

Lars Gladhaug
Visuelle faktorer for
styrkeegenskaper hos furu

Visual attributes of strength properties of Scots pine

Universitetet for miljø- og biovitenskap
Norwegian University of Life Sciences

Institutt for naturforvaltning
Mastergradsoppgave 30 stp. 2005



Forord

Dette er ei mastergradsoppgave skrevet ved Institutt for naturforvaltning (INA), Universitet for miljø- og biovitenskap (UMB).

Grunnen til at jeg valgte denne oppgaven fra de aktuelle oppgavene vi kunne velge mellom var at det virket som et interessant tema. Jeg ble nysgjerrig på hvilke resultater prosjektet ville gi, og hadde lyst til å bli involvert i arbeidet.

Jeg vil gjerne takke alle på lesesalen min for god hjelp og stor tålmodighet.

Veilederne for oppgaven min har vært førsteamanuensis Geir I. Vestøl og førsteamanuensis Olav Høibø ved Institutt for naturforvaltning, UMB. Takk for god veiledning underveis i arbeidet med oppgaven.

Ås, 17. mai 2005

Lars Gladhaug

Innhold

Sammendrag	- 3 -
1. Innledning	- 5 -
2. Materiale og metoder	- 8 -
2.1. Utvalg av rundtømmer	- 8 -
2.2. Utvalg av boks	- 9 -
2.3. Testing.....	- 10 -
2.4. Formler.....	- 13 -
2.5. Databehandling og utregninger.....	- 15 -
3. Resultat og diskusjon	- 17 -
3.1. Årringbredde	- 17 -
3.2. Basisdensitet	- 18 -
3.3. E-modul.....	- 23 -
3.4. Bøyefasthet	- 26 -
3.5. Modeller.....	- 30 -
3.6. Sammenligning med andre undersøkelser	- 31 -
3.7. Skjøtsel.....	- 32 -
4. Konklusjon.....	- 33 -
5. Litteratur	- 35 -
Vedlegg 1	- 36 -

Sammendrag

Furu er å finne i store deler av Norge. Den har gjennom alle tider vært skattet som materiale. Helt fram til i dag er den å finne i de fleste roller fra konstruksjonsvirke til møbler. En kombinasjon av lave priser på de dårligste sortimentene for furu og lang transport i utkantstrøk har muligheten for å tjene penger på dette som tømmer forsvunnet. Et alternativ har vært å kappe opp tømmeret til ved. Lesja og Dovre Treforum har tatt initiativ for å starte et forprosjekt for å klarlegge fysiske og mekaniske egenskaper til rundtømmer og firkant av furu fra høyereliggende skog (Vestøl *et al.* 2004). Prosjektet konkluderer med at verdiene for E-modul og bøyefasthet er høye, særlig de laveste verdiene for rundtømmer er høye i forhold til trelast. Verdiene for firkant er relativt høye i forhold til trelast. Dette tilsier at rundtømmer og firkant er egnet som konstruksjonsmateriale.

Ranta-Maunus (1999) har tidligere gjennomført en omfattende undersøkelse for å dokumentere egenskapene til rundtømmer med små diametre med tanke på å utnytte tynningsvirke som konstruksjonsmateriale. Materiale av furu fra Finland og Storbritannia inngår i dette materialet. Undersøkelsen dokumenterer at styrkeegenskapene holder kravene til konstruksjonsmateriale.

Undersøkelsene til Ranta-Maunus (1999) kan ikke overføres direkte til norske forhold uten videre. På bakgrunn av dette har det blitt satt i gang et prosjekt for å dokumentere styrkeegenskapene til rundtømmer og firkant av furu i Norge. Det er en oversikt over materialet som inngår i undersøkelsen i tabell 2. Tømmeret har blitt sortert i nominelle diameterklasser. Det er registrert data for kronehøyder, trehøyde, diameter og noen data for feltene. Inne på labben har det blitt målt diametre, kviststørrelser, fiberhelning, krok og ovalitet. Så ble stokkene testet med tanke på E-modul og bøyefasthet. Basisdensitet, andel tennarved og årringbredder i brysthøyde på rotstokker og i toppenden på alle stokkene ble også målt.

