerningen av tilskudd til planting har gitt økt interesse for naturlig foryngelse i Norge. A/S Meraker Brug mer enn halverte antallet utsatte granplanter som en følge av at tilskuddet ble fjernet. Min interesse for naturlig foryngelse kombinert med den konkrete problemstillingen som oppstod på Meraker Brugs eiendom gav utgangspunktet for denne hovedfagsoppgaven.

Jeg vil med dette få rette en stor takk til min hovedveileder, professor Finn H. Brække ved Institutt for naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole. Brække har kommet med nyttige innspill til oppgaven og bidratt til interessante diskusjoner om temaet. Videre vil jeg takke min støtteveileder, forsker Kjersti Holt Hanssen ved Skogforsk, for gode råd om bearbeiding av det innsamlede datamaterialet og bruk av statistikk.

Takk til A/S Meraker Brug for fri tilgang til alle skogbruksplaner, plantejournaler og kart. Takk for lån av utstyr til registreringsarbeidet, og ikke minst takk for at jeg fikk utføre undersøkelsen i ”Brugets” skoger. En spesiell takk til driftssjef Olav Roan for god hjelp og svar på mine mange spørsmål både i samtaler og per e-post.

Til slutt hjertelig takk til professor Tore Skrøppa ved Skogforsk for å ha stilt velvillig opp med hjelp til statistiske analyser da forvirringen var total.

Med gode arbeidsdager, fortvilte arbeidsdager, fraværende arbeidsdager og på slutten hektiske arbeidsdager i minnet, ser jeg nå med glede tilbake på ”prosjekt hovedfagsoppgave”. Når jeg nå tar fatt på livet etter studiene, innser jeg at det er klassekameratene fra lesesalen jeg kommer til å savne mest...

Ås, 28. mai 2004

Ingrid Knotten

INNHold

SAMMENDRAG	5
SUMMARY	7
INNLEDNING	9
BAKGRUNN	12
Frøsetting og frømodning	12
Frøspiring og planteetablering	13
Humus og vegetasjon	15
Skadedyr	17
MATERIALE OG METODER	18
Registreringsområdet	18
Naturgrunnlaget	18
<i>Berggrunn og jordsmonn</i>	18
<i>Klima</i>	19
<i>Frøår</i>	20
Bestandene	21
Takstopplegget	22
Registreringsarbeidet	24
Bearbeiding av feltregistreringene og statistiske beregninger	25
RESULTATER	28
Planteforekomst i de undersøkte bestandene	28
Planteforekomst i forhold til høyde over havet og hogstår	29
Planteforekomst i forhold til humustykkelse	30
Planteforekomst i forhold til fuktighetsgrad	31
Planteforekomst i forhold til avstand til frøgivende bestandskant	32
Planteforekomst i forhold til bonitet	33
Planteforekomst i forhold til bestandskantens beliggenhet på feltet	34
Planteforekomst i forhold til helningsretning	35
Høyde- og toppskuddmålinger	36
Høyde- og toppskuddvekst og avstand til frøgivende bestandskant	37
Forekomst av naturlig foryngelse på ulike spiremedier	38

DISKUSJON	39
Materiale og metoder	39
Frøsetting og frømodning	41
Klimafaktorenes betydning for frøspiring og planteetablering.....	42
Planteforekomst i de undersøkte bestandene	43
Betydningen av høyde over havet og hogstår	44
Betydningen av humustykkelse og fuktighetsgrad	46
Betydningen av avstand til frøgivende bestandskant.....	47
Betydningen av bonitet	47
Betydningen av bestandskantens beliggenhet på feltet.....	48
Betydningen av bestandets helningsretning.....	48
Plantehøyder og toppskuddlengder	49
Spiremedium	50
Hva er tilfredsstillende foryngelse?	51
A/S Meraker Brugs nye plantestrategi	53
KONKLUSJON	56
LITTERATUR	57
VEDLEGG	

SAMMENDRAG

Mulighetene for naturlig foryngelse på A/S Meraker Brugs eiendom i Meråker ble undersøkt gjennom feltregistreringer sommeren 2003. Det ble lagt ut til sammen 325 prøveflater á 40 m² i 12 ulike bestand. Seks av bestandene lå i høydelaget 250-350 m o.h. og de resterende seks lå i høydelaget 450-550 m o.h. Blant bestandene i hvert av høydelagene, var to av bestandene snauhogd i 1993, to i 1995 og to i 1997.

Den dominerende vegetasjonstypen i området er blåbærskog. Tre av de undersøkte bestandene ligger på bonitet G11 og ni ligger på G14. Kun ett av de undersøkte bestandene var markberedt etter hogsten.

Det var generelt gode frøår i Nord- og Sør-Trøndelag i 1992, 1995 og 1998. 1995 var et dokumentert godt frøår i Meråker.

Alle bestandene var plantet til med gran året etter hogst. Antall utsatte planter lå mellom 120 og 200 planter per dekar. Under registreringen sommeren 2003 ble det funnet mellom 58 og 127 plantede graner per dekar i de ulike bestandene. Dette innebærer at planteavgangen i bestandene har vært mellom 5 og 62 %.

Av naturlig forynget gran ble det funnet mellom 11 og 477 planter per dekar i de ulike bestandene. Regulert treantall av naturlig forynget gran var mellom 11 og 141 planter per dekar. Det ble registrert rikelig med bjørk i forsøksområdet, og i alle bestand var det god tetthet, med over 157 trær per dekar, dersom bjørk ble inkludert i produksjonsforbandet.

Det var klart mest naturlig foryngelse i bestandene som lå i det nederste høydelaget. Bestandene som var avvirket i 1993 og 1995 hadde mer foryngelse enn bestandene som var avvirket i 1997. Av alle bestand, var det bestandene i 250-350 meters høyde over havet som ble avvirket i 1995 hadde mest naturlig foryngelse av alle bestandene. I høydelaget 450-550 m o.h. var det bestandene som ble avvirket i 1993 som hadde mest naturlig foryngelse.

Høyde over havet og hogstår hadde størst betydning for forekomsten av naturlig foryngelse av gran. Andre undersøkte faktorer som hadde en påvist betydning for foryngelsen var

humustykkelse, fuktighetsgrad, avstand til frøgivende bestandskant, bonitet, bestandskantens beliggenhet og bestandets helningsretning.

Gjennomsnittshøyden på den naturlige foryngelsen varierte fra 17,8 cm til 55,6 cm. De plantede granene var om lag dobbelt så høye som de naturlig foryngede i alle de undersøkte bestandene. Toppskuddlengdene til den naturlige foryngelsen var mellom 5,1 og 12,2 cm. Lengdeforskjellene mellom toppskudd på naturlig forynget gran og plantet gran økte med økende alder, og i de eldste bestandene var toppskuddene på plantet gran nesten dobbelt så lange som toppskuddene på naturlig forynget gran.

A/S Meraker Brug har valgt å satse på en ny plantestrategi som innebærer at det skal satses mer på naturlig foryngelse, og planteinnsatsen skal reduseres. Antall utsatte granplanter skal variere fra 150-170 planter per dekar på bonitet G17 til ingen på bonitet G8 som ligger ugunstig til. Meraker Brugs målsetning er at gjennomsnittlig treantall per dekar i hogstklasse II skal være 140, hvorav 100 trær er plantet gran, 15 er naturlig forynget gran og 25 er bjørk.

Feltregistreringene viste at målsetningen med tanke på naturlig forynget gran og bjørk vil kunne nås i det meste av det undersøkte området. Det har imidlertid vist seg at avgangen av plantet gran har vært stor, og bare halvparten av de undersøkte bestandene har 100 plantede graner eller mer per dekar. Den nye plantestrategien innebærer at en er avhengig av opp mot 100 prosent overlevelse for de plantede granene. Dersom planteavgangen fortsetter å være like høy som denne undersøkelsen har vist, må opp mot 50 % av treantallet i fremtidens bestand utgjøres av naturlig forynget gran. Det anbefales ikke å satse på større bjørkeinnslag enn 20 %.

Det kan oppnås gode tilslag av naturlig forynget gran i høydelaget 250-350 m o.h. Vellykket naturlig foryngelse er avhengig av at foryngelseshogsten koordineres med gode frøår. Mye av den naturlige foryngelsen hadde spirt i hjulspor. Dette antyder at markberedning kan gi økt tilslag av naturlig foryngelse. I høydelaget 450-550 m o.h. var det lite naturlig foryngelse. Resultatene fra undersøkelsen tyder på at A/S Meraker Brug bør vurdere å flytte en del av planteinnsatsen fra de beste bonitetene i de laveste høydelagene til svakere boniteter i de øverste høydelagene.

SUMMARY

In order to estimate the possibilities of natural regeneration in Meråker, Nord-Trøndelag, Norway, a study was performed during the summer of 2003. Totally 325 circular plots, each of size 40 m², were laid out on 12 different clear-cuts. Among these clear-cuts, six were located at the altitude of 250-350 m a.s.l. and six at the altitude of 450-550 m a.s.l. At each altitude, two of the clear-cuts were harvested in 1993, two in 1995 and two in 1997.

Bilberry woodland was the dominating vegetation type in the experimental area. Among the studied clear-cuts, three localities had site index G11 and nine had site index G14 (H₄₀). One of the clear-cuts were scarified after the final felling.

The general seed setting in the county of Nord-Trøndelag was good in 1992, 1995 and 1997. 1995 was a substantiated good seed year in Meråker.

Norway spruce were planted on all sites the year after the clear felling. Between 1200 and 2000 plants per hectare were put out on the different clear-cuts. During the registration in the summer of 2003, between 580 and 1270 plants per hectare were found on the different clear-cuts. This implies between 38 and 95 survival percentage of the planted stock.

On the different clear-cuts, there were found between 110 and 4770 natural regenerated Norway spruce per hectare. The regulated number of regeneration was between 110 and 1410 trees per hectare. There was a plentiful occurrence of birch in the study area. When birch was included in the tree crop, all of the sites had a satisfactory density with more than 1570 trees per hectare.

The number of natural regenerated Norway spruce were significantly higher on the sites situated at the lowest altitude. There were more natural regenerated Norway spruce on the clear-cuts harvested in 1993 and 1995 than the clear-cuts harvested in 1997. Among all sites, the greatest occurrence of natural regenerated Norway spruce was found on the sites at the altitude of 250-350 m a.s.l. who were harvested in 1995. At the altitude of 450-550 m a.s.l., the sites from 1993 showed the greatest occurrence of natural regenerated Norway spruce. The altitude and the year of the final cutting were the most significant factors considering the occurrence of natural regenerated Norway spruce. Other examined factors with a proved

influence of seedling establishment were thickness of the humus layer, humidity, distance to the seed trees, site index, direction to the reminding stand and slope direction.

The height of the natural regenerated Norway spruce varied from 17,8 to 55,6 cm. The planted spruces were about twice as high. The height differences and the difference in annual height growth increased by increasing age.

A/S Meraker Brug is a large forest property in Meråker who has decided to reduce the use of plantation plants for the benefit of natural regeneration. The aim of their new strategy is to achieve on average 1400 trees per hectare at developmental stage II. Among these 1400 trees, 1000 will be planted Norway spruce, 150 will be natural regenerated Norway spruce and 250 will be birches.

The study of the 12 clear-cuts showed that when it comes to natural regenerated Norway spruce and birch, the aim can be achieved on most of the area. However, the mortality of the planted crop was high. To succeed with the new regeneration strategy, Meraker Brug will be dependent on close to 100 % survival of the planted crop. If the future mortality will be as high as the mortality in this study, the share of natural regenerated Norway spruce must approach 50 % to achieve satisfactory density. A greater share of birch than 20 % is not recommended.

At the altitude of 250-350 m a.s.l. a considerable natural regeneration of Norway spruce can be achieved. A successful natural regeneration depend on good seed years and timing of the final cutting. Scarification may result in a increased occurrence of natural regenerated plants. At the altitude of 450-550 m a.s.l. few natural regenerated plants were found. The results of this study indicate that Meraker Brug should consider moving some of their planting effort from high index sites at low altitudes to poorer sites at high altitudes.

INNLEDNING

Naturlig foryngelse har gjennom historien vært grunnlaget for spredning av skogstrær til nye områder. Granas (*Picea abies* (L.) Karst.) innvandring i Norge startet for om lag 2500 år siden og var et resultat av at frø ble spredt fra eksisterende granskog i øst. Granekspansjonen har gått langsomt, og den pågår fremdeles. I Trøndelag kom grana til Lierne cirka 400 år e.Kr., mens den nådde Trondheimsområdet så sent som på 1200-1300-tallet (Børset 1985).

Også etter at grana var etablert i deler av landet og tømmervirke ble tatt ut av skogene, var foryngelse av skog på allerede eksisterende skogsmark avhengig av den naturlige foryngelsen. Skogbrukerne satte sin lit, ubevisst eller i mangel av andre løsninger, til at nye trær ville komme opp av seg selv der eldre trær hadde blitt hogd. Oppgangssagens inntog på 1500-tallet, med påfølgende storeksport av trelast, og bergverksdrift fra samme århundre førte etter hvert til stor bekymring for at de tilsynelatende ”utømmelige skogskildene” skulle forringes. Fra 1750 kom flere skrifter om skogskjøtsel, og artikler og avhandlinger om skogplanting ble publisert. Fra midten av 1800-tallet økte skogplantingen i omfang. Det dreide seg i første rekke om skogreising i kyststrøk og tilplanting av ikke skogkledte arealer. I allerede eksisterende skogområder var dimensjons-/plukkhogst og naturlig foryngelse den rådende skjøtselsmetoden (Opsahl 1949).

På 1920-tallet gikk unge firstmenn som Erling Eide og Waldemar Opsahl aktivt inn for å fremme bestandsskogbruket. De mente at bledningsskogbruket ikke var egnet i norske skoger og at det gav for dårlig foryngelse (Skinnemoen 1949). I Trøndelag var det gjort forsøk med snauhogster og påfølgende planting allerede før 1920 (Opsahl 1949). Det var imidlertid under bestandsskogbrukets ”storhetstid” på 1940-, 50- og 60-tallet at planting ble dominerende foryngelsesmetode i granskogområdene, og plantingen nådde sin topp i 1964 med 108 millioner utsatte planter (Bjørndal 1998).

Utover 1970- og 1980-tallet økte kostnadene ved planting (Statistisk Sentralbyrå 1975, 1980, 1986, 1991, 2003), mens tømmerprisene stagnerte (Heje & Nygaard 1998). Samtidig økte bevisstheten om å legge til rette for flerbruk av skog og viktigheten av å ivareta artsmangfoldet i skogøkosystemet. Bestandsskogbrukets store flatehogster ble kritisert både av naturvernorganisasjoner og friluftsjinteresserte (Skar & Schjerden 1998). Disse faktorene gav naturlig foryngelse økt aktualitet som foryngelsesform i granskog. Levende Skogs

standarder la vekt på økt bruk av lukkede hogstformer, noe som gir bedre muligheter for naturlig foryngelse og samtidig gir økte kostnader ved eventuell kulturforyngelse (Levende Skog 1999).

Stortingsmelding nummer 17 1998-99 (Landbruksdepartementet 1998) bebudet et statlig ønske om å videreutvikle skogavgiften som skogpolitisk virkemiddel. Det lå allerede da i kortene at en ønsket å satse mer på skogavgift og mindre på tilskuddsordninger. I statsbudsjettet for 2003 ble tilskudd til skogkulturinvesteringer fjernet i sin helhet. I februar 2004 fastsatte Landbruksdepartementet en ny forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket hvor det blant annet het: "Det skal ikke gis tilskudd til skogplanting, såing, bruk av kjemiske midler, kjøp av utstyr eller til tiltak som ved uttak av virke gir overskudd.". Med dette ble muligheten for å gi tilskudd til kulturforyngelse i etablerte skogstrøk fjernet for godt, og naturlig foryngelse fikk ytterligere aktualitet.

A/S Meraker Brug er en stor skogeiendom i Nord-Trøndelag med hovedsete i Meråker. Meraker Brug eier ca. 90 % av Meråker kommune og har i tillegg eiendommer i kommunene Stjørdal og Malvik i henholdsvis Nord- og Sør-Trøndelag. Til sammen utgjør eiendommene ca. 1,34 millioner dekar, hvorav om lag 250.000 dekar er produktiv skog. Nær 95 % av kubikkmassen på eiendommen er gran (A/S Meraker Brug u.å.).

Fjerningen av tilskuddet til planting og en generell tro på muligheter for naturlig foryngelse i området, førte til at Meraker Brug fra og med 2003 valgte å satse på en ny plantestrategi. Den nye strategien kan i korte trekk oppsummeres slik (Personlig meddelelse fra driftssjef Olav Roan ved A/S Meraker Brug): Det skal i utgangspunktet plantes ved hver stubbe, det vil si ca. 100 planter per dekar på bonitet G14. Plantetallet går ned med synkende bonitet og økende avstand til bilveg, og på bonitet G8 med ugunstig beliggenhet vil det ikke plantes. På høye boniteter, det vil si G17 og høyere, økes plantetallet til 150-170 planter per dekar. På høye boniteter i bratt terreng plantes det kun ved stubber på grunn av snøproblemer og kraftig oppslag av ugress. Kun markberedning kan være aktuelt der forholdene ligger til rette for god naturlig foryngelse. Meraker Brugs teori er at denne strategien i gjennomsnitt vil gi 140 trær per dekar i hogstklasse II, hvorav 100 er plantet gran, 15 er naturlig forynget gran og 25 er bjørk (*Betula pubescens* Ehrh.). Den nye strategien innebar en reduksjon i utsatte granplanter fra 260.000 i 2002 til 98.000 i 2003.

For å undersøke Meraker Brugs muligheter til å lykkes med økt satsing på naturlig foryngelse, ble det lagt ut prøveflater for registreringer i 12 bestand i hogstklasse II i Torsbjørkdalen sørøst i Meråker kommune. Forsøksfeltene ble lagt hit fordi området er svært viktig for Meraker Brug med tanke på skogproduksjon og virkesuttak. Videre representerer feltene de dominerende bonitetene i Meraker Brugs skoger. G11 utgjør 49 % og G14 32,5 % av eiendommens totale produktive skogareal i Meråker. Feltene ble lagt i to ulike høydelag for å belyse høydens innvirkning på spiring, etablering og vekst for naturlig forynget gran.

Formålet med oppgaven er å finne ut om Meraker Brug kan regne med å oppnå tilfredsstillende foryngelse med sin nye plantestrategi kombinert med naturlig foryngelse. Forsøksmaterialet gir grunnlag for å si noe om hva høyden over havet betyr for den naturlige foryngelsen. I og med at forsøksfeltene er avvirket i tre forskjellige år, henholdsvis året etter, samme år som og året før et godt frøår, kan en undersøke hvordan foryngelseshogsten bør koordineres med forventede frøår. Feltregistreringene omfatter også målinger som gjør det mulig å vurdere virkningen av variabler som humustykkelse, fuktighet, avstand til frøgivende bestandskant og bonitet.

BAKGRUNN

Grunnlaget for naturlig foryngelse av gran er at det dannes modne frø som spirer og etablerer seg som livskraftige planter. Frem til planteetablering er det en rekke prosesser, som dannelse av blomsterknopper, blomstring, bestøvning, frømodning, frøspredning, frøovervintring og spiring, som må lykkes. Disse prosessene påvirkes i svært stor grad av vekstfaktorene lys, temperatur, fuktighet og næringstilgang. I tillegg har blant annet humustykkelse, vegetasjonstype, insektangrep og beiting innvirkning på mulighetene for etablering av naturlig foryngelse.

Børset (1985) skrev følgende om mulighetene for naturlig foryngelse av gran i Trøndelag: ”Det har vært hevdet at granskogen i Trøndelag har vanskelig for å forynge seg naturlig. Til dette er å bemerke at den gamle granskogen er skaperens verk, og da skulle vel skogen av i dag ha evne til å regenerere seg, noen forverring i de klimatiske forhold har ikke forekommet i senere tid.” Mulighetene for naturlig foryngelse av gran i Nord-Trøndelag har blitt undersøkt av Elias Mork (Mork 1927, 1933) og Erling Eide (Eide 1926). Disse undersøkelsene tar grundig for seg vekstfaktorene temperatur, fuktighet og nærings betydning for foryngelsesresultatet. Forskning fra andre deler av landet, blant annet utført av Mork (1938) og Kristian Bjør (Bjør 1965, 1971), gir også overførbar informasjon om faktorer som påvirker etableringen av naturlig foryngelse.

Frøsetting og frømodning

Temperatur er avgjørende for både blomstring og frømodning hos gran. Blomsterknoppene anlegges om høsten året før blomstring. Granfrøet modnes i blomstringsåret og slippes påfølgende høst og vinter (Børset 1985). Blomstring kan induseres av flere faktorer, blant annet stressfaktorer som tørke og rotrykking (Personlig meddelelse fra forsker Øystein Johnsen, Skogforsk, 2003). I sunn granskog er det temperaturen i anleggsåret som avgjør mengden av blomsterknopper som dannes. For blomstring kreves et overskudd av assimilater i tidsrommet før knoppdannelsen. Det er derfor størst sjanse for en stor andel blomsterknopper i år med tørt og varmt vær i juni og juli. I følge Skoklefald (1989) ser en vekstenhetssum på minst 165 i juni-juli ut til å etterfølges av middels til god konglesetting året etter, med unntak av de tilfeller hvor det har vært betydelig konglesetting året i forveien. Mork (1944) definerte én vekstenhet som varmeeffekten når gjennomsnittstemperaturen for de seks varmeste timene i døgnet er 8°C. Antall vekstenheter øker ikke rettlinjet med økende

gjennomsnittstemperatur. Ett døgn med gjennomsnittstemperatur på 17°C gir eksempelvis 3 vekstenheter, mens 22°C gir 5,5 enheter.

