

skog+
landskap

Forskning fra Skog og landskap 5/09

**VEKST, PRODUKSJON OG
KLIMARELATERTE SKADER
I FEM PROVENIENSFORSØK
MED GRAN (*Picea abies* L. Karst)
PÅ ØSTLANDET**

Growth, yield and climate-related
damages in five Norway spruce
(*Picea abies* L. Karst) provenance trials
in southeast Norway

Aksel Granhus og Bernt-Håvard Øyen

Forskning fra Skog og landskap

«Forskning fra Skog og landskap» er en serie for publisering av originale vitenskapelige resultater innenfor Skog og landskaps faglige områder. Serien er åpen for relevante manuskripter, også fra forfattere som ikke er ansatt ved Norsk institutt for skog og landskap

Utgever:

Norsk institutt for skog og landskap

Redaktør:

Bjørn Langerud

Dato:

Juni 2009

Trykk:

07 Gruppen AS

Opplag:

1000

Bestilling:

Norsk institutt for skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås

Telefon: 64 94 80 00

Telefaks: 64 94 80 01

www.skogoglandskap.no

ISBN 978-82-311-0090-4

ISSN 1890-1662

Omslagsbilde:

Yngre plantefelt med vanlig gran av proveniens Brenner, Østerrike.

Foto. Olav Taskjelle, sept 2009.

Forskning fra Skog og landskap - 5/09

**VEKST, PRODUKSJON OG KLIMARELATERTE
SKADER I FEM PROVENIENSFORSØK
MED GRAN (*Picea abies* L. Karst) PÅ ØSTLANDET**

Growth, yield and climate-related damages in five
Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) provenance trials
in southeast Norway

Aksel Granhus og Bernt-Håvard Øyen

FORORD

Arbeidet med en ny gjennomgang og analyse av fem eldre proveniensforsøk på Østlandet har vært initiert gjennom prosjektet «Er skogbehandlingen på høgbonitetsarealene på Sør- og Østlandet bærekraftig?», finansiert av Utviklingsfondet for skogbruket i årene 2008–2009. Forsøksserien inngår i porteføljen til langsiktige feltforsøk ved Skog og landskap. Robert Andersen og Stig Støtvig har stått for de siste revisjoner og sistnevnte også med tilrettelegging av dataene for analyse. Til Utviklingsfondet for skogbruket, felleiere og til kolleger som har gitt råd i arbeidet rettes herved en stor takk.

INNHold

Sammendrag	4
Abstract	5
1. Innledning	7
2. Materiale og metoder	8
2.1 Forsøksfeltene	8
2.2 Revisjoner og tynningsinngrep	9
2.3 Skaderegistreringer	9
2.4 Statistiske analyser og beregninger	9
3. Resultater	10
3.1 Produksjon	10
3.2 Tilvekstutvikling mellom de ulike revisjoner	13
3.3 Sammenheng mellom tidlig høydevekst og ulike tilvekstparametre	14
3.4 Skader	15
4. Diskusjon	16
4.1 Produksjon og skader	16
4.2 Økonomi	17
4.3 Konklusjon og anbefalinger	18
Litteratur	19
Vedlegg 1. Skisse av felt 838.	20
Vedlegg 2. Skisse av felt 839.	20
Vedlegg 3. Skisse av felt 860.	21
Vedlegg 4. Skisse av felt 861.	21
Vedlegg 5. Skisse av felt 880.	22

SAMMENDRAG

Granhus, A. og Øyen, B. -H. 2009. Vekst, produksjon og klimarelaterte skader i fem proveniensforsøk med gran (*Picea abies* L. Karst) på Østlandet.

Growth, yield and climate-related damages in five Norway spruce (Picea abies L. Karst) provenance trials in southeast Norway. Forskning fra Skog og landskap 05/09: 1 – 22.

I denne rapporten er sammenstilt resultater for tilvekst, produksjon og skader i fem storrute-forsøk på Østlandet med ulike norske og mellomeuropeiske provenienser av vanlig gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Feltene er fulgt fra tidlig på 1960-tallet og frem til i dag. Fire av feltene ligger i Ringsaker kommune, Hedmark, mens ett er lokalisert ved Maridalsvannet i Oslo. Feltene er anlagt på høg bonitet og er blitt revidert om lag hvert sjetten år. Hovedvekten er lagt på resultatene fra siste revisjon, ved 40–45 års alder, ca. 15 år før forventet foryngelseshogst. De østerrikske alpeproveniensene (Mur10 og Lun10) viste den største volumproduksjon, mens ytelsen for det tyske materialet fra Harz (Har5 og Har7) gjennomgående har ligget mellom de østerrikske proveniensene og de norske fra Sør- og Østlandet. Minst vekst og produksjon viser materialet fra Trøndelag. Med unntak for to av feltene i Ringsaker er det imidlertid relativt små eller ingen signifikante forskjeller mellom de mellomeuropeiske proveniensene og de mest vekstkraftige norske materialene. Relative produksjonsforskjeller som ble observert ved første revisjon har tiltatt ved de senere revisjoner, men rangeringen har i liten grad endret seg over tid. Kvalitetsnedsettende skader i form av stammesprekk, gankvist, krok og dobbelttopp ble nøye kartlagt ved de siste revisjonene for to av feltene i Ringsaker. Mellom en tredjedel og halvparten av trærne hadde en eller flere skader, med gankvist og krok som de vanligste skadetyperne. Det ble imidlertid ikke funnet signifikante forskjeller mellom proveniensene med hensyn på skadefrekvens. Om skadebildet ikke endres vesentlig og de vekstmessige forskjeller videreføres de kommende 15 år, forventes derfor de mellomeuropeiske materialene med størst vekstkraft å gi høyere økonomisk avkastning enn stedegen gran ved sluttavirkning. Resultatene i denne undersøkelsen skiller seg fra tidligere arbeider hvor det gjennomgående rapporteres om høyere skadefrekvens i utvalgte mellomeuropeiske provenienser sammenlignet med stedegen gran i Øst-Norge. Mulige årsaker til disse forskjellene er diskutert.

Nøkkelord: gran, *Picea abies*, produksjon, proveniens, skader, tilvekst

ABSTRACT

This report summarizes yield data and damages related to poor climatic adaptation from a series of five long-term provenance trials located in Southeast Norway. The trials were established from the early 1960s, and compare seed sources from different areas of southern parts of Norway and Central Europe. Site indices of the trials are high to very high, H_{40} range from 22 to 25 corresponding to a yield class of 12–20 m³ ha⁻¹ yr⁻¹. High altitude continental provenances from Austria (Innen-Alpen; Mur 1000 m a s l, Lun1000 m a s l) and medium altitude provenances from North-Germany (Harz 500 m a s l and 700 m a s l) showed the overall largest mean annual increment. However the differences between the highest yielding Central-European provenance and the best performing Norwegian provenances were relatively small. No significant relationship between climatic induced damages (crooked stems, stem-cracks, forking, double leader) and provenance was found. Thus, the highest yielding Central-European provenances are projected to generate higher revenue at the time of final felling, compared to the local provenances. Contrasts between the results from previous short-term studies and the present one are briefly discussed.

Key words: Norway spruce, *Picea abies*, injuries, production, provenance, yield

1. INNLEDNING

I skogbruket var den generelle situasjonen mot slutten av 1950-tallet og på begynnelsen av 1960-tallet preget av stor hogst- og skogkulturaktivitet, etterfulgt av et høyt forbruk av frø ved skogplanteskolen. Manglende frøår på gran etter 1954 på Sør- og Østlandet førte til at det gradvis ble forsyningsvikt på frø ved inngangen til 1960-tallet. I denne situasjonen ble det fra det daværende Skogdirektoratet gitt dispensasjon for innkjøp av mellemeuropeisk frø, bl.a. fra Syd-Tyskland og Østerrike, til tross for advarsler fra skogforskningen og Frørådet (Dietrichson 1961, Robak 1963). I 1960 hadde for eksempel Statens skogfrøverk på Hamar et lager av granfrø på ca. 1,9 tonn Freiburg (h9–11), ca 2,0 tonn Ennstaler Alpen (h10–13), ca. 1,5 tonn Murau (h10–13) og ca. 1,4 tonn Bischofshofen (h10). Av norske provenienser fra Østlandet (A, B og C) hadde man kun et forråd på 1,2 tonn (Austin 1960).

Forsøksresultatene som forelå på den tiden var til dels sprikende og premature. For det første hadde det blitt indikert vekstmessige gevinster ved bruk av visse materialer av mellemeuropeisk gran (Langlet 1960, Haugberg 1964). Dels ble det også påvist kvalitetsgevinster for utvalgte virkesegenskaper (Klem 1957), og i yngre og eldre proveniensforsøk fremkom det i liten grad forskjeller i skadeomfang mellom proveniensene. På 1960-tallet ble det derfor fremdyrket og utplantet en del gran av syd-tysk og østerriksk opprinnelse, særlig i Østfold, men også sporadisk på andre steder østafjells. Særlig etter skadevinteren 1976/77 (tørr sommer i 76 etterfulgt av en kjølig og kald høst, og med stort snøfall i låglandet østafjells tidlig i oktober), tiltok rapportene om skader og svak kvalitetsutvikling. I kjølvannet av dette ble spredte egenskapsstudier igangsatt (jf. Skrøppa & Dietrichson 1986). Tidlig på 1990-tallet ble det estimert at ca 3 % av granskogarealet (10 mill planter, 70 000 daa) i Østfold var bestokket med materialer fra sydvestlige deler av Tyskland og Østerrike (Dietrichson 1991, Skrøppa et al. 1993). Det ble påvist en del klimarelaterte skader og svake virkesegenskaper for et utvalg av disse materialene (Skrøppa et al. 1993, Flæte & Kucera 1999), særlig fra områdene Gastein, Mariazell og Bischofshofen i Østerrike ca. 1000 moh. samt Freiburg (Fre9) i Tyskland.