I denne oppgaven har jeg sett på sammenhengen mellom visuelle faktorer og bøyefasthet til stokkene for å se om det er mulig å finne en god forklaring på bøyefasthet ut ifra de dataene som er registrert ute i feltene og også inne på labben. Jeg har lagd to modeller. Den ene består av faktorer som forklarer sammenhengen ut av faktorer som er registrert i feltene:

- Høyde til laveste grein.
- Total trehøyde
- Høyde over havet
- Diameter i brysthøyde
- Stokktype

Den andre modellen består av faktorer som er registrert på labben:

- Største kvist.
- Nominell dimensjon etter toppmål.
- Kvistgruppe.

Den første modellen gir best sammenheng. En kan trekke slutningen at det er mulig å forutsi bøyefastheten av dataene som er registrert i felt. Hvis en skal finne nøyaktig styrke må en måle basisdensitet eller E-modul. Dette er mer omfattende målinger.

Det er ikke nødvendig å skjømme skogen på en ny måte for å gi rundtømmer med gode styrkeegenskaper. Faktorene som gir styrke er få og liten kvist og lange slanke trær med liten avsmalning. Fig. 19 viser at rotstokker er de sterkeste. Tømmeret fra gode boniteter i lavtliggende områder gir tømmer med høy basisdensitet og bøyefasthet.

1. Innledning

Furu (*Pinus sylvestris*) er et av de første treslagene som kom til Norge sammen med bjørk (*Betula spp.*) for 7000 år siden, etter siste istid (Larsson *et al.*). Nå er furu et av de mest utbredte treslagene i Norge. Den fins over det meste av Europa og Nord-Asia.

Utbredelsen i Norge går så langt som til 70° nordlig bredde og furugrensa fortsetter på samme breddegrad inn i Russland. I sør er vokseområdet for furua begrenset av treløse, tørre stepper med unntak av Mongolia, hvor den forekommer ved 45° nordlig bredde. Det finnes også spredte forekomster lenger sør. I Alpene kan vi finne furu opp til 2200 meter over havet, og i Kaukasus finnes den i forkrøplet tilstand opp til 2700 meter over havet. I Norge regnes den 1000 hektar store forekomsten i Stabbursdalen på omkring 70°10' nordlig bredde som den nordligste barskog. Ellers kan en finne furu opp til 72°22' nordlig bredde. Furugrensa ligger på 900-1000 meter over havet, men enkelte eksemplarer kan finnes helt opp til 1300 meter over havet. Furu kom til landet flere tusen år før grana. De fylkene vi finner mest furu er Hedmark, Telemark, Buskerud og Aust-Agder (Børset 1985).

Virket av furu går mest til skurlast, men også til stolper, finer, laftetømmer og lignende. Små dimensjoner nyttes til sulfatcellulose, bygningsplater og påler. Virket av furu blir og brukt i forbrenningsanlegg som bioenergi. Spesialsortimenter av furu blir godt betalt. I utkantstrøk med lang transport for tømmer, er de dårligste furukvalitetene så lavt priset, at det ikke er lønnsomt å levere dette på markedet som massevirke. Som en følge av dette ender mye av det dårligste virket opp som ved. Tidligere brukte man slikt virke til bærende konstruksjoner, særlig i driftsbygninger i landbruket. Tømmer fra høyereliggende strøk har ofte mye kvist og er av den grunn uegnet til å skjære trelast. Ved å bruke tømmeret uten å skjære det, oppnår man lavere bearbeidnings kostnader. Ungdomsveden innerst er normalt svakere enn veden ytterst i stokken. Når en ikke bryter fibre i overflaten, men bevarer den sterke veden som blir skjært bort når en lager trelast, bevarer man styrken til tømmeret og det blir da sterkere enn trelast.

