



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forsøk med rumenske granprovenienser

Trials with Norway spruce provenances from Romania

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 161 | 2021



Tore Skrøppa

Divisjon for skog og utmark/Avdeling for skoggenetikk og biomangfold

TTTEL/TITLE

Forsøk med rumenske granprovenienser
Trials with Norway spruce provenances from Romania

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Tore Skrøppa

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
06.10.2021	7/161/2021	Åpen	117005	21/01465
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02926-7		2464-1162	19	

oppdragsgiver/employer:

Det norske Skogfrøverk

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Frode Hjort

STIKKORD/KEYWORDS:

Picea abies, proveniensvariasjon, høyde,
vekstrytme, skader og feil

Picea abies, provenance variation, height,
growth rhythm, damage

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Genetikk og planteforedling

Genetics and forest tree breeding

SAMMENDRAG/SUMMARY

Denne rapporten presenterer resultater fra fem serier med forsøk der rumenske granpopulasjoner er testet sammen med norske og tyske materialer. Noen av populasjonene var med i flere av forsøksseriene. Den ene serien omfatter både planteskole-, korttids- og feltforsøk. Forsøkene ble etablert i perioden 1964 til 1988. Målinger er blitt gjort av vekstrytme, høyde, diameter og kvalitetsegenskaper.

I alle seriene hadde gran fra Romania god vekst på plantefelt i lavere høydelaag på Østlandet, og veksten var betydelig bedre enn for gran fra lokale norske provenienser. På de fleste lokaliteter hadde den rumenske grana også bedre høydevekst enn gran fra proveniensen Westerhof fra lavere høydelaag i Harz, Tyskland. Det var betydelige forskjeller mellom rumenske populasjoner for høyde og diameter, og de fra de nord-østlige områdene i Karpatene vokste best. Trærne fra de rumenske populasjonene hadde i noen forsøk mer skader og feil enn de fra norske provenienser. Det var godt samsvar med veksten til disse populasjonene når de var testet i flere av seriene, og også mellom høydevekst i korttidsforsøket og feltforsøkene. Innen populasjoner var det store forskjeller mellom familier både for høydevekst, tidlighet, andel trær med høstskudd og skader og feil. Tidspunkter for start og avslutning av skuddstrekningen er de egenskapene som viste de største forskjellene mellom rumensk og norsk gran, med inntil 10 dagers forskjeller. Dette gjør at den rumenske grana vil være mindre utsatt for skader av frost om våren.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

I noen av disse forsøkene bør det kunne gjøres utvalg av materialer til en ny foredlingszone tenkt etablert for frøproduksjon for et varmere klima.

This report presents results from five series of trials where Norway spruce populations from Romania were tested in comparison with materials from Norway and Germany. Some of the populations were included in several trials. In one of the series both nursery, short-term and long-term field trials were planted. The trials were established between 1964 and 1988. Measurements have been made of annual growth rhythm, height, diameter and quality traits.

In all series the spruce populations from Romania showed superior growth compared with local provenances on sites at low altitudes in Eastern Norway. At most sites the Romanian materials were also taller than the German provenance Westerhof from low altitudes in Harz. Considerable differences were present among the Romanian populations for height and diameter, and those from the north-eastern part of the Carpathian Mountains had the best growth. Trees from the Romanian populations had in some trials more damage than those from the Norwegian provenances. The populations with the best height growth in the short-term tests were also the tallest in the field trials. Large differences were present among families within populations for height growth, the timing of bud flush, the frequency of trees with lammas growth and with stem defects. The largest differences between the Romanian and Norwegian spruce materials were observed for the timing of initiation and cessation of the shoot elongation period, with up to 10 days later development for the Romanian populations. As a consequence, they are less susceptible to spring frost damage.

In some of these trials selection could be made of materials for a breeding zone intended for seed production for warmer climatic conditions.

LAND/COUNTRY: Norge

GODKJENT /APPROVED

Tor Myking

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Arne Steffenrem

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

I et felles nordisk prosjekt ble det i 1962 gjort en innsamling av frø fra en rekke bestand i fjellkjeden Karpatene i Romania. Basert på disse frøpartiene ble det plantet forsøk i Norge, Danmark og Finland. De norske forsøkene ble utført i planteskoler, i korttidsforsøk på dyrka mark og i langsiktige feltforsøk på skogsmark. De rumenske partiene ble plantet i flere forsøksserier. De fleste av disse ble anlagt av Det norske skogforsøksvesen, som i 1972 skiftet navn til Norsk institutt for skogforskning (NISK). En forsøksserie ble plantet av daværende Institutt for Skogskjøtsel, Norges landbrukshøgskole, nå Fakultetet for miljøvitenskap og naturforvaltning, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Målinger er blitt gjort ved ulike aldrer i disse forsøkene, og data fra disse er fortsatt tilgjengelig. Mange av forsøkene ble initiert av og fulgt opp av Jon Dietrichson (NISK), som har rapportert resultater fra de tidlige planteskole- og korttidsforsøkene. Jeg vil rette en takk til forsøksverter, til de de som har initiert og fulgt opp forsøkene og til alle som har deltatt i målinger på forsøksfeltene. Analyser av data og utarbeiding av rapporten er gjort innen prosjektet Skogplanteforedling, finansiert av Stiftelsen Det norske Skogfrøverket.