Det finnes få forsøk som belyser egnetheten av granprovenienser i ulike regioner i Nord-Europa fra tiden før andre verdenskrig (Ruden 1966, Dietrichson 1975), det viktigste er IUFRO forsøket av 1938

(Gøhrn 1966, Giertych 1976). På begynnelsen av 1960-tallet ble det anlagt en rekke forsøk (både nasjonale og internasjonale) med norske og mellemeuropeiske granprovenienser på Østlandet (se bl.a. Dietrichson 1975, Haugberg 1964, Walberg 1980, NOLTFOX 2009). Undersøkelser av skuddlengde og frekvens av høstskudd, høyde-aldersutvikling samt avgang var sentralt for å gradere proveniensers relative hardførhet, vekstavslutning og vekstkraft. Vanlig forsøksdesign var randomiserte radforsøk og randomiserte blokkforsøk i småruter (single tree plot). Varigheten på slike forsøk var sjelden mer enn 15–20 år. Et fåtall forsøk ble utlagt i storruter, med en ambisjon om en lengre oppfølgingsperiode. Formålet var å skaffe tilveie produktionsdata for noen vanlige provenienser som ble tatt i bruk i skogbruket. Blant annet var det ønskelig å få svar på om de tilvekstfunksjoner som ble anvendt også kunne brukes for et utvalg av utenlandske provenienser. I de fem storruteforsøkene vi her rapporterer fra er det sammenlignet to østerrikske alpe-provenienser (Lun10, Mur10), to provenienser fra Harz i Tyskland (Har5, Har7) og et utvalg norske provenienser, fremdyrket i planteskoler fra konvensjonelt handelsfrø. Mur tilhører gjerne den geografiske gransone i Østerrike: «Sentrale Alpene, østlige del», mens Lun «Sentrale Alpene, vestlige del». Klimagradiene i «Innen-Alpen» er store på korte avstander, fra dalbunn via frodige lier til eksponerte fjellstrøk. De norske proveniensene omfatter kyst- og heiområdene på Sørlandet (F1, E1), lavlandet østafjells (A2, B1–2, C1-C2, D1) samt lavlandet i Trøndelag (L1), tilsvarende et spenn på seks breddegrader. Forsøkene ble revurdert første gang på midten av 1980-tallet, vel 20 år etter utplanting. Resultatene fra de første revisjoner er, med unntak for ett av forsøksfeltene, gjengitt i en tidligere rapport (Eikeland og Blingsmo 1991). Resultatene fra de senere revisjoner av feltene har imidlertid ikke før nå blitt gjenstand for noen samlet analyse.

Mens det opprinnelige formålet med forsøkene har mindre aktualitet i dag, har spørsmålet om klimarelaterte skader og fremtidig valg av plantemateriale ved endrede klimaforhold blitt stadig mer aktuelt. Bruk av frø med et sørligere opphav enn det stedegne kan synes mer aktuelt i relasjon til forventet økning av sommertemperatur, og en stadig større andel av frøet som i dag anvendes stammer fra utvalg i 1. eller 2. generasjons frøplantasjer. Forflytning og bruk av plantematerialer til nye områder fordrer kunnskap og omfattende testing over mange tiår. Det kan også være en betydelig utfor-

dring at resultater og erfaringer fra en bestemt lokalitet eller fra en bestemt tidsperiode med et gitt klima gjøres generell og allmenngyldig. I enkeltforskning og forsøksserier på Østlandet har enkelte franske, sydtyske, sveitske og østerrikske provenienser tidligere vist stor avgang, en god del skader og stor frekvens av virkesfeil (Dietrichson 1978, Fotland & Skrøppa 1989, Skrøppa et al. 1993). En metodisk utfordring har imidlertid vært at man i liten grad har gjennomført komparative studier av ulike materialer på samme voksested, eller at hele utviklingen i større bestand fra etableringsfasen og frem til trærne er modne for avvirkning i liten grad er beskrevet.

Hovedspørsmålene vi innledningsvis ønsket svar på var:

1. Hvilke av de frømaterialer av vanlig gran som her er testet gir et tilfredsstillende dyrkningsresultat når de anvendes på høg og svært høg bonitet på klimatisk gunstige lokaliteter på Østlandet?
2. Er skadebildet for de ulike proveniensområdene forskjellige, da særlig forekomst av skader som kan knyttes til svak klimatilpasning?
3. I hvilken grad vil informasjonen om bestandets egenskaper, vekst og skadegrad som er innsamlet i en tidlig fase av bestandets utvikling ha gyldighet i en senere fase?
4. Hvilken dyrkningsrisiko ligger det fremover i bruk av de ulike materialer av gran som her er testet?

2. MATERIALE OG METODER

2.1 Forsøksfeltene

Ett av de fem forsøkene ligger i Oslo kommune (59°58'N, 10°50'Ø), mens de fire øvrige ligger på ulike lokaliteter i Ringsaker (60°50'N, 10°45'Ø til 61°01'N, 10°33'Ø). Skisse over forsøksfeltene er gjengitt i vedlegg 1–5, mens tidspunkter for de ulike revisjoner og trærnes totalalder ved siste revisjon er gjengitt i Tabell 1.

Felt 838 Sæther (h.o.h. ca 370 m) i Ringsaker ble tilplantet våren 1962 med åtte provenienser, hvorav fem er norske: A2, B1, C1, D1 og E1. De mellom-europeiske proveniensene omfatter en østerriksk (Lun10) og to fra ulike høydelag i Harz, Nord-Tyskland (Har5 og Har7). Hver proveniens er testet med en rute i hver av de to blokkene i forsøket. Unntaket er proveniens B1, som er tilplantet i to ruter i hver blokk.

Felt 839 Midtodden (h.o.h. ca 160 m) ligger ved Maridalsvannet i Oslo kommune og ble tilplantet våren 1962. Provenienser omfatter de norske C1, D1 og E1, i tillegg til de mellom-europeiske Har5 og Lun10 med 14 forsøksruter fordelt på tre blokker. Antallet ruter per proveniens varierer fra fire (C1, E1, Har5) til to (D1 og Lun10). De tre førstnevnte proveniensene inngår med ulikt antall ruter i alle tre blokkene, mens D1 og Lun10 er representert med en rute i hver av to blokker.

Felt 860 Storstav (h.o.h. ca 210 m) i Ringsaker hadde opprinnelig fire blokker som ble tilplantet i 1963 (blokk I-II) og 1964 (III-IV). Ved siste revisjon var bare blokkene III og IV intakte. Her inngår de norske proveniensene B1 og L1, samt en proveniens fra Harz (Har7), med to ruter hver blokk.

Felt 861 Heramb (h.o.h. ca 270 m) i Ringsaker har fire blokker som ble tilplantet i 1963 (blokk I-II) og 1964 (blokk III-IV). Proveniensene B1, C1, L1 og Har7 inngår med en rute i hver blokk. En østerriksk proveniens (Mur 10) inngår kun i de to blokkene som ble etablert i 1963.

Felt 880 Mæhlum (h.o.h. ca 380 m) har fem blokker som ble plantet i 1965 (blokk I-III) og 1966 (IV-V). Trøndelagsproveniens L1 og den mellom-europeiske Har5 er testet i alle fem blokkene. For øvrig har dette feltet ulike provenienser fordelt på to grupper av blokker: blokk I-III har proveniensene B1, C1, D1 og F1, mens C2 og B2 testes i blokk IV-V.

Det ble benyttet kvadratisk planteforband med avstand 1,8 m (felt 838, 860 og 861) og 1,7 m (felt 839 og 880) mellom plantene. Plantetypen var fire år gamle barrotplanter (2/2) og plantemetoden var flatrot på plogfår. En kappe med planter av samme proveniens, med bredde tilsvarende minst to planterader, ble etablert rundt hver forsøksrute. De fleste forsøksrutene har et areal på 1 daa, men noen mindre ruter finnes da dette var nødvendig for å tilpasse rutene til mindre ujevnheter i vekstforhold innen forsøksområdene.

De første tre årene etter utplantingen ble feltene utsatt for en del skader, blant annet var omfanget av museskader betydelig (Eikeland & Blingsmo 1991). Sterkt skadde planter ble registrert og byttet ut. Behovet for supplering varierte mellom de ulike feltene og var delvis proveniensavhengig. Dette er det tatt hensyn til ved beregning av rutenes totalalder (Tabell 1), ved at alderen er veid med antall planter som er satt ut det enkelte år. På grunn av gjentatte suppleringer de første årene er det planter fra ulike frøpartier innen hver proveniens. Etter plantestadiet har det imidlertid vært liten avgang i forsøkene, slik at de fleste rutene hadde et treantall på minst 2800 per hektar i forkant av første tynning.

2.2 Revisjoner og tynningsinngrep

Feltene 839, 860 og 861 er revidert tre ganger, men ble pga. begrensede ressurser for videre oppfølging oppmålt for siste gang og rent målemessig lagt ned som forsøksfelt på slutten av 1990-tallet. Trærnes totalalder varierte da fra 37 til 41 år, avhengig av utplantingsår og andel suppleringsplanter i de enkelte rutene (Tabell 1). De to gjenværende feltene, nr 838 og 880, er revidert fire ganger, siste gang ved totalalder 49 (felt 838) og 45–47 år (felt 880) og intensjonen er at disse skal følges frem til foryngelseshogst. Alle feltene har blitt tynnet to ganger, henholdsvis like etter første og annen gangs

revisjon. Det ble tynnet ned til ca 1600 og 1100 gjenstående trær per hektar i de to tynningsinngrepene.