I Norge er det ikke tidligere gjort noen forsøk for å bestemme styrkeegenskapene til rundtømmer før Vestøl *et al.* (2004) utførte tester på materiale fra Lesja og Dovre. I 1998 ble EU-prosjektet "Round small-diameter timber for construction" avsluttet (Ranta-Maunus 1999). Bakgrunnen for dette prosjektet var et ønske om økt bruk av trevirke fra tynninger i form av konstruksjonsmateriale. Rapporten inneholder en omfattende beskrivelse av markeder, økonomi, mulige anvendelsesområder og egenskapene til rundtømmer av små dimensjoner. Ranta-Maunus (1999) kommer fram til at bruken av slikt virke er mest aktuelt i landdistrikt eller der hvor en ønsker et spesielt utseende. Det kan være anvendelig i små konstruksjoner så vel som større bygg med spesiell arkitektur. Eksempler på egnede steder en kan bruke rundtømmer er landbruksbygg, hytter, feriehus, fritidsparker og spesielt i konstruksjoner som skal gli inn i naturen som broer, lekeparker og utkikkstårn. De forskjellige treslagene som ble testet var furu fra Finland og Storbritannia, gran (*Picea abies*) fra Finland og Østerrike, sitkagran (*Picea sitchensis*) fra Storbritannia, lerk (*Larix kaempferi*) fra Nederland og douglas (*Pseudotsuga menziesii*) fra Frankrike. I henhold til Ranta-Maunus (1999) er det utviklet systemer for sortering av rundtømmer hvor det deles inn i klasse A eller B. Det blir stilt krav til styrkereduserende egenskaper som kvist, fiberhelning årringbredde, sprekk og tennar samt geometriske data som ovalitet, avsmaling, krok og biologiske skader av insekt og sopp.

Med bakgrunn i dette har Lesja og Dovre Treforum tatt initiativ til å starte et prosjekt for å undersøke mulige anvendelser av furu fra høyereliggende strøk. For å avklare behovet for forskning på rundtømmer ble det etablert et forprosjekt i samarbeid med Mjøsen Skogeierforening, Lesja og Dovre kommuner og UMB med støtte fra SND. Vestøl *et al.* (2004) konkluderer med at bøyfasthet og E-modul for dette materialet er høye, noe som tilsier at rundtømmer er godt egnet som konstruksjonsmateriale. Styrkesortering kan gjøres visuelt, men det europeiske reglementet som finnes er utviklet for tynningsvirke og undervurderer bøyfastheten til det testede materialet. Styrkesortering basert på dimensjon, E-modul og basisdensitet vil gi mulighet for bedre nøyaktighet enn visuell sortering. Firkant med 2/3 vannkant gir klart lavere styrke enn rundtømmer, men er fortsatt sterkere enn skarpkantet trelast. Der det er viktig med plane flater og mindre fokus på styrke, kan dette være et alternativ.

Ettersom dette forprosjektet er basert på et begrenset materiale er det startet et nytt prosjekt som er basert på materiale hentet fra et større område. I denne oppgava vil jeg benytte meg av resultater fra tester som er utført på tømmer som kommer fra Aust-Agder og Buskerud. Med utgangspunkt i dette vil jeg finne hvilke visuelle faktorer som gir mulighet for styrkesortering og se på hvordan skogskjøtsel kan påvirke disse.

2. Materiale og metoder

2.1. *Utvalg av rundtømmer*

Materialet kommer fra tre felt i Aust-Agder og fire felt i Buskerud. Feltene er valgt med tanke på at materialet skal kunne deles inn i varierende boniteter. I Buskerud vart det planlagt å finne felter med varierende høyde, men det lot seg ikke gjennomføre ettersom bestandene ikke ble hugd med hensyn på prosjektet. Tabell 1 viser utvalget av trær. I hvert felt er det valgt et område med minst 100 trær hvor alle diametre i brysthøyde har blitt registrert. Det ble tatt ut 15 prøvetrær med diameter i brysthøyde mellom 15 og 30 cm. Trærne ble delt i fem diameterklasser med 3 centimeter variasjonsbredde i hver klasse. Deretter ble tre trær valgt tilfeldig fra hver klasse. Dette ble gjort for å kunne utføre de statistiske analysene på en korrekt måte. Disse er igjen kappet i passende lengder i forhold til toppdiameter. Hvert tre har fått et unikt nummer, og hver stokk fra treet har blitt nummerert med en for rotstokk, to for andrestokk og videre for å kunne identifisere stokkene senere. Det ble brukt skjema i vedlegg 1 under registrering av tredata.