Ås, 6. oktober 2021

Tore Skrøppa

Innhold

1 Innledning.....	6
2 Materialer og metoder	7
2.1 Forsøk	7
2.2 Forsøksserier	7
2.2.1 Serie 1.....	7
2.2.2 Serie 2.....	8
2.2.3 Serie 3.....	9
2.2.4 Serie 4.....	9
2.2.5 Serie 5.....	9
2.3 Statistiske analyser	9
3 Resultater	10
3.1 Serie 1.....	10
3.1.1 Planteskoleforsøk på Reiersøl og Stiklestad.....	10
3.1.2 Korttidsforsøk på Hogsmark.....	10
3.1.3 Tre feltforsøk.....	11
3.2 Serie 2	11
3.3 Serie 3.....	12
3.4 Serie 4.....	13
3.5 Serie 5.....	14
3.6 Materialer plantet i flere serier	14
4 Diskusjon.....	15
Litteraturreferanser.....	17

1 Innledning

Proveniensforskere fra Norge, Sverige, Danmark og Finland deltok på en utferd til Øst-Europa høsten 1962 med hovedvekt på Romania. Formålet var å få til en felles innsamling av granfrø fra disse områdene for bruk i de nordiske land. Det ble gjort en avtale med det rumenske skogforskningsinstituttet om innsamling av frø fra gode stedegne bestand (Gøhrn 1963; Haugberg 1964). Frøpartier ble etter dette samlet inn i 1962 fra 20 utvalgte bestand (populasjoner) i Romania. Frøpartiene var både avkom fra enkelt-trær (familier) og felles bestandsprøver. Forsøk med dette materialet ble etablert både i Norge, Danmark og Finland, og noen av partiene ble også inkludert i den store IUFRO 1964/68 forsøksserien med granprovenienser (Fottland & Skrøppa 1989).

I Romania vokste grana opprinnelig i tre deler av fjellområdet Karpatene: Vest-Karpatene, Sør-Karpatene og Øst-Karpatene (Figur 1). De nordlige deler av det siste området er blitt betegnet som det viktigste granområdet i landet og regnes som et optimumsområde for granskogen (Haugberg 1964). De fleste frøpartiene som ble samlet inn i 1962, kommer fra dette området som har et kontinentale klima med granskog i høydelag over 600 meter. Provenienser herfra var med i det første store IUFRO forsøket med gran fra 1938, og de rumenske proveniensene viste svært god høydevekst på de fleste lokaliteter, også i de skandinaviske land (Langlet 1960, Giertych 1976). I IUFRO 1964/68 forsøkene var de rumenske proveniensene blant de som hadde best høydevekst både på Østlandet og Vestlandet (Fottland & Skrøppa 1989). Forsøk med frøpartiene fra Romania ble etablert på Vestlandet med kortidsforsøk i perioden 1967-1973 og med flere feltforsøk plantet fra 1971 (Magnesen 2000). De viste her små forskjeller mellom de rumenske proveniensene både for overleving, vekst og skader.

Denne rapporten presenterer resultater fra fem forsøksserier med materialer av rumensk opprinnelse. Alle seriene inneholder populasjoner fra frøinnsamlingen i 1962. En av populasjonene var med i alle seriene og flere var med i fire. Den ene serien omfatter både planteskole-, korttids- og feltforsøk, og resultater fra de to første forsøkestypene ble rapportert av Dietrichson (1969, 1972). Her blir analyser gjort av målinger fra feltforsøkene i de fem seriene og av sammenhenger mellom feltene. Det blir også gjort sammenligninger mellom de rumenske proveniensene og standardproveniensen Westerhof, Harz, og norske provenienser.

2 Materialer og metoder

2.1 Forsøk

Tabell 1 gir en oversikt over forsøkslokaliteter der populasjoner av gran med rumensk opprinnelse ble plantet og år forsøkene ble etablert.

Tabell 1. Forsøkslokaliteter og etableringsår for forsøk.

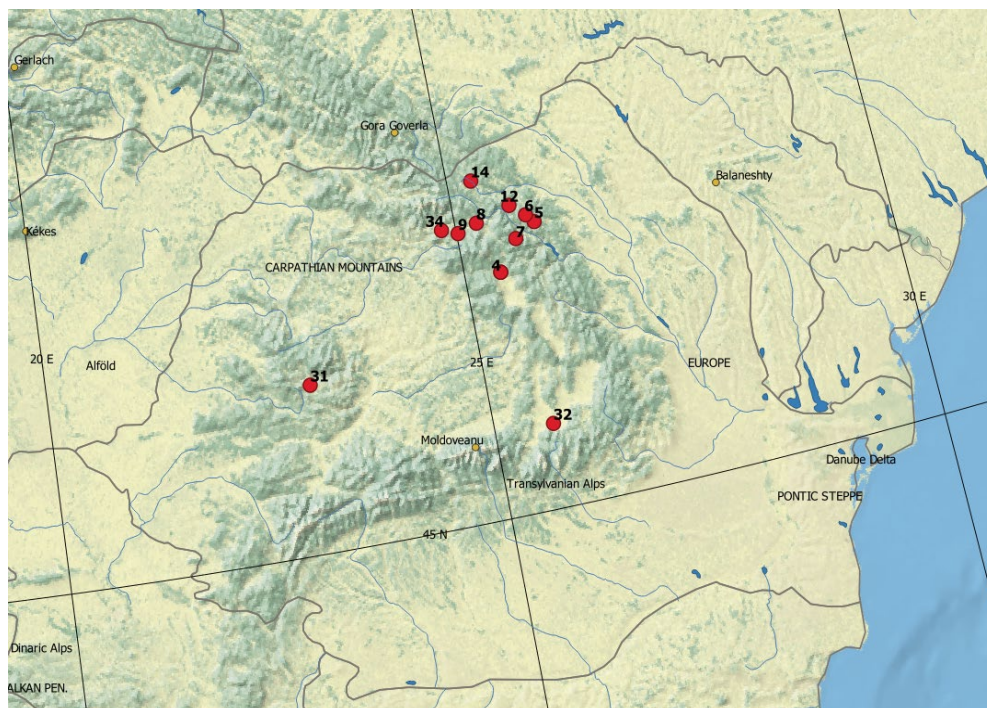
Lokalitet	Breddegrad	Lengdegrad	Høydelag m	Etablert år
Serie 1				
Reiersøl	58°30'	8°40'	50	1965
Stiklestad	63°47'	11°34'	70	1965
Hogsmark	59°40'	10°40'	80	1969
Byglandsfjord	58°40'	7°46'	210	1969
Froland	58°32'	8°30'	200	1969
Orkdal	63°10'	9°43'	80	1969
Serie 2				
Sørkedalen	60°01'	10°37'	200	1971
Serie 3				
Amla	61°11'	7°17'	120	1968
Syverud	59°42'	10°45'	70	1969
Serie 4				
Bjerkøy	59°12'	10°30'	20	1968
Overud	60°11'	12°04'	150	1968
Serie 5				
Skiptvedt	59°28'	11°11'	100	1988