2.3 Skaderegistreringer

Andelen trær med synlige kvalitetsnedsettende feil ble viet spesiell oppmerksomhet ved siste revisjon på felt 838 og 880, utover den generelle registrering av skader som gjøres ved hver revisjon. I denne rapporten er det lagt spesiell vekt på feil som stammesprekk, gankvist, krok og dobbeltopp, da dette fremstår som skader som i stor grad kan relateres til dårlig klimatilpasning.

2.4 Statistiske analyser og beregninger

Resultatene er vist som middeltall for hver proveniens. Statistiske tester er utført ved hjelp av prosedyren GLM i statistikkprogrammet SAS 9.0 (Anon. 2008). Følgende modell er anvendt:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

der Y_{ij} representerer gjennomsnittet av de observerte verdiene, α_i representerer effekten av proveniens i , β_j er innflytelsen av blokk j , og ϵ_{ij} er den tilfeldige variasjon (feil) som ikke kan forklares av proveniens- eller blokkeffekter. Siden forsøksfeltene ikke er balanserte er de enkelte proveniensene sammenlignet ved hjelp av minste kvadraters metode (lsmean). Dette innebærer at verdien for en manglende observasjon innen en eller flere av blokkene estimeres basert på middeltallene fra de blokkene der proveniensen inngår, justert for blokkeffekten. På felt 880 er det bare to provenienser som fantes på alle fem blokkene. Fire andre provenienser fantes i blokk I-III, mens to andre fantes i blokk IV-V. Da de to gruppene også er plantet i hvert sitt år valgte vi å analysere disse hver for seg.

Tabell 1. Årstall for revisjoner på de ulike feltene, samt veid totalalder ved siste revisjon.
Year of revision for each of the trials and their weighted total age at the last revision.

Felt <i>Trial</i>	Blokk <i>Block</i>	Revisjonsår <i>Year of revisions</i>	Totalalder ved siste revisjon <i>Total age, last revision</i>
838	I-II	1985, 1992, 1997, 2006	49 år
839	I-III	1982, 1992, 1997	37–40 år
860	III-IV	1986, 1993, 1998	38–40 år
861	I-II	1986, 1993, 1999	40–41 år
	III-IV	1986/87, 1993, 1999	38–39 år
880	I-III	1987, 1993, 1999, 2006	46–47 år
	IV-V	1987, 1993, 1999, 2006	45–47 år

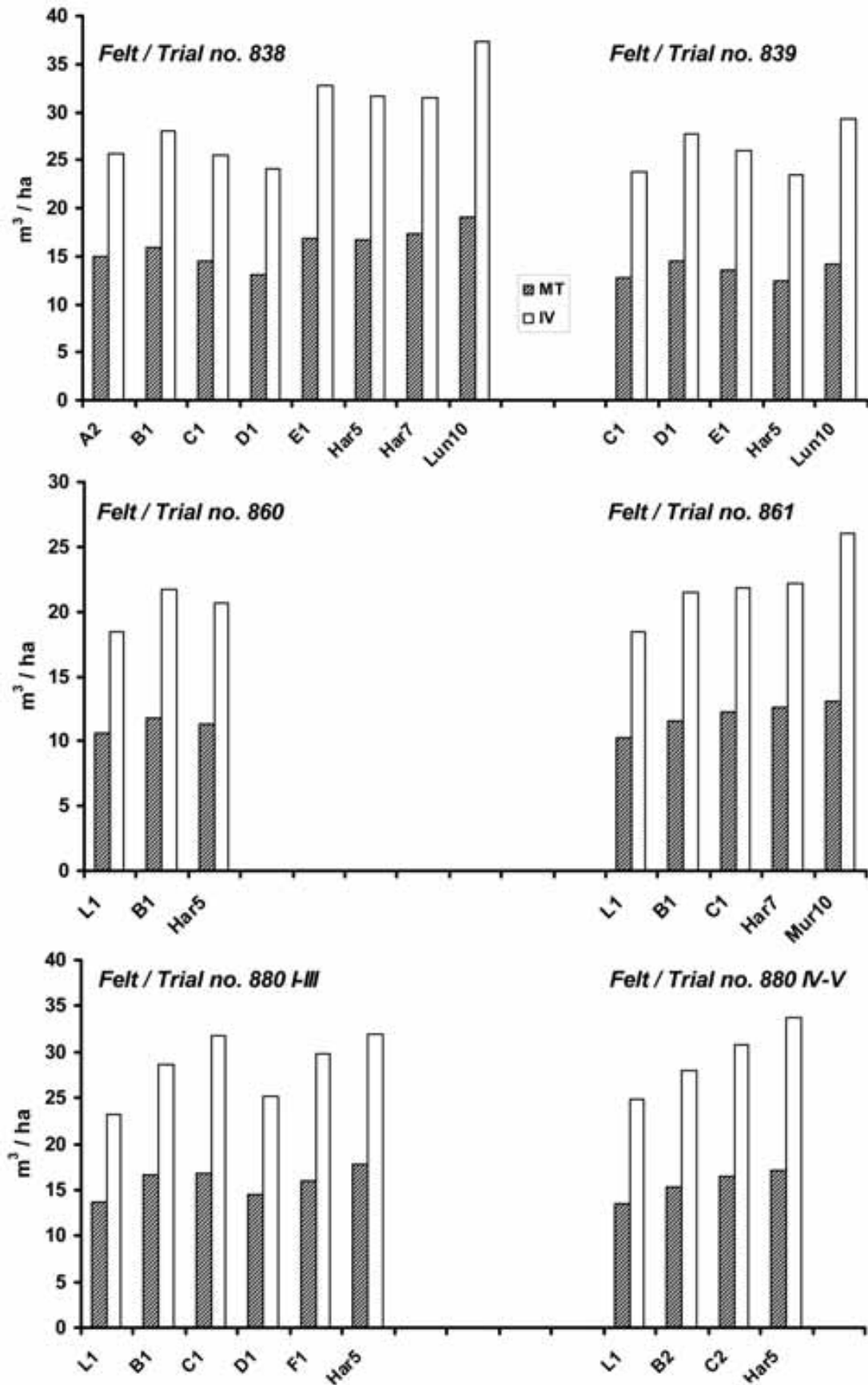
Egenskaper som er testet ved hjelp av variansanalyse er totalproduksjon ved siste revisjon, årlig middeltilvekst, løpende tilvekst (midlere tilvekst per år i perioden mellom de to siste revisjoner), samt stående volum og skader ved siste revisjon. Sammenligninger av skadefrekvenser ble utført etter arcsintransformering av dataene. I tillegg er det sammenlignet middeltall og variasjon med hensyn på grunnflateveid middeldiameter og middelhøyde ved siste revisjon, samt årlig diameter- og høydevekst i siste revisjonsperiode. Sammenligninger av middeldiameteren er basert på samtlige gjenstående trær, tilsvarende ca 1100 stammer per ha. Denne fremgangsmåten ble valgt framfor å sammenligne for eksempel de 800 eller 1000 grøvste stammer per ha, da det kun var ubetydelige og ikke signifikante forskjeller med hensyn på gjenstående treantall for de ulike proveniensene ved siste revisjon. Alle arealbaserte produksjonstall er oppgitt som bruttotall i kubikkmeter over bark og per hektar. Volumberegningene følger Vestjordets funksjoner for gran, (1967), mens høydebonitet er angitt etter Tveite (1977).

3. RESULTATER

3.1 Produksjon

Figur 1 viser de ulike proveniensenes årlig middeltilvekst, og årlig løpende tilvekst siden forrige revisjon, på de ulike feltene. De mellomeuropeiske proveniensene er gjennomgående blant de mestproduserende på alle felt, med unntak for Felt 839 i Maridalen. På de feltene hvor det er mulig å sammenligne ulike mellomeuropeiske provenienser (838, 839 og 861) er det registrert større produksjon for de østerrikske proveniensene (Mur10, Lun10) sammenlignet med de nordtyske (Harz h5, h7). På Felt 838 er for eksempel middeltilveksten for den østerrikske Lun10 ved totalalder 46 år $19,1 \text{ m}^3$ per ha og år, mens den løpende tilveksten fortsatt er nesten dobbelt så høy. Harz-materialet har innen samme felt en middeltilvekst som ligger mellom $16,7$ og $17,2 \text{ m}^3$ per ha og år (Tabell 2). Forskjellene med hensyn på volumproduksjon og ulike bestandsparametre (grunnflateveid middeldiameter og -høyde, årlig høyde- og diameter-tilvekst) mellom de østerrikske proveniensene og Harz-proveniensene er imidlertid bare unntaksvis statistisk signifikante.

Innen de enkelte feltene har den høyest ytende av de norske proveniensene oppvist et produksjonsnivå som i de fleste tilfellene ligger opp mot Harz-materialet, eller endog noe høyere på enkelte felt (Figur 1, Tabell 2). For proveniensene fra Sør- og Østlandet er det relativt få klare tendenser som gir grunnlag for en generell rangering. På feltene i Ringsaker er den stedegne proveniens B1 testet på samtlige felter unntatt blokk IV-V på felt 880. Denne proveniens har generelt hevdet seg bra, men på de fleste feltene har både de mellomeuropeiske og mer sørlige norske provenienser noe større ytelse. Dette er særlig fremtredende på felt 838, hvor proveniens E1 (Sørlandet) rangerer høyest av de norske. Proveniens D1 (indre Oslofjord) har hevdet seg best av de norske på felt 839, forøvrig lokalisert innenfor sankeområdet for denne proveniens. På de feltene i Ringsaker hvor D1 proveniens er testet, har denne derimot produsert minst av de norske med unntak for proveniens L1 (midtre Trøndelag). Proveniens L1 har, på alle felt hvor den er testet, gitt minst ytelse av samtlige (Figur 1, Tabell 2).



