



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Gran i Nord

Egenskaper til konstruksjonsvirke av gran og lutzgran fra
Nordland og Troms

NIBIO RAPPORT | VOL. 12 | NR. 18 | 2026



Rapport

TITTEL:	Gran i Nord – Egenskaper til konstruksjonsvirke av gran og lutzgran fra Nordland og Troms.		
DATO:	11.02.2026	REVIDERT DATO:	-
ANTALL SIDER:	38	ANTALL VEDLEGG:	0

FORFATTER(E): Geir Isak Vestøl, Eirik Nordhagen, Martin Næsset Hillestad, Jostein Nordeide	
NAVN:	DIVISJON/ STASJON/ANNET:
Geir Isak Vestøl	Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (NMBU)
Eirik Nordhagen	Divisjon for skog og utmark (NIBIO)
Martin Næsset Hillestad	Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (NMBU)
Jostein Nordeide	Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (NMBU)
KONTAKTPERSON NIBIO: Eirik Nordhagen, eirik.nordhagen@nibio.no	

RAPPORTNUMMER: 12/18/2026	PROSJEKTNUMMER: 54020	ARKIVNUMMER: 21/01269, 26/00481
TILGJENGELIGHET: Åpen	ISBN: 978-82-17-03933-4	ISSN: 2464-1162

OPPDRAGSGIVER: Statsforvalteren i Nordland Statsforvalteren i Troms og Finnmark	OPPDRAGSGIVERS KONTAKTPERSON: Runa Stenhammer Aanerød; Statsforvalteren i Nordland Trude Hagen, Helge Molvig; Statsforvalteren i Troms og Finnmark
--	---

PROSJEKTLEDER: Eirik Nordhagen, NIBIO	KVALITETSSIKRET/GODKJENT: Andreas Treu, NIBIO
---	---

STIKKORD: Nord-Norge, gran, lutzgran, densitet, bøyefasthet elastisitetsmodul (e-modul).	FAGOMRÅDE: Treteknologi
---	--------------------------------

Rapportens referanse: Vestøl, G. I., Nordhagen, E., Hillestad, M. N, Nordeide, J. (2026). *Gran i Nord – Egenskaper til konstruksjonsvirke av gran og lutzgran fra Nordland og Troms*. (NIBIO RAPPORT, 12/18). Norsk institutt for bioøkonomi.

Forord

Denne rapporten er utarbeidet for å belyse styrkeegenskapene til trelast fra Nord-Norge – et materiale med lange tradisjoner og stor betydning for norsk byggeskikk. Bakgrunnen for arbeidet er økende interesse for bærekraftige byggematerialer og behovet for dokumentert kunnskap om lokale ressurser. Nordnorsk trelast har egenskaper som kan bidra til både kvalitet og miljøvennlighet i fremtidens bygg, og vi ønsker med denne rapporten å gi et faglig grunnlag for videre bruk og utvikling.

Rapporten retter seg mot både fagfolk og allmennheten. For fagmiljøene presenterer vi detaljerte analyser og resultater som kan være nyttige i prosjektering og forskning. For den brede lesergruppen har vi også lagt vekt på å formidle innholdet på en tilgjengelig måte, med forklaringer og kontekst som gjør temaet relevant og forståelig.

Vi ønsker å rette en takk til Regionalt forskningsfond Nordland (RFF Nordland), Skogbrukets Verdiskapingsfond, Skognæringa i Troms og Finnmark Treforum for den økonomiske støtten til prosjektet. Deres bidrag har vært avgjørende for gjennomføringen av arbeidet, og det har lagt et grunnlag for videre dokumentasjon av styrkeegenskapene til nordnorsk trelast.

Prosjektet har i tillegg involvert et bredt spekter av aktører, inkludert grunneiere, masterstudenter, skogselskaper og offentlige etater. Lokale entreprenører og sagbruk har bidratt med transport og produksjon av trelast. Kommunene i Nordland, Troms og Finnmark har deltatt i utvelgelsen av skogbestand, og flere har bidratt med vesentlig egeninnsats. Mange takk til Begna Bruk AS som hjalp prosjektet med nødvendig tørking av trelasten før klimatisering og testing. Arbeidet har vært gjennomført i samarbeid med Statsforvalteren i Nordland, Statsforvalteren i Troms og Finnmark, samt forsknings-institusjonene Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) og Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO). Rapporten har dratt nytte av innsats innen prosjektplanlegging, feltarbeid, laboratoriearbeid, databehandling, analyser og faglige innspill fra alle de nevnte institusjonene og deres samarbeidspartnere.

Vi regner med at rapporten vil være til nytte for alle som ønsker å forstå og utnytte potensialet i nordnorsk trelast – enten som forsker, fagperson, entreprenør eller som en interessert leser med engasjement for bærekraft og lokal verdiskaping.

Ås, 26. januar 2026

Eirik Nordhagen

Prosjektleder NIBIO, «Gran i Nord»

Sammendrag

På 1900-tallet, og spesielt etter 1945, var det omfattende skogreising i Nord-Norge. Gran (*Picea abies*) var det mest vanlige treslaget å plante, men det ble også plantet andre arter, deriblant sitkagran (*Picea sitchensis*) og lutzgran (*Picea x lutzii*). Det er begrenset med undersøkelser av trelast av gran fra Nord-Norge, men en undersøkelse på 1980-tallet viste at trelasten hadde relativt svake styrkeegenskaper. Studier fra andre områder i Norge har vist at styrke og stivhet til konstruksjonsvirke blir bedre når trærne har høyere alder, og i dette prosjektet har vi studert trelast fra eldre bestand av gran i nord. I tillegg er det gjennomført en begrenset undersøkelse av trelast av lutzgran.

Trelast av norsk gran ble samlet inn fra fire steder i Troms, fire steder i Salten og fire steder på Helgeland, og visuelt styrkesortert etter NS-INSTA 142 før densitet, e-modul og bøyefasthet ble testet i henhold til NS-EN 408. Tilsvarende undersøkelse ble gjennomført på trelast av lutzgran samlet inn fra tre steder i Lofoten og Vesterålen.

Resultatene viste at gran fra Nord-Norge har høyere gjennomsnittlig densitet, e-modul og bøyefasthet enn det som ble funnet av Nagoda i 1985, og forskjellene er størst i Troms og Salten. Dette skyldes trolig at trærne i denne undersøkelsen er eldre, med mindre andel ungdomsved og smalere årringer, noe som gir høyere densitet og bedre mekaniske egenskaper. Sammenlignet med Sør-Norge er likevel gjennomsnittsverdiene lavere, noe som kan forklares med lavere temperatursum og dermed lavere densitet i nord. E-modul og bøyefasthet er positivt korrelert med densitet.

Størst andel trelast havnet i sorteringsklasse T2 (51,1 %), mens T1 og T3 utgjorde henholdsvis 25,1 % og 21,8 %. Dette skiller resultatene fra studien til Nagoda, hvor det var en større andel i beste sorteringsklasse. Sorteringsutfallet er i stor grad avhengig av valg av prøvemateriale, og det er usikkert hvor representative materialene er for områdene.

Gran sortert til T1 oppfyller kravene til fasthetsklasse C18. T2 eller T2 og bedre oppfyller kravene til C24. T3 oppfyller kravene til e-modul og bøyefasthet til C30, men ikke alltid kravet til densitet.

Lutzgran hadde lavere gjennomsnittlig densitet enn gran fra Troms og Salten, men tilsvarende e-modul og bøyefasthet. Dette tyder på at lutzgran kan oppnå samme mekaniske egenskaper som gran, selv med raskere tilvekst og lavere densitet.

Sorteringsutfallet for lutzgran viste høyere andel T1, lavere andel T3, og omtrent lik andel T2 sammenlignet med gran. Likevel oppnås tilsvarende mekaniske egenskaper, og Lutzgran sortert etter NS-INSTA-142 ser ut til å oppfylle kravene til fasthetsklassene som gjelder for sitkagran. Resultatene viste at sorteringsklasse T1 oppfyller kravene til C18 og sorteringsklasse T2 eller T2 og bedre oppfyller kravene til C24. Uttaket av lutzgran er begrenset til tre bestand i Lofoten og Vesterålen, og det bør testes trelast fra flere steder for å få et mer representativt materiale.

Summary

During the 20th century, especially after 1945, extensive afforestation occurred in Northern Norway. Norway spruce (*Picea abies*) was the most planted species, but other types such as Sitka spruce (*Picea sitchensis*) and Lutz spruce (*Picea x lutzii*) were also used. There have been few studies on Norway spruce timber from Northern Norway, but a study from the 1980s showed relatively weak properties. Studies from other regions have indicated that the strength and stiffness of construction timber improve with increasing tree age, so this project focused on timber from older spruce stands. In addition, a limited study was conducted on Lutz spruce timber.

Norway spruce timber was collected from four locations in Troms, four in Salten, and four in Helgeland. The timber was visually strength-graded according to NS-INSTA 142, and then density, modulus of elasticity, and bending strength were tested according to NS-EN 408. A corresponding investigation was performed on Lutz spruce timber collected from three sites in Lofoten and Vesterålen.

Norway spruce from Northern Norway showed higher average density, modulus of elasticity, and bending strength than found in the Nagoda's study from 1985, and the differences are largest in Troms and Salten. This is probably because the trees in this study are older, with less juvenile wood and narrower growth rings, resulting in higher density and better mechanical properties. However, compared to Southern Norway, the average values are still lower, which can be explained by a lower temperature sum and, consequently, lower density in the north. The modulus of elasticity and bending strength are positively correlated with density.

Most of the timber was classified as T2 (51.1%), while T1 and T3 accounted for 25.1% and 21.8%, respectively. This differs from Nagoda's study, where a larger proportion was in the highest grade. The sorting outcome is highly influenced by the sampled material, and it is uncertain how representative the materials are for the regions.

Norway spruce timber sorted as T1 meets the requirements for C18, and T2 or better meets the requirements for C24. T3 meets the requirements for modulus of elasticity and bending strength in strength class C30, but not always for density.

Lutz spruce had a lower average density than Norway spruce from Troms and Salten, but similar modulus of elasticity and bending strength. This suggests that Lutz spruce can achieve the same mechanical properties as Norway spruce, even with faster growth and lower density.

The sorting results for Lutz spruce showed a higher proportion of T1, a lower proportion of T3, and about the same proportion of T2 compared to Norway spruce. Still, similar mechanical properties were achieved, and Lutz spruce graded according to INSTA-142 appears to meet the requirements for the strength classes that apply to Sitka spruce. The results show that T1 meets the requirements for C18 and T2 and T2 and better meet the C24 requirements. However, the material of Lutz spruce is limited to three stands in Lofoten and Vesterålen, and timber from more locations should be tested to obtain a more representative material.

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
Summary	5
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.1.1 Gran	8
1.1.2 Lutzgran	9
2 Materiale og Metoder	10
2.1 Utvalg av felt med gran	10
2.2 Utvalg av felt med lutzgran	12
2.3 Feltarbeid	13
2.4 Testing av trelast	14
2.5 Statistiske analyser	16
3 Resultater	17
3.1 Densitet og mekaniske egenskaper til trelast av gran	17
3.1.1 Densitet	17
3.1.2 E-modul	18
3.1.3 Bøyefasthet	19
3.2 Visuell styrkesortering av gran etter NS-INSTA 142	21
3.3 Densitet og mekaniske egenskaper til trelast av gran sortert etter NS-INSTA 142	22
3.4 Verifisering av fasthetsklasser for gran	23
3.5 Densitet og mekaniske egenskaper til trelast av lutzgran	25
3.5.1 Densitet	25
3.5.2 E-modul	26
3.5.3 Bøyefasthet	27
3.6 Visuell styrkesortering av lutzgran etter NS-INSTA 142	29
3.7 Densitet og mekaniske egenskaper til trelast av lutzgran sortert etter NS-INSTA 142	30
3.8 Verifisering av fasthetsklasser for lutzgran	30
4 Diskusjon	31
4.1 Gran	31
4.2 Lutzgran	32
4.3 Konklusjoner	33
Litteraturliste	34

1 Innledning

Hovedmålet i prosjektet har vært å undersøke densitet og mekaniske egenskaper til konstruksjonsvirke av gran og lutzgran fra Nordland og Troms. Trelast av gran er et av våre mest brukte byggematerialer i konstruksjoner. Tre gir arkitektoniske muligheter, samtidig som treets egenskaper gjør det til et miljøvennlig og sikkert konstruksjonsmateriale. For trevirke som skal brukes i lastbærende konstruksjoner settes det krav til densitet og mekaniske egenskaper. De viktigste mekaniske egenskapene til konstruksjonsvirke er bøyefasthet, som representerer bruddspenningen når trevirket utsettes for bøyning, og elastisitetsmodul (e-modul), som er et mål på trevirkets stivhet. Utseende kommer i andre rekke, siden virket ofte bygges inn i konstruksjonen. Målet var å måle styrkeegenskapene til gran og lutzgran fra Nord-Norge. Er konstruksjonsvirke fra Nord-Norge like sterkt som trelast fra Sør-Norge?

1.1 Bakgrunn

Ved inngangen til 1900-tallet stod Nord-Norge overfor store utfordringer knyttet til mangel på trevirke til ulike formål. Store arealer var blitt avskoget etter intensivt bruk og nytte i flere hundre år. Det oppstod en nasjonal bevissthet om behovet for skogkultur. De første plantefeltene på 1900-tallet ble etablert som fredskogfelt. Feltene var inngjerdet og derfor beskyttet mot beiting. Skogreisinga skjøt for alvor fart etter 1945 (Kibsgaard, 2011). Utbyggingsprogrammet for Nord-Norge («Utbyggingsprogrammet for Nord-Norge», u.å.) og Skogkommisjon av 1951 («St. Meld. nr. 44. (1954)», u.å.) la føringer for aktiviteten i skogbruket, også i nord (Kaasen, 2023).

Målet for skogplantingen var å plante til bartre på snaumark eller tidligere lauvskogmark. (Kaasen, 1983). Blant treslagene som ble valgt ut, var norsk gran (*Picea abies*) det mest vanlige. I tillegg ble det også plantet andre arter, deriblant sitkagran (*Picea sitchensis*) og lutzgran (*Picea x lutzii*). Disse artene hadde vist god vekst under de klimatiske forholdene i nord (Pettersen 1981).