2.2 Forsøksserier

2.2.1 Serie 1

Frøpartier ble sådd i planteskolene på Reiersøl, Agder, og Stiklestad, Trøndelag, i 1965 (Tabell 1) (Dietrichson 1969). Plantene ble priklet ved alder to år med hvert parti egne i ruter og med fire gjentak. Målinger av høyde og bedømmelse av skader ble gjort i disse forsøkene, og resultater er rapportert av Dietrichson (1969).

Materialene som ble sådd på i de to planteskolene, var 12 rumenske populasjonspartier som ble laget ved at frøpartiene fra alle trærne det var høstet frø av i bestandet ble blandet. De er vist på kartet i Figur 1. Ti av disse populasjonene, unntatt 31 og 32, kom fra Øst-Karpatene i et begrenset område mellom breddegradene 46°55' og 47°50'. I tillegg ble det på Reiersøl tatt med 10 enkelt-tre avkom (familier) fra sju populasjoner og 28 familier fra populasjonen 8 Cosna. Som kontroller var det med ett frøparti fra proveniens Westerhof, Harz, Tyskland, og norske familier fra et bestand i Aremark, Norge. En oversikt over frøpartiene er vist i Tabell 2.



Figur 1. Rumenske populasjoner som inngår i forsøkene i Serie 1.

Planter fra Reiersøl og Stiklestad ble plantet i 1969 i fire korttids forsøk på Hogsmark, Ås, og i tre feltforsøk (Dietrichson 1973). På Hogsmark ble det plantet et forsøk med planter fra Reiersøl og et med planter fra Stiklestad, begge med de 12 populasjonene, proveniensene Westerhof og tre familier fra bestandet fra Aremark. Det ble også plantet et forsøk med 10 familier fra hver av sju rumenske populasjoner og et forsøk med 25 familier fra populasjonen 8 Cosna. Forsøkene hadde 0,5 m planteavstand og tre ble plantet i 16-tre ruter med fem gjentak og det fjerde i ruter på fire planter og åtte gjentak. Det ble målt høyder ved alder åtte år og gjort bedømmelse av høstskudd. Tidlighet ble registrert etter Krutzsch (1975) skala, der verdien 3 indikerer at skuddet er omtrent 2 cm langt og høyere verdier at det er kommet lengre i skytingen.

Tre feltforsøk ble i 1969 plantet med de 12 populasjonene fra Romania og proveniensene Westerhof på tre lokaliteter: Byglandsfjord, Agder; Froland, Agder og Orkdal, Trøndelag. I Orkdal var proveniensene L1 (Trøndelag, høydeler under 150 m) med som kontroll. Plantavstand var 2 m og trærne ble plantet i 16-tre ruter i seks gjentak. På disse feltene ble det målt høyde i 1974 og høyde og diameter i 1984.

2.2.2 Serie 2

I 1971 ble det i Sørkedalen, Oslo, plantet et forsøk på tidligere beitemark med familier fra åtte av de rumenske populasjonene; fem av disse var med i forsøkene i Serie 1, proveniensene Westerhof og de norske proveniensene C1, E1 og F1, alle fra høydeler under 150 m på Østlandet og Sørlandet. Forsøksplanen var fire gjentak av 16-tre ruter med planteavstand 2 m. Trehøyde ble målt på feltet i 1980 og 1985. I 1998 ble det målt diameter, antall greiner i første greinkrans over brysthøyde ble telt, diameter ble målt på grøveste grein i kransen 2 cm fra stammen og bedømmelse ble gjort av skader og feil; gankvist, dobbel topp og dobbel stamme. Feltet ble tynnet av skogeier våren 1999. Høyder på gjenstående trær ble deretter målt.

2.2.3 Serie 3

Et forsøk med provenienser fra Norge og Mellom- og Øst-Europa ble plantet i 1968 på Amla, Kaupanger, og i 1969 på Syverud, Ås. Totalt omfattet forsøket 80 provenienser som hver ble plantet i ruter med 16 planter i seks blokker på Amla og med 12 planter i hver rute på Syverud i fire blokker. Planteavstanden var 1,5 m på begge felt. Feltene ble tynnet i 1982 (Syverud) og 1983 (Amla). De ble anlagt og senere målt av daværende Institutt for Skogskjøtsel, Norges landbrukshøgskole. Forsøkene inneholdt seks provenienser fra lavlandet på Østlandet (C1 – C2), seks provenienser fra Romania, herav fire som var med i Serie 1, og proveniens Westerhof. Her vil bli presentert middeltall for disse tre gruppene for høyde og diameter målt i 1982 på begge felt og diameter målt på Syverud i 2012. Fra den siste målingen presenteres også prosent trær med grov kvist, gankvister, doble greinkranser og slengete stamme.