Figur 1. Årlig middeltilvekst (MT) og årlig løpende tilvekst (IV) for ulike provenienser i fem proveniensforsøk på Østlandet.

Mean annual increment (MT) and current annual increment (IV) for different provenances in five trials in southeast Norway.

Tabell 2. Produksjonsdata for ulike provenienser i fem proveniensforsøk på Østlandet. Alle data er fra siste revisjon. På grunn av ubalanserte data er alle statistiske sammenligninger utført med minste kvadraters metode (lsmean), mens tabulerte verdier er oppgitt som uveide gjennomsnittstall for alle ruter med samme proveniens innen forsøksfelt.

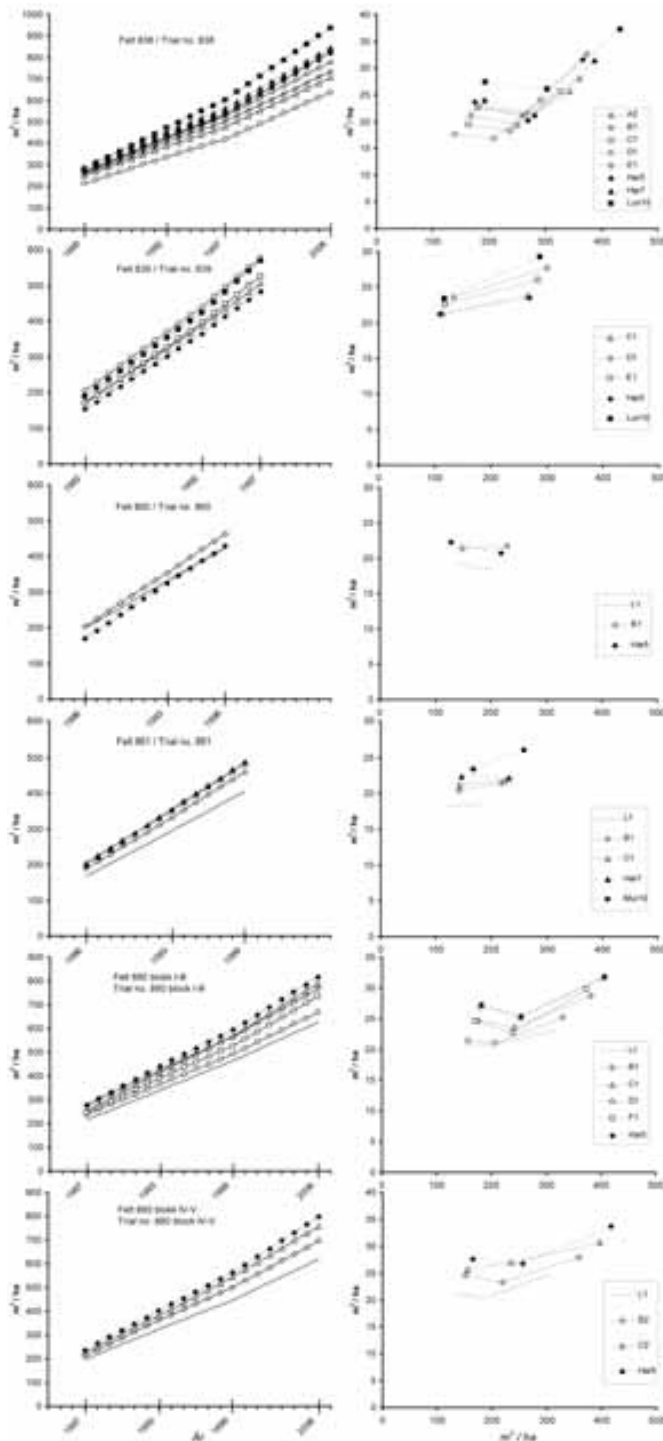
Yield data for different provenances in five trials in southeast Norway. All data are from the last revision. Due to unbalanced data, the least square mean method has been applied in Anova-testing. Observed mean values are displayed.

Proveniens	Høydebonitet	Årlig middeltilvekst	Årlig løpende tilvekst	Stående volum	Middel-diameter	Middel-høyde	Årlig diameter-tilvekst	Årlig høyde-tilvekst
<i>Provenance</i>	<i>Site index H₄₀(m)</i>	<i>Mean annual increment-MT (m³/ha)</i>	<i>Current annual increment iV (m³/ha)</i>	<i>Standing volume V3 (m³/ha)</i>	<i>Mean diameter D_g (cm)</i>	<i>Mean height H_L (m)</i>	<i>Annual diameter increment iD (mm)</i>	<i>Annual height increment iH (cm)</i>
<i>Felt 838 / Trial no. 838</i>								
A2	22,3	15,0 ^{ab}	25,7 ^{ab}	553 ^{ab}	24,6 ^{ab}	22,5	3,7	47
B1	23,2	15,9 ^b	28,0 ^{bc}	609 ^{bc}	25,1 ^{ab}	23,0	3,8	50
C1	23,0	14,4 ^{ab}	25,6 ^{ab}	555 ^{abc}	23,9 ^{ab}	22,4	3,5	51
D1	22,7	13,0 ^a	24,0 ^a	501 ^a	23,5 ^a	21,5	3,7	50
E1	23,3	16,9 ^{bc}	32,7 ^d	663 ^{bcd}	26,0 ^{bc}	23,3	4,3	55
Har5	24,2	16,7 ^{bc}	31,6 ^{cd}	650 ^{bc}	25,4 ^{abc}	23,3	4,1	56
Har7	23,8	17,2 ^{bc}	31,5 ^{cd}	671 ^{cd}	25,8 ^{bc}	23,3	3,9	54
Lun10	24,4	19,1 ^c	37,3 ^e	768 ^d	27,5 ^c	24,1	4,6	56
<i>Felt 839 / Trial no. 839</i>								
C1	24,3	12,8	23,8	386	21,3	19,4	4,7 ^a	50
D1	25,0	14,5	27,7	434	22,4	20,1	5,0 ^{ab}	53
E1	24,8	13,6	26,0	407	22,3	19,5	5,0 ^{ab}	52
Har5	23,8	12,4	23,5	383	21,8	18,9	4,7 ^{ab}	49
Lun10	24,5	14,2	29,3	429	22,4	20,0	5,6 ^b	55
<i>Felt 860 / Trial no. 860</i>								
L1	22,2	10,7	18,4 ^a	284	20,2	17,3	4,9	40
B1	23,3	11,8	21,8 ^b	321	21,2	18,8	5,3	44
Har5	22,8	11,3	20,7 ^{ab}	309	21,1	17,4	5,1	46
<i>Felt 861 / Trial no. 861</i>								
L1	21,9	10,3 ^a	18,5 ^a	291 ^a	19,9 ^a	17,5 ^a	4,6	47
B1	23,3	11,6 ^b	21,5 ^b	341 ^{bc}	20,9 ^b	18,5 ^{bc}	4,8	49
C1	23,5	12,2 ^{bc}	21,8 ^b	347 ^{bc}	21,1 ^b	18,6 ^{bc}	4,9	48
Har7	23,4	12,6 ^c	22,2 ^b	359 ^{bc}	21,6 ^b	18,2 ^{bc}	4,9	48
Mur10	24,5	13,0 ^{bc}	26,0 ^c	415 ^c	22,5 ^b	19,3 ^c	4,9	56
<i>Felt 880 – Blokk I-III</i>								
<i>Trial no. 880 – Block I-III</i>								
L1	22,1	13,6 ^a	23,2 ^a	470 ^a	24,2 ^a	19,8 ^a	4,0 ^a	43 ^a
B1	23,7	16,7 ^{bc}	28,7 ^{bc}	578 ^{bc}	24,9 ^{ab}	21,8 ^b	4,2 ^{ab}	47 ^{abc}
C1	25,1	16,8 ^{bc}	31,7 ^c	621 ^c	25,5 ^{bc}	22,7 ^b	4,5 ^{bc}	50 ^{bc}
D1	23,6	14,5 ^{ab}	25,2 ^b	497 ^{ab}	24,7 ^{ab}	21,0 ^{ab}	4,4 ^{bc}	45 ^{ab}
F1	23,9	16,0 ^{bc}	29,7 ^{bc}	581 ^{bc}	25,5 ^{abc}	21,9 ^b	4,3 ^{abc}	52 ^c
Har5	23,6	17,8 ^c	31,9 ^c	625 ^c	26,5 ^c	22,0 ^b	4,6 ^c	50 ^{bc}
<i>Felt 880 – Blokk IV-V</i>								
<i>Trial no. 880 – Block IV-V</i>								
L1	22,3	13,5	24,8	478	24,0	19,8	4,1	49
B2	23,3	15,2	27,9	549	25,8	20,6	4,4	48
C2	24,0	16,5	30,7	607	25,7	21,7	4,4	49
Har5	24,6	17,2	33,7	648	26,4	22,1	4,4	54

3.2 Tilvekstutvikling mellom de ulike revisjoner

Produksjonsforskjellene som er observert ved første revisjon har i de fleste tilfellene økt ved de senere revisjoner (Figur 2 a-f), men rangeringen har kun unntaksvis endret seg over tid. Et unntak er felt 860, hvor Har5 lå klart dårligst an ved første revisjon, men denne har siden passert L1. I samme figur er også årlig tilvekst i perioden mellom de ulike revisjonene plottet mot stående volum per ha ved

tilvekstperiodens begynnelse (Fig. 2 g-l). For flere av feltene går det fram at den løpende tilveksten i perioden mellom 2. og 3. gangs revisjon ligger lavere enn i perioden mellom 1. og 2. revisjon. På de to feltene som har vært fulgt med målinger fire ganger (838 og 880) har tilveksten igjen økt mellom 3. og 4. (siste) revisjon. På alle feltene samsvarer startidspunktet for første og andre tilvekstperiode med tidspunktet for 1. og 2. gangs tynning.