Ifølge Hysten et al. (2023) står det rundt 22,7 millioner m³ gran i Nordland, Troms og Finnmark, og om lag 12,6 millioner m³ (56%) av dette er i hogstklasse IV og V. Tømmer som avvirkes for industrielt formål blir hovedsakelig sortert til massevirke eller sagtømmer. I 2024 ble det i Nordland og Troms avvirket 203 000 kubikkmeter med gran (SSB, 2025). Om lag halvparten, det vil si 99 236 m³, var dermed sagtømmer til en verdi av 67 millioner kroner (Landbruksdirektoratet, 2025). Sagtømmeret blir videreforedlet til trelast, som danner grunnlaget for en rekke produkter. Skjæres tømmeret til konstruksjonsvirke, brukes det i bærende konstruksjoner. Typiske bruksområder er bjelkelag, takbjelker, taksperrer og stendere. Dette innebærer at tømmeret etter bearbeiding, sortering og klassifisering kan bli en viktig ressurs for bygge- og treindustrien og bidra til å sikre framtidig tilgang på verdifullt trevirke fra regionen.

Trelast som skal brukes i bærende konstruksjoner skal styrkesorteres og klassifiseres i fasthetsklasser med definerte krav til styrke, stivhet og densitet (Standard Norge, 2016; NS-EN 338:2016). Styrkesorteringen kan gjøres maskinelt eller visuelt, og i begge tilfeller må sorteringsmetoden godkjennes i henhold til europeiske normer. Standarden som brukes for visuell styrkesortering av trelast i Norge er Norsk standard NS-INSTA 142 (Standard Norge, 2009). Dette er en fellesnordisk standard som gjelder for gran, furu og flere andre treslag fra

nordiske og nord-europeiske land. NS-INSTA 142 ble innført i 1997 og erstattet NS 3080 (Standard Norge, 1988) som inntil da var norsk standard for visuell styrkesortering.

Tidligere studier har undersøkt konstruksjonsvirke og gran fra Nordland (Nagoda, 1985; Nygaard, 2003), men det har vært etterspørsel fra både skogeiere, myndigheter og forskningsmiljøer etter mer omfattende dokumentasjon av egenskapene til gran fra Nord-Norge. I forbindelse med forprosjektet og hovedprosjektet er det levert to masteroppgaver basert på prosjektets materialer (Hillestad, 2024; Nordeide, 2025). Denne rapporten presenterer en regionalt inndelt oversikt over hele materialet fra både forprosjektet og hovedprosjektet i Nord-Norge, og inkluderer også resultater om lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

1.1.1 Gran

Nagoda (1985) undersøkte trelast av gran fra forsøksfelt i Nordland, Salten og Troms og fant at trelast som ble visuelt styrkesortert etter NS 3080, som er forløperen til NS-INSTA 142, ikke oppfylte kravene til e-modul og bøyefasthet. Resultatene var bedre for maskinsortert virke som ble sortert med en styrkesorteringsmaskin fra Cook Bolinder Ltd. Seinere undersøkte Nygaard (2003) gran fra ett felt i Steigen og fant at trelast som ble maskinsortert til C30 med Dynagrade oppfylte kravene til densitet, e-modul og bøyefasthet.

Grana i Nord-Norge representerer noe av den nordligste utbredelsen av denne arten i verden, og veksten og veddannelse er preget av lav temperatur i vekstsesongen. Trærnes vekst påvirker trevirkets anatomiske og fysiske egenskaper som igjen påvirker trevirket styrke og stivhet. Densitet og fiberlengde er to av de viktigste egenskapene som påvirker styrke og stivhet til trevirke. For gran og andre bartrær avtar densiteten med økende årringbredde, men sammenhengen er avhengig av klima på vokseplassen (Wilhelmsson, 2001). Wilhelmsson (2001) fant at gran og furu oppnår høyere densitet med samme årringbredde lengre mot sør eller ved lavere høyde over havet, og forskjellen ble knyttet til at temperatursummen avtar med breddegrad og høyde over havet (Moren & Perttu, 1994). Høibø (1991) fant høyere densitet i gran fra Østlandet enn Nagoda (1985) fant for gran fra Nord-Norge når årringbredden var den samme. Også fiberlengde påvirkes negativt av lavere temperatur (Ekenstedt et al., 2003).

Ved visuell styrkesortering er kvist det viktigste sorteringskriteriet. Kvist er assosiert med fiberforstyrrelser som reduserer både stivhet og styrke til trelasten, og effekten øker med kvistdiameter. Kvistdiameter er bl.a. avhengig av trærnes diameter, kronestørrelse og kvistens posisjon i forhold til den grønne delen av krona (Vestøl & Høibø, 2001). Kvistdiameter øker med vertikal posisjon i trærne opp til nedre del av krona, og avtar deretter mot toppen av trærne. Mellom trær i samme bestand er det funnet større kvistdiameter i mer dominerende trær (Moberg, 2006).

En utfordring med visuell styrkesortering er at densitet ikke alltid følger variasjonen til kvistdiameter. Det er funnet ulike vertikale trender for densitet i gran (Kucera, 1994; Atmer & Thörnqvist, 1982; Hakkila, 1966; Høibø et al., 2014). Der densiteten øker med høyden i trærne vil man få negativ korrelasjon mellom densitet og kvistdiameter, noe som slår negativt ut for densitet ved visuell sortering. I Sør-Norge er det funnet at variasjonen mellom bestand utgjør en større andel for densitet enn for e-modul og bøyefasthet og at variasjonen er påvirket av bonitet, breddegrad og høyde over havet (Vestøl et al., 2016). Dette kan bidra til at man oppnår ulik densitet til trelast av gran fra ulike områder etter visuell styrkesortering.

Simuleringsmodeller som er utviklet for gran på Østlandet viser at e-modul og bøyefasthet øker med bestandsalder (Vestøl et al., 2020). Det kan delvis forklares med at densitet og fiberlengde til gran øker med alderen (Kucera, 1994), men også at stammediameter øker og at andelen av tverrsnittet som er påvirket av kvist avtar. Økt densitet og fiberlengde vil gi positive bidrag til både styrke og stivhet for trelast som er visuelt styrkesortert. Materialet som Nagoda (1985) testet var fra relativt unge bestand, og det er grunn til å tro at densitet, e-modul og bøyefasthet er høyere i eldre skog fra samme område. Hensikten med denne studien var å undersøke egenskapene til konstruksjonsvirke av gran fra eldre skog i Nord-Norge.

1.1.2 Lutzgran

Lutzgran er en hybrid mellom sitkagran og hvitgran. Vitenskapelig navn er *Picea x lutzii*. Siste del av det latinske navnet er oppkalt etter den amerikanske skogforskeren Harold John Lutz (1900–91) som oppdaget den i 1950 («Lutzgran», u.å.). Lutzgran vokser sammen med sitkagran og kvitgran langs vestsiden av Kenaihalvøya i delstaten Alaska i USA.

Det var professor H. H. H. Heiberg og skogforsøksleder T. Ruden, fra den gang Norges landbrukshøyskole, som på en reise for å studere bartrærne i Alaska og Britisk Columbia, antydte at hybridene lutzgran kunne ha en plass i norsk skogplanting, spesielt i Nord-Norge (Heiberg, 1952; Kaasen, et al., 1993). Lutzgran ble plantet flere steder, og da særlig nord i Nordland og Troms, og i de beskyttede fjordstrøkene (Kaasen, 2025). Pettersen (1981) viste at det i Nordland var god vekst på lutzgran sammenlignet med norsk gran.

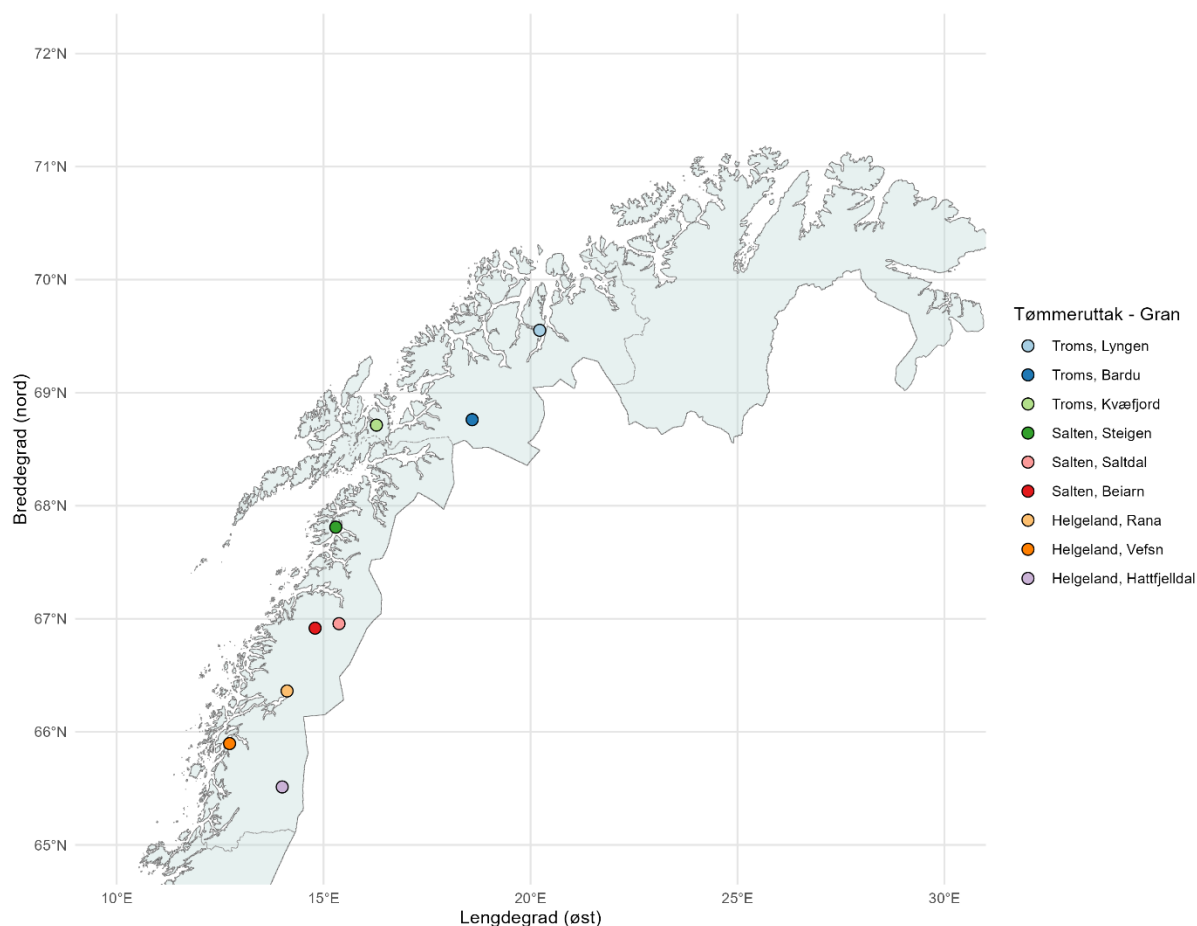
Det er begrenset med studier av egenskaper til lutzgran fra Nord-Norge, men det finnes noen om densitet. Granmo (1993) undersøkte basisdensitet til gran og lutzgran på fem lokaliteter i Vesterålen og fant ikke signifikant forskjell mellom treslagene på samme lokalitet. Gjennomsnittsverdien i 20% stammehøyde var 380 kg/m³ for lutzgran. Han fant signifikant høyere årringbredde i lutzgran enn i vanlig gran på samme voksested, og det tyder på at man oppnår høyere densitet i lutzgran enn i gran hvis årringbredden er den samme. Vadla (2008) undersøkte basisdensitet til lutzgran fra Lyngen og Lofoten, og fant at gjennomsnittsverdiene var 398 kg/m³ i rotavskjær, 362 kg/m³ i 20% stammehøyde og 387 kg/m³ i 80% stammehøyde.

NS-INSTA 142 er godkjent for sitkagran fra Norge sortert til T0, T1, T2 eller T2 og bedre, og sorteringsklassene er tilordnet fasthetsklasser (Standard Norge, 2005; NS-EN 1912). Dette tilsvarer resultatene fra en studie av sitkagran fra Vestlandet og Nord-Norge (Solli et al., 2007). Vi kjenner ikke til at det er gjennomført tilsvarende studier av trelast av lutzgran fra Norge. Resultatene for sitkagran kan ikke uten videre overføres til lutzgran, og hensikten med denne studien er å gjennomføre et begrenset studium av egenskaper til konstruksjonsvirke av lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

2 Materiale og Metoder

Prosjektet ble gjennomført som et forprosjekt og et hovedprosjekt. I forprosjektet ble det målt årringbredde, basisdensitet og fiberlengde på prøver av spesifikke årringintervaller i prøver fra stammeskiver fra fem av NIBIOs forsøksfelt med gran i Nordland, Troms og Finnmark (Vestøl & Høibø, 2022). Trelasten fra de samme trærne ble kvalitetsvurdert, densitet, e-modul og bøyefasthet ble testet, og resultatene er publisert i masteroppgaven til Hillestad (2024). I hovedprosjektet ble trelast fra seks felt med gran i Nordland og tre felt med gran i Troms kvalitetsvurdert, og densitet, e-modul og bøyefasthet ble testet. Resultatene fra testingen av materiale fra fem av de seks feltene i Nordland er publisert i masteroppgaven til Nordeide (2025). I hovedprosjektet ble det også testet trelast av lutzgran fra tre felt i Lofoten og Vesterålen.

2.1 Utvalg av felt med gran



Figur 1. Geografisk plassering av felt med tømmeruttak av gran.

Materialet til forprosjektet ble samlet inn fra NIBIOs permanente forsøksflater med gran. I denne rapporten er det tatt med data fra tre felt fra forprosjektet, hvorav ett i Troms, ett i Salten og ett i Helgeland (Tabell 1). Data fra de samme feltene inngikk også i undersøkelsen til Nagoda (1985).