2.2.4 Serie 4

IUFRO 1964/68 proveniensforsøkene med gran ble plantet på 20 lokaliteter i 13 land, og i Norge både på Vestlandet og Østlandet (Fottland & Skrøppa 1989). De 1100 proveniensene som var med i forsøkene ble delt inn i grupper på 100 provenienser fra hele det naturlige utbredelsesområdet til gran. Planter fra hver slik gruppe med 100 provenienser ble i 1968 plantet i en separat blokk med 25 planter fra hver proveniens tilfeldig fordelt med planteavstand to meter. Seks blokker ble plantet Bjerkøy, Tønsberg, og fem blokker på Overud, Kongsvinger. De fleste populasjonene fra Romania som ble testet i Serie 1, var med i disse forsøkene. Det var også med flere provenienser fra Westerhof, Harz, og fra Norge og Sverige mellom breddegrader 58 og 61. Sammenligninger kan derfor gjøres mellom rumenske provenienser og de fra Westerhof, Norge og Sverige.

Målinger av høyde ble gjort i de norske forsøkene ved alder sju og 13 år etter planting. For å korrigere for miljøforskjeller mellom blokkene ble middelhøyden av hver proveniens beregnet i prosent av blokkas totale middel. Fra Overud har vi slike middeltall fra fem blokker og fra Bjerkøy fra fire blokker. Våren 1977 ble det observert vinterskader med brunsvidde nåler i mange granplantinger i Sør-Norge (Skrøppa & Dietrichson 1986). Bedømmelse av slike skader ble gjort i feltene på Bjerkøy og Overud. Hvert tre ble bedømt i tre klasser som uskadd, lettere skadd og sterkt skadd. Lignende skader ble observert og bedømt på Overud i 1980 og på begge felt i 1985. Feltet på Overud ble tynnet av skogeier 32 år etter planting, og registrering ble senere gjort i tre blokker av trærne som stod igjen etter tynningen.

2.2.5 Serie 5

Et feltforsøk med 100 full-søken familier etter kontrollerte kryssninger og 20 provenienser ble plantet i Skiptvedt i 1988. Av familiene var 25 fra kryssninger mellom norske trær fra høydelag under 320 m på Østlandet, og en av proveniensene var Moldovita, Romania, den samme populasjonen som var med i Serie 1. Sammenligninger kan derfor gjøres mellom rumensk og norsk gran basert på målinger i dette forsøket. På forsøket i Skiptvedt ble skuddstrekning målt i ti uker gjennom strekningsperioden sommeren 1992, og dag for start og avslutning av skuddstrekning ble estimert (Skrøppa & Steffenrem 2015). Trehøyde ble målt i 2004, 17 år etter planting. Det samme materialet ble plantet på fem andre felt; på Vestlandet, i Nord-Sverige og på tre lokaliteter i Finland. På disse feltene ble det gjort målinger av høyde og bedømmelse av skader ti år etter planting (Skrøppa & Steffenrem 2021).

2.3 Statistiske analyser

Det er beregnet middeltall for høyde og tidlighet, og prosenter for egenskaper bedømt i klasser, for hver sort i forsøkene og utført variansanalyser for å teste forskjeller. Her presenteres p-verdier fra variansanalysene. Pearson korrelasjoner ble beregnet mellom middeltall innen og mellom felt. Middeltall er beregnet for grupper av provenienser av rumensk, Harz og norsk opprinnelse, og for Serie 4 også for svenske provenienser, for å gjøre sammenligninger. De statistiske analysene ble gjort med programpakken SAS (SAS Institute 2003).

3 Resultater

3.1 Serie 1

3.1.1 Planteskoleforsøk på Reiersøl og Stiklestad

Det var på Reiersøl signifikante forskjeller mellom de rumenske populasjonene for plantehøyde ved alder fire år ($p < 0,001$), med variasjonsbredde fra 36 til 45 cm (Dietrichson 1969). På Stiklestad var det ikke slike forskjeller, noe som sannsynligvis skyldes frostskafer som kom tidlig på vinteren. De rumenske populasjonene hadde gjennomsnittlig 81 % sterkt skadde planter, Westerhof hadde 52 % og de norske familiene hadde 12 % sterkt skadde planter. Populasjoner med sein vekstavslutning ble skadet større grad enn de med tidlig vekstavslutning (Dietrichson 1969). De norske familiene hadde på Reiersøl høyder som i middel var 10 cm lavere enn de rumenske populasjonene og lik proveniensen fra Harz. De hadde en betydelig tidligere avslutning av skuddstrekningen ved alder fire år og en mindre andel planter med høstskudd enn populasjonene fra Romania (Dietrichson 1969).

3.1.2 Korttidforsøk på Hogsmark

Middeltall for populasjonene i korttidforsøket på Hogsmark og i feltforsøkene er vist i Tabell 2. For høyde ved alder åtte år var det signifikante forskjeller mellom de rumenske populasjonene ($p < 0,01$) både for planter dyrket på Reiersøl og Stiklestad (Dietrichson 1973), med middelhøyder 126 og 119 cm. Mellom populasjonene var det variasjon i middelhøyde fra 111 til 136 cm (planter fra Reiersøl). Det var samsvar mellom middelhøyde for populasjonene om plantene var dyrket på Reiersøl eller Stiklestad ($r = 0,60$). De norske familiene hadde 25 % lavere middelhøyde enn de rumenske populasjonene. For tidlighet var det en sterk sammenheng mellom middeltall for populasjonene med planter fra de to planteskolene med korrelasjonskoeffisient $r = 0,80$ ($p = 0,002$). De rumenske populasjonene hadde betydelig seinere skyting enn både Harz proveniensen og de norske familiene, med middeltall 5,0, 6,5 og 7,0, noe som betyr inntil 8 dagers forskjell. Det var en variasjonsbredde fra 4,5 til 5,6 mellom populasjonene. Det var en betydelig større andel trær med høstskudd fra de rumenske populasjonene enn fra de norske familiene. For populasjonene var det ingen sammenheng mellom høyde og tidlighet ($r = -0,04$), men en svak sammenheng mellom høyde og høstskudd ($r = 0,54$, $p = 0,07$).