Figur 2. Utvikling i totalproduksjon i m³/ha for ulike provenienser i fem forsøksfelt på Østlandet (a-f), med tidspunkt for revisjoner markert med år på x-aksen. Midlere årlig tilvekst i perioden mellom de ulike revisjonene er vist i figurens høyre del (g-l), avsatt over stående volum per ha ved periodens begynnelse. Alle rutene ble tynnet til henholdsvis ca 1600 og 1100 trær per ha etter første og andre revisjon, dvs. ved begynnelsen av de to første tilvekstperiodene.

Total production in m³/ha for different provenances in five trials in southeast Norway (a-f), with the different revisions years indicated on the x-axis. In the right part of the figure (g-l), the mean annual increment between revisions is plotted over standing volume at the beginning of the increment period. The plots were thinned to ca. 1600 and 1100 stems/ha after the first and second revisions, i.e. at the beginning of the first two increment periods.

3.3 Sammenheng mellom tidlig høydevekst og ulike tilvekstparametre

De første årene etter etableringen (1967–72), mens trærne var mellom 1 og 4 m høye, ble det målt toppskuddlengder på samtlige planter på felt 838. Ved senere analyse av dataene fra den første revisjonen i 1985 (totalalder 28 år) ble det påvist høy korrelasjon mellom de målte toppskuddlengdene og ulike tilvekstparametre (Eikeland & Blingsmo 1991). Den midlere toppskuddlengde for et varierende antall av de største plantene ble testet, og korrelasjonen var høyest når et utvalg av de 1000 høyeste plantene per ha ble brukt som grunn-

lag. Det er nå foretatt en tilsvarende analyse for noen sentrale tilvekstparametre fra den 4. revisjonen høsten 2006. Determinasjonskoeffisientene (r^2) for den lineære sammenhengen mellom de valgte tilvekstparametre og midlere toppskuddlengde for de 1000 opprinnelig høyeste planter per ha er vist i Tabell 3, for henholdsvis 2. og 4. revisjon. En sammenligning angir at korrelasjonen fremdeles er klart signifikant ved siste revisjon, selv om den har blitt noe lavere for alle de undersøkte parametrene, med unntak for grunnflateveid middelhøyde (H_L).

Tabell 3. Determinasjonskoeffisient (r^2) for sammenhengen mellom tidlig høydevekst for de 1000 høyeste trærne per ha og noen sentrale variabler fra revisjonene i 1985 og 2006. Felt 838.

Coefficient of determination for the relationship between height increment for the 1000 tallest trees per ha and some production related variables measured in the 1985- and 2006-revisions. Plot no 838.

	1. revisjon (1985) 1)	4. revisjon (2006)
Vt, totalproduksjon, <i>total production</i>	0,79	0,69
V3, stående volum, <i>standing volume</i>	0,77	0,69
D_g , grunnfl.veid middeldiam., <i>mean diameter</i>	0,68	0,56
H_L , grunnfl.veid middelhøyde, <i>Loreys mean height</i>	0,72	0,72
iD, diam. tilvekst siste per, <i>annual diam growth</i>	Ikke analysert	0,35
iH, høydetilvekst siste per, <i>annual height growth</i>	Ikke analysert	0,59

1) Kilde: Eikeland og Blingsmo (1991).

3.4 Skader

Andelen trær med synlige kvalitetsnedsettende feil i form av stammesprekk, gankvist, krok og dobbeltopp ble nøye vurdert ved visuell inspeksjon av samtlige stående trær på felt 838 og 880. Gankvist og krok var de vanligste feilene på begge feltene (Tabell 4), mens stammesprekk og dobbeltopp ble funnet på mindre enn 5 % av trærne. Det var ikke

mulig å påvise signifikante forskjeller mellom proveniensene innen hvert av feltene, og rangeringen for enkelte provenienser var tildels motsatt for de to feltene. For eksempel har stedegen proveniens B1 høyest frekvens av gankvist og høyest total skadefrekvens på felt 838, mens den samme proveniensen har lavest total skadefrekvens, og nest lavest frekvens av gankvist, på felt 880.

Tabell 4. Andel (%) av trærne med henholdsvis stammesprekk, gankvist, krok og dobbeltopp, samt andel trær med minst en av de samme skadetyperne. Data fra siste revisjon på forsøksfelt 838 og 880, Ringsaker.

Proportion (%) of trees with various types of damages (cracks, spike knots, crooks, forked stems). Data from the last revision of trial nos. 838 and 880. Ringsaker.

Proveniens Provenance	Stammesprekk Stem cracks	Gankvist Spike knot	Krok Crook	Dobeltopp Forked stem	Skadde – totalt Injured – total
<i>A) Felt 838 / Trial no. 838</i>					
A2	2,8	20,7	15,7	0,9	31,8
B1	4,0	27,8	17,4	1,8	38,7
C1	4,5	21,4	15,5	1,8	34,5
D1	3,2	20,5	15,0	1,8	32,7
E1	6,4	21,4	15,0	1,4	35,5
Har5	3,2	23,7	15,5	1,8	32,5
Har7	0,0	22,1	20,3	2,3	32,9
Lun10	1,4	27,1	19,0	5,4	36,2
Middel	3,2	23,1	16,7	2,2	34,4
<i>B) Felt 880 / Trial no. 880</i>					
B1	2,1	25,6	11,7	0,9	32,5
B2	0,9	35,4	11,1	1,9	39,4
C1	6,2	36,7	13,0	1,3	43,8
C2	3,6	24,9	16,9	0,9	34,6
D1	4,4	32,5	13,3	0,9	40,7
F1	2,2	37,8	16,9	3,1	48,2
Har5	2,9	34,7	13,4	1,9	40,4
L1	0,4	30,8	13,1	2,3	38,0
Middel	2,8	32,3	13,7	1,7	39,7

4. DISKUSJON

4.1 Produksjon og skader

Region Østlandet omfattes av frøsankeområdene A i nord og deretter B i midtre sone, C i de sørlige deler og D i de aller mest kystnære strøk mot Oslofjorden og Skagerrak. Bruksområdet strekker seg fra havets nivå og opp til skoggrensen på ca. 950 m i nordvest og 700 m i nordøst. En stor del av Østlandet har forholdsvis kontinentalt klima, og snødekke over 300–400 moh er oftest ganske stabilt fra november til april. Tunge snøfall, er ikke uvanlig fra 400 moh og oppover. I de tørre delene av Gudbrandsdalen og Nord-Østerdalen er imidlertid snøbrekkskader relativt lite vanlig. De gunstigste klimaforholdene finnes i de helt «fjornære strøk» i Østfold og Vestfold, Follo i Akershus, Asker, Bærum samt områdene Ringerike-Hole og rundt Mjøsa (jfr. Utaaker 1963). Deretter følger et strengere klima i nedre Telemark, indre Vestfold, østre deler av Østfold og Akershus samt søndre deler av Hedmark. Et område fra Østfold i sør, langs svenskegrensen og til og med Trysil i nord er utsatt for vår- og sommerfrost. (Skinnemoen 1963, LD 1996). De fem forsøksfeltene som er omtalt i denne rapporten ligger alle i en klimatisk gunstig del av region Østlandet, i det man gjerne omtaler den boreonemorale sone (Moen 1998). Samtidig er det grunn til å understreke at det forekommer betydelige lokale klimavariasjoner innenfor denne sonen (Skinnemoen 1963), for eksempel i frostepisoder i vegetasjonsperioden, antall nedbørsdøgn, vekstenheter og antall vekstdøgn, maks. og min. temperaturer, tidspunkt for passering av 5 °C grader vår og høst. I mange tilfeller vil også andre forhold som helning, eksposisjon, kaldluftsdrenasje, og skogforholdene rundt feltet spille en rolle for dyrkningsforholdene. Generelt gjelder det at proveniensen er hardfør nok til å tåle ikke bare gjennomsnittsklimaet på voksestedet, men også klimaekstremerne. I RegClims prognoser frem mot 2071–2100 forventes sommertemperaturen i Sør-Norge å øke med fra 1,0 til 4,2° C. Sommernedbøren viser større variabilitet fra -13,4 til + 9,0 %. Men selv om vekstsesongens lengde øker forventes også klimaforholdene på vår- og høstparten å bli mer ustabile (RegClim 2005).

Samlet sett utmerker verken forsøksmaterialet fra Tyskland eller Østerrike seg i positiv eller negativ retning sammenlignet med stedegen gran hva gjelder skadefrekvens. Tidligere rapporter om større frekvens av skader i kulturgran fra Østfold (jf. Die-

trichson et al. 1991, Skrøppa et al. 1993, Flæte & Kucera 1999) omfatter i særlig grad materialene Mariazell (Mar10), Gastein (Gas10), Bischofshofen (Bis10) samt den sydtyske Freiburg (Fre9). Det er viktig å understreke at ingen av disse materialene er representert i forsøkene i Ringsaker og i Oslo.