Tabell 1. Geografiske data og bestandsdata til forsøksfeltene i forprosjektet.

Område	Kommune	NIBIOs Felt nr.	Lengdegrad (grader øst)	Breddegrad (grader nord)	Hoh. (m)	Bonitet	Totalalder
Troms	Bardu	0595	18.54349	68.8176	135	G17	105
Salten	Beiarn	0614	14.7877	66.9221	100	G17	90
Helgeland	Hattfjelldal	0622	14.00602	65.52056	240	G11	170

Materialet til hovedprosjektet ble samlet inn fra ni felt, hvorav tre i Troms, tre i Salten og tre i Helgeland (Tabell 2). I hvert av de to områdene i Nordland ble det valgt ut ett felt fra områder over 150 moh. og to felt fra områder under 150 moh. Det ble etterstrebet å få bonitetsforskjeller mellom feltene fra lavereliggende skog i hvert område.

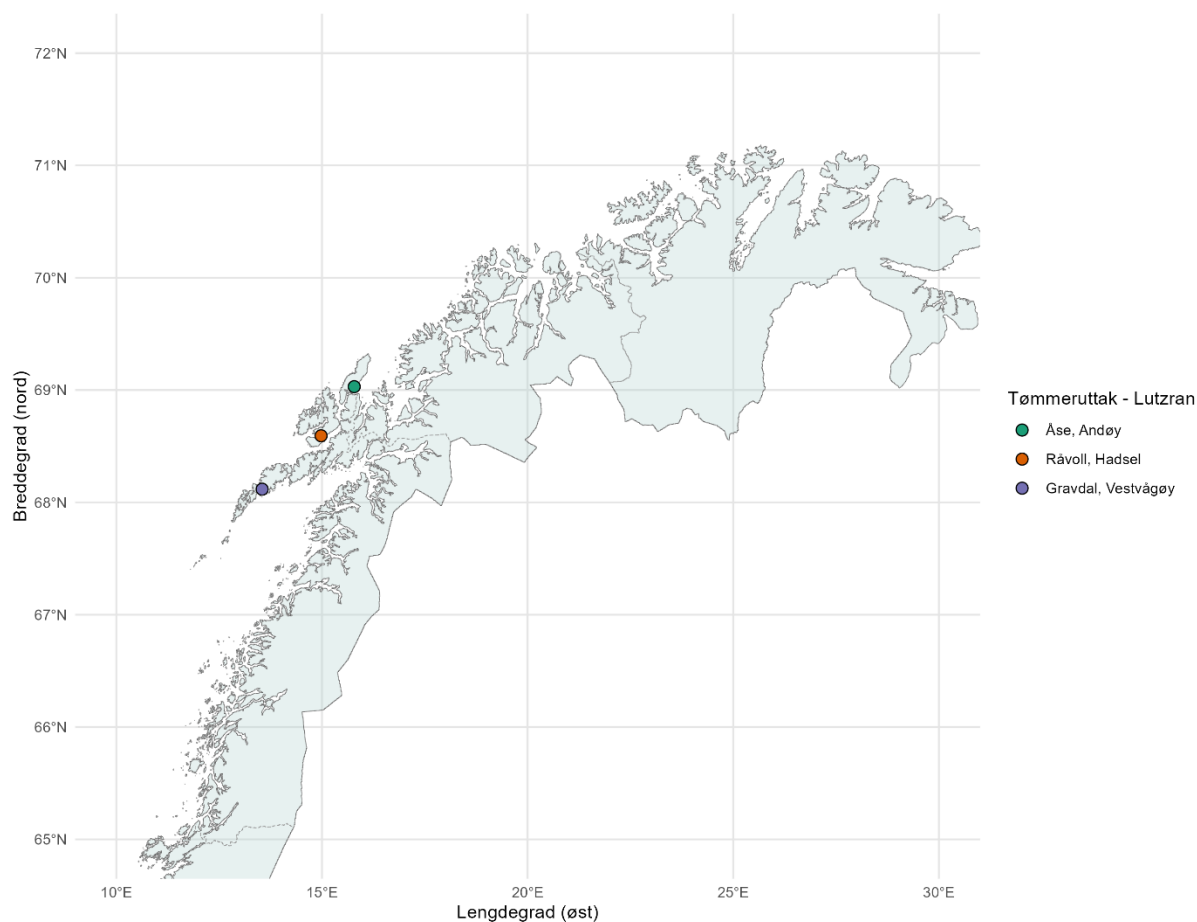
Tabell 2. Geografiske data og bestandsdata for feltene med gran i hovedprosjektet.

Område	Kommune	Lengdegrad (grader øst)	Breddegrad (grader nord)	Hoh. (m)	Bonitet	Totalalder (år)
Troms	Lyngen	20.22076	69.55210	30	G17	87
	Bardu	18.58977	68.76154	125	G17	98
	Kvæfjord	16.27688	68.71318	90	G14	99
Salten	Steigen	15.29484	67.81032	50	G14	88
	Saltdal	15.37255	66.95701	125	G20	90
	Beiarn	14.79509	66.91754	180	G20	90
Helgeland	Rana	14.11798	66.36168	102	G17	74
	Vefsn	12.72941	65.89653	124	G14	93
	Hattfjelldal	14.00071	65.51291	268	G17	76



Figur 2. Fredskogfelt med gran i Steigen, Salten (15.29484°Ø, 67.81032°N). Foto: Eirik Nordhagen, NIBIO.

2.2 Utvalg av felt med lutzgran



Figur 3. Geografisk plassering av tømmeruttak av lutzgran.

Flere bestand med lutzgran har oppnådd relativ høy alder og det var i prosjektet interessant å undersøke de tretekniske egenskapene til lutzgrana i Nordland, nærmere bestemt i Lofoten

og Vesterålen. I Tabell 3 er de geografiske data og bestandsdata for de undersøkte områdene beskrevet.

Tabell 3. Geografiske data og bestandsdata for Lutzgran.

Sted, kommune	Hoh. (m)	Lengdegrad (grader øst)	Breddegrad (grader nord)	Alder (d _{1.3})	Bonitet* H40
Gravdal, Vestvågøy	50	13.54533	68.11747	62	S14
Råvoll, Hadsel	70	14.97859	68.59307	56	S14
Åse, Andøy	45	15.78386	69.03022	62	S14

*Bonitet er basert på H40 funksjoner for sitkagran (Bonitering og produksjonsevne, 2002; Orlund, 2001). Vadla (2008) brukte funksjoner for europeisk lerk (Wielgolaski, 1993) til bonitering av lutzgran. Boniteten (H 40) for to bestand med lutzgran i Lofoten og Lyngen ble i rapporten (Vadla, 2008) beregnet til henholdsvis 13,7 og 11,9.

2.3 Feltarbeid

I forprosjektet ble det tatt ut tre prøvetrær fra kappen rundt hver av prøveflatene. Det ble valgt ut et område hvor diameter i brysthøyde ble målt på alle trærne, og trærne med diameter i brysthøyde på minst 17 cm ble stratifisert i tre diameterklasser med like mange trær i hver klasse. Deretter ble det valgt ut ett prøvetre fra hver klasse. Prøvetrærne i hovedprosjektet ble valgt ut på samme måte som i forprosjektet, men det ble tatt ut 9 trær fra hvert felt med gran og 6 prøvetrær fra hvert felt med lutzgran. Antallet ble økt ved å ta ut flere prøvetrær fra hver diameterklasse. Trærne ble valgt ut tilfeldig, men trær med råte eller synlige feil som krok, gankvist og dobbel topp ble unngått. Diameter i brysthøyde og trehøyde til prøvetrærne av gran er presentert i Tabell 4 og tilsvarende er presentert for lutzgran i Tabell 5.

Tabell 4. Diameter under bark i brysthøyde under bark og trehøyde for prøvetrær av gran.

Delprosjekt	Kommune	Antall prøvetrær	Diameter i brysthøyde (cm)		Trehøyde (m)	
			Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD
Forprosjekt	Bardu	3	35,0	4,8	28,2	2,4
	Beiarn	3	24,9	5,7	23,8	3,0
	Hattfjelldal	3	25,9	7,9	24,5	5,1
Hovedprosjekt	Lyngen	9	25,4	6,3	24,2	1,9
	Bardu	9	24,8	4,1	23,7	1,3
	Kvæfjord	9	22,6	4,7	22,0	2,0
	Steigen	9	22,2	4,5	19,6	1,7
	Saltdal	9	25,7	4,9	26,0	3,4
	Beiarn	9	26,9	6,5	26,0	3,3
	Rana	9	21,6	4,4	20,0	1,3
	Vefsn	9	21,5	4,1	18,8	2,0
	Hattfjelldal	9	25,7	5,9	19,6	2,5

Tabell 5. Diameter under bark i brysthøyde og trehøyde for prøvetrær av lutzgran.

Sted, kommune	Antall prøvetrær	Diameter i brysthøyde (cm)		Trehøyde (m)	
		Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD
Gravdal, Vestvågøy	6	24,0	4,5	19,3	2,1
Råvoll, Hadsel	6	24,1	6,1	19,2	2,0
Åse, Andøy	6	23,4	4,7	20,9	1,6

Fra hvert prøvetre i forprosjektet ble det tatt ut en 5-6 cm tykk stammeskive i brysthøyde, definert som 110 cm fra rotavskjær. Stammeskivene fra brysthøyde ble brukt i forprosjektet (Vestøl & Høibø, 2022). Videre oppover stammen ble det kappet ut stokker med lengde som var avhengig av toppdiameter:

- Stokker med under 20 cm toppdiameter utenpå bark ble kappet 3 m lange
- Stokker med toppdiameter mellom 20 cm og 30 cm ble kappet 3,6 m lange
- Stokker med over 30 cm toppdiameter utenpå bark ble kappet 4,2 m lange

Stokklengdene var tilpasset planlagt skuruttak og krav til lengde på trelast som skal testes i henhold til Norsk standard NS-EN 408 (Standard Norge, 2012). Over hver stokk ble det tatt ut en 5-6 cm tykk stammeskive som ble brukt i forprosjektet. I hovedprosjektet ble det kun tatt ut stokker. Stokkene ble kappet med samme forhold mellom lengde og toppdiameter som stokkene i forprosjektet, men nederste stokk ble tatt fra rotavskjær, og det ble ikke tatt ut stammeskiver mellom hver stokk.

2.4 Testing av trelast

Trelasten ble skåret på lokale sagbruk etter følgende skurordre:

- Tømmer med toppdiameter under 20 cm: 2 stk 50x100 mm²
- Tømmer med toppdiameter mellom 20 og 28 cm: 2 stk 50x150 mm²
- Tømmer med toppdiameter mellom 28 og 30 cm: 4 stk 50x150 mm²
- Tømmer med toppdiameter over 30 cm: 4 stk 50x200 mm²

Trelasten i forprosjektet ble tørket i friluft på de lokale sagbrukene. Trelasten i hovedprosjektet ble tørket til 12 % fuktighet på Begna bruk. Et unntak var trelasten fra Vefsn, som først ble tørket i friluft på et lokalt sagbruk og deretter på snekkerverkstedet på NMBU. All trelasten ble klimatisert i 20 °C og 65 % relativ luftfuktighet i Trelaboratoriet på NMBU før testing. Fuktighet ved testing er presentert i Tabell 6 (gran) og Tabell 7 (lutzgran).

Trelasten ble kvalitetsvurdert etter NS-INSTA 142 (Standard Norge 2009). Det antatt svakeste området på hver planke ble valgt ut til testing, og innenfor området ble det registrert største kantsidekvist, største flatsidekvist og største kvistgruppe. I tillegg ble det registrert andre fasthetsreduserende egenskaper, som gankvist. Etter bøyetesting ble årringbredde registrert på prøver tatt ut nær bruddstedet. Årringbredde ble registrert i henhold til NS-INSTA 142 som gjennomsnitt av alle årringer utenfor 25 mm fra marg langs største stammeradius i tverrsnittet. Der det forekom ble det også registrert andre feil, som vankant og deformasjoner, men disse er ikke fasthetsreduserende og ble ikke tatt hensyn til i sorteringen.

Trelasten ble testet i firepunkts bøyning i henhold til NS-EN 408 (Standard Norge, 2012), og det antatt svakeste området i plankene ble plassert mellom belastningspunktene. Avstanden mellom opplagringspunktene var 18 ganger nominell høyde, og avstanden mellom belastningspunktene var 6 ganger nominell høyde. Noen av plankene med dimensjon 50x200 mm var for korte til dette, og de ble testet med avstand mellom opplagringspunktene lik 16,5 ganger nominell høyde. Det gjaldt 16 planker av gran og 8 av lutzgran. Lokal e-modul ble testet ved å registrere nedbøyning lokalt over en lengde lik 5 ganger nominell høyde midt mellom belastningspunktene. Nedbøyningen ble registrert både på margsiden og på ytesiden, og gjennomsnittet ble brukt i beregningene.

Etter bøyetesting ble densitet, fuktighet og gjennomsnittlig årringbredde registrert i ca 5 cm tykke planketverrsnitt som ble tatt ut så nær bruddet som mulig. Gjennomsnittlig fuktighet for hver dimensjon og hvert felt er vist for gran i Tabell 6 og for lutzgran Tabell 7. Årringbredde er presentert for gran i Tabell 8 og Tabell 9 og for lutzgran i Tabell 16.

Tabell 6. Antall prøver og gjennomsnittlig fuktighet ved testing av gran.

Delprosjekt	Kommune	50x100 mm ²		50x150 mm ²		50x200 mm ²	
		Antall prøver	Fuktighet (%)	Antall prøver	Fuktighet (%)	Antall prøver	Fuktighet (%)
Forprosjekt	Bardu	4	14,2	22	13,9	10	13,9
	Beiarn	8	14,2	17	14,0	-	-
	Hattfjelldal	10	14,1	13	13,8	6	13,9
Hoved-prosjekt	Lyngen	48	10,9	50	10,6	8	10,7
	Bardu	55	11,0	52	11,1	-	-
	Kvæfjord	55	11,1	24	11,5	4	11,4
	Steigen	38	10,7	19	11,0	-	-
	Saltdal	47	11,1	55	10,9	4	10,4
	Beiarn	39	11,4	33	10,7	16	10,3
	Rana	36	11,9	31	11,6	4	10,8
	Vefsn	43	13,7	9	13,6	-	-
	Hattfjelldal	35	11,5	42	11,1	11	10,3
Samlet		418	11,6	367	11,5	63	11,4

Tabell 7. Antall prøver og gjennomsnittlig fuktighet ved testing av lutzgran.