Blomstringsår for gran inntreffer uregelmessig med 3-4 års mellomrom i lavlandet i Sør-Norge og 8-10 års mellomrom i høyereliggende strøk og nordafjells (Edvardsen 2002). Et blomstringsår resulterer imidlertid ikke alltid i modent frø. Når en beveger seg mot skoggrensen, slik en gjør 450-550 m o.h. i Meråker, kan det gå lang tid mellom frøårene. Gjennom undersøkelser av fjellskogen på Hirkjølen fra 1932 til 1966 fant Mork (1968) at det ble produsert brukbart granfrø kun i 1934. I en periode på over 30 år ble det altså ikke produsert modent frø.

For at frø skal dannes, må granblomstene bestøves (pollineres). Gran er vindbestøver og har stor pollenproduksjon. Tørt og forholdsvis varmt vær er nødvendig for en tilstrekkelig pollinering. Gran er sambu og kan gi spiredyktig frø ved selvbestøvning. Slikt frø har imidlertid dårlig spireevne. Hunnblomstene sitter for det meste i toppen av trærne, mens hannblomstene er mer spredt over hele kronen. Hunnblomstene kommer vanligvis litt før hannblomstene. Dette fører til at det blir lite selvbestøvning innen granene, og uheldig innavl unngås (Børset 1985).

Frømodningen er avhengig av temperaturen i månedene juni-september (tetratermen) i blomstringsåret. Granfrø blir modent ved en tetraterm på minst 9,5°C (Mork 1933). Grankonglene åpnes lettest i tørt vær og frøet spres med vinden. Frø slippes over en relativt lang periode, fra senhøsten til etterjulsvinteren, avhengig av sommertemperaturen. Høy sommertemperatur vil gi tidlig frøkasting (Skoklefald 1966). På skaresnø kan frø fraktes 8-10 km med vinden (Børset 1985).

Frøspiring og planteetablering

Minimumstemperaturen for spiring av granfrø er ca. 7°C og optimum ligger ved ca. 20°C. Jo høyere temperaturen er, desto raskere begynner spiringen. Lav temperatur og lang spiringstid gir lavere total spireprosent. Lang spiretid kan imidlertid ikke kompensere en for lav temperatur (Mork 1933). Mork (1933) kom under forsøk i Nord-Trøndelag frem til at dersom frømodningen er dårlig på grunn av lav sommertemperatur i blomstringsåret, kreves det en høyere marktemperatur enn normalt i spireåret for å oppnå tilfredsstillende spireprosent. Lav

gjennomsnittlig tetraterm i både blomstringsår og spireår gir derfor meget ugunstige forhold for naturlig foryngelse.

Overoptimale temperaturer virker også negativt inn på frøspiringen og planteetableringen. Temperatursvingningene er størst på snauflater, og særlig i usåret vegetasjon. I vegetasjons- og humusdekker som er uttørket slik at solenergi ikke brukes til å fordampe vann, kan temperaturen bli så høy at spireplanter drepes. Humus har liten kapillær ledningsevne, slik at vanntilførselen fra dypere jordlag er liten. Blottlagt mineraljord har mer stabile temperaturforhold på grunn av sin varmeledningsevne. I og med at tørke og høye temperaturer opptrer samtidig, kan det være vanskelig å fastslå om det er tørken eller temperaturen som forårsaker planteavgangen (Bjør 1971).

De nevnte spiretemperaturer gjelder jordtemperaturer. Ved vurdering av muligheter for naturlig foryngelse i Norge, må en oftest støtte seg til temperaturstatistikk som utarbeides av Meteorologisk institutt. Slik statistikk omfatter lufttemperatur, og er dermed ikke direkte overførbar til spireforhold. Avhengig av blant annet solinnstråling, lufttemperatur og vegetasjonsdekke, kan temperaturen ved jordoverflaten variere sterkt gjennom døgnet. Bjør (1971) fant at temperaturen 10 cm over jordoverflaten på en snauflete i granskog lå 0,6°C til 6°C over lufttemperaturen målt 2 meter over bakken. Forskjellen økte med økende lufttemperatur og var størst i juni og juli. Temperaturen i usåret vegetasjon og humus kan bli langt høyere enn temperaturen i mineraljord. Temperaturer som er letale for frø er ikke uvanlig i usåret vegetasjon.

Temperaturen 5 cm ned i mineraljorden er imidlertid langt lavere og mer stabil enn temperaturen i vegetasjonen. I tre forskjellige år registrerte Bjør (1971) maksimumstemperaturer på 17,1°C, 16,3°C og 15,2°C 5 cm ned i mineraljorden på snauflater i granskog. Jordtemperaturen var høyest i juni, juli og august, og syntes å være noe forsinket i forhold til lufttemperaturen. I Hirkjølen forsøksområde undersøkte Mork (1968) jordtemperaturen i 1 cm dybde gjennom en sommer. Mork kom frem til at vegetasjonsdekket har stor betydning for jordtemperaturen. Den høyeste temperaturen ble påvist i markberedningsflekke, mens temperaturen var lavest under urørt vegetasjon. Temperaturen 1 cm ned i jorden, det vil si i spiresjiktet for mange granfrø, varierte mer enn temperaturen 5 cm ned i jorden. På regnværsdager var temperaturen omtrent like høy i alle sjikt fra 1 cm til 20 cm ned i jorden. På godværsdager var temperaturen uforandret i det dypeste sjiktet, mens

temperaturen 1 cm ned i jorden var ca. 15°C høyere. Naturlig foryngelse kan spire i mange ulike substrater, som urørt vegetasjon, hjulspor, stubber og markberedningsflekke. Til tross for til dels store forskjeller mellom temperaturen i luft, jord og vegetasjon, må lufttemperaturen kunne sees som en indikator for temperaturforholdene for spiring.

Fuktigheten ser ut til å være den faktoren som i størst grad begrenser spiring og planteetablering (Solbraa 2001). Granfrø må ta opp en fuktighetsmengde på 40-50 vektprosent av tørrvekten for at spiringen kan starte (Bjør 1965). Mork (1933) fant at temperaturen har liten betydning for frøets evne til å ta opp vann. Frøet tar raskt opp vann også ved temperaturer som er lavere enn spireminimum. Vannopptak som er høyere eller lavere enn det optimale fører til lavere spireprosent (Mork 1938). Dersom frøet blir liggende i vann, avtar spireevnen sterkt. Utsettes frø i vann for frost, skades frøet ytterligere. I et forsøk i Elverum fant Bjør (1971) at periodisk uttørking av frøet var den største hindring for frøspiringen.

Humus og vegetasjon

Humusstykkelsen er av stor betydning for grans frøspiring og planteetablering. En del frø spirer aldri fordi de blir hengende i et strø- eller mosesjikt uten stabil tilgang på fuktighet (Larsson & Aalde 1996). Tykke humuslag virker negativt på planteetableringen fordi det tar lang tid for spireplantenes røtter å gro ned i mineraljorden. En vellykket planteetablering i tykk humus er avhengig av stabile fuktighetsforhold slik at røttene ikke tørker ut før de når mineraljord (Hanssen 2003). Braathe (1960) fant at sjansen for spiring og planteutvikling i humus hvor vegetasjonen var fjernet var 24 ganger større enn i urørt vegetasjon. Dersom humusen ble fjernet slik at spiringen kunne foregå i mineraljord, var sjansene for planteetablering imidlertid 173 ganger større enn i urørt vegetasjon.

Det er gjort flere undersøkelser for å vurdere ulike substraters egnethet som spireplasser. Meshechok (1956) og Braathe (1960) konkluderte med at de vanligste mosene i granskog; etasjemose (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp), furumose (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.), fjørmose (*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.) og sigdmoser (*Dicranum* spp. Hedw.), utgjør dårlige spiresenger for granfrø. Hanssen (2002) kom under et såforsøk med forskjellige spireleiesubstrater på hogstflater i Sørøst-Norge frem til samme konklusjon.

Hanssens (2002) undersøkelse omfattet etasjemose, furumose, fjørmose, sigdmoser, torvmoser (*Sphagnum* spp.), strø, blåbær (*Vaccinium myrtillus* L.) og smyle (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.). Etableringen av spireplanter på urørt mark var generelt svært beskjeden. Torvmoser utgjorde det beste spiresubstratet for gran. I Hanssens undersøkelse var strø det nest beste spiresubstratet. Både spiring og overlevelse i strø avhenger imidlertid for en stor del av værforholdene. Nedbørsrike somrer ser ut til å være en forutsetning for at naturlig foryngelse skal etableres i strø. For alle substrater forbedret markberedning etableringsresultatet kraftig. Markberedning gav også høyere overlevelse for alle substrater unntatt *Sphagnum*. I en undersøkelse av naturlig foryngelse på små hogstflater i Sørøst-Norge som omfattet de samme spiresubstratene, var strø det beste spiresubstratet, etterfulgt av *Sphagnum* (Hanssen 2003). På grunn av at torvmosene hadde en tendens til å overgro spireplantene av gran, var imidlertid under 40 % av spireplantene som hadde etablert seg i *Sphagnum* i live tre år senere.

Etter at granfrø har spirt, vil omkringliggende vegetasjon konkurrere med småplantene om lys, vann og næring. På hogstflater er det full lystilgang, og næringsstoffer frigjøres raskt. Slike forhold favoriserer pionerarter som smyle, kvein (*Agrostis* spp. L.) og bjørk. I tette oppslag kan slike arter hemme granas vekst sterkt eller til og med kvele granplantene (Larsson & Aalde 1996).

Ikke alle vegetasjonstyper er like godt egnet for naturlig foryngelse av gran. *Blåbærskog* (*Eupiceetum myrtilletosum*) er den dominerende vegetasjonstypen i denne undersøkelsen. Blåbærskog i Trøndelag er i følge Larsson & Aalde (1996) mindre godt egnet for naturlig foryngelse på grunn av kjølig klima og høy nedbør som forårsaker sterk råhumusoppbygging. I skog med tykk råhumusmatte og velutviklet lyngvegetasjon, som gjerne er tilfelle opp mot fjellet, vil naturlig foryngelse være svært vanskelig (Skoklefald *et al.* 1994).

Blåbærskog er imidlertid den vegetasjonstypen som har størst spennvidde i voksestedsforhold (Larsson *et al.* 1994). På middels fuktige til tørre marker og fuktige marker med godt omdannet humus kan det oppnås gode resultater med naturlig foryngelse dersom det legges til rette for det (Larsson 2000). Et hovedproblem ved åpne hogster i blåbærskog er de tette smylemattene som utvikler seg etter hogst. Dette problemet kan reduseres ved bruk av skjermtrær (Larsson *et al.* 1994). Gjensetting av lauvtrær vil lette spiring og etablering av naturlig foryngelse ved at lauvtrærne demper vegetasjonen (Skoklefald *et al.* 1994). Granskog

med innslag av bjørk vil ha raskere strønedbryting, tynnere råhumuslag og høyere pH i råhumus og mineraljord enn ren granskog, noe som også vil bedre mulighetene for naturlig foryngelse av gran (Frank *et al.* 1998).

Markberedning er et svært aktuelt hjelpetiltak ved naturlig foryngelse i blåbærskog. Hanssen *et al.* (2003) fant under forsøk med såing og naturlig foryngelse i blåbærskog i Sørøst-Norge at planteetableringen var mye bedre på markberedt jord enn i urørt humus. De benyttede markberedningsmetodene i Hanssens forsøk var flekkmarkberedning og invertert torv. Også Meshechok (1956) påpekte viktigheten av å markberede dersom en skulle lykkes med naturlig foryngelse av gran. Markberedning øker gjennomsnittstemperaturen i jorden og reduserer konkurransen om vann og næring. Blottlagt mineraljord gir mer stabile fuktighetsforhold enn organisk materiale (Bjør 1971). I Sverige anbefales i markberedning i forbindelse med naturlig foryngelse av blåbærskog i de aller fleste tilfeller (Lundmark 1988).

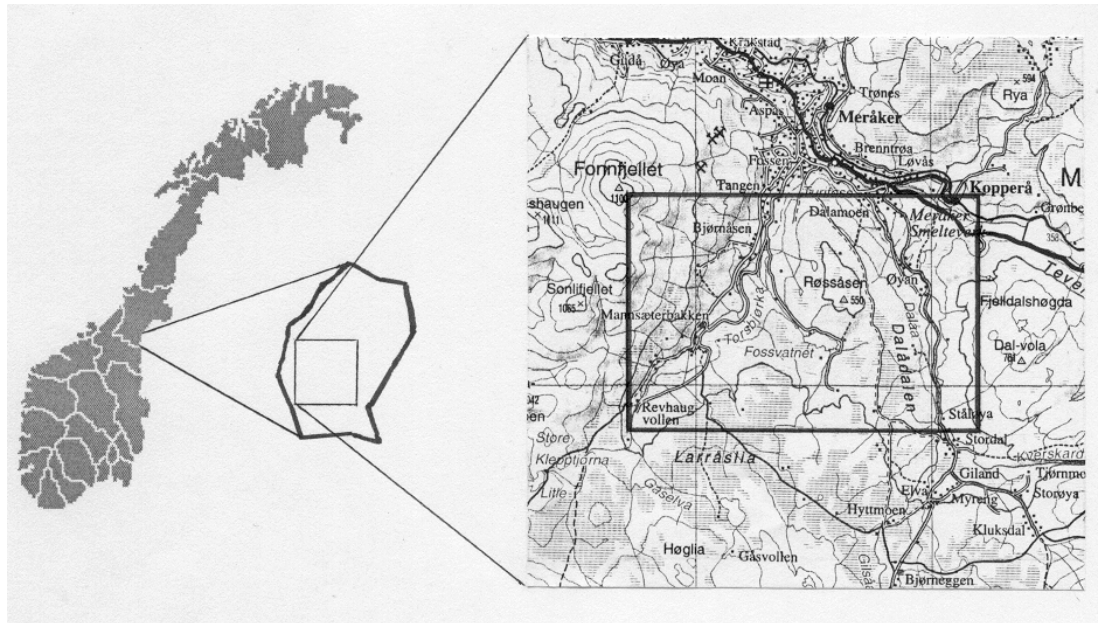
Skadedyr

I tillegg til værforholdene under blomstring, frømodning og spiring, vil angrep av eventuelle skadedyr og sopper være avgjørende for plantetilslaget. Både frø som sitter i konglene, frø på bakken og spireplanter kan ødelegges av ulike skadegjørere. Nilsen (1986) utførte en undersøkelse av tap av frø og spireplanter av gran på forskjellige vegetasjonstyper i fjellskog og lavlandsskog. Undersøkelsen var et såforsøk, og eventuelle skader på frø som sitter i konglene ble dermed ikke omfattet av undersøkelsen. Nilsen fant at 70 % av frøene og spireplantene gikk tapt på grunn av fysiske faktorer. 13 % av frø og planter ble tatt av fugler og mus, mens 4 % gikk tapt på grunn av insekter, snegler etc. Markberedning førte til økt predasjon fra fugler og mus, men tap på grunn av fysiske faktorer og det totale tapet av frø og spireplanter var mindre på de markberedte feltene. Det ble ikke påvist noen sikre forskjeller i tap mellom fjellskog og lavlandsskog.

MATERIALE OG METODER

Registreringsområdet

Forsøksfeltene ligger i Torsbjørkdalen og Dalådalen sør i Meråker kommune i Nord-Trøndelag (Figur 1). Området dekkes av kartene ”Mannseterbakken”, ”Fossvatna”, ”Skakkelvold” og ”Kopperå” i Økonomisk kartverk.



Figur 1: Kartskisse over Meråker kommune og forsøksområdets beliggenhet.

Naturgrunnlaget

Berggrunn og jordsmonn

Berggrunnen i forsøksområdet i den sørlige delen av kommunen er dominert av sandstein, fyllitt og grønnstein. Løsmassene i området domineres av morenemateriale og organisk materiale i form av torvmark og myr (Marken *et al.* 1994).

Fyllitt og grønnstein er næringsrike bergarter, mens sandstein er næringsfattig (Nettverk for miljølære 2004). Humusomdannelsen i området går langsomt, og jordsmonnet i forsøksområdet er podsoljord.

Klima

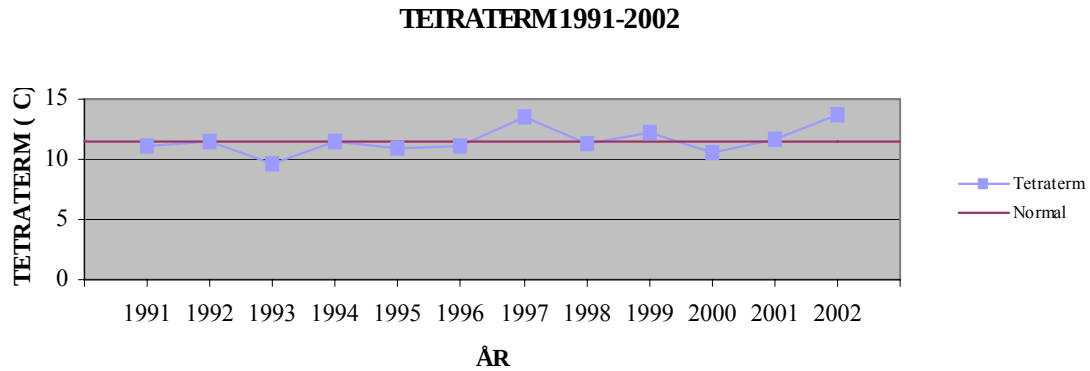
Meråker er en innlandskommune med forholdsvis kalde vintre og milde somrer. Det finnes flere meteorologiske målestasjoner i kommunen. De to som ligger nærmest forsøksområdet er stasjon 69370 og stasjon 69470. Stasjon 69370 ligger 239 m o. h. ca. 10 km nordvest for forsøksområdet. Stasjon 69470 ligger 294 m o. h. ca. 5 km nord for forsøksområdet. Det finnes ingen målestasjoner i høydelaget 450-550 m o. h.

Temperaturnormalen i Meråker (målestasjon 69370) for perioden 1961-1990 var 3,8 °C. Middelttemperaturen i månedene juni, juli, august og september var henholdsvis 11,7 °C, 13,0 °C, 12,3 °C og 8,5 °C. Dette tilsvarer en tetraterm på 11,4 °C. Nedbørnormalen for Meråker (målestasjon 69370) i 1961-1990 var 810 mm nedbør per år. Målestasjon 69470 hadde en nedbørnormal på 1000 mm per år, og normalen for månedene juni-september var 395 mm (Det norske meteorologiske institutt 2004).

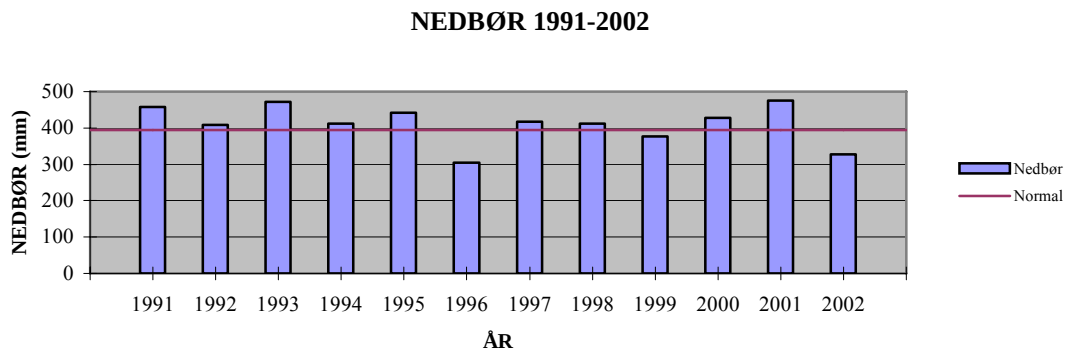
For å vurdere klimaforholdene i forsøksområdet i de aktuelle årene for blomstring, frøproduksjon og frøspiring, ble det innhentet temperatur- og nedbørsmålinger for årene 1991-2002 (Personlige meddelelser fra Gudmund A. Dalsbø, Klimaavdelingen ved Det norske meteorologiske institutt, 2004).

Observasjonene fra de to målestasjonene i Meråker kommune viste seg å være mangelfulle når det gjelder temperatur. Temperaturberegningene er derfor basert på tall fra Sul i nabokommunen Verdal (stasjon 70340). Temperaturene fra målestasjonen i Sul ser ikke ut til å avvike vesentlig fra de eksisterende temperaturmålingene fra målestasjon 69370 i Meråker i perioden 1991-2002. Temperaturnormalen for Sul ligger noe lavere enn normalen for Meråker. Nedbørsberegningene er basert på tall fra målestasjon 69470 i Meråker.