Mens granprovenienser fra østlige deler av Europa (nordøstlige Polen, Hviterussland, Baltikum) normalt har to-tre uker seinere vekststart på våren sammenlignet med stedegen gran, er materialer fra vestlige deler av Sentral-Europa mer lik stedegne materialer i forhold til vekststart. Risikoen for vår-frostskader for materialene Mur, Lun og Har er dermed neppe vesentlig forskjellig fra norske B1–2 og C1–2 og E provenienser. Et annet viktig spørsmål er imidlertid resistensen mot høst- og vinterfrost. En betydelig flytting nordover medfører gjerne sen vekstavslutning og kan dermed gi mangelfull modning av årsskuddene. Hyppigheten av høst- og vinterfrostskader vil da kunne tilta (Walberg 1980, Magnesen 1992). Mens gran fra Nord-Tyskland (Harz) gjerne betegnes som oseanisk tilpasset, er det østerrikske materialet Lun og særlig Mur beskrevet som sterkt kontinentale (Dietrichson 1961).

Kontinentale, høyereleggende materialer fra sørlige alpeområder avslutter veksten relativt seint om høsten. En lang vekstperiode bidrar generelt til stor vekstkraft, men andelen sommerved (senved) som gjerne dannes fra knoppsettingstidspunktet, blir mindre. Harz (5–7) er også kjent for å avslutte veksten relativt seint på høsten, dog neppe så seint som kontinentale østerrikske alpeprovenienser fra ca. 1000 moh. I et forsøk på Hoxmark, Ås, hadde 50 % av småplantene av proveniens C1 gjort unna knoppsetting før 25. august, mens tilsvarende for en Østerriksk proveniens fra Tirol 900 m o.h. var 8. september (Skrøppa et al. 2008). Granmaterialer fra Trøndelag og Helgeland vil kunne starte veksten relativt tidlig når de dyrkes på Sør- og Østlandet, men vil også avslutte relativt tidlig på høsten (Nyeggen et al. 2007). I så måte faller de vekstmessig dårlig ut, i tillegg til at risikoen for klimabetingede skader er stor. I vårt materiale skiller imidlertid ikke materialet fra Trøndelag seg skademessig ut sammenlignet med andre materialer.

Plantemateriale fra Harz har gjennomgående vist å være svært godt tilpasset det oseaniske klimaet i lavereliggende fjordstrøk på Vestlandet, og har her fremvist bestand med både meget høy ytelse, gode virkesegenskaper og lav skadefrekvens (Magnesen 2000, Øyen 2007). I noen grad ble det i tiden før

2.verdenskrig også benyttet frø fra Harz i Tyskland på Østlandet og Sørlandet (Klem 1957, Dietrichson 1969, Dietrichson 1976). I noen studier har Harzprovenienser dog vist høyere skadenivå enn stede- gen gran i kystnære strøk på Østlandet, som i proveniensforsøkene ved Bjerkøy ved Tønsberg (Dietrichson 1976, Fotland & Skrøppa 1989) og Tune i Østfold (Walberg 1980). I Walbergs undersøkelser fremkommer en klar kyst-innlandsgradient som ga seg utslag i lave skadefrekvenser for både Harzprovenienser og stedegent materiale på de fleste kystnære lokaliteter, mens det ble funnet skadenivå tilsvarende de vi har registrert og samtidig større proveniensforskjeller på mer kontinentale lokaliteter. Det finnes dermed få holdepunkter for å hevde at skadebildet for Har5 og Har7 skiller seg i særlig grad fra norske lavlandsprovenienser når de anvendes i kystklimaet ved Oslofjorden (Walberg 1980). Vekstkraften, særlig i form av diametertilvekst, er normalt noe større (Walberg 1980, Fotland & Skrøppa 1989).

Vi kjenner ikke til andre rapporter der skadenivået er studert i forsøksfelt for ulike mellom-europeiske og norske provenienser så vidt sent i omløpstiden som i denne studien, som oftest har materialene kun vært fulgt frem til ca. 20–30 års alder. Undersøkelser viser at granbestand østafjells gjerne har en stor andel av trær med krok, gankvist, tverrkrok og råte som medfører tvangskapp ved maskinell aptering (f.eks. Finstad 2002). I så måte er det nivået som her er representert med andeler av visuelt bedømte trær med skader på 33–50 % neppe unormalt høyt. I unge bestand plantet på henholdsvis skogsmark og dyrka mark i Østfold fant Skrøppa et al. (1993) at 53 og 42 % av trærne med opprinnelse fra Mellom-Europa hadde gankvist, mot bare 16 % i de stedegne materialene.

I våre forsøksbestand er det også gjennomført to tynninger. Selv om det har vært en forhåndsdefinert tynningsstyrke har man gjennom tiltaket hatt visse muligheter til å selektene bort de aller svakeste eller sterkt skadde individer. En tilsvarende mulighet er også til stede ved standard behandlingsprogram og resultatene vil således gi en realistisk beskrivelse av en normal skjøttet skog med slike frømaterialer. De skadevurderinger som er foretatt tidligere indikerer imidlertid ingen større forskjeller i skademønster sammenlignet med de siste revisjoner.

4.2 Økonomi

For å illustrere økonomiske effekter knyttet til av valg av materiale har vi beregnet forskjeller i slakteverdi mellom B1 og den mest produktive av de mellom-europeiske proveniensene som er anvendt i to av forsøkene (felt 838 og 880). Fremgangsmåten har vært følgende: Initialtilstand (V3, H40, T13) gjelder situasjonen for vedkommende rute ved siste revisjon og bestandsutviklingen er simulert fram til sluttthogst 15 år frem i tid. Ettersom plantene ble satt ut som fireåringer, har vi regnet med en omløpstid på 60 år for felt 838 og 57 år for felt 880. Det er lagt inn en avgangsrate på bruttovolumet på 5 % per femårs tilvekstperiode, om lag 25 % over den volumavgang som har vært observert i feltene i siste tilvekstperiode. Bonitetsutviklingen forventes å være stabil fra dagens nivå.

Vi har gjort en streng klassifikasjon i forhold til trær med skader og har ut fra disse frekvensene estimert at volumandelen massevirke/sagtømmer i prosent for alle ruter og felt ligger fast på 60/40 ved avvirking ved siste revisjon og 50/50 ved avvirking om 15 år. Vi har videre forutsatt en virkespris til skog-eier på 380 kr/m³ for sagtømmer og 220 kr/m³ for massevirke, driftskostnad og administrasjonskostnad: 120 kr/m³. Fra brutto skogsvolum har vi gjort et fradrag på 10 % for bark, topp, bult og vrak. Dagens pris- og kostnadsforhold forutsettes å ha en stabil utvikling de kommende 15 år.

Tabell 5. Simulering av bestandsutvikling og slakteverdi ved avirkningstidspunkt. Tall per ha. Grunnverdi er ikke medregnet.
Simulation of stand development and profitability analyses based on present stumpage prices. Figures per hectare. Land costs are excluded.

	Fl. 838		Fl. 880	
Frømaterialer				
<i>Provenance</i>	B1	Lun 10	B1	Har 5
Høydebonitet, H_{40}				
<i>Site index, H_{40}</i>	23,2 m	24,4 m	23,7 m	23,6 m
Stående volum, siste rev.				
<i>Volume, last revision</i>	629 m ³ /ha	769 m ³ /ha	578 m ³ /ha	625 m ³ /ha
Stående volum om 15 år				
<i>Volume after 15 years</i>	883 m ³ /ha	1053 m ³ /ha	856 m ³ /ha	919 m ³ /ha
Slakteverdi, siste rev.				
<i>Net revenue, last revision</i>	92 840 kr/ha	113 504 kr/ha	85 313 kr/ha	92 250 kr/ha
Slakteverdi, om 15 år				
<i>Net revenue after 15 years</i>	143 100 kr/ha	170 640 kr/ha	138 715 kr/ha	148 873 kr/ha

For felt 838 har den mellomeuropeiske proveniensen Lun 10 en slakteverdi som ligger 19–22 % over proveniens B1. For felt 880 ligger Har 5 i slakteverdi 7–8 % over B1. Om man isteden velger et avirkningstidspunkt ved en definert overhøyde (terminalhøyde) eller ved passering av et bestemt stående volum vil dette i økonomisk forstand favorisere de mellomeuropeiske materialene. I samme retning virker også det forhold at tynningsinngrepet kan foregå tidligere og tynningsuttaket være noe større ved bruk av de mer produktive materialer. Vi har i denne beregningen holdt tynningseffektene utenfor kalkylene.

4.3 Konklusjon og anbefalinger

Fra denne forsøksserien som har vært fulgt fra tidlig på 1960-tallet og frem til i dag kan følgende hovedkonklusjoner trekkes:

1. Gran fra Harz i Nord-Tyskland og alpeproveniensen Lun 10 og Mur 10 fra Østerrike har gitt en produksjonsmessig gevinst og en forventet økonomiske avkastning som er like stor eller større enn stedegent granmateriale og skadebildet fremviser ingen klare forskjeller. Denne forsøksserien angir derfor at Harz h5 og h7, Lun h10 og Mur h10 kan være fullt ut egnede dyrkningsmaterialer i klimatisk gunstige områder ved Oslofjorden og ved Mjøsa, og den underbygger granas store plastisitet i forhold til å tåle omfattende forflytning.
2. Med bakgrunn i de vekst- og skadeforskjeller som har fremkommet i denne forsøksserien og med en kobling mot de forventede klimaendrin-

ger ser vi per i dag likevel få tungtveiende grunner til å foreslå vesentlige endringer i de overordnede retningslinjer Landbruks- og matdepartementet (1996) har gitt for kultur av gran i lavlandet østafjells. I kortform er det:

- å benytte foredlet og testet materiale (norsk plantasje frø: Kilen, Sanderud, Stange seint-skytende m.fl.),
- å anvende stedegent handelsfrø (B1–2, C1–2, D1).