Sted, kommune	50x100 mm ²		50x150 mm ²		50x200 mm ²	
	Antall prøver	Fuktighet (%)	Antall prøver	Fuktighet (%)	Antall prøver	Fuktighet (%)
Gravdal, Vestvågøy	19	12,4	32	12,8	-	-
Råvoll, Hadsel	14	12,0	16	11,6	8	10,8
Åse, Andøy	26	11,5	22	11,1	-	-
Samlet	59	11,9	70	12,0	8	10,8

Testverdiene for densitet og e-modul ble korrigert til 12% fuktighet henhold til NS-EN 384 (Standard Norge, 2022). Testverdiene for bøyefasthet til 50x100 mm² ble korrigert for høyde, og testverdiene for plankene som ble testet med 16,5 ganger nominell høyde mellom opplagringspunktene ble korrigert for lengde i henhold til NS-EN 384. Flere detaljer om testoppsettet og gjennomføringen av testene er presentert i masteroppgavene til Hillestad (2024) og Nordeide (2025).

2.5 Statistiske analyser

Ti observasjoner av gran og én av lutzgran ble fjernet fra datasettet på grunn av feilnummerering eller feilregistrering. Statistiske analyser ble gjennomført med felt som tilfeldig effekt for å ta hensyn til avhengighet mellom observasjoner.

3 Resultater

3.1 Densitet og mekaniske egenskaper til trelast av gran

Resultatene for hver dimensjon er presentert i Tabell 8 sammen med gjennomsnittlig årringbredde. Det var signifikante forskjeller i densitet ($p < 0,0001$), e-modul ($p < 0,0001$) og bøyefasthet ($p < 0,0001$) mellom dimensjonene, og trenden var lavere verdier for større dimensjoner. Årringbredden viste motsatt trend, med større årringbredde i større dimensjoner (Tabell 8).

Tabell 8. Testresultater for hver dimensjon.

Dimensjon (mm ²)	N	Årring-bredde (mm)	Densitet, ρ_{12} (kg/m ³)		E-modul, E_m (kN/mm ²)		Bøyefasthet, f_m (N/mm ²)	
			Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD
50x100	418	1,6	445	37,8	12,2	1,9	46,0	9,2
50x150	367	1,9	416	34,1	11,3	1,8	43,5	9,8
50x200	63	2,2	398	19,9	10,6	1,4	38,0	7,7
Alle	848	1,7	429	38,7	11,7	1,9	44,3	9,6

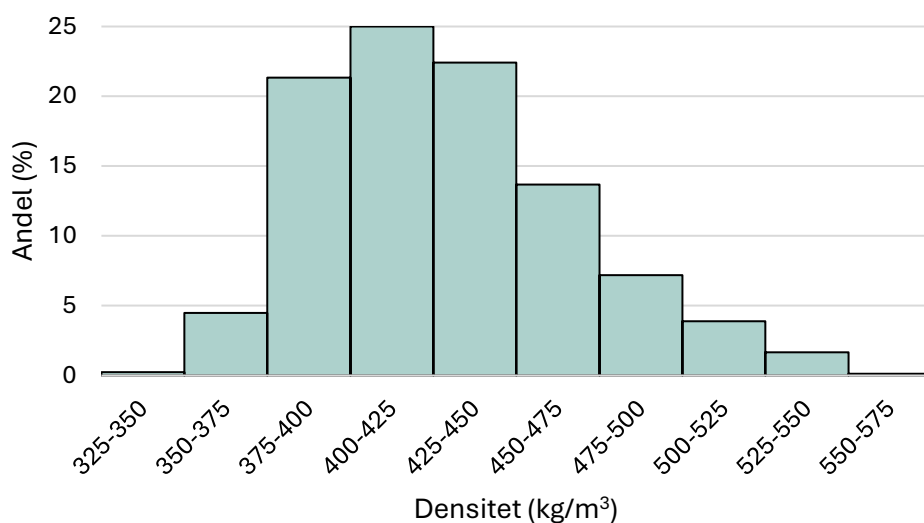
Tabell 9 viser testresultater fordelt på Troms, Salten og Helgeland sammen med gjennomsnittlig årringbredde. Statistiske analyser av variasjonen mellom felt og regioner er presentert i separate kapitler om hver egenskap.

Tabell 9. Testresultater for hvert område.

Område	N	Årring-bredde (mm)	Densitet, ρ_{12} (kg/m ³)		E-modul, E_m (kN/mm ²)		Bøyefasthet, f_m (N/mm ²)	
			Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD
Troms	332	1,8	421	36,0	11,6	2,0	43,4	10,3
Salten	276	1,8	427	37,6	11,6	1,6	44,5	8,3
Helgeland	240	1,7	442	40,6	11,9	2,1	45,4	9,9

3.1.1 Densitet

Gjennomsnittlig densitet var 429 kg/m³ (Tabell 8), medianen var 423 kg/m³, og verdiene varierte fra 335 kg/m³ til 573 kg/m³. Fordelingen er presentert i Figur 4 og viser usymmetrisk fordeling med skjevhet mot høyere verdier.

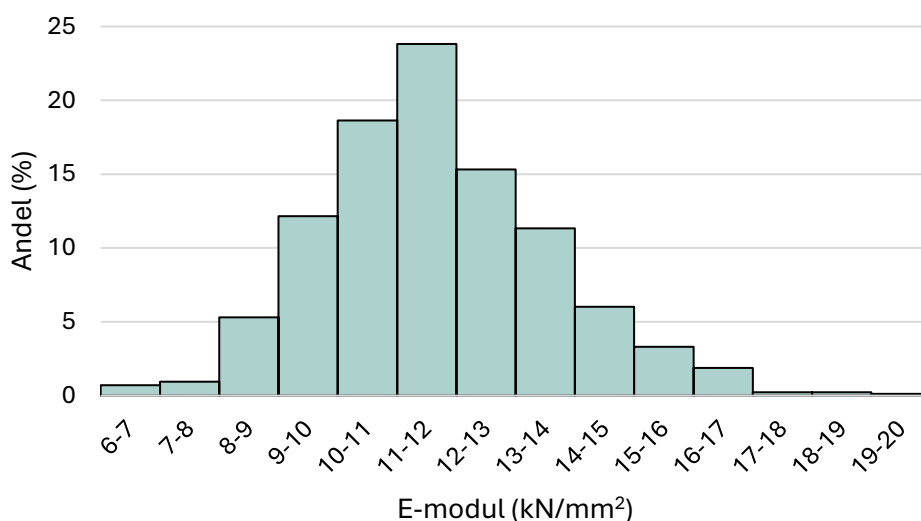


Figur 4. Fordeling av densitet til gran fra Nordland og Troms.

Det var ikke signifikante forskjeller i densitet mellom materialene fra Troms, Salten og Helgeland ($p=0,2996$). Varianskomponentanalyse av densitet viste at varians mellom bestand utgjorde 24,4% av totalvariansen. Det var en tendens at gran fra voksesteder lenger nord hadde lavere densitet, men sammenhengen var ikke signifikant ($p=0,149$) uten at man korrigerte for andre variabler. En multipl modell viste signifikant negative effekter av breddegrad ($p=0,0131$) og bonitet ($p=0,0370$), men ikke av høyde over havet ($p=0,0651$).

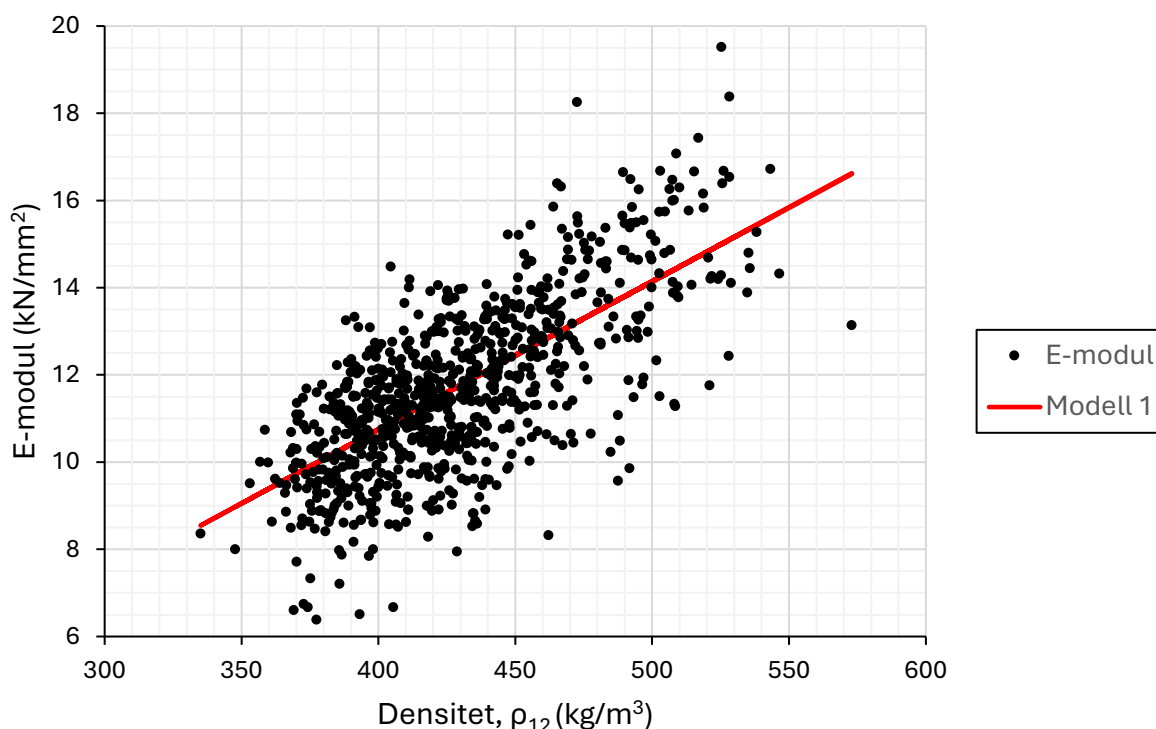
3.1.2 E-modul

Gjennomsnittlig e-modul var 11,7 kN/mm² (Tabell 8), medianen var 11,5 kN/mm², og verdiene varierte fra 6,4 kN/mm² til 19,5 kN/mm². Fordelingen er presentert i Figur 5 og viser en tilnærmet symmetrisk fordeling.



Figur 5. Fordeling av e-modul til gran fra Nordland og Troms.

Det var ikke signifikante forskjeller i e-modul mellom materialene fra Troms, Salten og Helgeland ($p=0,7186$). Varianskomponentanalyse av e-modul viste at varians mellom bestand utgjorde 24,7% av totalvariansen. Det var en svak tendens til at gran fra voksesteder lenger nord hadde lavere e-modul, men sammenhengen var ikke signifikant ($p=0,3450$). En multippel modell viste ingen signifikante effekter av breddegrad ($p=0,0785$), bonitet ($p=0,0797$) eller av høyde over havet ($p=0,1690$).



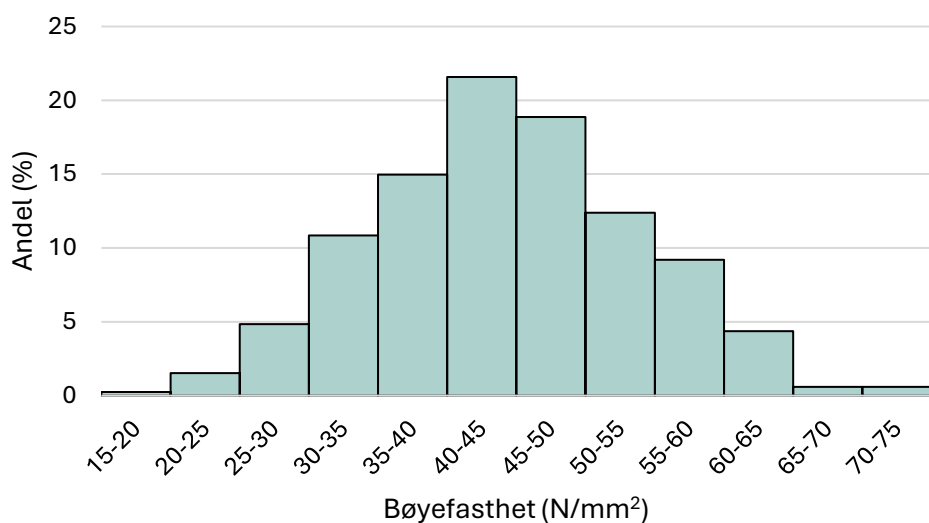
Figur 6. Sammenheng mellom e-modul og densitet til gran fra Nordland og Troms.