Tetratermen for årene 1991-2002 varierte mellom 9,7 og 13,7 °C (Figur 2). Nedbørsmengden varierte mellom 305 og 475 mm i månedene juni-september (Figur 3). For å kunne vurdere blomstrings-, frømodnings- og spireforholdene i de ulike årene, ble det beregnet gjennomsnittstemperatur og samlet nedbør for ukene 22-39 i årene 1991-2002 (Vedlegg 3 og 4). Disse ukene tilsvarer omtrent tetratermen, pluss/minus noen dager i mai/oktober.



Figur 2: Tetraterm i Meråker 1991-2002. (Basert på målestasjon 70340 i Sul.)



Figur 3: Total nedbørsmengde i månedene juni-september ved målestasjon 69470 i Meråker 1991-2002.

Frøår

I Nord-Trøndelag var det gode frøår og frøsanking i 1992, 1995 og 1998 (Personlig meddelelse fra fylkesskogmester Kjersti Kinderås, Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, 2003). Det foreligger ingen konkret informasjon om hvordan frøsettingen var i Meråker kommune i de aktuelle årene. I 1995 var det imidlertid frøsanking i høydelag 1, 3 og 5 (proveniens K1, K3 og K5) i Meråker kommune (Personlig meddelelse fra Tore Wetlesen, salgsavdelingen ved Det norske Skogfrøverk, 2004). I Tydal, en kommune i Sør-Trøndelag som grenser til Meråker, sanket Skogforsk frø av god kvalitet opp til 500 m o. h. i 1992 (Personlig meddelelse fra professor Tore Skrøppa, Skogforsk, 2004). Dette sannsynliggjør at 1992 var et godt frøår også i Meråker.

Bestandene

Forsøkene omfatter 12 bestand, som ble valgt ut fra avvirkningsår, beliggenhet i høyde over havet og bonitet. For at et bestand skulle bli med i undersøkelsen, måtte det dessuten ha en potensielt frøgivende bestandskant i hogstklasse V eller eldre hogstklasse IV.

Av de 12 bestandene som inngår i forsøksmaterialet ble fire avvirket i 1993, fire i 1995 og fire i 1997. Blant bestandene innen hver årsklasse, ligger to i høydelaget 250-350 m o. h. og to i høydelaget 450-550 m o. h. Tre av bestandene har bonitet G11 og ni har bonitet G14. Elleve av bestandene ligger i vegetasjonstype blåbærskog, mens ett ligger i gransumpskog (*Chamaemoro Piceetum*). Alle bestandene ble plantet til året etter hogst. Ett bestand ble markberedt i forbindelse med hogsten.

For hvert bestand ble det ført skjema (Vedlegg 1) med bestandsopplysninger, som bonitet, vegetasjonstype og høyde over havet, ut fra Meraker Brugs kart, driftsplaner og bestandsdata og egne observasjoner (Tabell 1).

Tabell 1 : Bestandsdata for forsøksområdet.

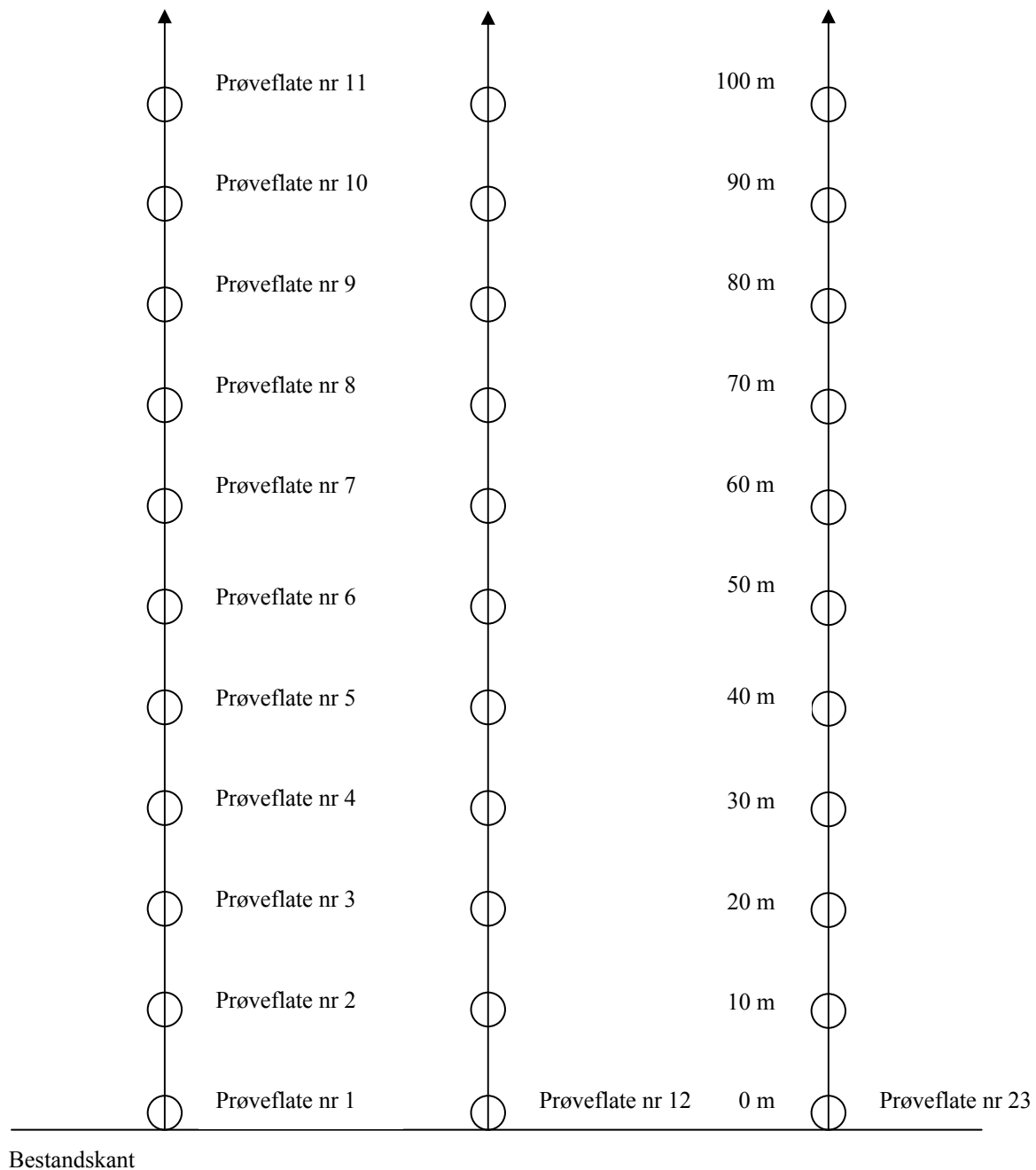
BESTANDS-NUMMER	STED (KART)	AREAL (daa)	HOGSTÅR	HØYDELAG (m o.h.)	BONITET	VEGETASJONS-TYPE	HELNINGS-RETNING	FRØKANTENS BELIGGENHET
368	Mannseterbakken	18	1993	250-350	G14	Blåbærskog	Ø	S
370	Mannseterbakken	20	1993	250-350	G14	Blåbærskog	N	SV
381	Mannseterbakken	10	1993	450-550	G11	Blåbærskog	Ø	V
765	Fossvatna	50	1993	450-550	G14	Blåbærskog	V	S
569	Mannseterbakken	18	1995	250-350	G14	Blåbærskog	V	S
575	Mannseterbakken	10	1995	250-350	G14	Blåbærskog	NV	V
830	Fossvatna	45	1995	450-550	G14	Blåbærskog	SV	N
841	Fossvatna	50	1995	450-550	G14	Blåbærskog	NV	NØ
328	Kopperå	90	1997	250-350	G14	Blåbærskog	Ø	SV
405	Mannseterbakken	15	1997	250-350	G14	Gransumpskog	SØ	SØ
891	Skakkelvold	26	1997	450-550	G11	Blåbærskog	Ø	N
957	Skakkelvold	10	1997	450-550	G11	Blåbærskog	V	Ø

Takstopplegget

I hvert bestand ble det lagt ut prøveflater langs tre parallelle takstlinjer vinkelrett ut fra den antatt beste frøgivende bestandskanten. Takstlinjene ble jevnt fordelt over bestandskanten, slik at avstanden mellom dem var $\frac{1}{3}$ av bestandskantens lengde og avstanden til ytterkant var $\frac{1}{6}$ av bestandskantens lengde. Dersom bestandet var av en slik utforming at det ble problematisk å legge 100 meter lange takstlinjer jevnt fordelt langs bestandskanten, ble linjene sentrert mot midten av bestandskanten, dog ikke så tett at prøveflatene overlappet hverandre.

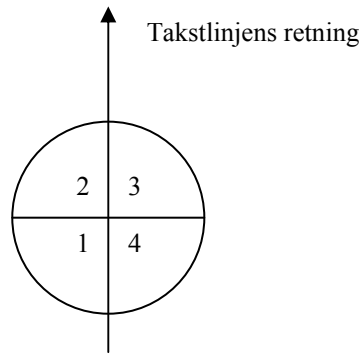
Langs hver takstlinje ble det lagt ut prøveflater for hver tiende meter, med første prøveflate i bestandskanten og siste prøveflate 100 meter fra bestandskanten (Figur 4). Avstanden fra prøveflaten til bestandskanten ble målt fra sentrum av prøveflaten. Takstlinjene ble gått etter kompasskurs, og avstanden mellom prøveflatene ble målt med målebånd. I bestand hvor det ikke var mulig å legge ut 100 meter lange takstlinjer, ble det lagt ut prøveflater for hver tiende meter så langt som bestandsformen tillot. Å "kompensere" for korte takstlinjer ved å øke antall linjer ville gitt overrepresentasjon av de aktuelle bestandene.

Dersom en prøveflate traff en grøft eller møtte en annen hindring, ble prøveflaten flyttet vinkelrett ut til siden for takstlinjen, til den siden hvor det innebar kortest forflytning. Sideforflytningen medførte aldri overlapp mellom prøveflater fra to ulike takstlinjer. Hele prøveflaten skulle ligge innenfor én vegetasjonstype.



Figur 4: Prinsippskisse over takstlinje- og prøveflatesystem for feltregistreringene.

Prøveflatene, som var på 40 m^2 , ble målt opp som en sirkel med radius 3,57 meter. En merkestikke ble plassert i sirkelsentrum (langs takstlinjen), og en snor på 3,57 meter ble ført rundt stikken etterhvert som det ble gjort registreringer. Hver prøveflate ble delt inn i 4 sektorer med delelinjer i takstlinjens retning og vinkelrett på denne. Sektorene ble nummerert fra 1 til 4, med første sektor i tredje kvadrant sett fra takstlinjen (Figur 5).



Figur 5: Prinsippskisse over nummerering av sektorer i prøveflatene.

Registreringsarbeidet

For hver prøveflate ble det ført et skjema med registreringer (Vedlegg 2). Det ble talt opp antall utviklingsdyktige planter av henholdsvis plantet gran, naturlig forynget gran, furu (*Pinus sylvestris* L.), bjørk og lauv. I samlebetegnelsen "lauv" inngår rogn (*Sorbus aucuparia* L.), selje (*Salix caprea* L.), vier (*Salix* spp.), gråor (*Alnus incana* L.) og osp (*Populus tremula* L.). For hver sektor ble antall naturlig foryngete graner med innbyrdes avstand over 1 meter talt opp. Antall bjørker med innbyrdes avstand over 1 meter og over 1 meters avstand til nærmeste gran ble også talt opp. Avstanden mellom plantene ble målt med tommestokk.

I hver sektor ble det målt høyder og toppskuddlengder på alle plantede granplanter og inntil 3 naturlig foryngete planter av gran. Kun utviklingsdyktige planter ble målt. Minsteavstanden mellom målte planter var i utgangspunktet 1 meter. Dersom plantene opptrådte klumpvis, ble likevel inntil 3 planter målt. I slike tilfeller ble planten som ble ansett som det mest sannsynlige fremtidstreet notert først. Plantehøyden ble målt fra rothalsen med tommestokk.

Da målingene ble foretatt i vekstsesongen, ble toppskuddlengdene målt på fjorårets toppskudd. Toppskuddene ble målt med tommestokk. For å øke sannsynligheten for at det var foryngete med muligheter til å etablere seg som levedyktige planter som ble registrert, ble kun planter med høyde over 10 cm registrert.

Humustykkelse ble målt med tommestokk og delt inn i kategoriene A, B og C, hvor A er 0-5 cm, B er 5-10 cm og C er >10 cm.

Under ”kommentarer, jordbunn” i registreringsskjemaet ble det notert hvilket medium foryngelsen hadde spirt i. Spesielle forhold ved jordbunnen, som hjulspor og kvisthauger, ble notert.

Arter av urter, gras og moser ble registrert for bestemmelse av vegetasjonstype. De dominerende artene, det vil si arter som har en dekning på minst 10 % av prøveflatens areal (Larsson *et al.* 1994), og artene som fantes i mindre antall ble ført hver for seg.

Prøveflatens helningsretning ble lest av på kompass.

Prøveflatenes fuktighetsgrad ble delt inn i kategoriene tørr, middels og fuktig. Fuktighetsgraden ble anslått etter skjønn, med utgangspunkt i forekomsten av *Sphagnum*. Prøveflater uten eller med ubetydelig innslag av *Sphagnum* ble karakterisert som tørre, flater med inntil 30 % *Sphagnum* ble karakterisert som middels fuktige, mens prøveflater hvor *Sphagnum* hadde en dekningsgrad på 30 % eller mer ble karakterisert som fuktige. Disse grensene ble valgt subjektivt på grunnlag av det aktuelle materialet, men med støtte i metodebeskrivelser fra skogøkologiske undersøkelser fra grøftefelt i Nord-Trøndelag (Haveraaen 1969).

Bearbeiding av feltregistreringene og statistiske beregninger

Tallmaterialet fra feltregistreringene ble bearbeidet i Microsoft Excel. Enkle beregninger og presentasjoner ble også utført i Excel.

De fleste statistiske analysene ble utført i Minitab. Treveis variansanalyse ble utført med GLM-prosedyren i SAS (SAS Institute Inc. 1989). Det teoretiske grunnlaget for statistikken er beskrevet med støtte i Løvås (2000).

Det ble utført enveis variansanalyser for responsvariabelen planteantall (naturlig forynget gran, plantet gran, bjørk og lauv) mot effektene (faktorene) humustykkelse, fuktighetsgrad, avstand til frøgivende bestandskant, bonitet, bestandskantens beliggenhet på feltet og helningsretning. For plantet gran, bjørk og lauv ble det også utført enveis variansanalyser for planteantall mot forklaringsvariablene høyde over havet og hogstår. Enveis variansanalyser brukes for å sammenligne variasjonen innad i grupper med variasjonen mellom grupper.

Nullhypotesen, H_0 ; Gruppene er like, testes mot H_1 ; Minst én av gruppene er ulik minst én av

de andre gruppene. Nullhypotesen forkastes dersom variasjonen mellom gruppene er betydelig større enn variasjonen innad i gruppene. Modellen som ble benyttet i enveis variansanalyser er

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

hvor Y_{ij} er antall planter innen hver 40 m² sirkel, μ er gjennomsnittsverdien, α_i er effekten av den undersøkte verdien og ε_{ij} er den tilfeldige feilen.

Det ble utført en treveis variansanalyse for responsvariabelen antall naturlig foryngede planter mot hovedeffektene hogstår, høyde over havet og bestand samt deres samspill. I disse analysene ble hver takstlinje brukt som en observasjon, og de tre takstlinjene i hvert bestand ble sett på som tre gjentak i bestandet. Gjennomsnittlig planteantall per dekar ble beregnet for hver takstlinje, og gjennomsnittsverdiene inngikk i variansanalysen. To typer av hypoteser testes i denne variansanalysen. For hovedeffekten testes H_0 : Det er ingen forskjeller mellom nivåene på hovedeffektene, mot H_1 : Minst to nivåer er forskjellige. For samspill testes H_0 : Det er ingen samspill mellom hovedeffektene, mot H_1 : Det er samspill mellom minst to nivåer på hovedeffektene. I denne analysen ble bestand innen hogstår og høydelag betraktet som tilfeldige. I PROC GLM ble de riktige F-testene for hver hypotese beregnet, og p-verdiene gir grunnlag for å forkaste eller akseptere hypotesene. Følgende modell ble benyttet:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

hvor Y_{ijkl} er antall planter per dekar i hver takstlinje fra hogstår i , høydelag j , bestand k , μ er gjennomsnittsverdien, α_i er effekten av hogstår, β_j er effekten av høydelag, $\alpha\beta_{ij}$ er effekten av samspillet mellom hogstår og høydelag, γ_{ijk} er effekten av bestand og ε_{ijkl} er den tilfeldige feilen.

Det ble utført enkle lineære regresjonsanalyser for responsvariablene planteantall, plantehøyde og toppskuddlengde (alle for naturlig forynget gran og plantet gran) mot forklaringsvariabelen avstand til frøgivende bestandskant. Regresjonsanalyser blir benyttet til å undersøke om det er sammenheng mellom variablene og hvilken sammenheng det dreier seg om. Det testes om det kan tegnes en rett linje (regresjonslinje) gjennom punktsvermen en får ved å plote de observerte sammenhengene mellom forklaringsvariabelen og responsvariabelen. H_0 : Det er ingen sammenheng mellom variablene, testes mot H_1 : Det er sammenheng mellom variablene. Nullhypotesen forkastes dersom verdien på stigningstallet til regresjonslinjen er signifikant forskjellig fra null.

Korrelasjonsanalyser ble utført for å teste sammenhengen mellom henholdsvis humustykkelse og fuktighet, humustykkelse og avstand til frøgivende bestandskant, humustykkelse og høyde over havet samt fuktighet og høyde over havet. I korrelasjonsanalyser tester en om det er lineær sammenheng mellom de undersøkte variablene.

Signifikansnivået i analysene er satt til 5 % ($p\text{-verdi} \leq 0,05$). Det innebærer at det er maksimalt 5 % sjanse for å forkaste nullhypotesen feilaktig.

RESULTATER

Planteforekomst i de undersøkte bestandene

Det ble funnet svært få furuer i de undersøkte bestandene. Furu er derfor slått sammen med ”lauv” under bearbeidingen av dataene. Så godt som all furu, rogn, selje, vier og osp som ble registrert var beitet av elg. Deres betydning som potensielle fremtidstrær er dermed minimal. Som beite er de derimot meget viktige.

Det registrerte antall planter av henholdsvis plantet gran, naturlig gran, bjørk og lauv ble summert for hvert prøvebestand. Videre ble antall naturlige graner med innbyrdes avstand over 1 meter i prøveflatene i hvert bestand summert. For å gjøre et anslag på tettheten av naturlig granforyngelse i de ulike bestandene og beregne hvor mange trær som kan forventes å inngå i et fremtidig produksjonsforband, ble regulert treantall beregnet etter Norsk institutt for skogforsknings instruks (Eid *et al.* 1986). Når en finner regulert treantall, går en ut fra at det etter en tenkt regulering skal stå igjen maksimalt 200 trær per dekar. I en 40 m²-sirkel skal det maksimalt være 8 trær, og disse skal være fordelt slik at det ikke er mer enn 2 trær i en kvadrant (sirkelsektor). Bare utviklingsdyktige trær skal telles med. Minste avstand mellom regulerte trær er 1 meter (Eid 1987). Det ble beregnet regulert treantall per dekar for naturlig foryngelse og totalt planteantall per dekar for plantet gran, naturlig forynget gran og bjørk. Det ble også beregnet et regulert treantall der både naturlig forynget gran og bjørk inngikk (Tabell 2).

Tabell 2: Beregnet antall planter per dekar i de undersøkte bestandene.

BESTAND NUMMER	ANTALL PRØVE- FLATER	TOTALT ANTALL PLANTET GRAN PR. DEKAR	TOTALT ANTALL NATURLIG GRAN PER DEKAR	TOTALT ANTALL BJØRK PER DEKAR	TOTALT ANTALL LAUV PER DEKAR	REGULERT ANT. NAT. GRAN PR. DEKAR	REGULERT TREANT. PER DEKAR NAT. GRAN & BJØRK
368	33	121	224	2093	141	122	195
370	33	64	292	1635	484	133	199
381	21	102	58	2225	669	35	179
765	26	118	155	1686	172	76	194
569	33	127	473	1925	167	120	189
575	14	79	477	2695	370	141	198
830	33	70	30	2927	165	25	193
841	30	95	48	1119	161	36	180
328	18	64	96	957	297	28	170
405	33	58	79	1619	27	81	185
891	33	104	11	534	142	11	157
957	18	114	39	1629	61	33	192

Planteforekomst i forhold til høyde over havet og hogstår

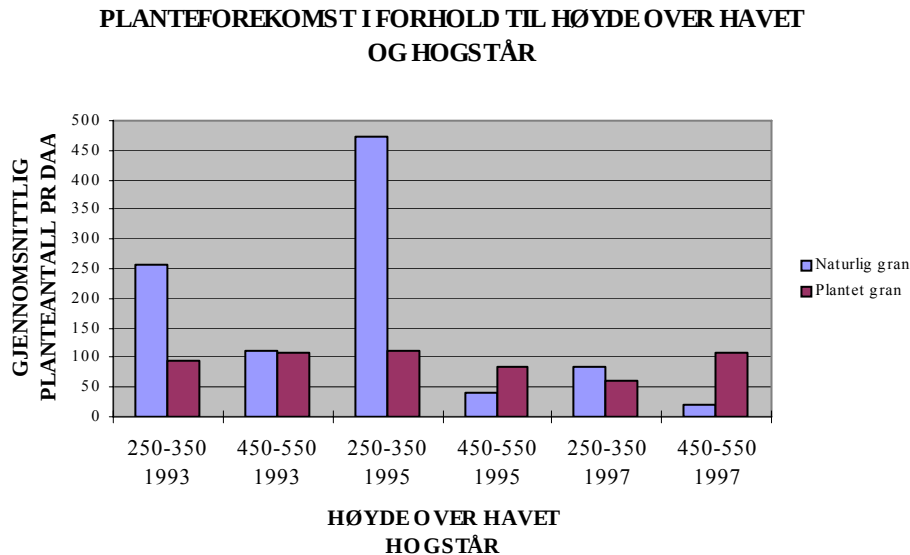
For hvert av de tre hogstårene 1993, 1995 og 1997 ble det undersøkt to bestand i hvert av høydelagene 250-350 m o.h. og 450-550 m o.h. For hver av kombinasjonene hogstår/høydelag ble det lagt ut henholdsvis 66, 47, 47, 63, 51 og 51 prøveflater.