På hvert av de utvalgte trærne ble det registrert følgende attributter i felt:

- Trehøyde.
- Høyde til grønn krone der den dekker hele omkretsen (H_{360}).
- Høyde til grønn krone der den dekker halve omkretsen (H_{180}).
- NIJOS kronhøyde (H_{NIJOS}). Kronhøyden er avstand, målt langs treet's akse, fra stubbeavskjær til kronens begynnelse. Ei enkelt grønn grein under den samlede grønne krone regnes ikke med hvis den er skilt fra den øvrige krone med minst tre døde kvistkranser.
- Høyde til nederste grønne grein.
- Høyde til nederste tørre grein.

Alle høydene er målt i centimeter.

Tabell 1 Utvalg av prøvemateriale til testing av rundtømmer.

Distrikt	Antall bestand	Antall trær pr bestand						Totalt antall trær
		Diameterintervall (cm)					Totalt	
		15-18	18-21	21-24	24-27	27-30		
Buskerud	4	3	3	3	3	3	15	60
Aust Agder	3	3	3	3	3	3	15	45

Bestandene i Aust-Agder ble hogd og stablet opp i 2003. Bestandene i Buskerud ble hogd i mars 2004. Deretter ble stokkene stablet i mai for å ligge ute å tørke til de første testene begynte på høsten. Ettersom sommeren var relativt fuktig tørket ikke tømmeret nok, og flere av stokkene har fått råteskader. Stokkene ble tatt inn på laboratoriet minst en måned før de skulle testes. Materialet fra Hedmark er hugd, men tester er ikke gjennomført enda, så materialet er ikke med i oppgaven.

Tabell 2 Attributter for feltene i prosjektet.

Fylke	Felt	Kommune	H.o.h. (m)	Bonitet
Aust - Agder	Herefoss	Birkenes	150	F14
	Mykland	Froland	300	F14
	Gjerstad	Gjerstad	300	F8
Hedmark	Halsjødammen	Våler	300	F11
	Halberget	Våler	375	F14
	Nordre Gravberget	Våler	400	F14
Buskerud	Modum	Modum	-	F14
	Flå	Flå	675	F8
	Blefjell	Flesberg	400	F11
	Flesberg	Flesberg	190	F14

2.2. Utvalg av boks

Prøvematerialet for boks er hentet fra to bestand i Buskerud. For å sette mer fokus på rundtømmer er forsøket på boks redusert. For å kunne sammenligne rundtømmer og boks er trær som er parvis like plukket ut slik at disse kan analyseres som ”tvillingtrær”. Det er

tatt ut tre trær fra diameterklassen med de minste trærne, tre trær fra midlere diameterklasser og tre trær fra diameterklassen med de største trærne. Det er hentet materialet fra høytliggende felt, Blefjell og Flå, og lavt liggende felt, Flesberg og Modum, for å se om det er forskjeller i materialet. Tabell 3 viser utvalget som ble gjort. Jeg har deltatt på testingen av firkant, men har valgt å utelate firkant i oppgave.

Tabell 3 Utvalg av prøvemateriale til testing av firkant.

Bestand	Antall bestand	Antall trær pr bestand					Totalt	Totalt antall trær
		Diameterintervall (cm)						
		15-18	18-21	21-24	24-27	27-30		
Blefjell, Flå	2	3		3		3	9	18
Flesberg, Modum	2	3		3		3	9	18

2.3. Testing

Tester for å registrere statisk bøyning og statisk bøyefasthet til rundtømmeret er utført i henhold til VPS-SRT-1 (Ranta-Maunus 1999). Firkant ble testet i henhold til NS-EN 408 (Anonym 1995). Rundtømmeret har blitt tilordnet nominelle dimensjoner fra 75 millimeter til 250 millimeter i henhold til VPS-SRT-3 (Ranta-Maunus 1999) vist i tabell 4. Alle stokkene er kappet i lengder som er minst 24 ganger nominell dimensjon.