I forsøket med 10 familier fra hver av sju populasjoner var det for høyde ved alder åtte år og for høstskudd signifikante forskjeller både mellom populasjoner og mellom familier innen populasjoner ($p < 0,001$) (Dietrichson 1973). Mellom de 25 familiene fra populasjon 8 Cosna var det en variasjonsbredde fra 38,0 til 91,7 for prosent antall trær med høstskudd ved alder seks år ($p < 0,001$). Det var ingen sammenhenger mellom høyde, med variasjonsbredde 110 til 138 cm, og høstskudd ($r = -0,07$).

Tabell 2. Middeltall for høyde og tidlighet i korttidsforsøket på Hogsmark, og høyde og avgang 15 år etter planting i middel over tre feltforsøk.

Populasjon/ proveniens	Høydelag m	Høyde 8 år cm	Tidlighet 8 år	Høyde feltforsøk cm	Avgang feltforsøk %
4 Toplita	1135	123	5,0	478	25,8
5 Galu	650	120	4,8	438	20,4
6 Borca	720	119	5,2	467	20,8
7 Brosteni	940	132	5,3	473	21,7
8 Cosna	1025	124	5,2	495	25,4
9 Dorna Cindreni	1000	128	4,9	470	21,5
12 Frasin	700	115	4,6	439	25,8
14 Moldovita	845	133	4,7	565	23,5
31 Cimpeni	1375	120	5,3	470	17,1
32 Brasov	1050	108	4,7	423	22,9
33 Toplita	850	117	5,4	457	24,2
34 Dorna Cindreni	900	132	4,7	536	22,1
35 Westerhof, Harz	300	115	6,5	424	15,4
Aremark ¹⁾	100	95	7,0	415	23,7
L1 ²⁾	100			263	3,8

¹⁾ Tre familier plantet på Hoxmark og i Byglandsfjord og Froland.

²⁾ L1 bare plantet i Orkdal.

3.1.3 Tre feltforsøk

På de tre feltene var det 16 år etter planting avgang på 15, 33 og 16 % på feltene Byglandsfjord, Froland og Orkdal, og middelhøyden var 491, 492 og 393 cm (Tabell 2). Harz proveniensen hadde lavere middelhøyde enn populasjonene fra Romania og det hadde også familien fra Aremark. I Orkdal var middelhøyden av den lokale proveniensen L1 63 % av middel av de rumenske populasjonene, mens avgangen var 3,8 mot 19,4 %. Variasjonen i høyde etter 16 år mellom de 12 rumenske populasjonene var klart signifikant ($p=0,006$), og det var ingen samspill mellom populasjoner og lokalitet ($p=0,68$). Det var for populasjonene sterk sammenheng mellom middelhøyden over de tre feltforsøkene og høyde etter åtte år i forsøket på Hogsmark ($r=0,81$, $p=0,002$).

Ti av populasjonene kom fra Øst-Karpatene, mens 31 Cimpeni og 32 Brasov kom fra de sørlige og vestlige deler av Karpatene. Det var tendens til at disse to populasjonene hadde litt svakere høydevekst enn de fra Øst-Karpatene. Innen den siste gruppen var det i feltforsøkene stor variasjon for høydevekst og det var her sammenheng med populasjonens høydelag med korrelasjonskoeffisient $r=0,74$ ($p=0,02$).

3.2 Serie 2

Middelhøyden i forsøket i Sørkedalen var etter 15 vekstsesonger (1985) 7,0, 6,5 og 6,3 m for rumensk, tysk og norsk gran. I 1998 var midlere diameter for de for de tre gruppene 17,2, 16,8 og 15,7 cm (Tabell 3). Den rumenske og norske grana hadde omtrent lik avgang, 26 og 28 %, mens den var 38 % for proveniensen fra Harz. Tabell 3 viser også prosent trær i hver gruppe for stammefeil som gankvister, dobbel topp og krok. Den norske og den rumenske gruppen hadde omtrent like prosent for trær med feil, mens Harz-grana hadde høyeste prosent for de tre typene av kvalitetsfeil.

Tabell 3. Resultater fra målingene i 1998 for de tre proveniensgruppene: norsk, tysk og rumensk i forsøket i Sørkedalen. Høyde er målt på trærne som stod igjen etter tynning.

Proveniens- gruppe	Avgang %	Diameter cm	Høyde m	Gankvist %	Dobbel topp %	Krok %
C1, E1, F1	28,6	15,7	14,2	12,7	2,9	15,7
Harz	38,3	16,8	14,5	17,6	6,3	27,3
Romania	25,7	17,2	15,5	12,4	2,0	18,1

Gjennomsnittlig diameter for de åtte rumenske populasjonene varierte fra 16,4 til 17,8 cm, men denne variasjonen var ikke signifikant i variansanalysen ($p=0,39$). Det var derimot store forskjeller mellom familier innen populasjoner på inntil 3 cm ($p<0,0001$). De norske proveniensene C1, E1 og F1 hadde lik høyde og diameter. C1 hadde litt mindre avgang og litt mindre frekvens av krok og gankvist enn F1 og E1.

Etter tynning ble 40,5 % av de planta trærne av rumensk opprinnelse satt igjen, mens tilsvarende tall for de norske og tyske var 35,9 og 32,8 %.