Gjennomsnittlig antall per dekar av henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran ble beregnet for hver av kombinasjonene hogstår/høyde over havet (Figur 6).

Antall naturlig foryngede graner var signifikant høyere i det laveste høydelaget ($p=0,0005$).

Det var også forskjell mellom de ulike hogstårene. Bestandene som ble avvirket i 1993 og 1995 hadde signifikant mer naturlig foryngelse enn de som ble avvirket i 1997 ($p=0,0066$).

Det ble påvist et signifikant samspill mellom variablene høyde over havet og hogstår ($p=0,0084$). Det var ingen signifikante forskjeller i planteantall mellom bestandene som lå i samme høydelag og var avvirket i samme år ($p=0,5020$).



Figur 6: Fordeling av naturlig forynget og plantet gran i forhold til høyde over havet og hogstår.

Det ble til sammen lagt ut 164 prøveflater i høydelaget 250-350 m o. h. og 161 prøveflater i høydelaget 450-550 m o. h. I bestandene som ble avvirket i 1993, 1995 og 1997 ble det lagt ut henholdsvis 113, 110 og 102 prøveflater.

Det var ikke noen signifikant sammenheng mellom antall plantet gran og høydelag ($p=0,128$). For bjørk og andre lauvtrær var det heller ingen signifikant sammenheng mellom antall og høyde over havet ($p=0,475$ for bjørk, $p=0,399$ for lauv).

For plantet gran var det ingen signifikante forskjeller mellom planteantallene i de ulike avvirkningsår ($p=0,125$). Antall bjørker var signifikant høyere i 1993 og 1995 enn i 1997 ($p=0,000$). For lauv var antallet signifikant høyere i 1993 enn i de to andre årene ($p=0,000$).

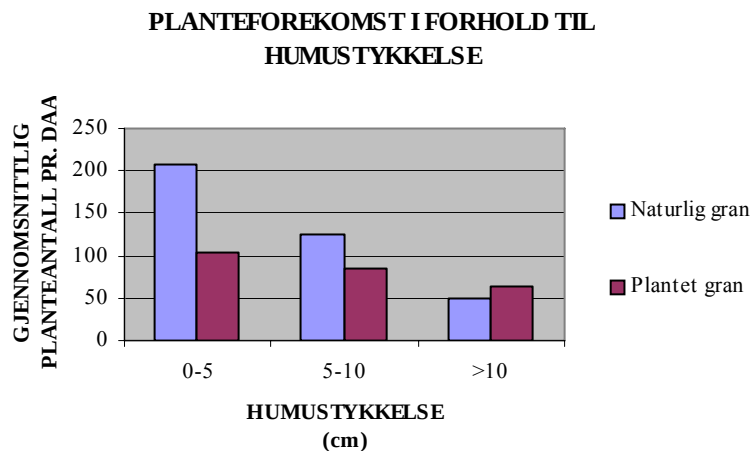
Planteforekomst i forhold til humustykkelse

Blant de undersøkte prøveflatene hadde 152 humustykkelse 0-5 cm, 163 humustykkelse 5-10 cm og 10 humustykkelse >10 cm. Gjennomsnittlig antall planter per dekar av henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran ble beregnet for hver tykkelsesgruppe (Figur 7).

For både naturlig foryngede graner og plantede graner ble det funnet flere planter i humustykkelse 0-5 cm og 5-10 cm enn humustykkelse >10 cm. Forskjellene var signifikante ($p=0,020$ for naturlig foryngelse og $p=0,002$ for plantede graner). Det ble funnet flere bjørker i humustykkelse 0-5 cm enn i humustykkelse 5-10 cm og >10 cm. Forskjellen var signifikant

($p=0,009$). For lauv var det ingen signifikant forskjell mellom humustykkelse og planteantall ($p=0,123$).

Kun 10 av prøveflatene hadde humustykkelse over 10 cm, og de fleste av disse flatene lå i samme bestand. For å utelukke en eventuell effekt av dette bestandet, ble det utført en enveis variansanalyse for antall naturlig foryngede graner hvor kun tykkelsesklassene 0-5 cm og 5-10 cm inngikk. I denne analysen ble det funnet at det var signifikant flere naturlige planter i den tynneste humusen ($p=0,014$).

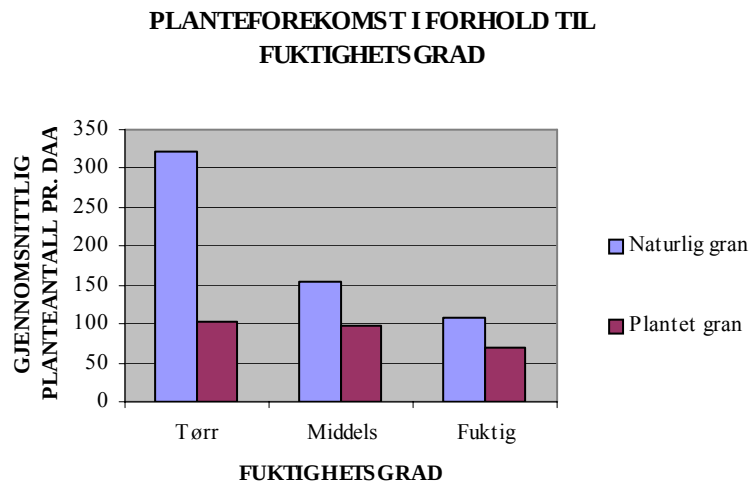


Figur 7: Fordeling av naturlig forynget og plantet gran i forhold til humustykkelse i prøveflatene.

Planteforekomst i forhold til fuktighetsgrad

Av det totale antall prøveflater ble 59 karakterisert som fuktige, 237 som middels fuktige og 29 som tørre. Gjennomsnittlig antall per dekar av henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran ble beregnet for de ulike fuktighetsklassene (Figur 8).

Det ble funnet flere naturlig foryngede planter på de tørre flatene enn på de middels fuktige og fuktige flatene. Forskjellen var signifikant ($p=0,001$). Blant de plantede granene ble det funnet signifikant flere på de middels fuktige og tørre flatene enn på de fuktige flatene ($p=0,000$). Det ble funnet flere bjørker på de fuktige flatene enn på de middels fuktige og tørre flatene ($p=0,000$). For lauv var tendensen motsatt, med signifikant flere planter på de tørre og middels fuktige flatene ($p=0,048$).

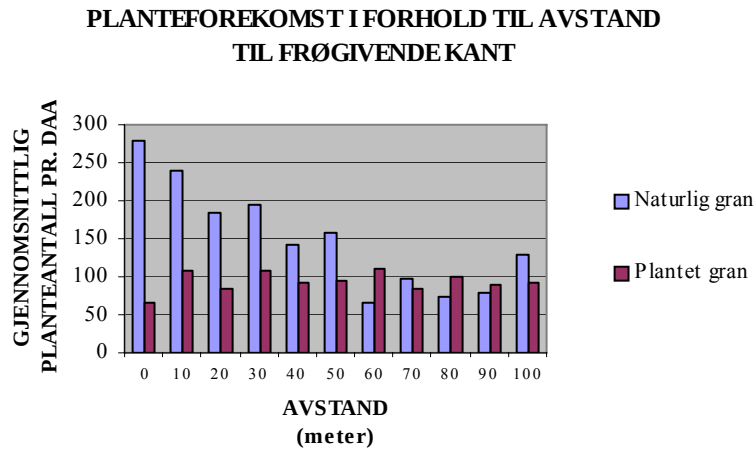


Figur 8: Fordeling av naturlig forynget og plantet gran i forhold til fuktighetsgrad i prøveflatene.

Planteforekomst i forhold til avstanden til frøgivende bestandskant

På grunn av varierende utforming av de undersøkte bestandene, var det ikke mulig å legge ut like mange prøveflater i alle bestandene. Summen av alle prøveflatene som ble lagt ut i de ulike avstandene til frøgivende bestandskant varierte derfor fra 36 flater 0 meter fra bestandskanten til 20 flater 100 meter fra bestandskanten (henholdsvis 36, 36, 36, 36, 35, 32, 28, 24, 22, 20 og 20 flater). Gjennomsnittlig antall per dekar av henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran ble beregnet for hver avstand (Figur 9).

Antall naturlig foryngede planter avtok med økende avstand til bestandskanten. Dette ble bekreftet av en regresjonsanalyse som viste lineær sammenheng mellom antall naturlig foryngede planter og avstand til kant ($p=0,000$, $r^2=5,3\%$). En regresjonsanalyse utført for prøveflatene fra 0 til og med 90 meter fra bestandskant viste en enda sterkere lineær sammenheng mellom antall naturlig foryngede planter og avstand til bestandskant ($p=0,000$, $r^2=6,2\%$). Det var ingen sammenheng mellom antall plantede planter og avstand til bestandskant ($p=0,273$, $r^2=0,4\%$).



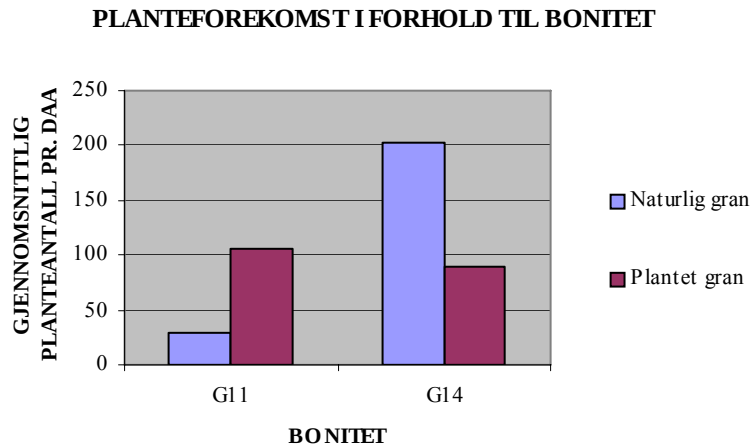
Figur 9: Fordeling av naturlig forynget og plantet gran i forhold til avstand til frøgivende bestandskant.

Planteforekomst i forhold til bonitet

Blant de utlagte prøveflatene lå 77 på bonitet G11 og 248 på bonitet G14. Gjennomsnittlig antall per dekar av henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran ble beregnet for hver bonitet (Figur 10).

Det ble funnet flere naturlig foryngede planter på bonitet G14 enn på bonitet G11. Forskjellen var signifikant ($p=0,000$). For plantede graner var tendensen motsatt, med signifikant flere planter på bonitet G11 ($p=0,025$). Det ble funnet signifikant flere bjørker på bonitet G14 enn på G11 ($p=0,004$). For lauv var det ingen signifikant forskjell i planteantall mellom de ulike bonitetene ($p=0,554$).

Alle bestandene på bonitet G11 lå i det øverste høydelaget, og det har vist seg at antall naturlig foryngede planter var signifikant lavere i dette høydelaget (Figur 6). For å undersøke om bonitet G11 kom ufortjent dårlig ut på grunn av plasseringen i det øverste høydelaget, ble det også utført en analyse som kun omfattet materialet fra dette høydelaget. Også denne analysen viste imidlertid at det var signifikant flere naturlig foryngede graner på bonitet G14 enn på bonitet G11 ($p=0,003$).

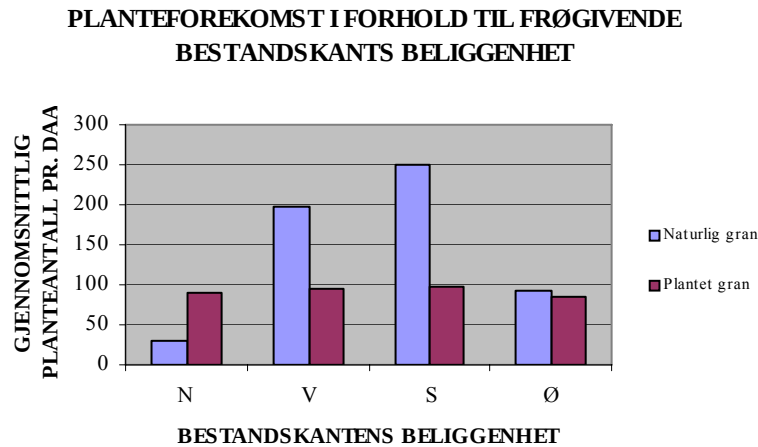


Figur 10: Fordeling av naturlig forynget og plantet gran i forhold til bonitet.

Planteforekomst i forhold til bestandskantens beliggenhet på feltet

Av de undersøkte prøveflatene hadde 33 frøgivende bestandskant i nordøst, 63 i nord, 40 i vest, 66 i sørvest, 87 i sør, 18 i sørøst og 18 i øst. Da enkelte av disse himmelretningene var representert med kun ett bestand, ble prøveflatene slått sammen til fire himmelretninger før analysene ble foretatt for å få et noe bredere sammenligningsgrunnlag. Kategorien nord (N) omfatter flatene med bestandskanter i nordøst og nord, vest (V) omfatter kun prøveflater med bestandskant i vest, sør (S) omfatter sørvest og sør, mens øst (Ø) omfatter sørøst og øst. For hver av kategoriene ble det beregnet gjennomsnittlig antall per dekar av henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran (Figur 11).

Det ble funnet signifikant færre planter på feltene med bestandskant i nord enn på de andre feltene ($p=0,000$). Videre ble de funnet signifikant flere planter på felter med bestandskant i sør enn på felter med bestandskant i øst ($p=0,002$). Det var ikke signifikante forskjeller mellom planteantallene per dekar for felter med bestandskant i sør og felter med bestandskant i vest ($p=0,313$). På felter med bestandskant i vest syntest det å være noe høyere planteantall enn på feltene med bestandskant i øst, men forskjellen var ikke signifikant ($p=0,054$).

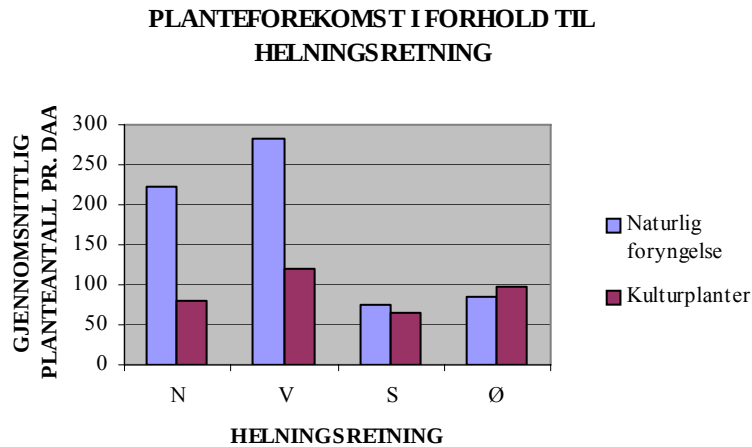


Figur 11: Fordeling av naturlig forynget og plantet gran i forhold til frøgivende bestandskants beliggenhet på feltet.

Planteforekomst i forhold til helningsretning

Av de 325 prøveflatene som ble lagt ut, helte 33 mot nord, 47 mot nordvest, 72 mot vest, 30 mot sørvest, 18 mot sørøst og 125 mot øst. Da enkelte av disse himmelretningene var representert med kun ett bestand, ble prøveflatene slått sammen til fire himmelretninger før analysene ble foretatt for å få et noe bredere sammenligningsgrunnlag. Kategorien nord (N) omfatter flatene med bestandskanter i nord og nordvest, vest (V) omfatter kun prøveflater med bestandskant i vest, sør (S) omfatter sørvest og sørøst, mens øst (Ø) kun omfatter prøveflater med bestandskant i øst. For hver av helningsretningene ble det beregnet gjennomsnittlig antall per dekar av henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran (Figur 12).

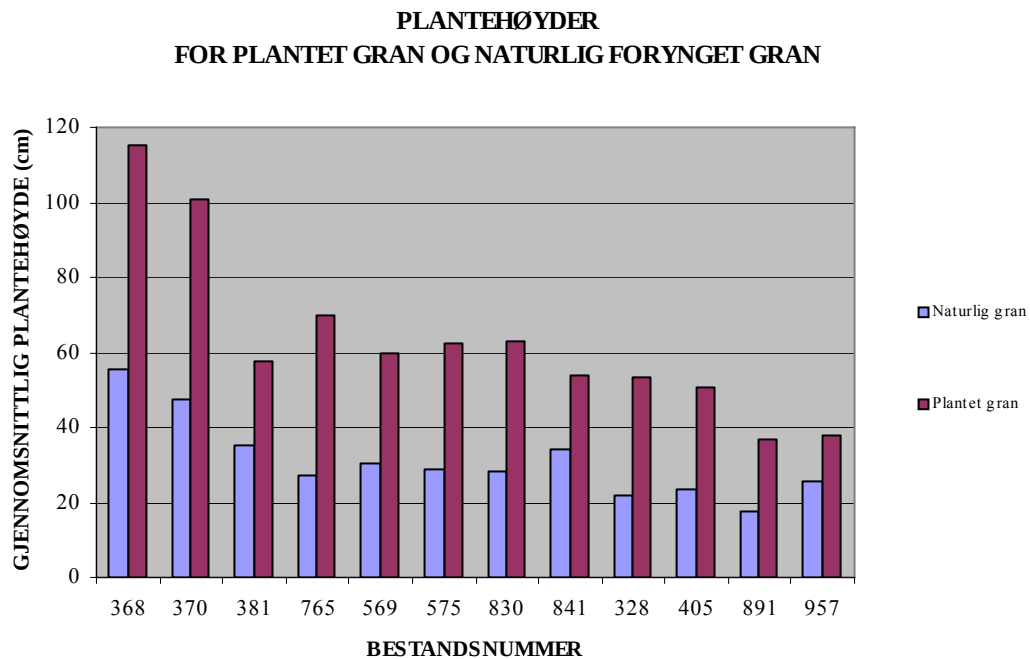
Det ble funnet signifikant flere naturlig foryngede granplanter på prøveflatene som hellet mot nord og vest enn de som hellet mot sør og øst ($p=0,000$). Av plantede graner ble det registrert flere planter i flater som hellet mot vest og øst enn mot nord og sør. Forskjellen var signifikant ($p=0,000$). Det ble funnet signifikant flere bjørker på flatene som hellet mot sør enn på de andre flatene ($p=0,000$). Antall lauvtrær var signifikant høyere på flater som hellet mot nord og øst enn på flater som hellet mot vest og sør ($p=0,002$).



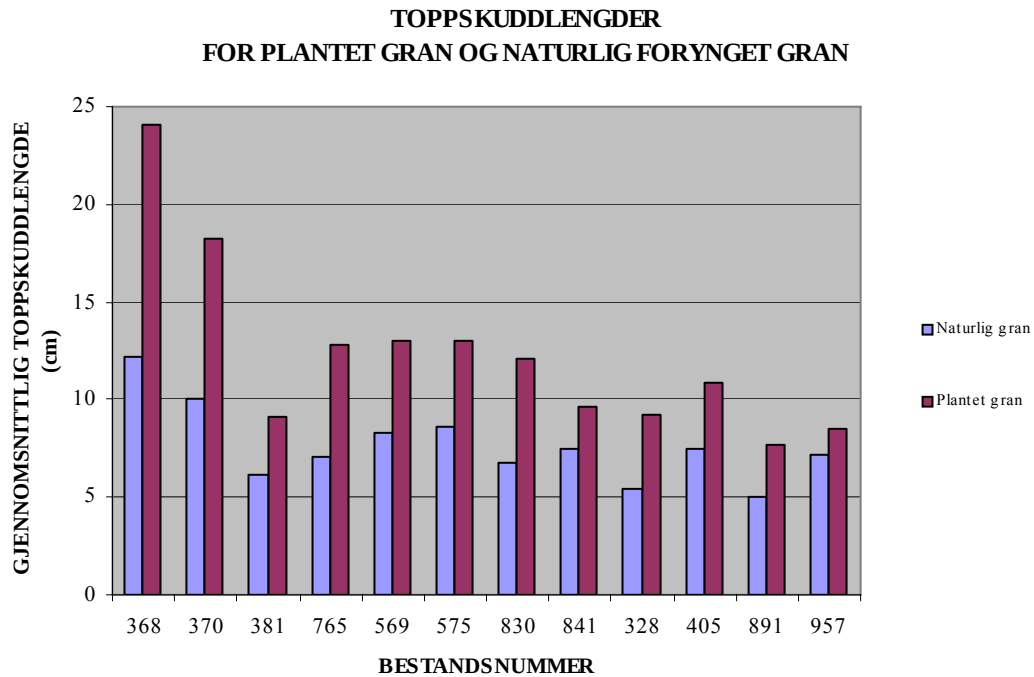
Figur 12: Fordeling av naturlig forynget og plantet gran i forhold til prøveflatenes helningsretning.