Tabell 4 Oversikt over innstillinger for testbenken.

Intervall for toppdiameter	Nominell dimensjon	Spenn	Avstand mellom belastningspunkt (mm)	Måleområde for nedbøyning (mm)
75 – 99 mm	75 mm	1500 mm	450	375
100 – 124 mm	100 mm	2000 mm	600	500
125 – 149 mm	125 mm	2500 mm	750	625
150 – 174 mm	150 mm	3000 mm	900	750
175 – 199 mm	175 mm	3500 mm	1050	875
200 – 224 mm	200 mm	4000 mm	1200	1000
225 – 249 mm	225 mm	4500 mm	1350	1125
250 – 275 mm	250 mm	5000 mm	1500	1250

E-modul er et uttrykk for stokkens stivhet. For å finne E-modul og statisk bøyefasthet brukte vi en testbenk. En stor hydraulisk sylinder vart brukt for å bøye stokkene. På

denne var det montert ei lastcelle som registrerte hvor stor kraft sylindere utøvet. På lastcellen var det igjen montert en bom med to justerbare bein slik at trykket var fordelt på to belastningspunkt med kjent avstand imellom. En skjematisk framstilling av testbenken er vist i fig. 1 og innstillinger for testing er vist i tabell 4.

Alle stokkene ble målt før vi utførte testene og data ble registrert i skjema. For rundtømmer og firkant ble det registrert trenummer, stokknummer og nominell dimensjon for å identifisere stokkene. Rundtømmeret ble plassert med kroken ned slik at det skulle ligge stødig under testene, firkant ble plassert slik at det var mest vannkant på undersiden. Spenn, midten og merker for montering av instrument for å måle nedbøyning ble markert med tusj og ei lang målestang. Kvist ble målt på tvers av lengde retningen av stokken, i området mellom belastningspunktene og ut til halve avstanden mellom anleggspunkt og belastningspunkt. For å måle de forskjellige verdiene anvendte vi klave, tommestokk og ei målestang.

Følgende data ble registrert for rundtømmer:

- Diameter i toppende, største og minste diameter ble registrert.
- Diameter i rotende, brysthøyde for rotstokker, største om minste diameter ble registrert.
- Lengde på stokken ble målt kun ved for korte stokker.
- Diameter midt på stokken ble registrert i vertikal og horisontal retning.
- Diameter i belastningspunkt nærmest toppenden ble registrert vertikalt og horisontalt.
- Største kvist ble registrert på strekkside og trykkside.
- Største kvistgruppe innenfor ei lengde på 30 centimeter ble registrert som summen av kvistdiametre.
- Ovalitet ble registrert ved hjelp av størst forskjell mellom minimums og maksimums diameter i et punkt.
- Krok ble registrert som største pilhøyde over to meter.
- Fiberhelning ble målt i prosent.

Disse dataene ble registrert for firkant:

- Diameter ble målt der det er vannkant på to motstående hjørner i anleggspunkt ved rotende. Når det ikke kan måles i anleggspunkt er avstanden til nærmeste mulige punkt angitt.
- Diameter måles der det er vannkant på to motstående hjørner i anleggspunkt ved toppen. Når det ikke kan måles i anleggspunkt er avstanden til nærmeste mulige punkt angitt.
- Vertikal dimensjon på midten ble målt på hver side av stokken.
- Dimensjon midt på stokken ble målt på strekkside og trykkside.
- Bredde på alle fire sideflater som var skjert ble målt i det punktet hvor det var smalest flate på strekksiden mellom belastningspunktene.
- Største kvist ble registrert på strekkside og trykkside.
- Største kvistgruppe ble registrert som summen av kvistdiametre.
- Fiberhelning ble målt i prosent.

Etter at alle nødvendige verdier var registrert satte vi en spiker på siden av stokken i hvert av endepunktene for måleområdet av E-modul og en på midten. Disse vart brukt for å henge på måleinstrumentet vi brukte når vi skulle registrere nedbøyning. Når vi testet E-modul kjørte vi testen fem ganger, og hentet data fra de tre siste gjennomføringene. Nedbøyningen under testing av E-modul foregikk i stokkenes lineærelastiske område. Til slutt testet vi statisk bøyefasthet ved å øke lasten gradvis til stokken fikk et brudd. Hastigheten på nedbøyningen ble justert slik at bruddet oppsto etter to til fem minutter, alt ettersom styrken på stokken.