3.3 Serie 3

Gruppen av rumenske proveniensener hadde på Syverud signifikant større diameter i 2012, 44 år etter planting, enn de norske proveniensene ($p=0,003$) og omtrent samme diameter som proveniensene Westerhof (Tabell 4). For diameter og høyde målt i 1982 var det mindre forskjeller mellom gruppene, men de norske proveniensene sett i forhold til de rumenske hadde noe bedre vekst på Amla enn på Syverud.

Det var høy prosent trær med skader og feil fra proveniens Westerhof (Tabell 5). I middel hadde trærne fra de norske proveniensene mer grov kvist og flere doble greinkranser enn de rumenske.

Tabell 4. Middeltall for høyde og diameter for proveniensgrupper i forsøkene på Syverud og Amla.

Proveniensgruppe	Diameter 2012		Diameter 1982		Høyde 1982	
	Syverud cm	Syverud cm	Amla cm	Syverud M	Amla m	
C1 – C2, 6 partier	21,6	6,5	7,8	6,5	7,2	
Romania, 6 partier	25,8	7,0	8,0	7,0	7,4	
Westerhof, Harz	26,4	7,5	8,1	6,7	7,2	

Tabell 5. Skader og feil registrert på Syverud sommeren 2012.

Proveniensgruppe	Grov kvist %	Doble kranser %	Gankvist %	Slengete stamme %
C1 – C2, 6 partier	39,1	57,3	5,4	26,0
Romania, 6 partier	31,0	44,1	11,8	22,9
Westerhof, Harz	72,7	63,6	9,1	36,4

3.4 Serie 4

Tretten år etter planting var den gjennomsnittlige avgangen 10 % på begge de to feltene.

Middelhøyden varierte mellom 5 og 5,5 m for blokkene på Bjerkøy og mellom 4 og 6 m på Overud. Tabell 6 viser middeltall for høyder ved 7 og 13 år for fire grupper av provenienser. På Bjerkøy hadde de rumenske og Westerhof proveniensen mer enn 15 % bedre høydevekst enn de norske og svenske proveniensene. På Overud var forskjellen mellom de rumenske og nordiske proveniensene redusert til 10 %, og Westerhof hadde samme middel som de nordiske. Ved alder sju år var forskjellene betydelig større enn det de var seks år senere, og Westerhof var da klart høyest på Bjerkøy. Mellom de rumenske populasjonene var det klare forskjeller, med prosenttall fra 95,2 til 125,9 %.

De norske og svenske proveniensgruppene hadde våren 1977 høyest antall uskadde planter på begge felt, mens Westerhof hadde mest skade (Tabell 7). De rumenske proveniensene hadde på begge felt 20 % mer skadde trær enn de norske. Forskjellene mellom provenienser i skadeprosenter var omtrent de samme i 1980 og 1985 (Skrøppa & Dietrichson 1986). Etter tynning var 24,4 % av trærne igjen på Overud. Av de rumenske proveniensene var antallet 34,6 %, mens det var betydelig lavere for de andre proveniensgruppene (Tabell 7).

Tabell 6. Middeltall for fire grupper av provenienser på Bjerkøy og Overud. Kolonnene for høyde viser middel for gruppen basert på proveniensenes prosenttall. Antall provenienser i gruppen er gitt ved n.

Proveniensgruppe	n	Bjerkøy		n	Overud	
		Høyde			Høyde	
		7 år %	13 år %		7 år %	13 år %
Romania, Øst-Karpatene	9	105,9	110,8	15	122,0	115,5
Sør-Norge, 0-250 m breddegrad 58 – 61	4	87,2	94,0	5	96,0	103,4
Sverige, 0 – 300 m breddegrad 58 – 61	6	86,8	97,0	7	102,8	106,9
Westerhof, Harz 200 -300 m	4	115,9	113,7	2	105,2	104,6

Tabell 7. Middeltall for prosent uskadde trær for fire grupper av provenienser på Bjerkøy og Overud i 1977 og for prosent trær igjen etter tynning på Overud.

Proveniensgruppe	Bjerkøy uskadde %	Overud uskadde %	Overud etter tynning %
Romania, Øst-Karpatene	60,5	76,0	34,6
Sør-Norge, 0-250 m breddegrad 58 – 61	80,0	98,3	18,2
Sverige, 0 – 300 m breddegrad 58 – 61	77,3	90,9	21,5
Westerhof, Harz 200 -300 m	58,7	58,5	21,3

3.5 Serie 5

Middeltallene presentert i Tabell 8 viser at det i feltforsøket i Skiptvedt var en forskjell i tidspunkt for start og avslutning av skuddstrekningen på ni dager mellom middel av gruppen av norske familier og proveniensens Moldovita. Lengden av strekningsperioden var den samme. Den rumenske proveniensens hadde klart bedre høydevekst, men hadde større avgang. Moldovita var i korttidsforsøket i Serie 1 en av populasjonene som hadde senest start på skuddskytingen.

Tabell 8. Middeltall for dag for start og avslutning av skuddstrekning, avgang og høyde for norske familier og proveniens Moldovita, Romania, i feltforsøket i Skiptvedt.

Familier/ proveniens	Skuddstrekning 1992		Avgang 10 år %	Høyde 10 år Cm	Høyde 17 år cm
	dag etter 1. mai start	avslutning			
25 norske familier	35	63	25,9	202	563
Moldovita	44	72	40,0	276	705

I middel over fem andre nordiske felt hadde Moldovita ved alder ti år en høyde på 220 cm, men den var 202 cm for de 25 familiene. Begge de to gruppene hadde lik avgang, 30 %, og lik frekvens trær med gankvister, 20 %. Det var bare på feltet i Nord-Sverige at Moldovita hadde litt lavere middeløyde enn de 25 norske familiene.