Høyde- og toppskuddmålinger

Gjennomsnittshøyde og gjennomsnittlig toppskuddlengde ble beregnet for naturlig forynget gran og plantet gran i hvert bestand (Figur 13 og 14).



Figur 13: Gjennomsnittshøyde for henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran i de undersøkte bestandene.



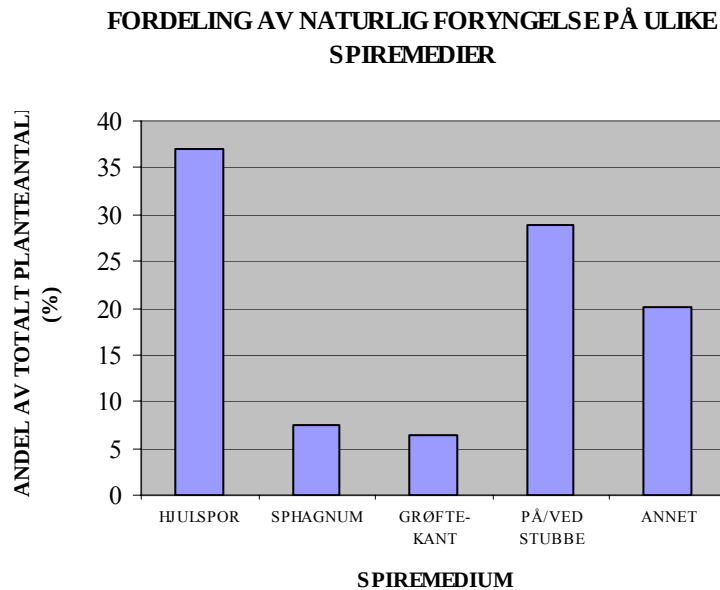
Figur 14: Gjennomsnittlig toppskuddlengde for henholdsvis naturlig forynget gran og plantet gran i de undersøkte bestandene.

Høyde- og toppskuddvekst og avstand til frøgivende bestandskant.

Ved hjelp av regresjonsanalyser ble det testet om det var noen sammenheng mellom granplantenes høyde- og toppskuddvekst og avstanden til frøgivende bestandskant. For plantede graner økte plantehøyden med økende avstand til bestandskanten. Sammenhengen var signifikant ($p=0,025$, $r^2=1,6\%$). Det var ingen signifikant sammenheng mellom toppskuddlengde og avstand til bestandskant for de plantede granene ($p=0,073$, $r^2=1,1\%$). For naturlig foryngede graner økte plantehøyden signifikant med økende avstand til bestandskant. Signifikansnivået var høyest 100 meter fra bestandskanten ($p=0,000$, $r^2=7,2\%$), og det var signifikans inntil 70 meters avstand fra kanten ($p=0,020$, $r^2=2,7\%$). For naturlig foryngede graner var det også signifikant sammenheng mellom toppskuddlengde og avstand til bestandskant. Toppskuddlengdene økte med økende avstand til kanten. Signifikansnivået var høyest 100 meter fra bestandskanten ($p=0,002$, $r^2=4,0\%$), og det var signifikans inntil 80 meters avstand fra kanten ($p=0,025$, $r^2=2,3\%$).

Forekomst av naturlig foryngelse på ulike spiremedier

For all naturlig foryngelse som ble funnet, ble det registrert hvilket medium plantene hadde spirt i (Figur 15). De aktuelle spiremediene er hjulspor, *Sphagnum*, grøftekant og gamle stubber/røtter/ved. Planter som hadde spirt i andre medier ble registrert under kategorien ”annet”. Denne kategorien omfatter strø, etasjemose, bjørnemoser og andre moser. Forekomsten av de ulike spiremediene i prøveflatene ble ikke registrert.



Figur 15: Prosentvis fordeling av naturlig forynget gran på ulike spiremedier.

Ett av de undersøkte bestandene (bestand 765) var markberedt i barmarkssesongen etter sluttavvirkningen. I dette bestandet var 17 av 21 undersøkte prøveflater markberedt. Kun 7 av de markberedte flatene hadde naturlig foryngelse. Totalt i de undersøkte prøveflatene ble det funnet 42 naturlig foryngede graner i markberedningsflekke og 119 utenfor.

DISKUSJON

Materiale og metoder

For at undersøkelsen skulle omfatte bestand som hadde mest mulig like klimatiske forhold, ble det valgt å konsentrere den til en del av Meråker kommune (Figur 1). Dette medførte at det ikke kunne velges blant alle bestand på A/S Meraker Brugs eiendom. De utvalgte bestandene skulle oppfylle kriteriene som er nevnt i underkapittel "Bestandene" i "Materiale og metoder". Dermed ble det få bestand å velge blant, med det resultat at ikke alle bestandene var store nok til at det kunne legges ut 100 meter lange takstlinjer. I de bestandene hvor det ble lagt ut færre enn 33 prøveflater er det forventet at gjennomsnittlig planteantall per dekar er høyere enn i store bestand fordi prøveflatene ligger nærmere bestandskanten (Figur 9). Når prøveflatene sammenlignes i de ulike beregningene, vil dermed egenskapene ved disse bestandene kunne komme uforholdsmessig gunstig ut. Dersom for eksempel et flertall av bestandene med færre enn 33 prøveflater ble avvirket i 1997, kan dette årets betydning for den naturlige foryngelsen overvurderes.

Undersøkelsen omfatter tolv bestand. Selv om 325 prøveflater er registrert, er dette et lite materiale å trekke konklusjoner ut fra. Resultatene må derfor betraktes som tendenser mer enn sannheter, og de må ikke vurderes ukritisk.

Under utarbeiding av registreringsmetode ble flere ulike takstmetoder vurdert. Å legge ut takstlinjer vinkelrett på bestandskanten ble valgt til fordel for systematiske prøveflatenett, etter anbefalinger fra Skogforsk (Personlige meddelelser fra Kjersti Holt Hanssen & Per Holm Nygaard, forskere ved Skogforsk, 2003). En systematisk prøveflatetakst ville trolig gitt et bedre bilde av den gjennomsnittlige foryngelsen en kan forvente å finne i bestandet. I store bestand som strekker seg langt ut fra frøgivende kant vil linjetakseringen trolig føre til en overvurdering av planteantallet. Det ble likevel valgt å ta utgangspunkt i beste potensielt frøgivende bestandskant fordi en da kan si noe om hvordan mengden av naturlig foryngelse varierer i forhold til denne. Det vil være av særlig betydning når hogstflatestørrelser og utforming av hogster skal vurderes i fremtidige tømmerdrifter.

Ved planleggingen av undersøkelsen ble det tatt utgangspunkt i år som antas å ha vært gode frøår i Meråker. Det var imidlertid frøsanking i Meråker kun i 1995. I 1992 og 1998 var det generelt gode frøår i Nord- og Sør-Trøndelag, men det foreligger ingen opplysninger om

frøkvaliteten i Meråker i disse årene. Videre er potensielt frøgivende bestandskant vurdert ut fra skogbruksplan og visuelle inntrykk. Det er dermed usikkert hvor gode frøår årene 1992 og 1998 var i Meråker og hvor gode frøgivere bestandskantene var.

Det var ønskelig å undersøke like mange bestand i begge bonitetsgrupper (G11 og G14), og helst burde begge boniteter vært representert i begge høydelag. Det var imidlertid ikke mulig å finne bestand som oppfylte disse kravene, og bare tre av bestandene har bonitet G11. Bonitet henger blant annet sammen med klima, og dermed også med høyde over havet. Alle bestand med bonitet G11 ligger i det høyeste høydelaget.

Vegetasjonstyper er ikke registrert i Meraker Brugs skogbruksplan. Vegetasjonstypen i de enkelte bestandene ble bestemt i felt. Det var kun ett av bestandene som ikke var blåbærskog. Materialet er derfor ikke egnet til å gjøre sammenligninger mellom ulike vegetasjonstyper.

Sammenligninger av ulike helningsretninger og betydningen av frøgivende bestandskants beliggenhet på feltet må betraktes med et ekstra kritisk blikk. Når bestandene deles inn etter ulike himmelretninger, spiller det en stor rolle for resultatet hvilke flater som heller i hvilken retning. Dersom for eksempel alle flatene i en himmelretning ligger i det øverste høydelaget, vil denne himmelretningen kunne komme ufordelaktig dårlig ut.

Når det gjelder utførelsen av feltarbeidet, er det ikke til å unngå at noen feilkilder oppstår. Den mest problematiske registreringen var bestemmelse av alder for den naturlige foryngelsen. Det ble forsøkt å telle kvistkranser, men dette kunne være vanskelig, spesielt på de eldste feltene. Noen av plantene som ble antatt å ha spirt etter at bestandet ble hogd kan i realiteten ha vært forhåndsgjenvekst. I enkelte tilfeller kunne det være vanskelig å bedømme om en plante var naturlig forynget eller en kulturplante. I vurderingen av dette ble det lagt vekt på at kulturplantene som regel er kraftigere, høyere og satt ut systematisk. Selv om prøveflatene ble grundig saumfart, kan granplanter som stod i tette lauvoppslag eller smylematter være oversett. Dekningsgraden av *Sphagnum*-arter er skjønnsmessig bedømt, noe som innebærer en viss usikkerhet.

Det finnes mye litteratur om naturlig foryngelse. Når det gjelder undersøkelser fra Nord-Trøndelag er imidlertid det meste av den eksisterende litteraturen fra 1920- og 1930- tallet. I tiden som har gått etter dette har både kunnskapsnivå og skrivestil endret seg. Eldre

publikasjoner er ofte mangelfulle både når det gjelder detaljert metodebeskrivelse, diskusjon og referanser.

Frøsetting og frømodning

Blomstringen hos gran er avhengig av temperaturen i juni og juli det foregående år (Skoklefald 1989). I Meråker var gjennomsnittstemperaturen i juni og juli over normalen på 12,4°C i 1992, 1994, 1997, 1999 og 2002. Frøårene i 1995 og 1998 kom dermed begge etter år med varme somrer.

Normal nedbørsmengde i månedene juni-september i Meråker i perioden 1961-1990 var 395 mm. Nedbørsmengden var under normalen i 1996 (305 mm), 1999 (377 mm) og 2002 (328 mm). Selv om nedbørsmengdene i disse årene var under normalen, er det lite sannsynlig at det forårsaket tørkestress hos grantrærne. To av årene med lite nedbør (1996 og 1999) kommer dessuten rett etter gode frøår. En ny blomstring ville derfor trolig ikke ha inntruffet uansett om trærne var utsatt for tørkestress.

Som nevnt i bakgrunnskapittelet, er minimumstemperaturen for modning av granfrø en tetraterm på 9,5°C (Mork 1933). Normal tetraterm for Meråker i perioden 1961-1990 var 11,4°C. Med unntak av årene 1993 (9,7°C) og 2000 (10,6°C) var tetratermen ved Sul målestasjon over 11°C alle år i perioden 1991-2002. Temperaturer over normalen er registrert i årene 1992, 1997, 1999, 2001 og 2002. I 1992 var tetratermen 11,5°C. I modningssesongen for frøene fra 1995 og 1998 lå temperaturen like under normalen (tetraterm på henholdsvis 11,0°C og 11,3°C).

I utgangspunktet skulle temperaturforholdene dermed ha ligget til rette for modent frø i alle frøårene som undersøkelsen omfatter. Halvparten av de undersøkte bestandene ligger imidlertid 200-300 meter høyere over havet enn stasjonene som værstatistikken er innhentet fra. Ettersom temperaturen i de nederste kilometerne av atmosfæren i gjennomsnitt avtar med ca. 0,65°C per 100 meter høydestigning (Det norske meteorologiske institutt 2004), kan det ikke utelukkes at temperaturen ikke har vært tilstrekkelig for frømodning i høydelaget 450-550 m o.h..

Klimafaktorenes betydning for frøspiring og planteetablering

En må regne med at hovedtyngden av frøene fra frøårene 1992, 1995 og 1998 spirte i henholdsvis 1993, 1996 og 1999. I 1993 var gjennomsnittstemperaturen i uke 22 7,5°C, i uke 23 8,9°C og i uke 24 6,9°C. I ukene 25-35 lå gjennomsnittstemperaturen over 9°C.

Tetratermen var 9,7°C. Temperaturforholdene for frøspiring og planteetablering i dette året var dermed trolig langt fra optimale. I 1996 var gjennomsnittstemperaturen over 9°C i ukene 23-35. Tetratermen var 11,2°C. Forholdene for spiring og planteetablering skulle dermed være gode dette året. I 1999 var gjennomsnittstemperaturen over 9°C i ukene 22-38. Tetratermen var 12,2°C. Temperaturmessig skulle 1999 dermed være et meget godt år for frøspiring og planteetablering.

Fuktighetsforholdene vil variere fra år til år og fra bestand til bestand. De mikroklimatiske forhold vil avgjøre plantetilslaget etter et frøår. Det er derfor vanskelig å komme med synspunkter på hvordan spire- og etableringsforholdene var i de ulike bestandene som omfattes av undersøkelsen. Klimastatistikken fra Meråker gir imidlertid indikasjoner på de generelle værforholdene og eventuelle ekstreme tørke- eller nedbørsperioder. I 1993 og 1999 var det i juni-september aldri flere uker på rad med mindre enn 10 mm nedbør.

Forutsetningene for frøspiring og planteetablering har derfor trolig vært gode. I august i 1996 var det tre uker på rad med mindre enn 5 mm nedbør. Dette kan muligens ha ført til at spireplanter har tørket og dødd. Gjennomsnittlig nedbørsmengde i månedene juni-september var lavere enn normalt i 1996 og 1999, men det er likevel snakk om nedbørsmengder over 300 mm. I årene 1993, 1996 og 1999 ser det ikke ut til at det har vært ekstreme nedbørsperioder som skulle tilsi at frø eller spireplanter har blitt skadet.

Planteavgangen er stor de første årene etter spiring, og eventuelle tørkeperioder i disse årene kan redusere planteantallet betydelig (Larsson & Aalde 1996). Både i 1996 og 1997 har det vært treukers perioder med svært lite nedbør. Dette kan ha ført til unormalt store reduksjoner i planteantall for plantene som har spirt i 1993 og 1996.

En kjenner ikke til at det har vært unormalt store forekomster av skadedyr i forsøksområdet i årene som omfattes av undersøkelsen.

Planteforekomst i de undersøkte bestandene

I følge A/S Meraker Brugs plantejournaler ble det plantet mellom 120 og 200 granplanter per dekar i de undersøkte bestandene. Planteavgangen har vært stor, og under feltregistreringene ble det funnet mellom 58 og 127 plantede granplanter per dekar i de ulike bestandene (Tabell 2). Dette tilsvarer en planteavgang på mellom 5 og 62 %. Med unntak av det ene bestandet med 5 % avgang (bestand 957), hadde ingen bestand mindre enn 24 % planteavgang. Ut fra feltarbeidet er det vanskelig å si noe om årsaken til den store planteavgangen. Det ble funnet få intakte døde planter. For de døde plantene som ble funnet, tydet det imidlertid på at de fleste i liten grad hadde festet røttene. Dette kan skyldes at plantearbeidet ikke var godt nok utført og at planterøttene ikke hadde hatt god nok kontakt med mineraljord.

På plantefelter er planteavgangen i første vekstsesong dominerende i forhold til senere avgang, men også senere avgang kan bli betydelig, særlig på rike vegetasjonstyper med sterk konkurranse (Braathe 1982). I en undersøkelse av blant annet overlevelse hos gran plantet i høyereliggende skog i indre Helgeland fant Bergan (1990) at planteavgangen i urørt vegetasjon var 26 % 8 år etter planting. Den viktigste årsaken til planteavgang var musegnag og tråkk- og bittskader etter sau som beitet i området. Slike skader på grunn av mus og sau kan også ha forekommet i Meråker. I tillegg kan tråkk- og beiteskader fra elg ha forårsaket noe planteavgang. Det er mye elg i forsøksområdet.

Av naturlig foryngede planter ble det funnet mellom 11 og 477 planter per dekar i de ulike bestandene (Tabell 2). Plantene opptrådte mange steder klumpvis, og regulert antall naturlig foryngede planter per dekar var mellom 11 og 141. Det så ut til at en del naturlige planter som hadde spirt i *Sphagnum* hadde dødd 2-3 år etter spiring. Dette kan skyldes at mosemattene har vært så tykke at planterøttene ikke har nådd ned i mineraljord, og plantene kan dermed ha tørket i nedbørsfattige perioder. En må for øvrig regne med at det har vært stor avgang av spireplanter på alle lokaliteter de første årene etter frøspiring. Gode frøår resulterer ofte i et høyt antall ettårige planter, men planteantallet reduseres kontinuerlig, og planteavgangen er særlig stor i nedbørsfattige somrer (Skoklefald *et al.* 1994). Selv om all registrert foryngelse er over 10 cm, må en regne med noe avgang også i kommende år. Slik avgang kan forårsakes av tørke, frost og skader fra blant annet mus og elg.

Skoklefald (1989) fant at det på mindre hogstflater kan komme et betydelig tilskudd til foryngelsen, selv om frøfallet inntreffer lang tid etter snauhogsten. Det er derfor ikke

usannsynlig at de undersøkte flatene vil få et supplement til den allerede eksisterende foryngelsen. Eventuell foryngelse som måtte etablere seg etter undersøkelsen vil imidlertid være på etterskudd i forhold til den allerede eksisterende foryngelsen. Dersom foryngelse som kommer inn så sent som 5-15 år etter hogst må inngå i det fremtidige produksjonsbestandet, vil det føre til et stort tidstap i forhold til planting (Skoklefall 1989).

Betydningen av høyde over havet og hogstår

I høydelaget 250-350 m o.h. ble det i gjennomsnitt funnet 266 naturlig foryngede planter per dekar, mens tilsvarende tall for høydelaget 450-550 m o.h. var 54 planter per dekar.

Gjennomsnittlig antall naturlig foryngede granplanter per dekar i bestandene som ble avvirket i 1993, 1995 og 1997 var henholdsvis 197, 225 og 53. For de ulike kombinasjonene av høydelag og hogstår, 250-350 m o.h./1993, 450-550 m o.h./1993, 250-350 m o.h./1995, 450-550 m o.h./1995, 250-350 m o.h./1997 og 450-550 m o.h./1997, ble det i gjennomsnitt funnet henholdsvis 258, 118, 466, 38, 99 og 20 naturlig foryngede granplanter per dekar (Figur 6).

Analysene av materialet viste at det er mye bedre muligheter for naturlig foryngelse i det nederste høydelaget. Som nevnt tidligere i diskusjonen, kan temperaturen ha vært begrensende for frømodningen 450-550 m o.h. I frøåret 1995 var det imidlertid frøsanking, og dermed modent frø, i alle høydelag i Meråker. Resultatene fra bestandene som ble avvirket i 1995, som for øvrig alle har bonitet G14, viser samme trend som det øvrige materialet; Det er betydelig mer naturlig foryngelse i det nederste høydelaget. En mulig årsak til dette er at det på grunn av lavere temperatur i det øverste høydelaget, vil være generelt dårligere forhold for frøspiring og planteetablering der. I en undersøkelse av naturlig foryngede planter i plantefelter i Norrland i Sverige, fant Ackzell (1994) at lav høyde over havet var det viktigste kriteriet for å oppnå stor forekomst av naturlig forynget gran.

1995 er det året hvor det er størst forskjell mellom antall naturlig foryngede planter i de to høydelagene. Det er over tolv ganger så mange planter i det nederste høydelaget som i det øverste. Resultatet fra 1995 er trolig utslagsgivende for den påviste samspilleffekten mellom hogstår og høydelag. I bestandene fra 1993 er det vel to ganger så mange planter i det nederste høydelaget som i det øverste, mens det i bestandene fra 1997 er nesten fem ganger så mange planter i det nederste høydelaget. Årsaken til at 1995 skiller seg ut kan være at etableringsforholdene året etter frøåret var ekstra ugunstige i det øverste høydelaget, slik at plantetilslaget var dårlig til tross for god tilgang på modent frø. Forskjellen mellom de to

høydelagene i dette året blir dessuten ekstra stor fordi resultatet fra det nederste høydelaget er eksepsjonelt godt.

Dersom en utelukker forhåndsgjenveksten, kan en grovt si at bestandene som ble avvirket i 1993 har fått frøtilførsel fra tre frøår, bestand som ble avvirket i 1995 har fått frøtilførsel fra to frøår og bestand avvirket i 1997 har fått frø fra ett frøår. Frøene fra de ulike frøårene har blitt sluppet om høsten og etterfølgende vinter, slik at spireårene for frøene var henholdsvis 1993, 1996 og 1999. Bestandene som ble avvirket i 1993 og 1995 hadde signifikant flere naturlig foryngede granplanter enn bestandene som ble avvirket i 1997.