E-modul økte signifikant med økende densitet ($p<0,001$). Densitet forklarte 48,9% av variansen i e-modul ($R^2=0,489$), RMSE var 1,4 kN/mm², og varians mellom felt utgjorde 21,7% av variansen som ikke ble forklart av densitet. Sammenhengen er presentert i Modell 1 og Figur 6.

$$E_m = -2,82 + 0,0339 \rho_{12} \quad (\text{Modell 1})$$

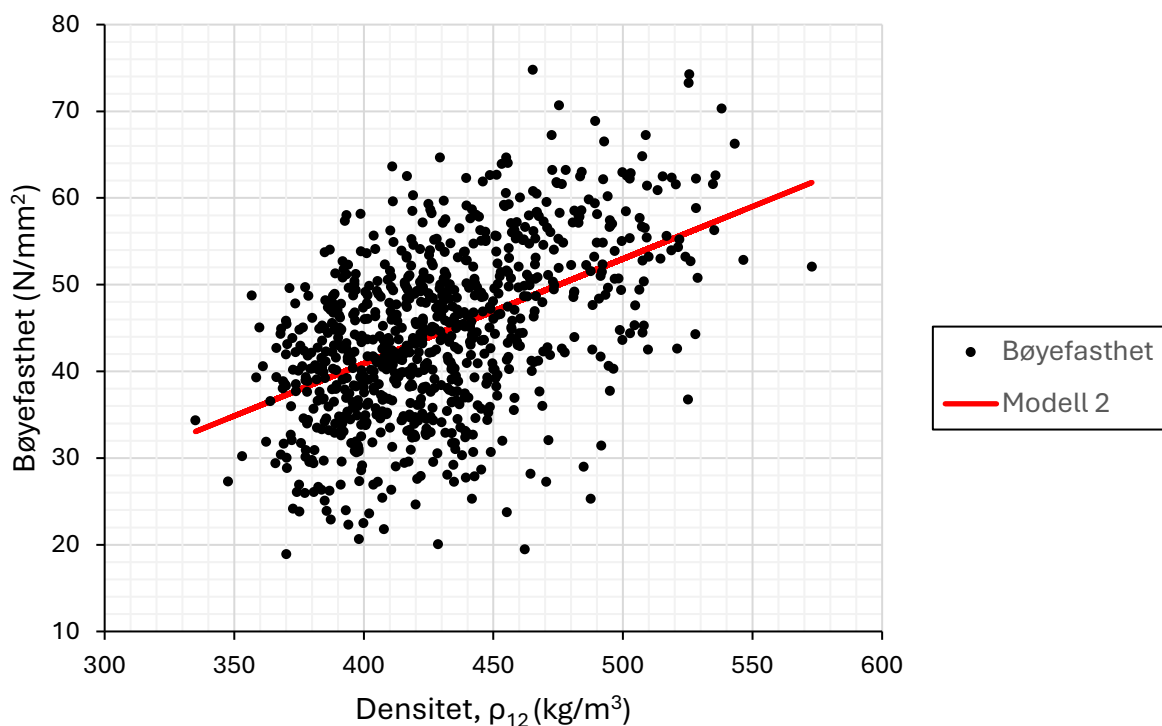
3.1.3 Bøyefasthet

Gjennomsnittlig bøyefasthet var 44,3 N/mm² (Tabell 8), medianen var 43,9 N/mm², og verdiene varierte fra 18,9 N/mm² til 74,8 N/mm². Fordelingen er presentert i Figur 7 og viser en tilnærmet symmetrisk fordeling.



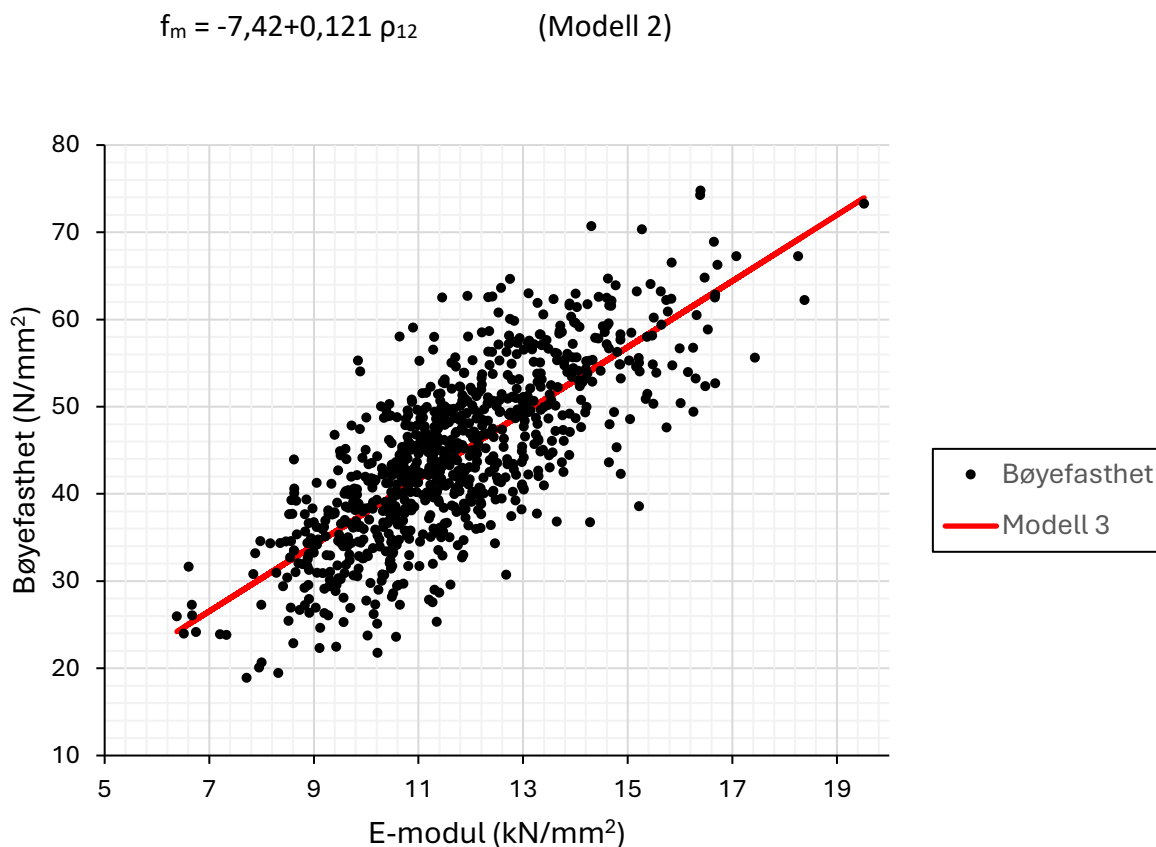
Figur 7. Fordeling av bøyefasthet til gran fra Nordland og Troms.

Det var ikke signifikante forskjeller i bøyefasthet mellom materialene fra Troms, Salten og Helgeland ($p=0,4786$). Varianskomponentanalyse av bøyefasthet viste at varians mellom bestand utgjorde 16,5% av totalvariansen. Det var en svak tendens til at gran fra voksesteder lenger nord hadde lavere bøyefasthet, men sammenhengen var ikke signifikant ($p=0,2290$). En multippel modell viste signifikant negative effekter av breddegrad ($p=0,0164$) og bonitet ($p=0,0295$), men ikke av høyde over havet ($p=0,0547$).



Figur 8. Sammenheng mellom bøyefasthet og densitet til gran fra Nordland og Troms.

Bøyefasthet økte signifikant med økende densitet ($p < 0,001$). Densitet forklarte 26,3% av variansen i bøyefasthet ($R^2 = 0,263$), RMSE var $8,3 \text{ N/mm}^2$, og varians mellom felt utgjorde 9,8% av variansen som ikke ble forklart av densitet. Sammenhengen er presentert i Modell 2 og vist i Figur 8.



Figur 9. Sammenheng mellom bøyefasthet og e-modul til gran fra Nordland og Troms

Bøyefasthet økte signifikant med økende e-modul ($p < 0,001$). E-modul forklarte 58,1% av variansen i bøyefasthet ($R^2 = 0,581$), RMSE var $6,2 \text{ N/mm}^2$, og varians mellom felt utgjorde 2,9% av variansen som ikke ble forklart av e-modul. Sammenhengen er presentert i Modell 3 og vist i Figur 9.

$$f_m = 0,0325 + 3,79 E_m \quad (\text{Modell 3})$$

3.2 Visuell styrkesortering av gran etter NS-INSTA 142

Tabell 10 viser sorteringsutfall etter NS-INSTA 142 ved sortering etter begrensninger for de fasthetsreduserende egenskapene kantsidekvist, flatsidekvist, kvistgruppe, gankvist og årringbredde.

Tabell 10. Visuell styrkesortering etter begrensninger for fasthetsreduserende egenskaper i henhold til NS-INSTA 142.

Dimensjon (mm ²)	Antall (N)	T3		T2		T1		T0		Vrak	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
50x100	418	96	23,0	202	48,3	110	26,3	8	1,9	2	0,5
50x150	367	76	20,7	197	53,7	90	24,5	4	1,1	-	-
50x200	63	13	20,6	34	54,0	13	20,6	3	4,8	-	-
Alle	848	185	21,8	433	51,1	213	25,1	15	1,8	2	0,2

De to plankene som ble «Vrak» ble nedklasset på grunn av henholdsvis kantkvist og kvistgruppe. Ti av 15 planker sortert til T0 ble nedklasset på grunn av gankvist, tre på grunn av kantkvist og tre på grunn av kvistgruppe. Kvistgruppe var nedklassingsårsak for 74,2% av plankene sortert til klasse T1, og var med det den vanligste nedklassingsårsaken. 40,3% av plankene sortert til T1 ble nedklasset på grunn av kantsidekvist, mens 14,1% ble nedklasset på grunn av for stor flatsidekvist. I sorteringsklasse T2 ble 91,73% nedklasset på grunn av kantsidekvist og 83,1% på grunn av kvistgruppe. Flatsidekvist var nedklassingsårsak for 58,4% av plankene i T2, mens 9,5% av plankene sortert til T2 hadde for stor gankvist, og kun én planke ble nedklasset til T2 på grunn av for stor årringbredde.

Sorteringsutfallet fordelt på områdene Troms, Salten og Helgeland er presentert i Tabell 11. Krysstabellanalyse viste ikke signifikant forskjellig sorteringsutfall mellom de tre områdene (Pearsons Chi-square=8,556; p=0,2002). Plankene sortert til vrak ble utelatt fra denne analysen på grunn av lavt antall.

Tabell 11. Visuell styrkesortering etter begrensninger for fasthetsreduserende egenskaper i henhold til NS-INSTA 142 fordelt på geografiske områder.

Område	Antall (N)	T3		T2		T1		T0		Vrak	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Troms	332	79	23,8	176	53,0	69	20,8	8	2,4	-	-
Salten	276	63	22,8	135	48,9	74	26,8	4	1,5	-	-
Helgeland	240	43	17,9	122	50,8	70	29,2	3	1,3	2	0,8
Totalt	848	185	21,8	433	51,1	213	25,1	15	1,8	2	0,2

3.3 Densitet og mekaniske egenskaper til trelast av gran sortert etter NS-INSTA 142

Tabell 12 viser gjennomsnitt, standardavvik og 5. persentil til densitet, e-modul og bøyefasthet i hver sorteringsklasse. På grunn av lavt antall planker i T0 er verdiene kun oppgitt for hele materialet samlet for denne sorteringsklassen. For de andre sorteringsklassene er det også oppgitt separate verdier for hvert område. Verdiene er ikke korrigert for antall prøver, men 5. persentil er kun oppgitt for sorteringsklasser med minst 40 planker.

Tabell 12. Testresultater for hver sorteringsklasse.

Sorterings- klasse	Område	N	Densitet, ρ_{12} (kg/m ³)			E-modul, E_m (kN/mm ²)			Bøyefasthet, f_m (N/mm ²)		
			$\bar{x}$	s	5 %	$\bar{x}$	s	5 %	$\bar{x}$	s	5 %
T0	Samlet	15	413	25,5	-	9,5	1,2	-	31,2	9,5	-
T1	Troms	69	423	36,0	379	10,7	1,7	8,6	36,8	8,6	23,3
	Salten	74	433	37,2	380	11,4	1,7	8,7	41,7	8,7	29,7
	Helgeland	70	432	34,2	385	10,9	1,8	8,4	39,3	8,4	25,4
	Samlet	213	429	36,0	381	11,0	1,8	8,6	39,3	8,8	26,3
T2	Troms	176	417	35,4	369	11,6	1,9	8,7	43,3	8,8	28,8
	Salten	135	426	38,0	375	11,6	1,5	9,4	44,4	6,5	33,5
	Helgeland	122	442	42,6	382	12,1	2,0	8,8	46,5	9,1	27,4
	Samlet	433	427	39,6	373	11,7	1,8	9,0	44,5	8,3	31,1
T3	Troms	79	431	36,6	371	12,6	2,1	8,7	51,2	9,2	36,0
	Salten	63	422	37,4	374	11,9	1,7	9,6	48,6	9,1	34,2
	Helgeland	43	459	40,8	390	13,4	2,0	10,1	53,4	7,8	40,1
	Samlet	185	434	40,3	374	12,5	2,0	9,6	50,8	9,0	36,5
T2 og bedre	Troms	255	421	36,3	370	11,9	2,0	8,7	45,7	9,6	29,9
	Salten	198	425	37,7	374	11,7	1,6	9,6	45,7	7,7	34,0
	Helgeland	165	446	42,8	382	12,4	2,0	9,4	48,3	9,3	31,9
	Samlet	618	429	39,9	373	12,0	1,9	9,2	46,4	9,0	32,1

3.4 Verifisering av fasthetsklasser for gran

Hver sorteringsklasse ble verifisert (bekreftet) mot tilordnet fasthetsklasse (Standard Norge, 2005, NS-EN 1912). Sorteringsklasse T1 ble verifisert mot fasthetsklasse C18, T2 og T2 og bedre mot C24 og T3 mot C30.

NS-EN 14358 (Standard Norge, 2016) angir krav for verifisering av karakteristiske verdier under forutsetning om 10% sannsynlighet for overvurdering. I vårt materiale var variasjonskoeffisienten til e-modul mindre enn 20% i alle sorteringklassene, og da er det krav om å teste 34 prøver for å verifisere gjennomsnittsverdi. Antall prøver i hver sorteringsklasse (Tabell 12) var tilstrekkelig til å verifisere gjennomsnittsverdi for hvert område separat. Kravet for e-modul er at gjennomsnittsverdien skal være større eller lik nominell grense for fasthetsklassen multiplisert med $k_q=0,944$ (NS-EN 14358). Resultatet fra verifisering av e-modul er presentert i Tabell 13 og viser at kravene var oppfylt for alle sorteringsklassene i alle områdene.

Tabell 13. Verifisering av karakteristiske verdier for e-modul.