3.6 Materialer plantet i flere serier

Noen av de rumenske populasjonene og proveniens Westerhof ble plantet i flere av seriene. For de rumenske populasjonene er det godt samsvar mellom middeltallene for høyde og diameter i de tre feltforsøkene og på Syverud og i IUFRO forsøkene (Tabell 9). Det er ingen sammenhenger mellom prosent uskadde planter i 1977 og høyde og diameter i noen av forsøkene.

Tabell 9. Middeltall for høyde og diameter for materialer som var med i flere serier. For IUFRO 1964/68 serien er det beregnet midlere prosent utfra totalt middel av alle 100 proveniensener i blokken og prosent uskadde trær 1977.

Populasjon/ proveniens	Høyde	Diameter	Diameter	Høyde	Prosent
	tre feltforsøk cm	etter 18 år Sørkedalen cm	etter 23 år Syverud cm	etter 13 år IUFRO %	uskadde IUFRO %
5 Galu	438	17,6		104,6	45,5
6 Borca	467			111,6	90,0
7 Brosteni	473			115,0	72,2
8 Cosna	495	16,4		112,3	84,0
9 Dorna Cindreni	470	16,7	28,0	109,5	59,1
12 Frasin	439	16,3		95,3	83,3
14 Moldovita	565	17,5		116,5	66,3
31 Cimpeni	470		26,5	96,9	66,7
33 Toplita	457		24,1	115,1	47,6
34 Dorna Cindreni	536		28,9	125,9	77,3
35 Westerhof	424	16,9	26,4	109,2	58,6

4 Diskusjon

Resultatene fra alle seriene viser at gran fra Romania har god vekst på plantefelt i lavere høydeler på Østlandet og at veksten er betydelig bedre enn gran fra lokale provenienser. På de fleste lokaliteter hadde den rumenske grana også bedre høydevekst enn gran fra proveniensen Westerhof fra lavere høydeler i Harz. Disse forskjellene var relativt sett større i kystnære områder (Bjerkøy) enn på felt i innlandet (Amla, Overud). De var også noe sterkere uttrykt i ung enn ved senere alder. Disse resultatene stemmer godt med det som er vist i andre undersøkelser i Norge og de nordiske land (Kjærsgård & Kromann 1977; Kaasen & Dietrichson 1987; Magnesen 2000). Trærne fra de rumenske populasjonene hadde på noen felt litt mer skader og feil enn de fra norske provenienser og hadde betydelig lavere andel av trær med slike defekter enn de fra Westerhof. De hadde på Syverud rette stammer, fin kvist og minst andel doble greinkranser, noe som samsvarer med observasjoner fra forsøkene på Vestlandet (Magnesen 2000). På det to feltene der det ble utført tynning av skogeier, sto det en større andel av trærne igjen av rumensk opprinnelse enn av de norske. Det er grunn til å tro form og kvalitetsegenskaper var faktorer som hadde betydning for valg av trær som skulle stå igjen i bestandet.

Det var betydelige forskjeller både for høyde og diameter mellom de rumenske populasjonene. De som kom fra Vest-Karpatene og Sør-Karpatene hadde dårligere vekst enn de fra Øst-Karpatene. Dette samsvarer med det som er vist av Kjærsgård & Kromann (1977) og Kaasen & Dietrichson (1987). Det var allikevel betydelige forskjeller mellom populasjonene fra Øst-Karpatene, og noen pekte seg spesielt ut: Brosteni, Cosna, Moldovita og Dorna Cindreni. De samme populasjonene var også de som hadde best høydevekst i forsøk på Vestlandet (Magnesen 2000) og hadde også utmerket seg i forsøk i Danmark (Larsen 1983). Det er godt samsvar med veksten til disse populasjonene når de er testet i flere av seriene og også mellom høydevekst i kortidsforsøket og feltforsøkene.

Innen populasjoner var det stor forskjell mellom familier både for høydevekst, tidlighet og andel trær med høstskudd i kortidsforsøket i Serie 1, og også for høyde, skader og feil etter 29 år på feltet i Sørkedalen. Det er følgende variasjon innen rumenske granpopulasjoner som svarer til variasjonen som er funnet i populasjoner i Norge (Skrøppa & Steffenrem 2020; Skrøppa 2021).

Tidspunkter for start og avslutning av skuddstrekningen er de egenskapene som viser de største forskjellene mellom rumensk og norsk gran. Samtlige av de 12 populasjonene hadde sen skuddskyting på våren. I forsøket i Skiptvedt var det en forskjell på ni dager mellom skuddskytingen for proveniensen Moldovita og de norske familiene, det samme som ble funnet i kortidsforsøket i Serie 1. I det siste forsøket var det ikke forskjeller i lengden på strekningsperioden, noe som ble funnet av Haugberg (1967). Den sene skuddskytingen om våren gjør at den rumenske grana vil være mindre utsatt for skader av vårfrost. Den vil derimot lettere kunne skades av høst- og tidlig vinterfrost. Sen avslutning av skuddstrekningen vil kunne føre til dårlig modning av skuddene, noe som kan gi frostskafer. Dette ble vist ved skadene i planteskolen på Stiklestad etter andre vekstperiode og ved vinterskaden på Bjerkøy og Overud våren 1977. Trær med god vekst, som sannsynligvis har senest avslutning av skuddstrekningen, ble mest skadet (Skrøppa & Dietrichson 1986).