I følge Skoklefald (1985) er det avgjørende å ”time” foryngelseshogsten med gode frøår for å oppnå et rikt oppslag av naturlig foryngede planter. Ut fra dette skulle en anta at 1993 var et gunstig avvirkningsår i forhold til frøåret 1992. Bestandene fra 1993 har da også, i likhet med bestandene fra 1995, signifikant mer foryngelse enn bestandene fra 1997. To av bestandene som ble snauhogd i 1993 ble hogd om høsten, og noen av spireplantene fra sommeren 1993 kan ha blitt ødelagt under dette inngrepet. I de to bestandene som ble avvirket om vinteren, under eller like etter frøfall, kan hogsten ha ført til at frø ble baret ned. Da bestandene fra 1993 likevel har god naturlig foryngelse, tyder dette på at hogsten ikke har påvirket frø og spireplanter eller at frøtilgangen og etableringsforholdene har vært så gode at det står igjen mange planter til tross for at det har vært en del planteavgang.

Det er kjent at 1995 var et godt frøår i Meråker. Bestandene som ble avvirket i 1995 skulle dermed ha fått rikelig med frø fra frøgivende bestandskant. Hogsten i 1995 kom trolig på et optimalt tidspunkt i forhold til frøår. Frø fra frøåret 1995 ble sluppet på senhøsten 1995 og etterjulsvinteren 1996. Spireår for frøene var året etter hogst. Da frøet ble sluppet, var hogsten avsluttet og snauflaten fersk. Frø og spireplanter ble dermed ikke påvirket av hogsten og de kom på forskudd av konkurrerende vegetasjon. Det er derfor ikke uventet at den naturlige foryngelsen i disse bestandene er god.

For bestandene som ble avvirket i 1997, har frøfallet inntruffet først to år etter hogsten. Konkurrerende vegetasjon kan dermed ha utgjort et sterkere konkurranseelement enn den ville gjort på en fersk hogstflate. Jo lengre tid som har gått etter hogsten, desto kraftigere og mer aggressiv blir den konkurrerende vegetasjonen. Bestandene fra 1997 har signifikant mindre naturlig foryngelse enn bestandene fra 1992 og 1995. I tillegg til problemer med

konkurrerende vegetasjon, kan dette skyldes at 1998 var et dårlig frøår i Meråker. Det har selvsagt også betydning at disse bestandene har fått frøtilførsel fra kun ett frøår etter snauhogsten.

Da frømengden og frøkvaliteten fra årene 1992 og 1998 i Meråker ikke er kjent, kan det ikke trekkes bastante slutninger om betydningen av foryngelseseshogstens ”timing” i forhold til frøår på bakgrunn av denne undersøkelsen.

Betydningen av humustykkelse og fuktighetsgrad

Antall naturlig foryngede graner per dekar avtok med økende humustykkelse og økende fuktighet (Figur 7 og 8). Det er ikke overraskende at disse to variablene påvirker foryngelsesmulighetene i samme retning, da en korrelasjonsanalyse viste signifikant sammenheng mellom humustykkelse og fuktighet ($p=0,000$). Denne sammenheng kan forklares ved at den tykkeste humusen ofte utgjøres av torvmoser (*Sphagnum*), som har svært stor evne til å holde på fuktighet.

Tykk humus har færre naturlig foryngede graner enn tynn humus, selv om *Sphagnum* har vist seg å være et godt spiremedium. Årsaken til dette er sannsynligvis at fuktige *Sphagnum*-matter er så tykke at spireplantene av gran tørker ut i nedbørsfattige perioder før røttene når ned i mineraljord eller blir overvokst av *Sphagnum* (Hanssen 2003). Selv i fuktig *Sphagnum* vil det øverste laget tørke i langvarige perioder med sterk solinnstråling og lite nedbør. De middels fuktige prøveflatene har også et betydelig innslag av *Sphagnum*. Her er humuslaget vanligvis noe tynnere, slik at avstanden ned til mineraljord er kortere og mulighetene for planteetablering bedre.

I motsetning til undersøkelsen fra Meråker, fant Hanssen (2003) under forsøk på Østlandet at antall naturlig foryngede graner økte med økende humustykkelse. Hanssens forklaring var at de tørreste lokalitetene ofte hadde tynn humus på steingrunn, slik at jordsmonnet var for tørt til at spireplantene kunne overleve. I forsøksområdet i Meråker er det ikke grunt jordsmonn, og tørkeperioder som er så ekstreme at det oppstår tørkeproblemer i mineraljorden vil inntreffe svært sjelden. Skoklefald (1965) fant under forsøk med ulike spireleiebehandlinger på Østlandet at antall spireplanter avtok med økende humustykkelse. Den tynneste humusen gav de beste vilkår for spiring. Disse resultatene stemmer overens med resultatene fra Meråker.

Forekomsten av naturlig foryngelse var størst på flatene med tynnast humus og minst fuktighet. Dersom det var generelt tykkere humus og mer fuktighet i bestandene i det høyeste høydelaget, kan dette ha påvirket resultatene fordi det generelt ble funnet mindre naturlig foryngelse i dette høydelaget (Figur 6). For å undersøke om en slik sammenheng eksisterte, ble det utført korrelasjonsanalyser for humustykkelse og høyde over havet samt fuktighet og høyde over havet. Disse analysene viste imidlertid at det hverken humustykkelse eller fuktighetsgrad var korrelert med høyde over havet (p -verdier på henholdsvis 0,896 og 0,498).

Betydningen av avstand til frøgivende bestandskant

Antall naturlig foryngede graner på de undersøkte feltene i Meråker var høyest nær bestandskanten og avtok med økende avstand til bestandskanten (Figur 9). Flere andre undersøkelser støtter dette resultatet. I en undersøkelse av naturlig foryngelse på små snauflater i Sørøst-Norge, fant Hanssen (2003) at antall naturlig foryngede granplanter var høyest nær bestandskanten. Forekomsten av naturlig foryngelse ble registrert ut til 25 meter fra bestandskanten, og planteantallet avtok fra bestandskanten ut til 12,5 meter, for deretter å flate ut. Ackzell (1994) fant at en av de viktigste faktorene for å oppnå et høyt antall naturlig foryngede planter i et plantefelt var tilstedeværelse av en potensielt frøgivende bestandskant innen 100 meter.

Den viktigste årsaken til at plantetilslaget er best nær bestandskanten er at frøtilgangen er størst der. Granfrø er forholdsvis tungt, og en regner med at det meste av frøet som slippes fra en bestandskant havner innen to trehøyder fra bestandskanten (Hesselman 1938). Spesielle forhold som skareføre kombinert med vind kan imidlertid føre til at frøet spres lenger. Vanligvis vil det være det letteste frøet som spres lengst fra mortreet, og lett frø kan enten være tomfrø eller frø av dårlig kvalitet som sjelden gir opphav til spireplanter. Redusert frostfare og mindre uttørrende vind på grunn av at bestandskanten gir ly kan være en annen årsak til at planteetableringen er best nær bestandskanten. Avhengig av bestandskantens beliggenhet på feltet, kan den også hindre evaporasjon gjennom å gi skygge for spireplantene (Hanssen 2003).

Betydningen av bonitet

Gjennomsnittlig antall naturlig foryngede planter per dekar på bonitet G11 var 29 og på G14 202 (Figur 10). Som tidligere nevnt, lå alle bestandene med bonitet G11 i det øverste høydelaget. For å sammenligne bonitetene på likt grunnlag, ble det i tillegg til analysen av

hele forsøksmaterialet utført en analyse hvor kun materialet fra det øverste høydelaget inngikk. Begge analysene viste at forekomsten av naturlig forynget gran var signifikant større på G14.

Bonitet er et uttrykk for voksestedets produksjonsevne. Blant de viktigste faktorene som avgjør markens bonitet er klima og jordsmonn (Børset 1985). Det skulle derfor ligge i sakens natur at spire- og etableringsforhold for naturlig foryngelse er bedre jo bedre boniteten er.

Betydningen av bestandskantens beliggenhet på feltet

Gran er et skyggetålende treslag, og begrenset lystilgang på grunn av skygge fra bestandskanten vil ikke være et problem. Det er nettopp felter som har bestandskanter i sør og vest, og som derfor vil få mest skygge fra bestandskanten, som har flest naturlig foryngede graner (Figur 11). Selv om planteforekomsten i forhold til bestandskantens beliggenhet på feltet må vurderes med et ekstra kritisk blikk fordi hver kategori er representert ved få felter, kan resultatene tyde på at foryngelsesforholdene er mer gunstige på områder som blir beskyttet av bestandskanten enn på soleksponerte lokaliteter. Skygge gir redusert evaporasjon og redusert fare for at spireplantene tørker ut. Gran er dessuten et treslag som synes å spire best i mørke (Børset 1985). I en undersøkelse av naturlig foryngelse på små hogstflater i Sør-Norge fant imidlertid Hanssen (2003) ingen signifikante forskjeller mellom ulike bestandskanters beliggenhet på feltet og mengde naturlig foryngelse.

Betydningen av bestandets helningsretning

På samme måte som bestandskantens beliggenhet, har også bestandets eksposisjon betydning for solinnstråling, beskygging og fuktighetsforhold i bestandet. Resultatene viser at plantetilslaget er best på flater som heller mot nord og vest (Figur 12). Disse resultatene må tas med en klype salt fordi hver helningsretning er representert med få felter, og forhold som høyde over havet kan påvirke resultatene. Undersøkelsen kan likevel tyde på at felter som heller mot nord og vest har gunstige forhold for planteetablering. Mulige årsaker til dette kan være at begrenset solinnstråling fører til liten fare for letale temperaturer i vegetasjonsdekket, gir redusert evaporasjon og mer stabile fuktighetsforhold i spireleiet. Gran er et skyggetålende treslag, og som nevnt spirer gran best i mørke.

Plantehøyder og toppskuddlengder

Gjennomsnittshøyden på den naturlige foryngelsen varierte mellom 17,8 cm og 55,6 cm i de ulike bestandene. I bestandene fra 1993 så høydeveksten i gjennomsnitt ut til å være klart bedre i de lavereliggende bestandene. I de øvrige bestandene var det ingen betydelige forskjeller mellom høydelagene. For plantet gran var tendensen at trærne i det nederste høydelaget i gjennomsnitt var høyere enn trærne i det øverste høydelaget. De plantede granene var om lag dobbelt så høye som de naturlig foryngede i alle de undersøkte bestandene (Figur 13). Høydeforskjellen mellom plantet gran og naturlig gran øker med dermed med økende alder.

Toppskuddlengdene til den naturlige foryngelsen var mellom 5,1 cm og 12,2 cm. I bestandene fra 1993 var toppskuddene betydelig lengre i det laveste høydelaget. I de andre bestandene varierte toppskuddlengdene mer tilfeldig i de ulike høydelagene. For plantet gran så toppskuddene ut til å være lengre i det øverste høydelaget i alle undersøkte år.

Lengdeforskjellen mellom toppskudd på naturlig forynget gran og plantet gran økte med økende alder, og i de eldste bestandene var toppskuddene på plantet gran nesten dobbelt så lange som toppskuddene på naturlig forynget gran (Figur 14).

Høyden til den naturlige foryngelsen i de eldste bestandene lå omtrent på samme nivå som høyden til de plantede granene i de yngste bestandene. Dette skulle tilsvare et tidstap på ca. 4 år. I denne undersøkelsen er imidlertid gjennomsnittshøydene beregnet uavhengig av den naturlige foryngelsens alder. Forhåndsgjenvekst og foryngelse som har kommet til flere år etter foryngelseshogsten inngår i gjennomsnittet for det enkelte avvirkningsår. Materialet er derfor ikke egnet til å vurdere tidstapet ved naturlig foryngelse i forhold til planting.

Under et forsøk med planting og naturlig foryngelse av gran om lag 500 m o.h. i Løten, fant Skoklefald (1989) at naturlig foryngede planter som spirte i foryngelsesperioden etter snauhogst hadde blitt ca. 50 cm 22 år etter hogsten. De plantede plantene nådde samme høyde 6 år etter planting. Skoklefalds resultater viser at tidstapet ved naturlig foryngelse sammenlignet med planting kan bli betydelig. I følge Skoklefald tiltar høydetilveksten med økende høyde, slik at høydeforskjellen på grunn av de naturlige plantenes langsomme vekst vil øke i lang tid fremover.

I tilfeller hvor det er mulig å bygge på forhåndsgjenvækst, kan imidlertid tidstapet mellom naturlig foryngelse og planting bli svært lite. Resultatet vil være direkte avhengig av gjenvækstens høyde og vitalitet ved fristillingshogsten (Skoklefald 1989).

Høydene på både naturlig forynget og plantet gran økte med økende avstand til bestandskant. For naturlig forynget gran økte også toppskuddlengdene med økende avstand til kant. Det finnes lite litteratur om sammenhengen mellom vekst og avstand til bestandskant, og forklaringer på vekstforskjellene blir bare antagelser. En mulig årsak til at veksten er best over to-tre trelengder fra bestandskanten kan være at trærne i bestandskanten utgjør et konkurranseelement for plantene som vokser opp nær kanten.

Spiremedium

Over 65 % av den naturlige foryngelsen som ble observert hadde spirt i hjulspor eller på/ved gamle stubber og røtter (Figur 15). Ettersom forekomsten av de ulike spiremediene i prøveflatene ikke ble registrert, er det ikke mulig å si noe sikkert om hvor stor betydning de ulike mediene har for mulighetene for etablering av naturlig foryngelse. Enkelte medier er trolig mindre representert i prøveflatene enn andre. Materialet gir likevel en indikasjon på hvilke spiremedier som er viktige i området og som gir muligheter for å lykkes med naturlig foryngelse.

Undersøkelser av granskogens foryngelsesforhold i Namdalen viste at granfrøet fortrinnsvis spirte på råttent trevirke som gamle fall og stubber eller på steder hvor humus var blitt blandet med mineraljord, for eksempel på grøftekanter og i markberedningsflekker (Eide 1926). Mork (1927) forsøkte å finne svar på hvorfor disse spireplassene var så gunstige for granplantene. Konklusjonen ble at råtne trerester gir gode spireforhold i form av porøs, luftig og fuktig materie, samtidig som de er gjennomvevet av mykorrhiza som umiddelbart vokser sammen med granplantenes kimrot og bidrar med næringstilførsel. Når det gjelder grøftekanter og markberedningsflekker, fant Mork at disse var egnede spireplasser på grunn av god tilgang på oksygen og hurtig nedbryting av nitrogen og andre næringsstoffer. Bjør (1971) fant under forsøk i Elverum at mineraljordoverflate gav de mest gunstige spire- og etableringsforhold på grunn av dens evne til å motvirke overflateuttørring.

Resultatene fra Torsbjørkdalen samsvarer godt med de ovennevnte undersøkelsene. Hjulspor har trolig tilnærmet samme fordeler for en plante som markberedningsflekker har. Det ble

funnet flest naturlig foryngede planter i hjulspor, noe som trolig henger sammen med nærheten til mineraljord og de gunstige fuktighetsforholdene som dette medfører. I det ene bestandet som var markberedt, var imidlertid plantetilslaget i markberedningsflekkene dårlig sammenlignet med områdene utenfor markberedningsflekkene. Dette har trolig sammenheng med at markberedningen ble foretatt i barmarkssesongen 1993, etter et frøfall, slik at flekkene lå åpne for konkurrerende vegetasjon i to år før et nytt frøfall kom i 1995/1996.

Gamle, råtnende stubber og røtter var det nest mest frekvente spiremediet. Dette kan skyldes en kombinasjon av gode spireforhold og gode overlevelsesmuligheter på grunn av symbiosen med mykorrhiza. På fuktige marker så *Sphagnum* ut til å være det best egnede spiremedium. Årsaken til det er trolig de gode fuktighetsforholdene som finnes i *Sphagnum*. Det er imidlertid også grunn til å tro at planteavgangen på grunn av tørke vil være stor i *Sphagnum*. Overflaten vil være utsatt for uttørking i godværsperioder og avstanden ned til mineraljorden kan ofte være stor.

Hva er tilfredsstillende foryngelse?

For å kunne vurdere om AS Meraker Brug kan oppnå tilfredsstillende foryngelse med sin nye plantestrategi, er det nødvendig å definere hva begrepet "tilfredsstillende foryngelse" innebærer. I følge Lov om skogbruk og skogvern av 1965, med senere endringer, § 17, 1. ledd, skal skogmark som nå ikke er skogproduserende "ved skogkultur eller annet arbeide som sikrer gjenveksten søkes satt i produksjonsdyktig stand innen en etter forholdene rimelig tid" (Lovdata 2004). I forslaget til ny skoglov (Landbruksdepartementet 2003) er foryngelsesplikten presisert slik: "Skogeigaren pliktar å syte for tilfredsstillande forynging etter hogst, og å sjå til at det er samanheng mellom hogstform og metode for forynging. Nødvendige tiltak for å leggje til rette for forynging skal setjast i gang innan 3 år etter at hogsten er skjedd". Hverken den nye eller den gamle loven gir noen konkrete retningslinjer om hva foryngelsesplikten innebærer når det gjelder valg av foryngelsesmetode, planteantall, akseptabel ventetid for etablert foryngelse eller ønsket produksjonsnivå. Utilfredsstillende skog er definert i loven (Skogbruksloven § 2, 2. ledd) som "skog hvor produksjonen på grunn av skade, dårlig pleie eller av andre årsaker vil bli vesentlig lavere enn hva grunnens produksjonsevne betinger" (Lovdata 2004). Et grunnleggende prinsipp i den offentlige skogpolitikken er at foryngelsen som etableres etter hogst skal sikre fremtidig volum- og kvalitetsproduksjon av tømmer. Tilfredsstillende foryngelse vil dermed være en foryngelse som gir muligheter for en slik produksjon.

Det er til en viss grad opp til den enkelte skogeier å vurdere hvilke krav som skal stilles til volumproduksjon og kvalitet. Målsetninger med skogforvaltningen må settes opp ut fra skogbestandenes og skogeierens forutsetninger. Meraker Brugs målsetning er å utnytte produksjonsevnen på de beste skogsmarkene, det vil si å ha tilnærmet full produksjon på arealene. Bedriften legger vekt på en langsiktig ressursforvaltning med tanke på fremtidige generasjoner (Meraker Brug u.å.). Bonitetsfordelingen i og beliggenheten til Meraker Brugs skoger tilsier at bedriftens hovedproduksjon vil være volumproduksjon, selv om kvalitetsproduksjon vil prioriteres i egnede bestand.

Jo større utgangstettheten er i et bestand, desto større er muligheten for å oppnå god tømmerkvalitet. Et høyt treantall i et ungt bestand gir store valgmuligheter ved fremtidige skjøtselstiltak. Samtidig fører høy tetthet til konkurranse mellom trærne, noe som er nødvendig for å begrense trærnes ungdomsvedandel og kvistsetting. Ved kulturforyngelse er anbefalte planteantall per dekar for gran 160 planter på bonitet 14 og 120 planter på bonitet 11 (Braastad 1994). Dersom tilfredsstillende volum- og kvalitetsproduksjon skal oppnås ut fra disse planteantallene, er en avhengig av liten planteavgang. Et granbestand bør ha et planteantall på 150 stammer per dekar etter at det er satt i produksjonsforband ved 8-10 meters overhøyde dersom målet er å produsere kvalitetstømmer (Brække 2003). Dette innebærer ifølge Brække at utgangstettheten bør være minst 400 planter per dekar.

Meraker Brugs hovedproduksjon vil imidlertid være bulkvirke. Volumproduksjon har høy prioritet, og kravet til planteantall vil kunne reduseres noe i forhold til ved kvalitetsproduksjon. Braastad (1983) utarbeidet kurver for relativt produksjonsnivå i forhold til utgangstetthet (treantall per dekar) i glissen og ujevn granskog. Maksimalt produksjonsnivå (100%) på bonitet G14 er gitt ved utgangstetthet 200 planter per dekar. Ifølge Braastad vil utgangstetthetene 160, 140 og 120 planter per dekar ved jevn fordeling av plantene gi henholdsvis 98, 96 og 92% av optimal produksjon. Ujevn fordeling av plantene vil ved samme utgangstettheter gi henholdsvis 93, 88 og 83% av optimal produksjon. Et mål om 140 planter per dekar i hogstklasse II på Meraker Brugs eiendom vil dermed gi mellom 88 og 98 % av optimal produksjon, noe som må sies å være akseptabelt når målet er ”tilnærmet full produksjon”. G14 er imidlertid nest beste bonitet i Meraker Brugs skoger og utgjør over 30 % av eiendommens totale skogareal. Denne boniteten bør derfor prioriteres med tanke på utnytting av markens produksjonsevne, og en må vurdere om tetthetskravet skal økes noe.

Hobbelstad (2003) mener at 180 trær per dekar i nyetablert skog er et treantall som gir høy skogproduksjon på bonitetene G11 og G14.