Fra rotstokkene ble det skåret ut et tverrsnitt i brysthøyde for å måle bredden på årringene. Det ble skåret ut ei fem centimeter bred stripe radielt gjennom skiven, slik at margin var med. Med en skarp kniv ble det lagd et snitt fra margin og ut til kanten av skiven og et kontrastmiddel påført for at årringene skulle komme tydelig frem. Årringbreddene ble målt ved hjelp av ei lupe der prøvene var fastmontert og kunne skrus fram og tilbake. Denne anordningen var koblet opp til en datamaskin der resultatene ble lagret. Ei skive ble skåret ut så nær bruddet som mulig for å måle fuktighet og densitet

ved 12 % fuktighet. Immersjonsmetoden ble brukt. Fuktigheten ble målt ved å finne differansen mellom vekten like etter prøvene ble skåret ut, og etter å ha ligget i tørkeskap. Volum i tørr og våt tilstand ble målt ved nedsenkning i vann for å fastslå densitet. Det ble også skåret ut ei skive fra toppen av stokkene for å telle antall årringer og andel tennarved.

Fuktighetsinnholdet i testmaterialet blir bestemt i en bit tatt fra testmaterialet. I rundtømmer for konstruksjon skal biten være et helt tverrsnitt av stokken, og uten kvist og kvaelommer. Prøvematerialet ligget ute i friluft for å tørke fra det ble hogd i mars til testingen begynte. Stokkene ble tatt inn på labben i puljer minst en måned før de skulle testes. På labben har de ligget i 20 °C, 65 % relativ luftfuktighet. Fuktigheten var avhengig av dimensjon. Det var vanskeligere å tørke de grove dimensjonene enn de små. De fleste stokkene hold 15-18 % fuktighet, men noen få av de største dimensjonene hadde over 18 % fuktighet ved testing.

2.4. Formler

Stokken ble belastet i to opplagringspunkt med avstand 20 ganger nominell toppdimensjon, som vist i tabell 4. Stokkene skulle ideelt blitt plassert i en tilfeldig posisjon, men av praktiske grunner ble kroken plassert i lastretningen.

Symboler

- a Avstanden mellom belastningspunkt og nærmeste opplagringspunkt for stokken, målt i millimeter.
- d Nominell diameter i topp på rundtømmer, målt i millimeter i.
- E_m E-modul ved bøyning, målt i newton per kvadratmillimeter.
- F Last, målt i newton.
- F_{max} Maksimum last, målt i newton.
- f_m Bøyfasthet, målt i newton per kvadratmillimeter.
- I Andre moment av areal, målt i millimeter til den fjerde potens,
 $I = \pi * d_{vl}^3 * d_{hl} / 64$.
- l Lengden mellom lastpunktene, målt i millimeter.

l_1 målelengde for bestemmelsen av modul, målt i millimeter.

W tverrsnittsmodul, målt i millimeter i tredje potens.

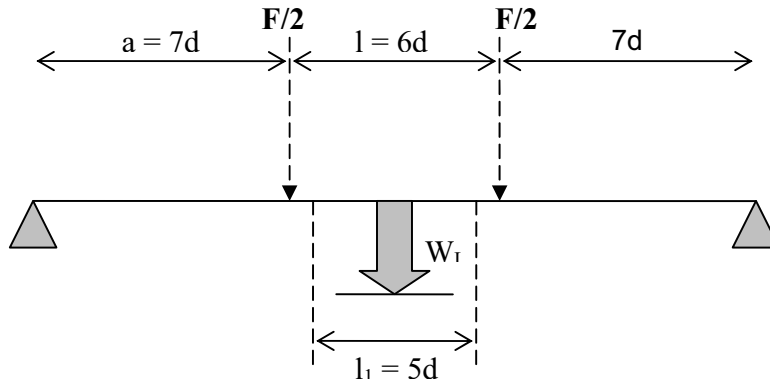


Fig. 1 Oppsett av testbenken med mål.