Sorteringsklasse	Fasthetsklasse (EN 338)	Gjennomsnittlig e-modul (kN/mm ²)			
		Krav	Troms	Salten	Helgeland
T1	C18	≥8,496	10,7	11,4	10,9
T2	C24	≥10,384	11,6	11,6	12,1
T3	C30	≥11,328	12,6	11,9	13,4
T2 og bedre	C24	≥10,384	11,9	11,7	12,4

For å verifisere 5. persentil er det krav om å teste minst 40 prøver når variasjonskoeffisienten er mindre enn 25% (NS-EN 14358). Antall prøver hver sorteringsklasse (Tabell 12) var tilstrekkelig til å verifisere 5. persentil for hvert område separat. Kravet for å akseptere et parti er at nedre persentil for den nominelle verdien for fasthetsklassen som sorteringsklassen skal verifiseres mot skal være mindre eller lik $p_{lim}=0,0944$ (NS-EN 14358).

Resultatene fra verifisering av bøyefasthet er presentert i Tabell 14. Der det ikke er oppgitt verdi i tabellen var det ingen observasjoner under nominell karakteristisk verdi for sorteringsklassen. De estimerte persentilene var under grenseverdien for alle sorteringsklassene i alle tre områdene.

Tabell 14. Verifisering av karakteristiske verdier for bøyefasthet.

Sorteringsklasse	Fasthets- klasse	Karakteristisk bøyefasthet (N/mm ²)	Persentil (%)			
			Krav	Troms	Salten	Helgeland
T1	C18	18	≤9,44	-	-	-
T2	C24	24	≤9,44	-	0,76	1,72
T3	C30	30	≤9,44	1,72	2,83	-
T2 og bedre	C24	24	≤9,44	-	1,02	1,27

Resultatene fra verifisering av karakteristisk densitet er presentert i Tabell 15. Der det ikke er oppgitt verdi i tabellen var det ingen observasjoner under nominell karakteristisk verdi for sorteringsklassen. Alle de estimerte persentilene for sorteringsklassene T2 og T2 og bedre var under grenseverdiene. For sorteringsklasse T3 var persentilen like over grenseverdien i materialet fra Salten og like under i materialet fra Troms, mens det var klart under i materialet fra Helgeland.

Tabell 15. Verifisering av karakteristiske verdier for densitet.

Sorterings- klasse	Fasthets- klasse	Karakteristisk densitet (kg/m ³)	Persentil (%)			
			Krav	Troms	Salten	Helgeland
T1	C18	320	≤9,44	-	-	-
T2	C24	350	≤9,44	1,04	-	-
T3	C30	380	≤9,44	9,12	10,3	3,59
T2 og bedre	C24	350	≤9,44	0,95	-	-

3.5 Densitet og mekaniske egenskaper til trelast av lutzgran

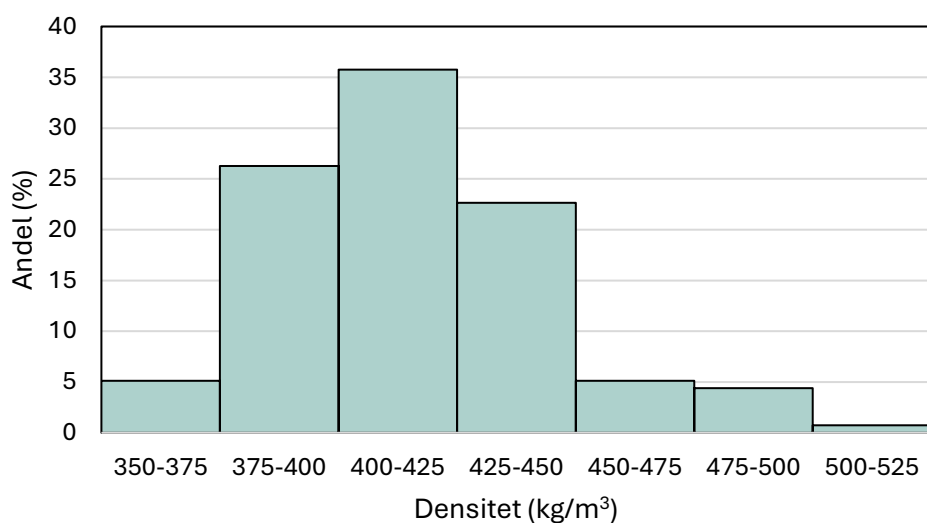
Gjennomsnitt og standardavvik for densitet, e-modul og bøyefasthet til Lutzgran fra Lofoten og Vesterålen er presentert i Tabell 16, sammen med gjennomsnittlig årringbredde.

Tabell 16. Testresultater for lutzgran.

Dimensjon (mm ²)	N	Årring- bredde (mm)	Densitet, ρ_{12} (kg/m ³)		E-modul, E_m (kN/mm ²)		Bøyefasthet, f_m (N/mm ²)	
			Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD	Gj.snitt	SD
50x100	59	2,1	431	28,3	12,0	1,4	46,9	7,3
50x150	70	2,5	405	24,2	11,7	1,3	43,5	7,8
50x200	8	3,6	398	26,3	10,0	1,5	36,9	6,6
Alle	137	2,4	416	29,1	11,7	1,5	44,6	7,9

3.5.1 Densitet

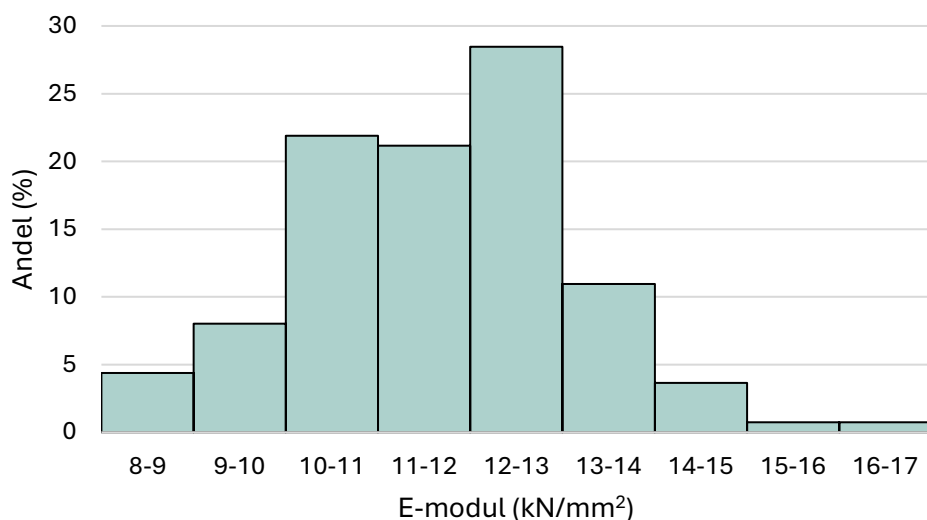
Gjennomsnittlig densitet var 416 kg/m³ (Tabell 16), medianen var 415 kg/m³, og verdiene varierte fra 359 kg/m³ til 501 kg/m³. Fordelingen er presentert i Figur 10 og viser en usymmetrisk fordeling med en skjevhet mot høyere verdier.



Figur 10. Fordeling av densitet til lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

3.5.2 E-modul

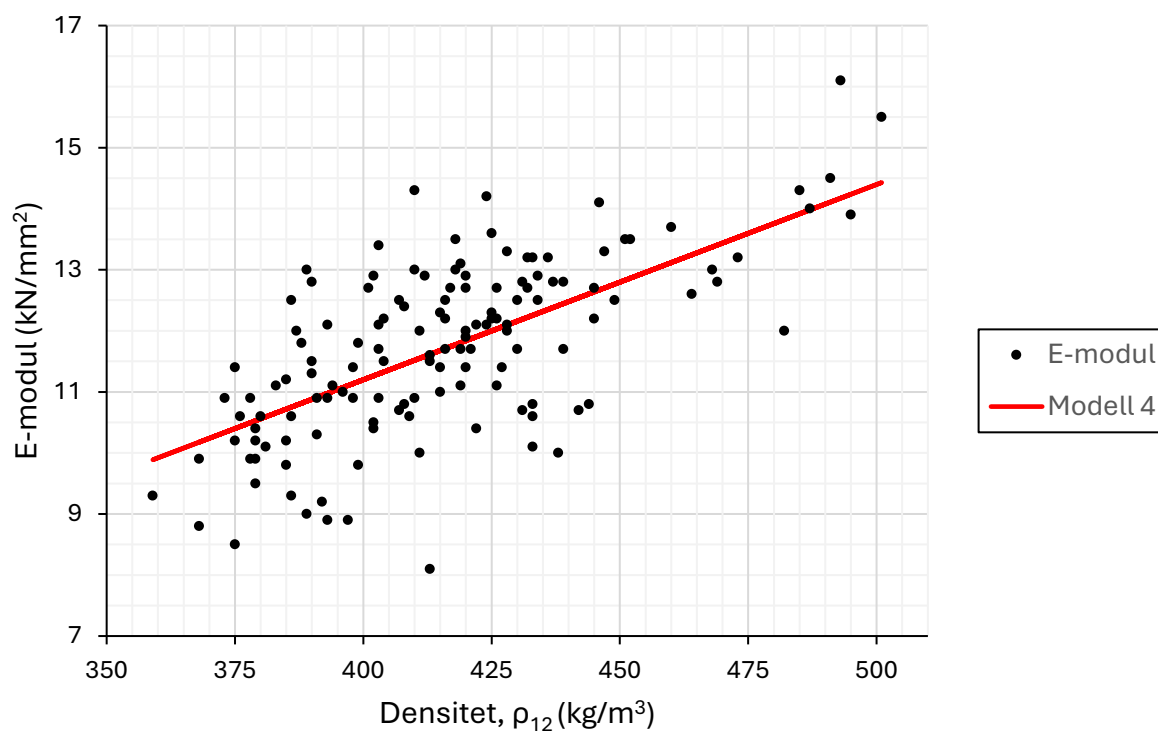
Gjennomsnittlig e-modul var 11,7 kN/mm² (Tabell 16), medianen var 11,8 kN/mm², og verdiene varierte fra 8,1 kN/mm² til 16,1 kN/mm². Fordelingen er presentert i Figur 11 og viser en tilnærmet symmetrisk fordeling.



Figur 11. Fordeling av e-modul til lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

E-modul økte signifikant med økende densitet ($p < 0,001$). Densitet forklarte 44,9% av variansen i e-modul ($R^2 = 0,449$), RMSE var 1,1 kN/mm², og varians mellom felt utgjorde 11,9% av variansen som ikke ble forklart av densitet. Sammenhengen er presentert i Modell 4 og Figur 12.

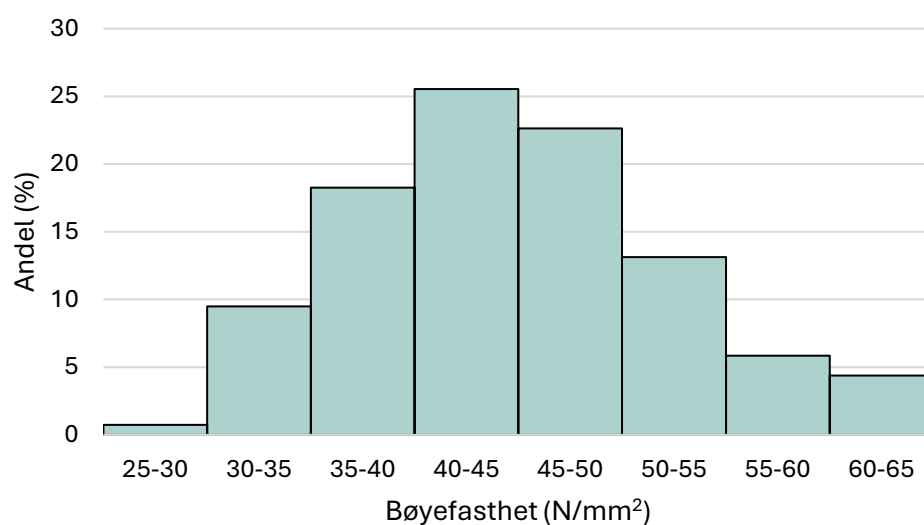
$$E_m = -1,59 + 0,0320 \rho_{12} \quad (\text{Modell 4})$$



Figur 12. Sammenheng mellom e-modul og densitet til lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

3.5.3 Bøyefasthet

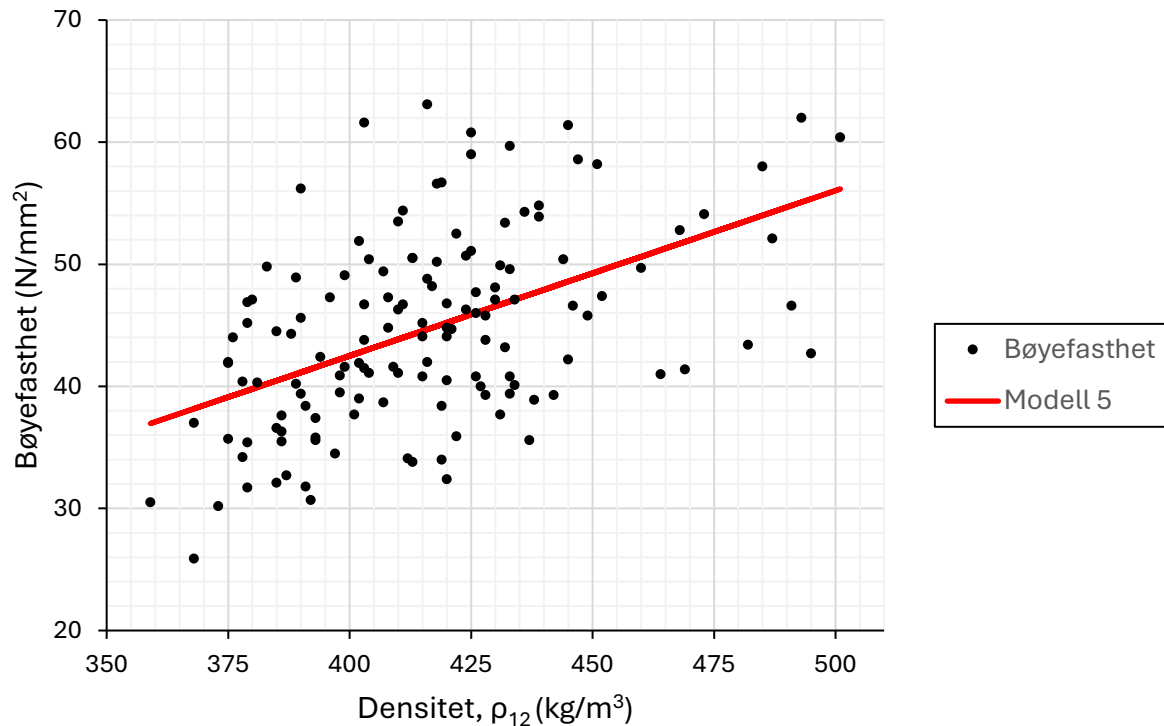
Gjennomsnittlig bøyefasthet var 44,6 N/mm² (Tabell 16), medianen var 44,1 N/mm², og verdiene varierte fra 25,9 N/mm² til 63,1 N/mm². Fordelingen er presentert i Figur 13 og viser en tilnærmet symmetrisk fordeling.