Regulert treantall av naturlig gran i de undersøkte bestandene varierte mellom 11 og 141 trær per dekar. Lave treantall forekom spesielt i det øverste høydelaget. Regulert treantall når bjørk ble inkludert lå imidlertid over 180 trær per dekar i alle bestand med unntak av tre, som hadde henholdsvis 179, 170 og 157 trær per dekar. Gran bør imidlertid utgjøre minst 80 % av treantallet i bestand på bonitet G11 og G14 (Hobbelstad 2003), og dersom Meraker Brug skal ha en tetthet på 140 trær per dekar, må 112 av disse være gran. Dersom tetthetskravet heves til 160 eller 180 trær per dekar, må henholdsvis 128 eller 144 av disse være gran.

Valg av foryngelsesmetode vil i tillegg til en vurdering av de naturgitte forhold også være et spørsmål om økonomi. I denne oppgaven vil ikke økonomispørsmålet bli inngående behandlet. Det er imidlertid viktig å nevne at en i forkant av foryngelseshogster ikke bare må ta plante- og markberedningskostnader i betraktning. Dersom en velger å investere mindre i skogkultur og satse på naturlig foryngelse, kan det påløpe en betydelig kostnad i form av ventetid (Svendsrud & Solberg 2001).

A/S Meraker Brugs nye plantestrategi

Det er et allment akseptert prinsipp i skogøkonomi og skogskjøtsel at de beste bonitetene skal prioriteres både ved skogplanting og andre skjøtselstiltak. Meraker Brugs nye plantestrategi bygger også på dette prinsippet, da planteantallet økes med økende bonitet. Dermed oppstår et paradoks; Den boniteten som har vist seg lettest å forynge naturlig er den boniteten hvor planting skal prioriteres høyest. På G11 og dårligere boniteter baserer en seg på et stort innslag av naturlig foryngelse, en foryngelse en kan risikere å måtte vente lenge på. På grunn av lang ventetid, kan i verste fall fremtidsbestandene i G11 og G8 bli bestående av de 80-100 plantede plantene og enkelte bjørker som utfyllingstrær.

Plantingen som har vært utført i de undersøkte bestandene i Meråker har vist blandede resultater. Enkelte av feltene, spesielt i det nederste høydelaget, hadde i registreringsperioden kun om lag 60 plantede planter. På disse feltene var antallet av naturlig foryngede graner faktisk høyere enn antall plantede graner. Antall plantede graner syntes å være høyere på feltene som lå i det øverste høydelaget, mens antall naturlig foryngede graner var klart høyest i det nederste høydelaget (Tabell 2). Disse tendensene taler for en økt satsing på naturlig

foryngelse i de nederste høydelagene, og det bør vurderes om noe av planteinnsatsen skal flyttes fra lavereliggende strøk til høyereliggende strøk og svakere boniteter.

Undersøkelsen har vist at det er mulig å oppnå et betydelig oppslag av naturlig foryngede graner i de laveste høydelagene på Meraker Brugs eiendom dersom mulighetene for en slik foryngelse ivaretas ved å gjennomføre foryngelseshogster i forventede frøår og utføre markberedning for å bedre frøets spiremuligheter. Det faktum at mye av den naturlige foryngelsen har spirt i hjulspor betyr at markberedning er et aktuelt tiltak for å øke tilslaget av naturlig foryngelse. En kombinasjon av god frøtilgang og høy nedbør i spireåret kan resultere i svært høye planteantall også på snauflater, hvis markberedningen foretas i frømodningsåret (Skoklefald 1985). Meraker Brug anbefales å prøve ut ulike markberedningsmetoder for å undersøke hvilke metoder som gir best resultat og på hvilke lokaliteter markberedning har effekt på oppslaget av naturlig foryngelse.

Det ble funnet rikelig med bjørk i alle de undersøkte bestandene, og ønsket om at 25 av 140 trær per dekar skal være bjørk vil være uproblematisk å oppfylle. Innslag av bjørk i granskog har flere fordeler. Som tidligere nevnt, har bjørkeinnslag i granskog en positiv effekt på jordsmonnet. Per dags dato er massevirke av bjørk dessuten bedre betalt enn massevirke av gran (Skogeierforeninga Nord u.å.). I Meråker vokser det ikke hengebjørk (*Betula pendula* Roth), og kvalitetsproduksjon av dunbjørk (*Betula pubescens* Ehrh.) i dette området er ikke aktuelt. Bjørkevirket vil hovedsakelig bli tatt ut som ved, og bjørk vil ha 30-50 år kortere omløpstid enn gran. Totalproduksjonen i blandingsbestand av dunbjørk og gran vil trolig være noe lavere enn i rene granbestand (Frivold & Kolström 1999). Dersom bjørk benyttes som utfyllingstre og gran ikke utgjør et fulltett produksjonsforband etter at bjørkene er tatt ut, vil markens produksjonskapasitet ikke bli utnyttet i siste del av granbestandets omløpstid. For å oppnå høy skogproduksjon, bør bjørkeandelen i granskog i hogstklasse II ikke være over 20 % (Hobbelstad 2003).

Bestandsskogbruk med store, ensartede bestand har vært praktisert på Meraker Brugs eiendom i lang tid. Dette begrenser valgmulighetene når foryngelseshogster skal planlegges. Dårlig stabilitet i restbestandet gjør skjermstillingshogster lite aktuelle. Også avvirkning av små snauflater kan være problematisk, da bestandskantene blir ustabile (Personlig meddelelse fra driftssjef Olav Roan ved A/S Meraker Brug, 2004). For å kunne lykkes med naturlig foryngelse bør hogstflatene være små. Ved snauhogst med tanke på naturlig foryngelse,

anbefaler Skoklefeldt *et al.* (1994) at avstanden til frøgivende bestandskant ikke er mer enn én trelengde på noen del av flaten. Dersom det er frøtilgang fra begge sider av hogstflaten, kan flatebredden være 50-60 meter. Lange, smale hogstflater er således bedre enn store, sirkulære flater. En mulig løsning på problemet med store, homogene bestand som en ønsker å forynge naturlig, kan være å arbeide seg gradvis innover i bestandet med små flatehogster.

Restbestandet benyttes som frøgiver frem til hele bestandet er avvirket. Denne metoden har vært benyttet i Meraker Brugs skoger tidligere for å stykke opp store bestand og unngå store snauflater. En svakhet ved metoden er at kantene i restbestandet kan være ustabile og sårbare for vind. Når det skal satses på naturlig foryngelse, er en avhengig av at kanten i restbestandet responderer positivt på økt lystilgang.

KONKLUSJON

Det ble funnet mellom 11 og 474 naturlig foryngede graner per dekar i de undersøkte bestandene. Regulert treantall av naturlig forynget gran var mellom 11 og 141 trær per dekar.

Av faktorene som ble undersøkt i registreringsområdet, var det høyde over havet som hadde størst betydning for forekomsten av naturlig foryngelse. Det ble funnet betydelig mer naturlig foryngelse i høydelaget 250-350 m o.h. enn 450-550 m o.h. Hogstår hadde også stor betydning, og i bestand som var avvirket i 1993 og 1995 var det vesentlig mer naturlig foryngelse enn i bestandene som var avvirket i 1997. Mengden av naturlig foryngelse avtok med økende humustykkelse, økende fuktighet og økende avstand til frøgivende bestandskant. Forekomsten av naturlig foryngelse var større på bonitet G14 enn på G11.

På A/S Meraker Brugs eiendom er det gode muligheter for å få gode tilslag av naturlig foryngelse i de lavereliggende områdene. Målsetningen om et supplement til plantet gran på gjennomsnittlig 15 naturlig foryngede graner og 25 bjørker per dekar kan nås på det meste av eiendommen. For plantet gran hadde imidlertid avgangen siden utplanting vært stor, og en reduksjon i antall utsatte planter vil kreve et større innslag av naturlig foryngelse enn 15 trær per dekar dersom det skal oppnås tilfredsstillende tetthet.

LITTERATUR

- Ackzell, L., Elfving, B. & Lindgren D. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. In: Ackzell, L. Forest regeneration by nature and man. –Studies in boreal Sweden emphasizing genetic aspects. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå. Paper IV: 1-21.
- A/S Meraker Brug u.å.
<http://www.merakerbrug.no> [24.02.2004].
- Bergan, J. 1990. Overlevelse, høydeutvikling og skader hos gran (*Picea abies* (L.) Karst.) plantet i markberedningshauger og urørt vegetasjon i høyereliggende skog i indre Helgeland. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 6/90: 1-19.
- Bjor, K. 1965. Temperaturgradientens betydning for vannhusholdningen i spiresjikt og rotsone. Norsk Skogbruk 11: 375-381.
- Bjor, K. 1971. Forstmeteorologiske, jordbunnsklimate og spireøkologiske undersøkelser. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 28: 429-526.
- Bjørndal, J. 1998. Skogen – en fornybar ressurs. I: Lykke, J. (red.): For skogens sak – bærekraftig utvikling gjennom 100 år. Landbruksforlaget, Oslo. s. 55-86.
- Braastad, H. 1983. Produksjonsnivået i glissen og ujamn granskog. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 7/83: 1-42.
- Braastad, H. 1994. Foryngelse av barskog: ny skog med naturlig foryngelse, såing eller planting. Skogbrukets kursinstitutt, Biri. 51 s.
- Braathe, P. 1960. Mosedekkets og humusdekkets virkning på spiring og utvikling av granplanter. Norsk Skogbruk 6: 463-465.
- Braathe, P. 1982. Tilslaget på våre plantefelter. (Survival of plants in our forest plantations.) Tidsskrift for skogbruk 90: 26-30.

Brække, F.H. 2003. Har vi et tynningsproblem i granskogen? Norsk Skogbruk 5/03: 32-33.

Børset, O. 1985. Skogskjøtsel I. Skogøkologi. Landbruksforlaget, Oslo. 494 s.

Det norske meteorologiske institutt 2004. Normaler for Meråker. Publisert på Internett:
<http://www.met.no> [19.03.2004].

Edvardsen, Ø. Meland 2002. Når ”granskogen blømmer”. Foredragsserie 2002, Det norske Skogfrøverk. Publisert på Internett:
<http://www.skogfroverket.no> [14.04.2004].

Eid, T. 1987. Registrering av treantall i hogstklasse II. Norsk Skogbruk 6/87: 28-29.

Eid, T., Heringstad, J. & Nersten, S. 1986. Samling number of trees in regeneration.
Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 39: 215-232.

Eide, E. 1926. Granskogens foryngelsesforhold i Namdalstraktene. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 2(7): 49-104.

Frank, J., Stabbetorp, O., Frivold, L.H. & Eilertsen, O. 1998. Bjørkeinnblanding i barskog – effekter på jordforsuring, vegetasjonsutvikling og skogens vekst. Aktuelt fra skogforskningen 2/98: 45-53.

Hanssen, K.H. 2002. Effects of Seedbed Substrates on Regeneration of *Picea abies* from Seeds. Scandinavian Journal of Forest Research 17: 511-521.

Hanssen, K.H. 2003. Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. Forest Ecology and Management 180: 199-213.

Hanssen, K.H., Granhus, A., Brække, F.H. & Haveraaen, O. 2003. Performance of Sown and Naturally Regenerated *Picea abies* Seedlings Under Different Scarification and Harvesting Regimens. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 351-361.

- Haveraaen, O. 1969. Skogøkologiske undersøkelser på gamle grøftfelt i Nord-Trøndelag. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 48(1): 1-89.
- Heje, K.K. & Nygaard, J. 1998. Norsk skoghåndbok 1999. Redigert av Trond A. Steinset. Landbruksforlaget, Oslo: 174.
- Hesselman, H. 1938. Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besåning. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 31: 1-64.
- Hobbelstad, K. 2003. Skogens utvikling ved ulik innsats i skogkultur. Notat utarbeidet for møte med skogbrukets næringspolitiske organisasjoner 28. oktober 2003. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging. 7 s.
- Landbruksdepartementet 1998. Stortingsmelding nummer 17 1998-99. Verdiskaping og miljø - muligheter i skogsektoren (Skogmeldingen). 112 s.
- Landbruksdepartementet 2003. Høring. Forslag om ny Lov om skogbruk (skogbrukslova). Notat fra Landbruksdepartementet, 10.12.2003. Publisert på Internett: <http://www.odin.dep.no/ld> [14.04.2004].
- Landbruksdepartementet 2004. Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket. <http://www.odin.dep.no/ld> [27.02.2004].
- Larsson, J.Y. 2000. Veiledning i bestemmelse av vegetasjonstyper i skog. Rapport fra Norsk institutt for jord- og skogkartlegging 11/00: 1-29.
- Larsson, J.Y., Kielland-Lund, J. & Søgne, S.M. 1994. Barskogens vegetasjonstyper. Landbruksforlaget, Oslo. 136 s.
- Larsson, J.Y. & Aalde, H. 1996. Foryngelse av skog. Naturgitte muligheter. Rapport fra Norsk institutt for jord- og skogkartlegging 17/96: 1-72.
- Levende Skog 1999. Standarder for et bærekraftig norsk skogbruk. Landbruksforlaget, Oslo. 87 s.

Lovdata 2004. Lov om skogbruk og skogvern.

<http://www.lovdata.no/all/nl-19650521-000.html> [14.04.2004].

Lundmark, J.-E. 1988. Skogsmarkens ekologi - ståndortsanpassat skogsbruk del 2 –

Tillämpning. Skogsstyrelsen, Jönköping. 319 s.

Løvås, G.G. 2000. Statistikk – for universiteter og høyskoler. 4. opplag. Universitetsforlaget, Oslo. 406 s.

Marken, A., Bjørnås, O., Dalåmo, I., Hugdahl, H., Kvernmo, T. & Reite, A. (red.) 1994.

Meråker. Geologi – landskap – historie. MB-forlaget, Meråker. 120 s.

Meshechok, B. 1956. Litt om mosedekkets rolle for naturlig foryngelse i granskog. Norsk Skogbruk 2: 354-378.

Mork, E. 1927. Granskogens foryngelsesforhold i Namdalstraktene. En undersøkelse av vegetasjonens og jordbunnstilstandens betydning for etterveksten. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 2(8): 40-70.

Mork, E. 1933. Temperaturen som foryngelsesfaktor i de Nord-Trønderske granskoger. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 5: 1-156.

Mork, E. 1938. Gran- og furufrøets spiring ved forskjellig temperatur og fuktighet. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 6: 225-250.

Mork, E. 1944. Om sambandet mellom temperatur og vekst: Undersøkelser av de daglige variasjoner i granens høydetilvekst. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 8: 1-89.

Mork, E. 1968. Økologiske undersøkelser i fjellskogen i Hirkjølen forsøksområde. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 25: 463-596.

Nettverk for miljølære u.å. Berggrunn og plantevekst.

<http://www.miljolare.no/> [15.04.2004].

- Nilsen, P. 1986. Tap av frø og spireplanter av gran (*Picea abies* (L.) Karst.) etter såing på forskjellige vegetasjonstyper i fjellskog og lavlandsskog. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 39: 129-145.
- Opsahl, W. 1949. Litt om skogkulturen gjennom tidene. I: Kierulf, T. (red.): Det norske Skogselskap gjennom 50 år. Bind II. Det norske Skogselskap, Oslo: s. 105-118.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT® User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary, NC. 846 s.
- Skar, Ø. & Schjerden, P.R. 1998. Skogbruk i vår tid – En skogbrukslære. Vett og viten, Nesbru. 1998. 318 s.
- Skinningmoen, K. 1949. Skogbehandlingen i Norge 1898-1948. I: Kierulf, T. (red.): Det norske Skogselskap gjennom 50 år. Bind II. Det norske Skogselskap, Oslo: s. 79-104.
- Skogeierforeninga Nord u.å.
<http://www.sn.no/bildemappe/bilder/internett/tømmer/priser/priser.html> [24.05.2004].
- Skoklefald, S. 1965. Forsøk med ulike spireleiebehandlinger i samband med direkte såing av gran- og furufrø. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 20: 205-247.
- Skoklefald, S. 1966. Frøfall i granskog. Norsk Skogbruk 12: 187-189.
- Skoklefald, S. 1985. Milliarder av planter viktig supplement til kulturforyngelsene. Norsk Skogbruk 12/85: 10-11.
- Skoklefald, S. 1989. Planting og naturlig foryngelse av gran under skjerm og på snauflete. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 6/89: 1-39.
- Skoklefald, S., Dale, Ø., Bjaanes, H., Toverud, B., Søgner, S., Bjørndal, J., Tilley, K. & Groven, R. 1994. Naturlig foryngelse av barskog. Landbruksdepartementet og Det norske Skogselskap. 31 s.

Solbraa, K. 2001. Skogskjøtsel. GAN Forlag, Oslo. 210 s.

Statistisk sentralbyrå 1975. Skogstatistikk 1974. Norges offisielle statistikk A 743. Statistisk sentralbyrå, Oslo: 64.

Statistisk sentralbyrå 1980. Skogstatistikk 1979. Norges offisielle statistikk B 169. Statistisk sentralbyrå, Oslo: 48.

Statistisk sentralbyrå 1986. Skogstatistikk 1984. Norges offisielle statistikk B 591. Statistisk sentralbyrå, Oslo: 56.

Statistisk sentralbyrå 1991. Skogstatistikk 1989. Norges offisielle statistikk B 970. Statistisk sentralbyrå, Oslo: 31.

Statistisk sentralbyrå 2003. Skogstatistikk 2002. Norges offisielle statistikk D 288. Statistisk sentralbyrå, Oslo: 24.

Svendsrud, A. & Solberg, B. 2001. Forelesninger i skogøkonomi RØP 201. Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole. 152 s.

REGISTRERINGSSKJEMA BENYTTET UNDER FELTARBEIDET 2003.

OM PRØVEBESTANDENE:

Sted:

Bestandsnummer:

Bonitet:

Vegetasjonstype:

Høyde over havet:

Areal:

Antall prøveflater:

Hogd år:

Plantet år:

Antall planter satt ut:

Antall planter satt ut per dekar:

Planteproveniens:

Plantetype:

Suppleringsbefaring:

Suppleringsplantet år:

Antall suppleringsplanter satt ut:

Antatt planteavgang før suppleringsplanting:

Markberedt (ja/nei):

Helningsretning:

Dominerende vindretning:

Bestandskanter (ved hogst);

Tilstand:

Beliggenhet (merkes av på kroki)

Alder (noteres på kroki)

REGISTRERINGSSKJEMA BENYTTET UNDER FELTARBEIDET 2003.

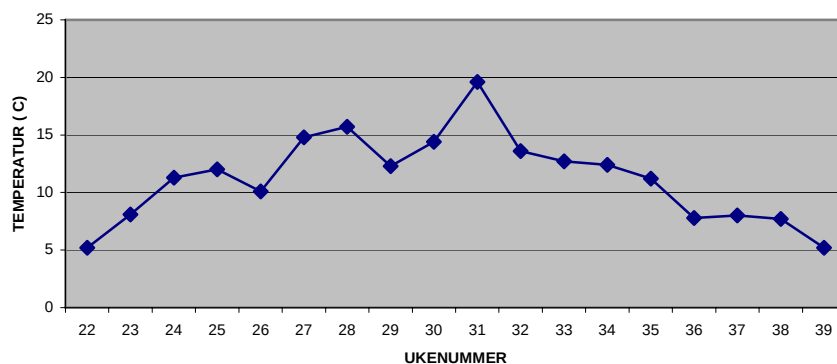
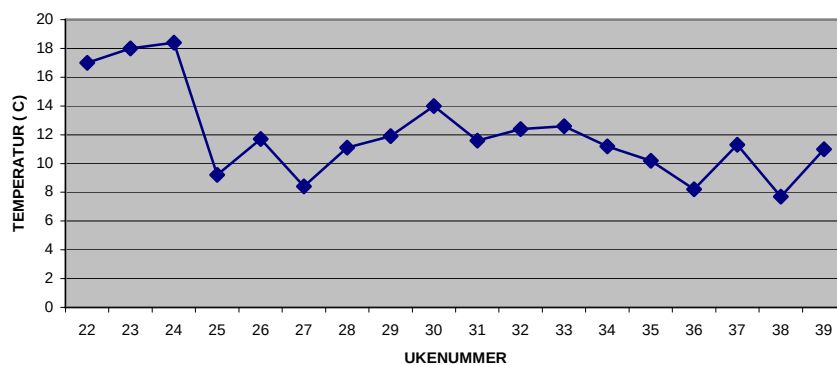
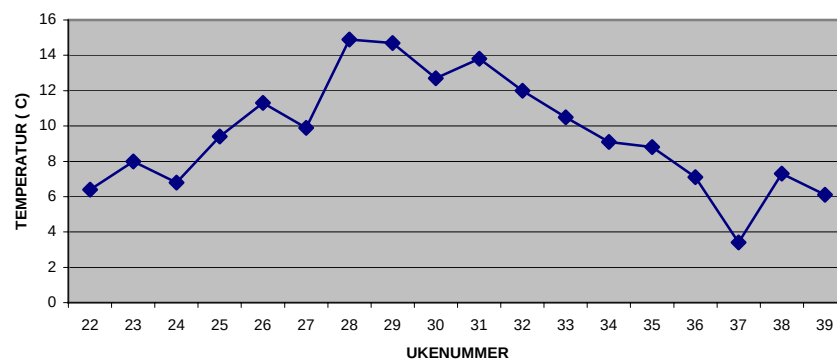
REGISTRERINGSSKJEMA, FELTARBEID.