Da provenienser fra de sørvestlige deler av Mellom-Europa dyrket på Østlandet i andre forsøk har vist ujevne vekstprestasjoner, sein innvintring og har tidlig vekststart gjelder fortsatt at man bør unngå bruk av materialer fra Bayerske alpeforland, Bayerske alper, Schwarzwald, Østerrike og Sveits (Magnesen 1992, LD 1996). I lys av de bebudede klimaendringer bør man likevel ved fremtidig dyrkning av gran på Østlandet overveie å sikte mot relativt sentskytende materialer og fortrinnsvis slike som uten mer risiko for skader evner å utnytte en lengre vekstsesong. En stor andel av det foredlete materialet som i dag anvendes i sydlige Sverige har sin opprinnelse i Hvite-Russland, nordøstlige Polen og Baltikum (jf. Rosvall et al. 2002, Örlander 2009). Plantemateriale av gran fra disse områdene, dels også fra Romania (nordøstlige deler av Karpatene, Moldovita7–10), Tsjekia (Sudetene, Sum9) og Slovakia (Fatra, Fat9–11, Tatra, Vys10-Niz10, Vest-Beskidene Jav9, Slovakiske malmfjell, Vep12) har i enkelte norske forsøk vist lite eller ingen skader og har en vekstkraft på høyde med Harz 5–7. Dyrkningsgrunnlaget og representasjon av slike materialer i større skoglige forsøk er fortsatt begrenset og disse materialene kan derfor ikke ennå anbefales brukt i praktisk skogkultur østafjells før et bredere grunnlag er innhentet.

LITTERATUR

- Austin, T. 1961. Frø- og plantepriser, tilgang på frø og planter mv. i 1961. Årsskrift for Norske Skogplanteskoler 1960. 84 s.
- Dietrichson, J. 1961. Bruker vi mellomeuropeiske provenienser riktig? Norsk skogbruk 7, 67–70.
- Dietrichson, J. 1964. Proveniensproblemet belyst ved studier av vekstrytme og klima. Medd. Norske Skogforsves 19, 499–656.
- Dietrichson, J. 1969. The geographic variation of spring frost resistance and growth cessation in Norway spruce. Medd. Norske Skogforsves 27, 91–106.
- Dietrichson, J. 1975 (red.). Kurs i skogplanteforedling. Skogbrukets kursinstitutt, Honne. Stensilert kompendium, NISK, Ås.
- Dietrichson, J. 1976. The IUFRO provenance experiment of 1964/68 on Norway spruce. IUFRO, Oslo. 14 s.
- Dietrichson, J. 1991. Genspredning fra plantet mellom-europeisk gran på Sør-Østlandet. Rapp. Skogforsk 11/91, 1–11.
- Dietrichson, J., Rognerud, P.A., Haveraaen, O. & Skrøppa, T. 1985. Stem cracks in Norway spruce (*Picea abies* L. Karst). Medd. Nor. Inst. Skogforsk 38(21): 32 s.
- Eikeland, H. & Blingsmo, K. R. 1991. Produksjon hos ulike granprovenienser i fire forsøk i Ringsaker, Hedmark. Rapport fra Skogforsk 1/91: 1–28.
- Flæte, P.O & Kucera, B. 1999. Virkesegenskaper til mellom-europeiske og norske granprovenienser plantet i Østfold. Rapp. Skogforsk 1/99, 33 s.
- Finstad, K. 2002. Prisflatefunksjon for gran hvor virkesfeil inngår. Aktuelt fra Skogforskningen 6/02, 30–31.
- Fottland, H. & Skrøppa, T. 1989. Proveniensforsøket IUFRO 1964/1968 med gran (*Picea abies* L. Karst) i Norge. Variasjon i avgang og høydevekst. Medd. Nor. Inst. Skogfors. 43(1), 1–30.
- Giertych, M. 1976. Summary results of the IUFRO 1938 Norway spruce provenance experiment. *Silva Genetica* 25, 154–164.
- Gøhrn, V. 1966. Proveniensforsøg med gran. Danske forsøksresultater og utdrag af de hittil offentliggjorte resultater fra den internationale forsøgsserie 1938. Beretning 231, Forstl. Forsøgsvæsen, Danmark, 312–437.
- Haugberg, M. 1964. Granproveniensspørsmålet belyst ved noen eksempler fra Råstoffutvalgets forsøk. Rapport om SSFFs råstoffutvalg virksomhet, 1951–1964. S. 87–138.
- Langlet, O. 1960. Mellaneuropeiska granprovenienser i svenskt skogsbruk. Kungl. Skogs- och Lantbrukad. Tidsskr. 1960 (5–6), 261–329.
- LD 1996. Regelsamling for frø- og planteforsyningen i skogbruket. Del A. Bestemmelser som gjelder både frø- og planteforsyningen. Del B. Bestemmelser som kun gjelder frøforsyningen. Landbruksdepartementet, Oslo.
- Magnesen, S. 1992. Treslagets og proveniensens betydning for skogskader: En litteraturstudie fra en ca. 100 årig epoke i norsk skogbruk. Rapp. Skogforsk 7/92, 1–46.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. Vegetasjonssoner. S. 94–95.
- NOLTFOX 2009. <http://www.noltfox/metla.fi> [database].
- Nyeggen, H., Skage, J.-O. & Østgård, Å. 2006. Er gran fra nordlige stork og fra høgtliggende skog eigna til juletre dyrkning i låglandet i Sør-Norge? Forskning fra Skog og landskap 02/2006, 1–16.
- RegClim 2005. Norges klima om 100 år. Usikkerheter og risiko. [<http://regclim.met.no>]. Nettutgave per sept 2005.
- Robak, H. 1962. Mellomeuropeisk gran på Vestlandet. Tidsskr Skogbr 70, 129–150.
- Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J., and Stener, L.-G. 2002. Predicted genetic gain from existing and future seed orchards and clone mixes in Sweden. *In* Proceedings of the Nordic Group for Management of Genetic Resources of Trees Meeting: Integrating Tree Breeding and Forestry, Mekrijärvi, Finland, 23–27 March 2001. Edited by M. Haapanen and J. Mikola. Finnish Forest Research Institute, Vantaa, Finland. Res. Pap. No. 842. pp. 71–85.
- Ruden, T. 1966. Skogbrukets planteforedling. Forelesningsnotat. NLH-Ås. 82 s + vedlegg.
- Skinemoen, K. 1963. Vekstfaktorene i Øst-Norge skoginspektørdistrikt. Tidsskr Skogbr 71, 2–58.
- Skogdirektøren 1939. Soneinndeling for sanking og bruk av gran og furufrø. Landbruksdepartementet.
- Skogdirektøren 1957. Forskrifter om frø- og planteforsyningen i skogbruket. Landbruksdepartementet. 40 s. + vedlegg.
- Skogdirektøren 1960. Retningslinjer om anvendelse av granprovenienser fra Mellom-Europa på Østlandet og Sørlandet. Landbruksdepartementet. 18 s.
- Skrøppa, T. & Dietrichson, J. 1986. Winter-damage in the IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce. Medd. Nor. Inst. Skogforsk. 39(10): 162–183.
- Skrøppa, T., Ryen Martinsen, D. & Følstad, A. 1993. Vekst og kvalitet av mellom-europeiske og norske provenienser plantet i Østfold. Rapp. Skogforsk 7/93, 1–20.
- Skrøppa, T., Tollefsrud, M.M., Sperisen, C. & Johnsen, Ø. 2008. Rapid change in adaptive performance from one generation to the next in *Picea abies* – central European trees in a Nordic environment. In: Tollefsrud, M.M. *Phylogeography, diversity and hybridization in Norway spruce inferred from molecular markers combined with pollen records*. PhD-thesis, University of Oslo.
- Tveite, B. 1977. Bonitetskurver for gran. Medd. Nor. Inst. Skogfors. 33.1, 1–84.
- Utaaker, K. 1963. The local climate of Nes, Hedmark. Universitetet i Bergen. Skr. 28. 117 s.
- Vestjordet, E. 1967. Funksjoner og tabeller for kubering av stående gran. Medd. Nor. SkogforsVes 84 (22), 543–574.
- Walberg, G. 1980. Proveniensforsøk med gran (*Picea abies* L. Karst) fra Tyskland og Norge. Meld. Nor. Landbr.Høgsk. 59(25), 1–29.
- Örlander, G. 2009. Spruce in the context of global change. IUFRO-conference, Halmstad. Excursion paper, Södra, Tiraholm, Sept. 02, 2009. 25 s.
- Øyen, B.-H. 2007. Provenienser, vekst og egenskaper for gran på Vestlandet. Viten fra Skog og landskap 2/07, 13–22.

VEDLEGG 1. SKISSE AV FELT 838.

Appendix 1. Sketch of trial no. 838.