Figur 13. Fordeling av bøyefasthet til lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

Bøyefasthet økte signifikant med økende densitet ($p < 0,001$). Densitet forklarte 23,0% av variansen i bøyefasthet ($R^2 = 0,230$), RMSE var $6,9 \text{ N/mm}^2$, og varians mellom felt utgjorde 3,4% av variansen som ikke ble forklart av densitet. Sammenhengen er presentert i Modell 5 og Figur 14.

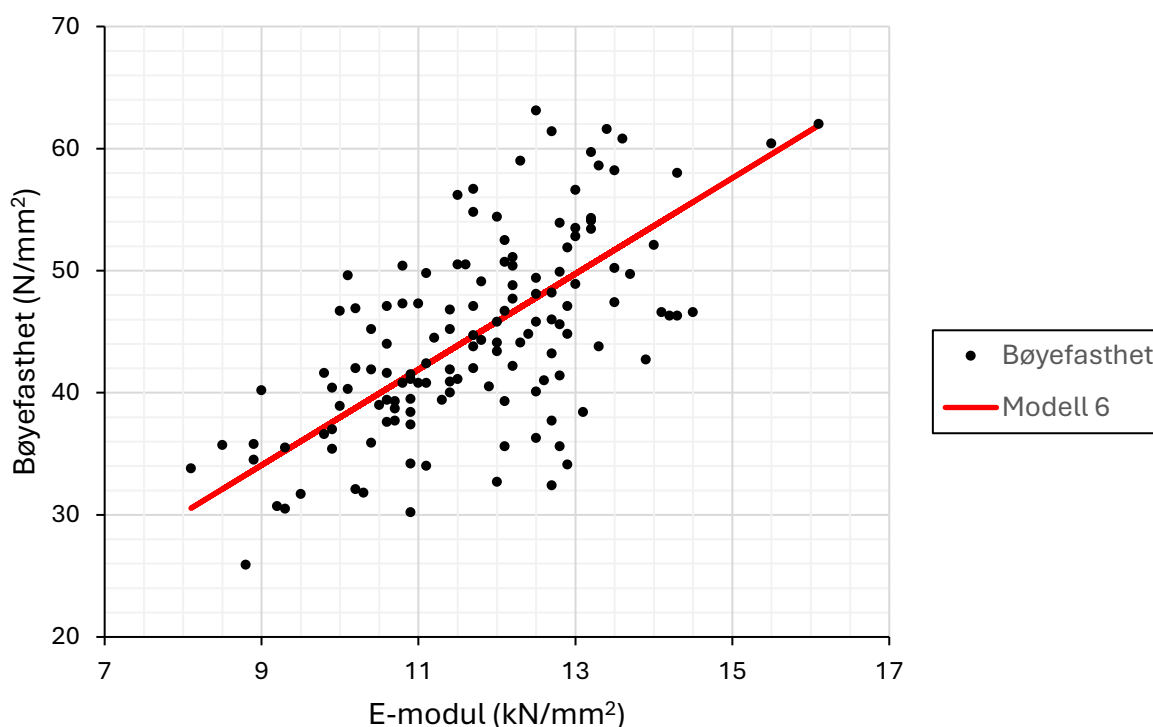
$$f_m = -11,6 + 0,135 \rho_{12} \quad (\text{Modell 5})$$



Figur 14. Sammenheng mellom bøyefasthet og densitet til lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

Bøyefasthet økte signifikant med økende e-modul ($p < 0,001$). E-modul forklarte 38,0% av variansen i bøyefasthet ($R^2 = 0,380$), RMSE var $6,2 \text{ N/mm}^2$, og varians mellom felt utgjorde 20,2% av variansen som ikke ble forklart av e-modul. Sammenhengen er presentert i Modell 6 og Figur 15.

$$f_m = -1,21 + 3,92 E_m \quad (\text{Modell 6})$$



Figur 15. Sammenheng mellom bøyefasthet og e-modul til lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

3.6 Visuell styrkesortering av lutzgran etter NS-INSTA 142

Tabell 17 viser sorteringsutfall av lutzgran fra tre felt i Lofoten og Vesterålen ved sortering etter begrensninger for de fasthetsreduserende egenskapene kantsidekvist, flatsidekvist, kvistgruppe, gankvist og årringbredde i NS-INSTA 142.

Tabell 17. Kvalitetssortering av lutzgran etter begrensninger for fasthetsreduserende egenskaper i henhold til NS-INSTA 142.

Dimensjon (mm ²)	Antall (N)	T3		T2		T1		T0	
		N	%	N	%	N	%	N	%
50x100	59	4	6,8	23	39,0	31	52,5	1	1,7
50x150	70	6	8,6	34	48,6	29	41,4	1	1,4
50x200	8	-	-	3	37,5	3	37,5	2	25,0
Alle	137	10	7,3	60	43,8	63	46,0	4	2,9

De fire plankene som ble sortert til klasse T0 ble nedklasset på grunn av henholdsvis kantsidekvist, flatsidekvist, kvistgruppe og gankvist. I sorteringsklasse T1 ble 58,7% av plankene nedklasset på grunn av kantsidekvist, 52,4% på grunn av kvistgruppe og 19,0% på grunn av flatsidekvist. I sorteringsklasse T2 ble 76,7% nedklasset på grunn av kvistgruppe, 68,3% på grunn av kantsidekvist og 43,3% på grunn av flatsidekvist. Kun én planke ble nedklasset til T2 på grunn av gankvist og én på grunn av for stor årringbredde.

3.7 Densitet og mekaniske egenskaper til trelast av lutzgran sortert etter NS-INSTA 142

Tabell 18 viser gjennomsnitt, standardavvik og 5. persentil til densitet, e-modul og bøyefasthet i hver sorteringsklasse. Verdiene er ikke korrigert for antall prøver, men 5. persentil er kun oppgitt for sorteringsklasser med minst 40 planker.

Tabell 18. Testresultater for lutzgran sortert etter NS-INSTA 142.

Sorterings-klasse	N	Densitet, ρ_{12} (kg/m ³)			E-modul, E_m (kN/mm ²)			Bøyefasthet, f_m (N/mm ²)		
		$\bar{x}$	SD	5 %	$\bar{x}$	SD	5 %	$\bar{x}$	SD	5 %
T0	4	409	24,3	-	11,4	2,0	-	44,4	6,6	-
T1	63	411	33,0	373	11,2	1,4	9,0	41,2	6,8	30,5
T2	60	421	24,8	386	12,2	1,3	9,8	47,2	7,6	34,2
T3	10	417	27,1	-	12,2	0,9	-	50,5	7,2	-
T2 og bedre	70	420	25,0	382	12,2	1,3	9,9	47,7	7,6	34,4

3.8 Verifisering av fasthetsklasser for lutzgran

Antall prøver var tilstrekkelig til å verifisere karakteristisk e-modul i sorteringsklassene T1, T2 og T2 og bedre i henhold til NS-EN 14358, men ikke i sorteringsklassene T0 og T3 (Tabell 17). Lutzgran fra Norge sortert etter NS-INSTA 142 har ikke tilordnet fasthetsklasser, og man har derfor ikke noen definerte krav å sammenligne med. I denne studien er det sammenlignet med kravene som gjelder sitkagran. De karakteristiske verdiene til sorteringsklasse T1 er verifisert mot C18, T2 mot C24 og T2 og bedre mot C24. Resultatene fra verifisering av e-modul viser at lutzgran sortert til klasse T1 oppfyller kravet til e-modul i fasthetsklasse C18 og lutzgran sortert til T2 eller T2 og bedre oppfyller kravet til e-modul i fasthetsklasse C24 (Tabell 19).

Tabell 19. Verifisering av karakteristiske verdier for e-modul til lutzgran fra Lofoten og Vesterålen.

Sorteringsklasse	Fasthets-klasse	Gjennomsnittlig e-modul (kN/mm ²)	
		Krav	Verdi
T1	C18	≥8,496	11,2
T2	C24	≥10,384	12,2
T2 og bedre	C24	≥10,384	12,2

Variasjonskoeffisientene til densitet og bøyefasthet var under 25% i alle sorteringsklassene, og antall prøver hver sorteringsklasse (Tabell 18) var tilstrekkelig til å verifisere karakteristisk densitet og bøyefasthet for T1, T2 og T2 og bedre. Ingen av observasjonene var under nominell for hverken karakteristisk densitet eller karakteristisk bøyefasthet i noen av disse sorteringsklassene, og persentiler kunne ikke beregnes.

4 Diskusjon

4.1 Gran

Sammenlignet med studien til Nagoda (1985) var densiteten i vårt materiale 5,8% høyere i Troms, 7,8% høyere i Salten og 3,0% høyere i Helgeland (Tabell 20). Økningen kan skyldes at trærne i vår undersøkelse har høyere alder, og at densiteten har økt som følge av redusert årringbredde. I plantet skog vil årringbredden normalt øke de første årene før den avtar gradvis med antall årringer (Kucera, 1994). Densiteten følger det motsatte forløpet. Forskjellen var noe mindre i Helgeland, og det kan skyldes at Nagoda (1985) hadde med noen eldre bestand fra dette området.

Tabell 20. Sammenligning av testresultater med studien til Nagoda (1985).

Område	Densitet, ρ_{12} (kg/m ³)		E-modul, E_m (kN/mm ²)		Bøyefasthet, f_m (N/mm ²)	
	Gj.snitt	Nagoda (1985)	Gj.snitt	Nagoda (1985)	Gj.snitt	Nagoda (1985)
Troms	421	398	11,6	8,1	43,4	37,4
Salten	427	396	11,6	7,9	44,5	35,5
Helgeland	442	429	11,9	9,8	45,4	47,4

Sammenlignet med studien til Nagoda (1985) var gjennomsnittlig e-modul 43,2% høyere i Troms, 25,4% høyere i Salten og 21,4% høyere i Helgeland (Tabell 20). Høyere densitet bidrar til økt e-modul siden e-modul er positivt korrelert med densitet (Figur 6). E-modul er også påvirket av fiberlengde, og den øker betydelig i ungdomsveden (Kucera, 1994), men også videre utover i tverrsnittet (Vestøl & Høibø, 2022).

Økt densitet og fiberlengde bidrar også til høyere bøyefasthet i trelast fra eldre skog. Sammenlignet med studien til Nagoda (1985) var gjennomsnittlig bøyefasthet 16,0% høyere i Troms, 25,4% høyere i Salten og 4,2% lavere i Helgeland (Tabell 20). Kvist er assosiert med fiberforstyrrelser som reduserer både e-modul og bøyefasthet, men effekten er størst på bøyefasthet og noe mindre på e-modul (Vestøl et al., 2012). Kvistdiameter øker mest de første årene greinene lever. Greinene har minimal diametervekst når de blir eldre, og kvistene i nedre deler av trærne påvirker en mindre andel av stammetverrsnittet når trærne blir eldre og får større diameter. Dette reduserer effekten av kvist på e-modul og bøyefasthet til trelast fra eldre skog.

Både gjennomsnittlig densitet (429 kg/m³), gjennomsnittlig e-modul (11,7 kN/mm²) og gjennomsnittlig bøyefasthet (44,3 N/mm²) var lavere enn det som er funnet i gran fra Sør-Norge (Foslie & Moen 1968; Vestøl et al., 2016). I Sør-Norge er det funnet at densitet avtar med høyde over havet (Vestøl et al., 2020), og det samsvarer med at densiteten avtar med redusert temperatursum (Wilhelmsson, 2001). I Norden avtar temperatursummen med økende nordlig breddegrad, og man kan forvente lavere densitet i trevirke med samme årringbredde fra områder lengre mot nord (Wilhelmsson, 2001). Høibø (1991) fant høyere densitet i gran fra Østlandet enn Nagoda (1985) fant i Gran fra Nord-Norge når årringbredden

var den samme. Geografiske forskjeller i e-modul vil i stor grad følge densitetsvariasjoner, siden egenskapene er korrelerte og variasjon mellom bestand utgjør en betydelig andel (Vestøl et al., 2016). Bøyefasthet er mer påvirket av kvistdiameter og varierer mer innad i bestand (Vestøl et al., 2016). Bøyefasthet er korrelert med densitet og e-modul, og når disse varierer, vil man også forvente forskjeller i bøyefasthet.

Sorteringsutfallet ved visuell styrkesortering (Tabell 10) ga størst andel trelast i klasse T2 (51,1 %), mens andelene T1 (25,1%) og T3 (21,8%) var mindre. Dette skiller seg fra materialet til Nagoda (1985) hvor det var betydelig større andel i den beste sorteringsklassen. Sorteringsutfallet er i stor grad avhengig av valg av prøvemateriale, og det er usikkert hvor representative materialene er for områdene.

Verifiseringen av fasthetsklassene som er tilordnet gran sortert etter NS-INSTA 142 viste at trelast sortert til T1 oppfyller kravene til C18, og trelast sortert til T2 oppfyller kravene til C24. Dersom man slår sammen T2 og T3 til en klasse; T2 og bedre, ble kravene til C24 oppfylt. Verifiseringene ble gjort i henhold til NS-EN 14358 med forutsetning om at man aksepterer 10% sannsynlighet for at materialet har verdier som er under kravet til karakteristiske verdier i fasthetsklassene.