Bestand nr.		Prøveflate nr.	
Vegetasjonstype		Bonitet	
Markberedt		Avst. til kant	

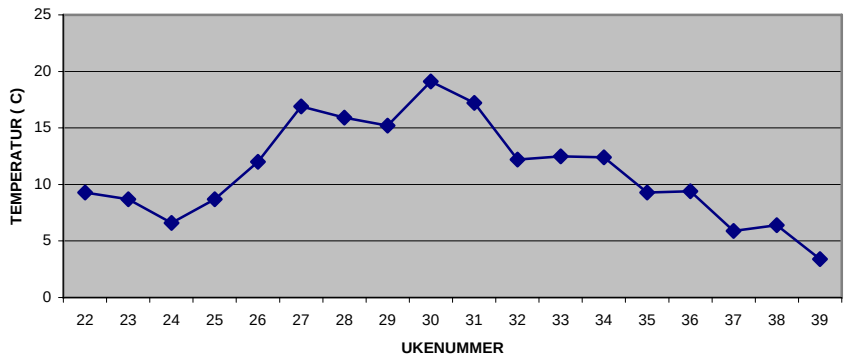
		Sektor 1	Sektor 2	Sektor 3	Sektor 4
Planteantall	Plantet gr				
	Naturlig gr				
	Furu				
	Bjørk				
	Lauv				
	I. utv.d. g				
Høyde utv.d. kulturplanter					
Toppskudd utv.d. kulturpl.					
Høyde utv.d. naturlige planter					
Toppskudd utv.d. nat. pl.					
Alder utv.d. nat. pl.					
Gjennomsnittshøyde nat. pl.					
Døde planter (nat./kultur)					
Dødsårsak					
Skadde planter (nat./kultur)					
Humustykkelse					
Kommentarer, jordbunn					
Vegetasjonstype					
Arter					
Helningsretning					
Fuktighetsgrad					
Ant. nat graner m/avst. >1m					
Ant. bjørk med avstand >1m					

GJENNOMSNIITTSTEMPERATUR I MERÅKER 1991-2002, UKENE 22-39.

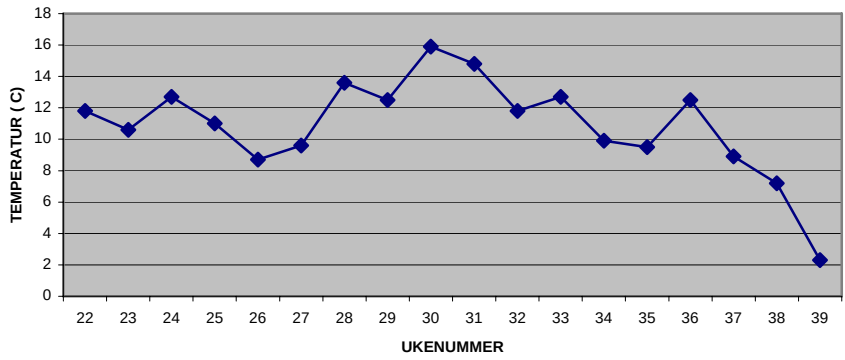
BASERT PÅ STATISTIKK FRA MÅLESTASJON 70340 I SUL.

TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1991**TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1992****TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1993**

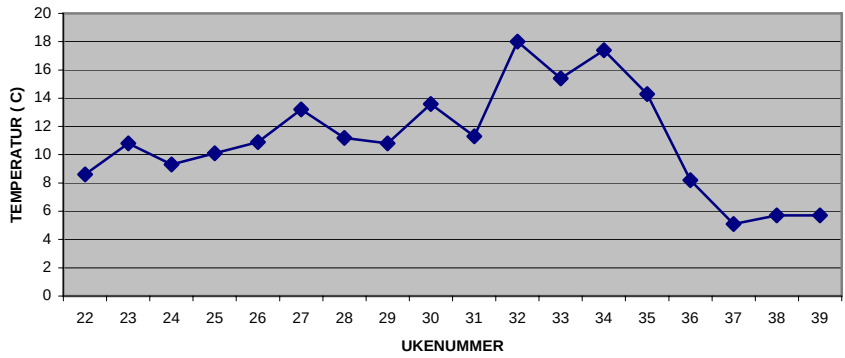
TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1994



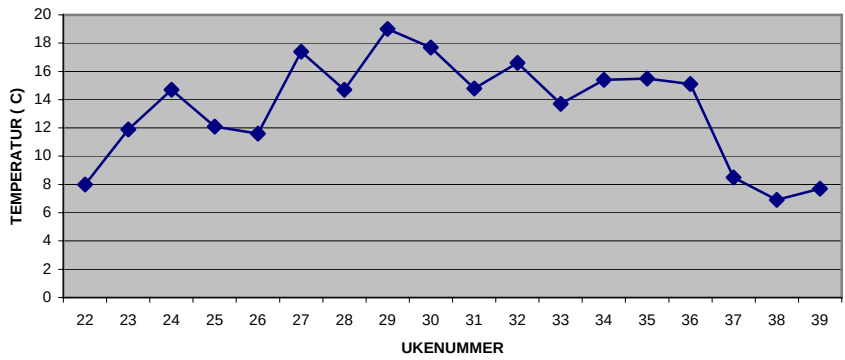
TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1995



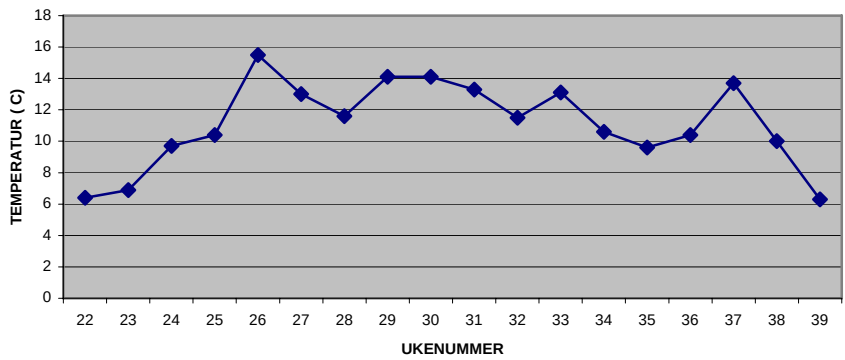
TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1996



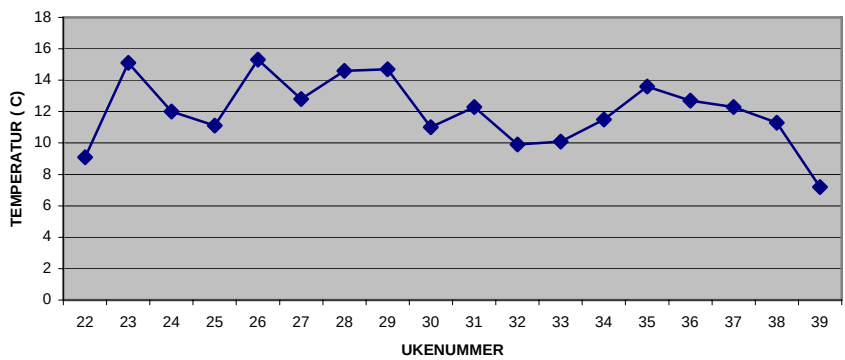
TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1997



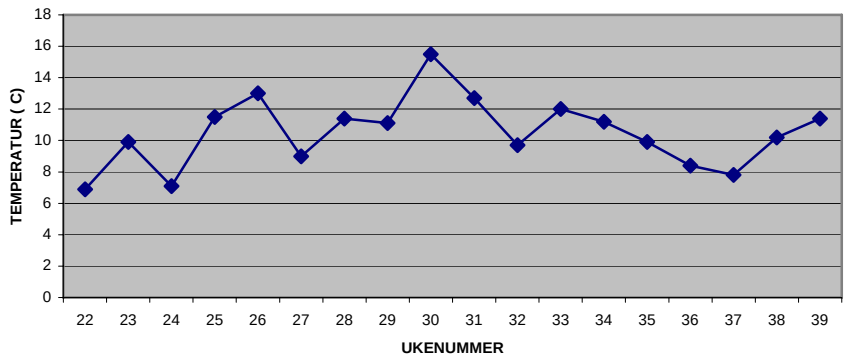
TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1998



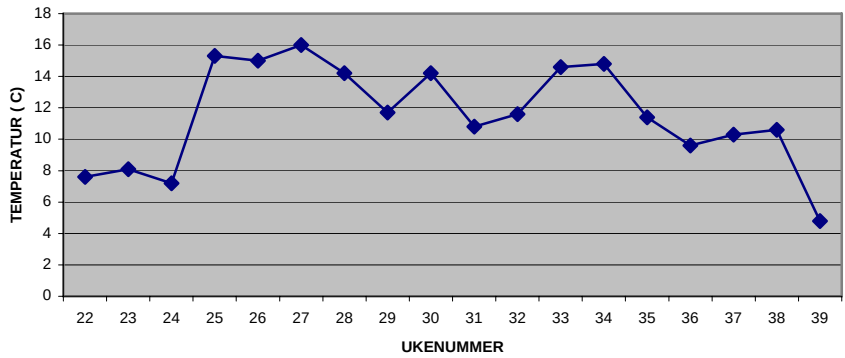
TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 1999



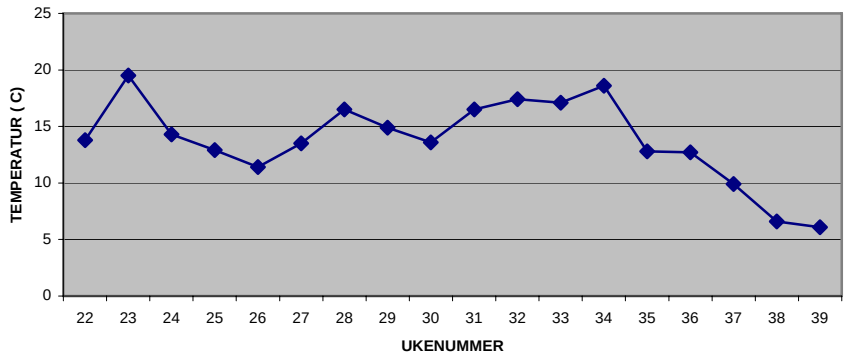
TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 2000



TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 2001

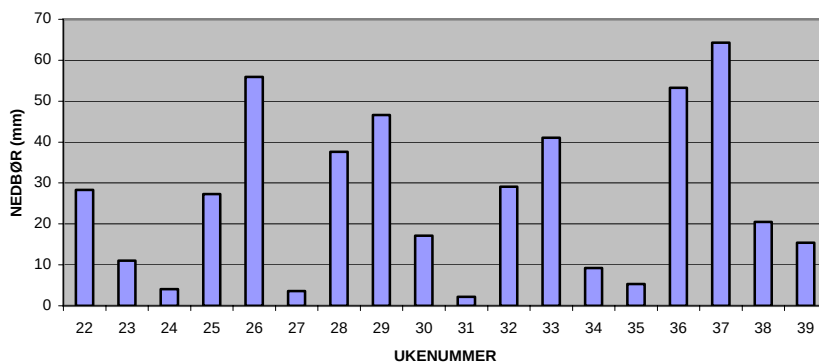
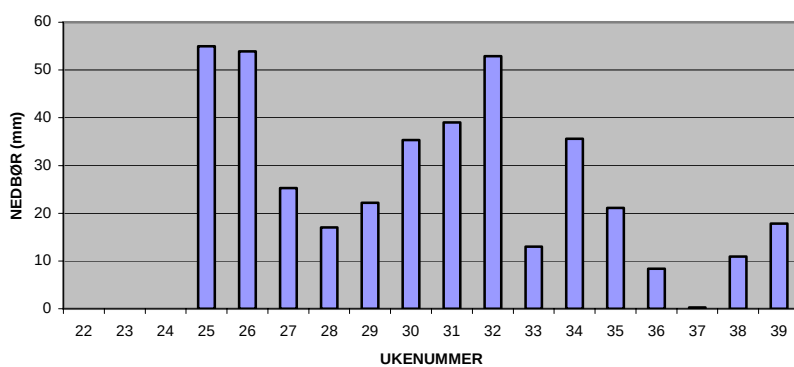
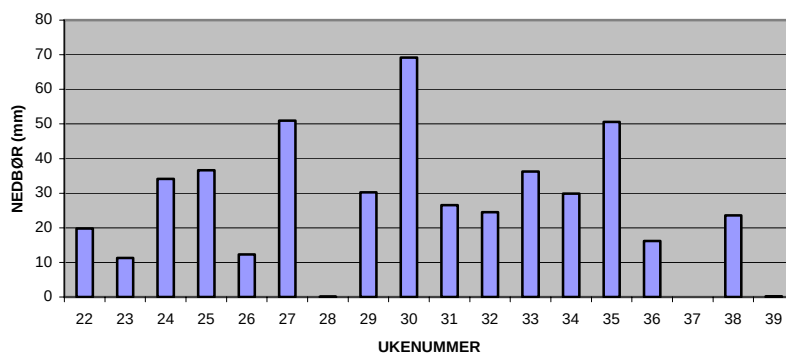


TEMPERATUR JUNI-SEPTEMBER 2002

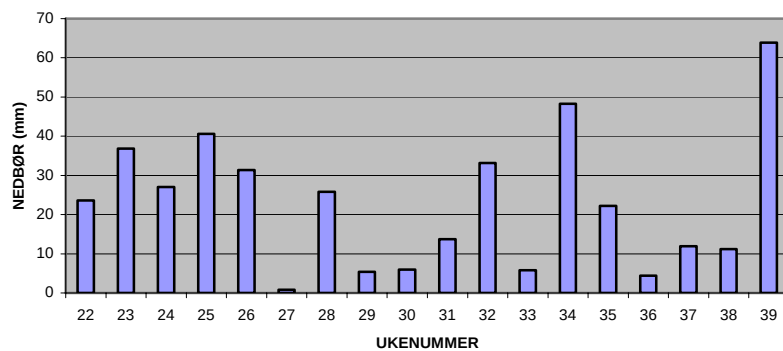


NEDBØRSMENGDER I MERÅKER 1991-2002, I UKENE 22-39.

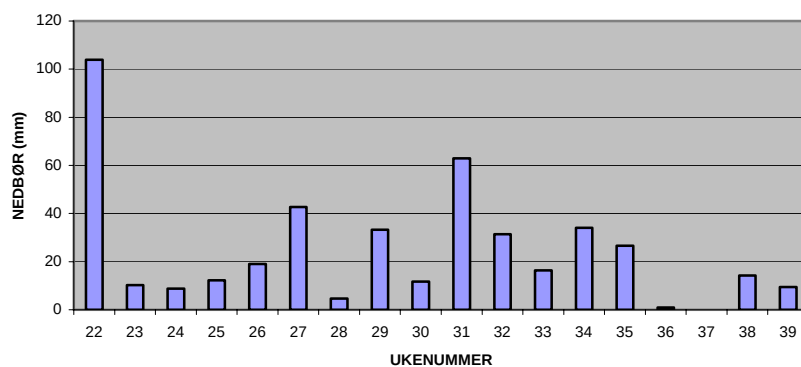
BASERT PÅ STATISTIKK FRA MÅLESTASJON 69470.

NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1991**NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1992****NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1993**

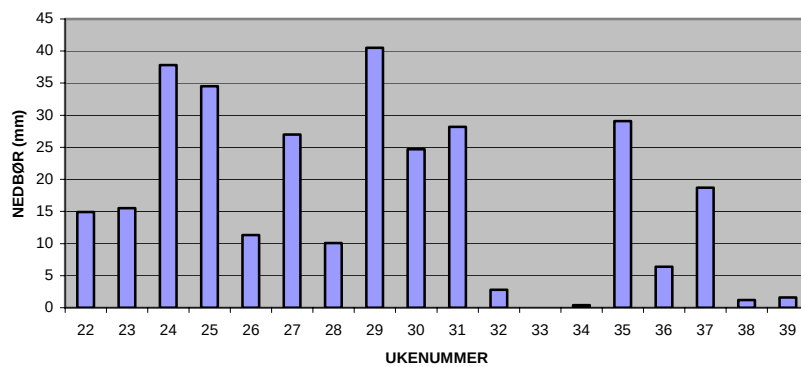
NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1994



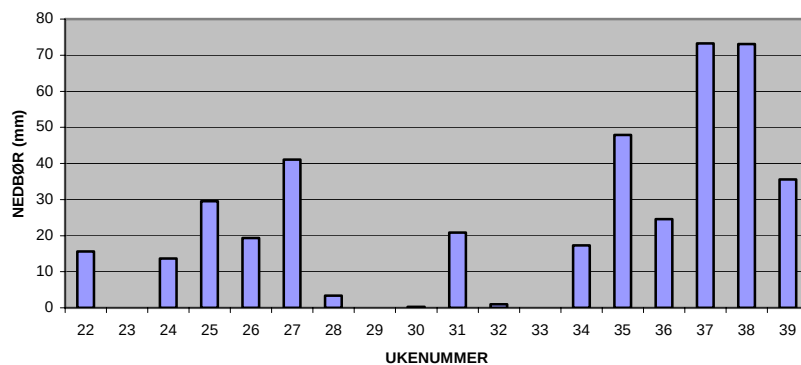
NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1995



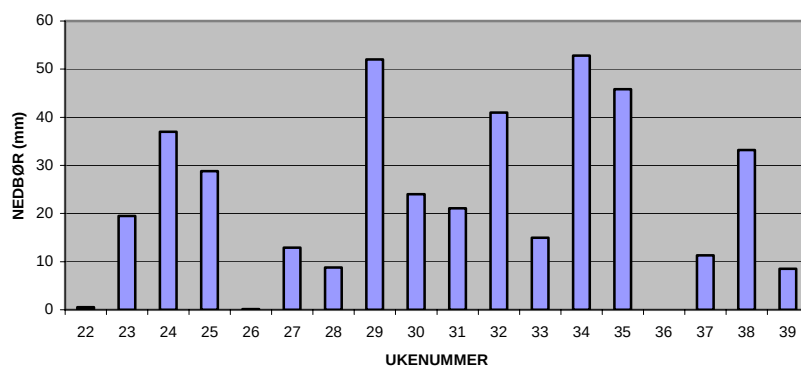
NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1996



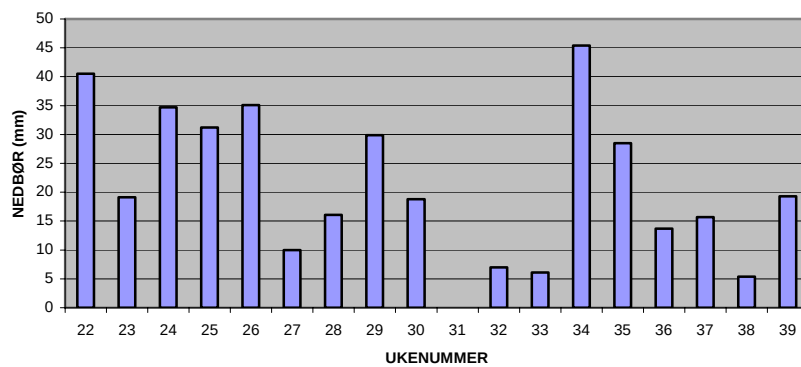
NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1997



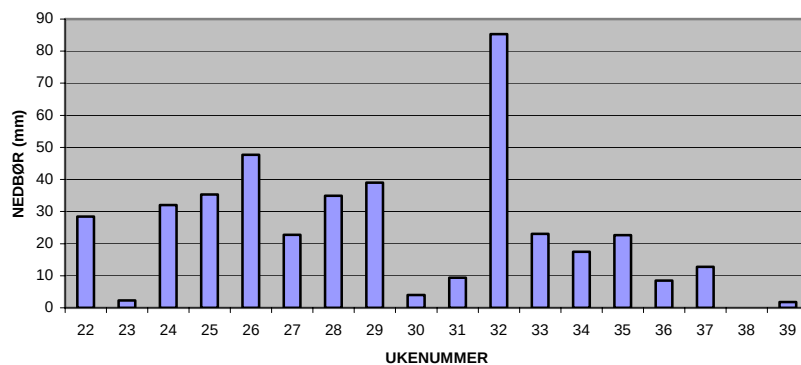
NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1998



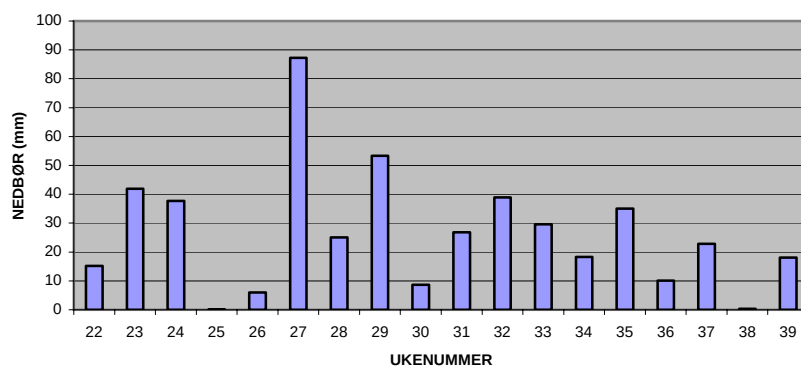
NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 1999



NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 2000



NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 2001



NEDBØR JUNI-SEPTEMBER 2002