FORSØK NR. 838 / TRIAL NO. 838 (I-II)

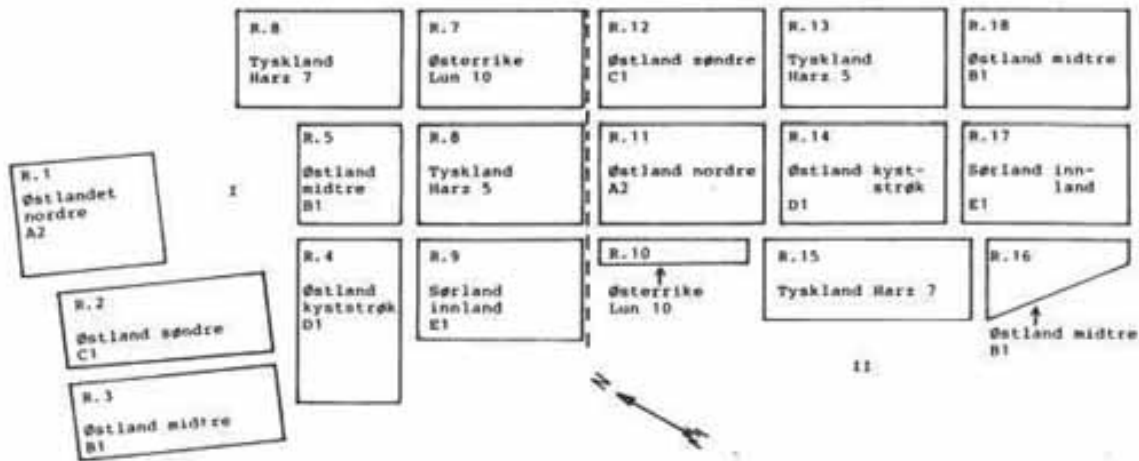
Kommune / Municipality: Ringsaker

Plantet: Våren 1962

Planted: Spring 1962

H.o.h. / H.a.s.l.: 370 m

Forband / Spacing: 1,8 m x 1,8 m



VEDLEGG 2. SKISSE AV FELT 839.

Appendix 2. Sketch of trial no. 839.

FORSØK NR. 839 / TRIAL NO. 839 (I-III)

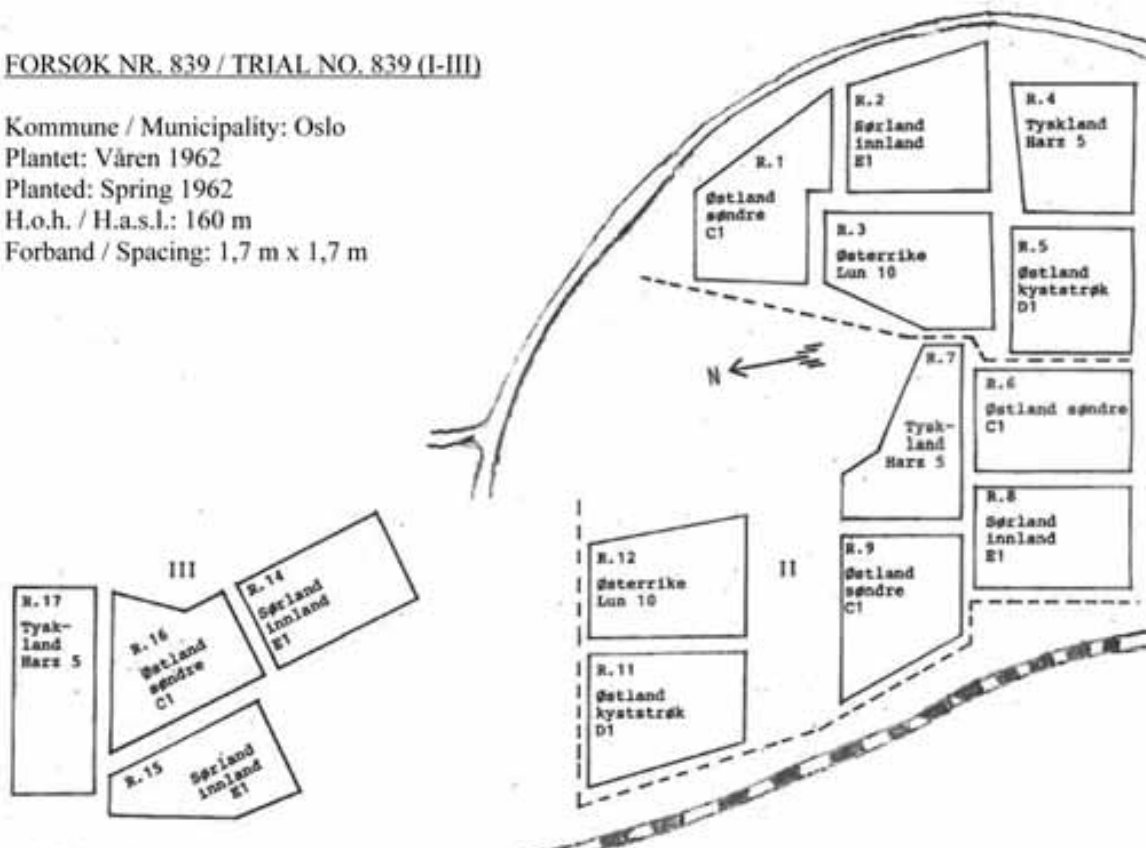
Kommune / Municipality: Oslo

Plantet: Våren 1962

Planted: Spring 1962

H.o.h. / H.a.s.l.: 160 m

Forband / Spacing: 1,7 m x 1,7 m



VEDLEGG 3. SKISSE AV FELT 860.

Appendix 3. Sketch of trial no. 860.

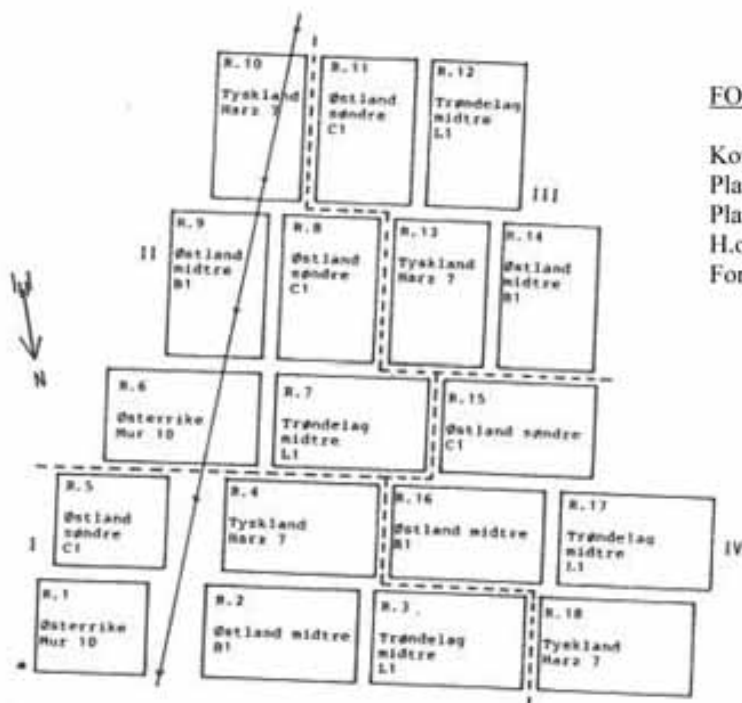


FORSØK NR. 860 / TRIAL NO. 860 (III-IV)

Kommune / Municipality: Ringsaker
 Plantet: Våren 1964
 Planted: Spring 1964
 H.o.h. / H.a.s.l.: 210 m
 Forband / Spacing: 1,8 m x 1,8 m

VEDLEGG 4. SKISSE AV FELT 861.

Appendix 4. Sketch of trial no. 861.



FORSØK NR. 861 / TRIAL NO. 861 (I-IV)

Kommune / Municipality: Ringsaker
 Plantet: Våren 1963 og 1964
 Planted: Spring 1963 and 1964
 H.o.h. / H.a.s.l.: 270 m
 Forband / Spacing: 1,8 m x 1,8 m

Forfatterinstruks for Forskning fra Skog og landskap

- Manus skrives i Word 12 punkt skrift med 1 ½ linjeavstand, ren tekst; uten bruk av stiltyper i word.
 - » Forord
 - » Sammendrag
 - » Innledning
 - » Materiale og metode
 - » Resultat
 - » Konklusjon/diskusjon
 - » Litteratur
- Titler skal identifiseres ved hjelp av nummerering; 1., 1.1., 1.2., 2., 2.1., osv.
- Avsnitt markeres med dobbel linjeavstand.
- Latinske navn skal skrives i kursiv.
- Som desimalskille i tall skal det brukes komma på norsk og punktum på engelsk.
- Alle tabeller og talloppsett som skrives i Word, skal være med tabellfunksjonen (ikke bruk tabulator), og plasseres i teksten der det skal stå.
- Alle tabeller, figurer og bilder som er laget i andre programmer enn Word, skal vedlegges i sitt originale filformat. Velg gode størrelser i fontene så figurene beholder sin lesbarhet når de skaleres/nedfotograferes.
- Merk i manuset hvor tabeller/bilder/figurer i annet format enn Word skal inn. Skriv også inn tabell/bilde/figuratekst her.
- Strektykkelsen i figurer og grafer må ikke være mindre enn 0,11 mm, det vil si ¾ punkt.
- Tenk lesbarhet i grafer. Farger ser fint ut på skjermen, men er vanskelig lesbart i svart/hvit gjengivelse.
- Redaktøren tar standpunkt til om manuskriptet er kvalifisert for utgivelse i serien.

NORSK INSTITUTT FOR
SKOG OG LANDSKAP

adr.: Pb 115
NO-1431 Ås

tlf.: +47 64 94 80 00
faks: +47 64 94 80 01

nett: www.skogoglandskap.no

REGIONKONTOR
NORD-NORGE

adr.: Skogbrukets hus
NO-9325 Bardufoss

REGIONKONTOR
MIDT-NORGE

adr.: Statens hus
NO-7734 Steinkjer

REGIONKONTOR
VEST-NORGE

adr.: Fanaflaten 4
NO-5244 Fana

NORSK
GENRESSURSENTER

adr.: Pb 115
NO-1431 Ås