For sorteringsklasse T3 var resultatene forskjellig mellom Troms, Salten og Helgeland, og det var kravet til densitet som ikke ble oppfylt i alle områdene. Andelen av trelasten sortert til T3 som var under det nominelle kravet til karakteristisk densitet i fasthetsklasse C30 var 9,1% i Troms, 10,3% i Salten og 3,6% i Helgeland (Tabell 15). Verdien for Troms og Salten var nær grenseverdien (9,44%), og det er vanskelig å se noen grunn til at trelasten skal vurderes forskjellig i de to områdene. I Helgeland er det naturlig gran, og området er lenger mot sør, noe som bidrar til høyere temperatur og høyere densitet. Det var små forskjeller i densitet mellom sorteringsklassene (Tabell 12), og det viser at visuell sortering i liten grad greier å skille trelast med ulik densitet. Nordeide (2025) fant at densiteten økte med høyden i trærne. Ved visuell styrkesortering er det i stor grad kvister som er utslagsgivende, og motsatte vertikale variasjoner i densitet og kvistdiameter bidrar til å redusere betydningen av visuell sortering på densitet. Heller ikke geografiske variasjoner i densitet som skyldes klima (Wilhelmsson, 2001) vil bli tatt hensyn til ved visuell styrkesortering.

Resultatene av verifiseringene avviker fra resultatene til Nagoda (1985), som fant at trelasten ikke oppfylte krav til e-modul og bøyefasthet når de ble sortert visuelt. Han fant imidlertid at maskinsortering, basert på bøyning, ga tilfredsstillende verdier, og det samme fant Nygaard (2003) for C30 sortert med Dynagrade. Høyere densitet kan være en årsak til at våre resultater skiller seg fra resultatene til Nagoda (1985). Også økt fiberlengde som følge av høyere alder, kan være en årsak til at resultatene blir bedre i vårt materiale.

4.2 Lutzgran

Lutzgran hadde lavere gjennomsnittlig densitet (416 kg/m^3) enn gran fra Troms og Salten (Tabell 9), som er de mest nærliggende områdene vi hentet gran fra. Gjennomsnittlig e-modul ($11,7 \text{ kN/mm}^2$) var tilnærmet lik verdien til gran fra Troms og Salten, mens bøyefasthet ($44,6 \text{ N/mm}^2$) var tilnærmet lik bøyefasthet til gran fra Salten og noe høyere enn bøyefastheten til gran fra Troms.

Densitet er positivt korrelert med både e-modul og bøyefasthet i begge treslag, men for gjennomsnittlig densitet (416 kg/m^3) estimerer modellene noe høyere e-modul for lutzgran (Modell 5) enn for gran (Modell 1) og noe høyere bøyefasthet for lutzgran (Modell 6) enn for

gran (Modell 2). Resultatene viser at lutzgrana har høyere forhold mellom mekaniske egenskaper og densitet. Det var også større årringbredde i lutzgrana (Tabell 16) enn i vanlig gran (Tabell 8 og Tabell 9), og det tyder på at man kan oppnå samme mekaniske egenskaper i trelast av lutzgran med større tilvekst.

Sorteringsutfallet for lutzgran (Tabell 15) var lavere enn sorteringsutfallet for gran (Tabell 10 og Tabell 11). Lutzgrana hadde en høyere andel T1, en lavere andel T3, mens andelen T2 var tilnærmet lik for gran og lutzgran. Dette skulle man forvente at ville redusere e-modul og bøyefasthet til lutzgran sammenlignet med gran. Når man likevel oppnår tilnærmet lik e-modul og bøyefasthet for lutzgrana, til tross for at densiteten er lavere, tyder det på at kriteriene til visuell styrkesortering i INSTA-142 vil være tilstrekkelig for å oppnå samme fasthetsklasser for lutzgran som man gjør for gran og sitkagran i Norge. Verifisering av densitet, e-modul og bøyefasthet mot fasthetsklassene som er tilordnet gran og sitkagran sortert etter NS-INSTA 142 viste at trelast sortert til T1 oppfyller kravene til C18, og trelast sortert til T2 eller T2 og bedre oppfyller kravene til C24.

4.3 Konklusjoner

Densitet, e-modul og delvis bøyefasthet til gran i de undersøkte geografiske områdene i Nord-Norge er betydelig høyere enn det som tidligere er publisert (Nagoda, 1985). Forbedringen skyldes sannsynligvis at materialet er hentet fra eldre skog, spesielt i Troms og Salten. Gjennomsnittsverdiene er lavere enn det som er funnet i Sør-Norge, noe som kan skyldes lavere densitet i trelast fra Nord-Norge som følge av lavere temperatursum. Studien har vist at gran fra Nordland og Troms sortert til T1 etter NS-INSTA 142 oppfyller kravene til C18, og at trelast sortert til T2, eller T2 og bedre oppfyller kravene til C24. Trelast sortert til T3 oppfyller kravene til e-modul og bøyefasthet, men kravet til densitet er ikke oppfylt i alle områdene.

Materialet med lutzgran var begrenset til tre bestand i Lofoten og Vesterålen, og det er usikkert hvor godt det representerer den geografiske variasjonen. Resultatene viser at e-modul og bøyefasthet er på høyde med verdiene til gran fra Salten og Troms, selv om densiteten er noe lavere. Lutzgran fra Norge er ikke tilordnet fasthetskasse, men resultatene viser at hvis lutzgran sorteres etter NS-INSTA 142, oppfyller sorteringsklasse T1 kravene til C18 og T2 eller T2 og bedre oppfyller kravene til C24.

Litteraturliste

- Atmer, B. & Thörnqvist, T. (1982). The properties of tracheids in spruce (*Picea abies* Karst.) and pine (*Pinus sylvestris* L.). *Report*. Uppsala (Sweden), The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Products. **No. 134**: 78.
- Bonitering og produksjonsevne, (2002). Hentet 15. desember 2025 fra <https://feltforsok.nibio.no/Kalkulator/BonKalk.cfm>
- Ekenstedt, F., Grahn, T., Hedenbeg, Ö., Lundqvist, S.-O., Arlinger, J., & Wilhelmsson, L. (2003). Variations in fiber dimensions of Norway spruce and Scots pine, graphs, and prediction models. STFI-report PUB 13. Stockholm, Sweden. 47 s.
- Granmo, L. P. (1993). En vekstundersøkelse av treslagene norsk gran (*P. abies*) og lutzgran (*Picea x lutzii* Little) i Vesterålen, i relasjon til klima. Hovedoppgave ved Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole, mai 1993.
- Hakkila, P. (1966). "On the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood." *Communications Instituti Forestalis Fenniae* **61**(5): 1–98.
- Heiberg, H. H. H. (1953). Inntrykk fra Nord-Amerikas skogbruk. Oslo, Utvalget for faglig hjelp i landbruket. Hentet 28. januar 2026 fra <https://www.nb.no/items/7be98c02a967d340040dd70332b49aba?page=13&searchText=Lutzz>
- Hillestad, M. N. (2024). Evaluering av konstruksjonsvirke av gran (*Picea abies* (L.) Karst) fra Nord-Norge. Masteroppgave. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning.
- Hysten, G., Fernández, C. A. & Granhus, A. (2023). Skogressurser i Norge: Status og framtidsscenarier for 6 regioner. NIBIO rapport 2023 (9) 40. Hentet 15. desember 2025 fra <https://hdl.handle.net/11250/3057495>
- Høibø OA. (1991). The quality of wood of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) planted with different spacing [Doctor scientiarum theses 1991:13]. Ås: Department of Forestry, Agricultural University of Norway.
- Høibø, O., Vestøl, G.I., Fischer, C., Fjeld, L. & Øvrum, A. (2014). "Bending properties and strength grading of Norway spruce: variation within and between stands." *Canadian Journal of Forest Research* **44**(2): 128–135.
- Kaasen, N. O. (2023). Skogreising i nord – de første hundre år. Utgiver Nord-Norges Skogmannsforbund.
- Kaasen, N.O., Skaret, G., Kaasen, T. (1993). Afforestation of Lutz Spruce, Sitka Spruce, and Norway Spruce in the Vesteraalen Islands, Norway. In: Alden, J.N., Mastrantonio, J.L., Ødum, S. (eds) *Forest Development in Cold Climates*. NATO ASI Series, vol 244. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1600-6_28
- Kaasen, T. (1983). Skogens økonomiske betydning i Nord-Norge. *Tidskrift for nordnorsk natur og kultur*, Ottar, 143, 45–49. Hentet 15. desember 2025 fra https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2013041006048?page=49
- Kibsgaard, Ø. (2011). Skogens historie. Bodø, Fylkesmannen i Nordland.
- Kučera, B. (1994). "A hypothesis relating current annual height increment to juvenile wood formation in Norway spruce." *Wood and Fiber Science* **26**(1): 152–167.
- Landbruksdirektoratet. (2025). Tømmeravvirkning og priser. Hentet 15. desember 2025 fra <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/utviklingstrekk-i-skogbruket/tommeravvirkning-og-priser>

- Lutzgran. (u.å.) I *Det Norske Akademis ordbok*. Det Norske Akademi for Språk og Litteratur. Hentet 15. desember 2025 fra <https://naob.no/ordbok/lutzgran>
- Moberg, L. (2006). "Predicting knot properties of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* from generic tree descriptors." *Scandinavian Journal of Forest Research* 21(Suppl. 7): 48–61.
- Morén, A.-S. & Perttu, K.L. (1994). "Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land." *Studia Forestalia Suecica* 194: 1–19.
- Nagoda, L. (1985). Styrkeegenskaper hos gran (*Picea abies* (L.) Karst.) fra Nord-Norge målt på trelast i hele dimensjoner [Strength properties of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) from Northern Norway tested on timber in structural sizes]. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning*. Ås, Norsk institutt for skogforskning. **38.17**: 1–31.
- Nordeide, J. (2025). Densitet og mekaniske egenskaper av konstruksjonsvirke fra gran i Nordland. Masteroppgave. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning.
- Nygaard, G. (2003). Virkeskvalitet på skogreisingsgran i Nordland. Mosjøen, Fylkesmannen i Nordland og Bergene Holm AS, Nesbruket.
- Orlund, A. (2001). Bonitering av plantet gran (*Picea abies* L. Karst.) og sitkagran (*Picea sitchensis* Bong. Carr.) på Vestlandet, Norsk institutt for skogforskning.
- Pettersen, G. (1981). En vekstundersøkelse av aktuelle bartreslag ved skogreising i Lofoten og Vesterålen. Hovedoppgave ved Institutt for skogskjøtsel, Norges landbrukshøgskole, mai 1981.
- Solli, K. H., Mjåland, O., Sandland, K.M. & Vadla, K. (2007). Sitkagran som konstruksjonsvirke. *Treteknisk Rapport*. Oslo, Norsk Treteknisk Institutt. **Nr. 70**: 1–49.
- SSB. (2025). Avvirkning av industrivirke for salg fordelt på treslag. Fylke. 1 000 m³. Hentet 15. desember 2025 fra <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/skogbruk/statistikk/skogavvirkning-for-salg>
- Standard Norge. (1988). Kvalitetskrav til trelast for konstruktive formål. Norsk Standard NS 3080:1998.
- Standard Norge. (2009). Nordiske regler for visuell styrkesortering av trelast. Norsk Standard NS-INSTA-142:2009.
- Standard Norge. (2012). Trekonstruksjoner. Konstruksjonstre og limtre – Bestemmelse av noen fysiske og mekaniske egenskaper. Norsk Standard NS-EN 408:2010+A1:2012.
- Standard Norge. (2016). Konstruksjonstrevirke. Fasthetsklasser. Norsk Standard NS-EN 338:2016.
- Standard Norge. (2016). Trekonstruksjoner – Beregning og verifisering av karakteristiske verdier. Norsk Standard NS-EN 14358:2016.
- Standard Norge. (2022). Konstruksjonstrevirke – Bestemmelse av karakteristiske verdier for mekaniske egenskaper og densitet. Norsk Standard NS-EN384:2016+A2:2022.
- Standard Norge. (2005). Konstruksjonstrevirke. Fasthetsklasser. Tilordning av visuelle sorteringsklasser og treslag. Norsk Standard NS-EN 1912.
- St. Meld. nr. 44. (1954). (u.å). *Stortinget*. Hentet 16. desember 2025 fra <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Stortingsforhandlinger/Saksside/?pid=1945-1954&mtid=97&vt=a&did=DIVL130537>
- Utbyggingsprogrammet for Nord-Norge. (u.å.). I *Store norske leksikon*. Hentet 16. desember 2025 fra https://snl.no/Utbyggingsprogrammet_for_Nord-Norge
- Vadla, K. (2008). Virkesegenskaper hos bartrevirke fra forskjellige lokaliteter i Nord-Norge: densitet, avsmalning, bark og kjerneved. Ås, Norsk institutt for skog og landskap. 9/08.
- Vestøl, G.I. & Høibø, O. (2022). Gran i nord - Egenskaper til konstruksjonsvirke av gran fra Troms og

Finnmark og Nordland, et forprosjekt. Upublisert manuskript.

Vestøl, G. I. & Høibø, O.A. (2001). "Prediction of knot diameter in *Picea abies* (L.) Karst." Holz als Roh- und Werkstoff **59**(1-2): 129–136.

Vestøl, G. I., Fischer, C., Høibø, O. & Øvrum, A. (2016). "Between- and within-site variation of density and bending properties of *Picea abies* structural timber from Norway." Scandinavian Journal of Forest Research **31**(8): 758–765.

Vestøl, G. I., Fischer, C. & Høibø, O. (2020). "Simulation of structural timber properties based on geographical data and stand-level forest inventory data." Scandinavian Journal of Forest Research **35**(5-6): 286–295.

Wilhelmsson, L. (2001). Characterisation of Wood Properties for Improved Utilisation of Norway Spruce and Scots Pine. Doctoral thesis, Silvestria 216, Swedish University of Agricultural Sciences

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 underlagt Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.