Den lokale E-modul ved bøyning, E_m , er gitt ved formelen:

$$E_m = \frac{a \cdot l_1^2 \cdot (F_2 - F_1)}{16I \cdot (w_{L2} - w_{L1})}$$

$F_2 - F_1$ Er en forøkelse i lasten i den rettlinjede delen av lastdeformasjonskurven, målt i newton.

$w_{L2} - w_{L1}$ Er en forøkelse av den lokale nedbøyning som korresponderer til $F_2 - F_1$, målt i millimeter, på i senter av et stykke på midten av stokken med lengden lik fem ganger diameteren.

Bøyefasthet, f_m er gitt ved formelen:

$$f_m = \frac{16F_{\max} \cdot a}{\pi \cdot d_h \cdot d_v^2}$$

For å kunne sammenligne resultatene av målingene våre har vi korrigert resultatene til å gjelde for 12 % fukt som blir regnet som fuktighetsinnhold ved normalklima. På denne måten blir det mulig å sammenligne resultater. Justering foretas etter følgende formler (Kučera 1992):

Elastitetsmodul

E_w Elastisitetmodul ved bøyning ved den fuktighet prøven har hatt i testtiden.

a Materialets fuktighetskoeffisient, 0,02 for furu i vårt tilfelle.

w Prøvens fuktighet under testing i prosent.

$$E_{12} = \frac{E_w}{1 - a \cdot (w - 12)}$$

Resultatene uttrykkes i GPa med en nøyaktighet på 0,1 GPa.

Bøyfasthet

B_{bw} Statisk bøyfasthet ved den fuktighet prøven har hatt i testtiden.

a Materialets fuktighetskoeffisient, 0,04 for furu i vårt tilfelle.

w Prøvens fuktighet under testing i prosent.

$$B_{b12} = B_{bw} \cdot [1 + a \cdot (w - 12)]$$

Resultatene avrundes til nærmeste 1 MPa.

2.5. Databehandling og utregninger

Alle tall registrert under arbeidet på laboratoriet vart skrevet ned for hånd i skjemaer for deretter å bli registrert på data i Microsoft Excel. Dette ble gjort for å ha en original å kikke på hvis et elektronisk uhell skulle oppstå. Alle statistiske beregninger er utført ved hjelp av programmet JMP (SAS Institute Inc.). Diameterfordelingen i de forskjellige

feltene er forskjellig. Ettersom trær er valgt ut i diameterklasser som vist i tabell 1-1, vil noen diameterklasser være overrepresentert, mens andre igjen vil være underrepresentert. For å motvirke effekten av dette under de statistiske beregningene, har de forskjellige trærne blitt vektet ut ifra diameterfordelingen innen vært felt.

3. Resultat og diskusjon

3.1. Årringbredde

Figur 2 - 5 nedenfor viser hvordan gjennomsnittlig årringbredde har utviklet seg på fire av forsøksfeltene. Årringene er målt i brysthøyde på rotstokken fra margen og ut til barken. Materialet fra alle feltene viser synkende årringbredde med økende alder. Spesielt på feltene i Flesberg og Modum ser vi at årringbredden raskt kulminerer.

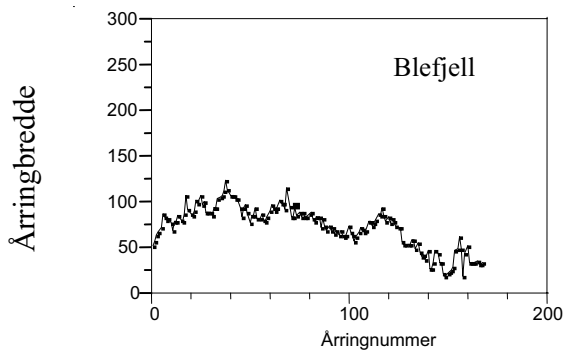


Fig. 2 Gjennomsnittlige årringbredder i Blefjell.