Grana er generelt meget tilpasningsdyktig og kan flyttes over betydelige avstander. De siste tiårene har det allikevel vært liten bruk av mer sørlige provenienser i Norge, med unntak av Harz-gran på Vestlandet. En årsak til dette er de dårlige erfaringene som ble gjort med planting av trær fra mellom-europeiske provenienser på Østlandet (Skrøppa et al. 1993). Rumenske provenienser har ikke vært plantet selv om de i forsøk har vist god vekst og har gode kvalitetsegenskaper. Rumensk gran har sen vekststart og er derfor sterk mot vårfrost. Den sene vekst avslutningen gjør at den kan være mer utsatt for skader av høst- og vinterfrost. Et annen negativ faktor at rumensk gran har fått tørkeskader på vindutsatte lokaliteter, spesielt i Danmark, noe som har ført til at rumenske provenienser ikke anbefales brukt der (Larsen 1983).

I dag kommer det meste av granfrøet som brukes i Norge fra frøplantasjer som produserer frø på foredlet avlsmateriale. I foredlingen er landet delt inn i åtte foredlingssoner. En av disse sonene, GO, er tenkt etablert for å ta hensyn til et scenario med 2-4 graders økning i gjennomsnittstemperaturen for lavlandet på Østlandet og Vestlandet (Skogfrøverket 2017). Materialer som skal brukes i en slik sone bør ha senere vekststart på våren og må ha en stabil utvikling om høsten. I tillegg til utvalg fra baltiske og hviterussiske provenienser, vil materialer fra rumenske gran være aktuelle for en slik sone. Utvalg bør gjøres av gode trær i plantefelt med kjente populasjoner som har vært testet i flere tiår, gjerne på mange felt. At et slikt utvalg kan gi gode gevinster er vist gjennom materialene av øst-europeiske provenienser som ble valgt ut til Stange frøplantasje (Skrøppa & Steffenrem 2016). De tre feltforsøkene i Serie 1 og forsøket i Skiptvedt i Serie 5 burde være aktuelle for å sikre slike materialer.

Litteraturreferanser

- Dietrichson, J. 1969. Planteskoleresultater med rumenske granprovenienser innsamlet i oktober og november 1962. m. m. Foreløpig rapport. Det norske skogforsøksvesen (Intern rapport), Ås. 22 s.
- Dietrichson, J. 1973. Noen resultater fra 8-årige forsøk med rumensk granmaterialinnsamlet i oktober og november 1962. Foreløpig rapport fram til 1972. Norsk institutt for skogforskning (Intern rapport,) Ås. 15 s.
- Fottland, H. & Skrøppa, T. 1989. The IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce (*Picea abies*) in Norway. Variation in mortality and height growth. Meddelser fra Norsk institutt for skogforskning 43.1. 30 s.
- Giertych, 1976. Summary results of the IUFRO 1938 Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenance experiment. Height growth. *Silvae Genetica* 25:154-164.
- Gøhrn, V. Rapport fra en fellesnordisk studiereise til Østeuropa i tiden september – oktober 1962, med det formål at studere granbevoksninger og fra en del af disse at hjemtage frømateriale til anlegg av proveniensforsøk i de nordiske lande. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, (Intern rapport), Springforbi. 72 s.
- Haugberg, M. 1964. Bruk av innførte granprovenienser i Norge. Rapport fra en reise i Øst-Europa og noen foreløpige resultater fra Råstoffutvalgets proveniensforsøk. Skogbrukets og Skogindustriens Forskningsforening. Råstoffutvalget (Intern rapport), Ås. 42 s.
- Haugberg, M. 1967. Granproveniensspørsmålet belyst ved noen eksempler fra Råstoffutvalgets forsøk. Rapport om SSFF's Råstoffutvalgs virksomhet 1951-1965 Oslo. S. 87 – 138.
- Kaasen, T. & Dietrichson, J. 1987. Treslags- og proveniensforsøk i Aust-Agder. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 8/87:1-20.
- Kjærsgård, K. & Krohmann, H. 1977. Rumænsk rødgran i Danmark. Foreløpige resultater. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 35:135-157.
- Kritzsch, P. 1973. Norway spruce development of buds. Report IUFRO S2.02.11, Vienna. 4 p.
- Larsen, J. B. 1983. Danske skovtrær, raceforhold, frøforsyning og proveniensvalg. Dansk skovforenings Tidsskrift 68:1-93.
- Magnesen, S. 2000. Proveniensforsøk med rumensk gran i Vest-Norge. Rapport fra skogforskningen. 15/00. 24 s.
- SAS Institute 2003. SAS/STAT user's Guide, versjon 9. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Skogfrøverket 2017. Skogfrøverkets strategi for skogplanteforedling 2010-2040. Stiftelsen det norske skogfrøverk, Hamar. 29 s.
- Skrøppa, T. 2021. Genetisk variasjon mellom og innen norske populasjoner av gran i to dalfører i Sør-Norge. NIBIO Rapport 7/28/2021. 13 s.
- Skrøppa, T. & Dietrichson, J. 1986. Winter damage in the IUFRO 1964/68 provenance experiment with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Meddelser fra Norsk institutt for skogforskning 39.10:161-183.
- Skrøppa, T., Martinsen, D.R & Følstad, A. 1993. Vekst og kvalitet av mellomeuropeiske og norske granprovenienser plantet i Østfold. Rapport frå Skogforsk 7/93: 20 s.
- Skrøppa, T. & Steffenrem, A. 2016. Selection in a provenance trial of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) produced a land race with desirable properties *Scand. J. For. Res.* 31, 439–449.

- Skrøppa, T. & Steffenrem, A. 2019. Genetic variation in phenology and growth among and within Norway spruce populations from two altitudinal transects in Mid-Norway. *Silva Fennica* vol. 53 no. 1 article id 10076. 19 s. <https://doi.org/10.14214/sf.10076>.
- Skrøppa, T. & Steffenrem, A. 2021. Performance and phenotypic stability of Norway spruce provenances, families, and clones growing under diverse climatic conditions in four Nordic countries. *Forests* 2021, 12, 230. <https://doi.org/10.3390/f120202>

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.