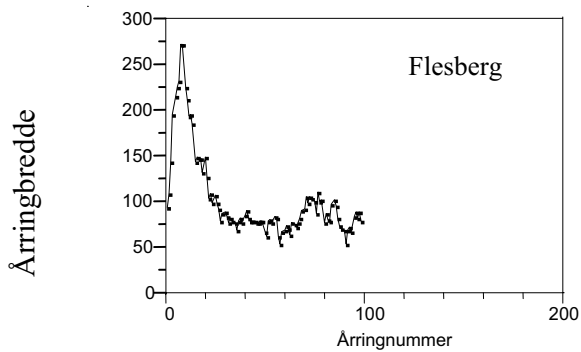


Fig. 3 Gjennomsnittlige årringbredder i Flesberg.

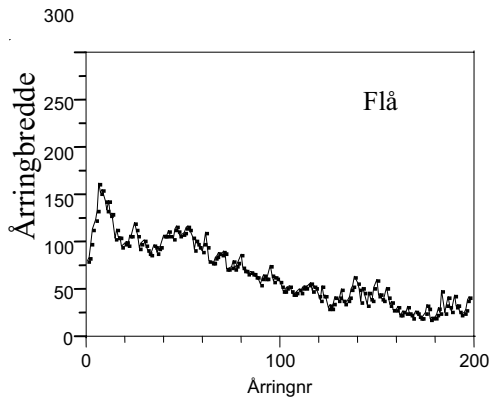


Fig. 4 Gjennomsnittlige årringbredder i Flå.

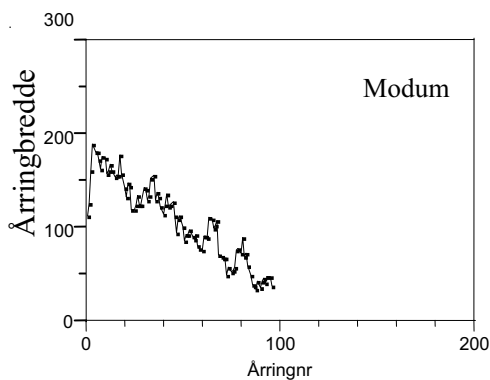


Fig. 5 Gjennomsnittlige årringbredder i Modum.

Intensjonen var å registrere årringbredder i brysthøyde på alle rotstokkene. Det ble målt årringer på 38 stokker. På grunn av sykdom ble ikke resterende prøver klargjort i tide for måling.

3.2. *Basisdensitet*

Av fordelingen i fig. 6 ser vi at basisdensiteten for hele materialet er 414 kg/m^3 med et standardavvik på 47 kg/m^3 . Tidligere undersøkelser på furu fra høyereliggende furuskog

får en basisdensitet på 382 kg/m^3 og et standardavvik på 30 kg/m^3 (Vestøl *et al.* 2004). Unge trær inneholder relativt mye vårved med smale, korte, tynnveggete celler. Det innebærer at tørrvolumvekten blir lav, og at styrkeegenskapene og brennverdien blir mindre enn i eldre trær. Etter hvert som trærne vokser og blir eldre, avtar bredden av vårved, og bredden av sommerved øker tilsvarende. Det fører til høyere tørrvolumvekt, bedre styrkeegenskaper og høyere brennverdi. Virke fra eldre trær har også mindre krymping og svelling (Schjerden & Skar 1998).

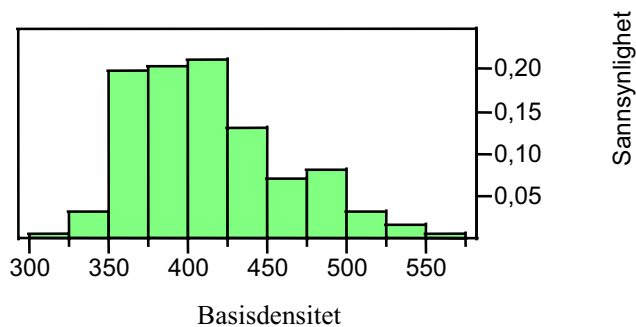


Fig. 6

Figur 7 viser sammenhengen mellom basisdensitet på rotstokkene og høyde over havet. Utvalget av stokker er vektet slik at hver diameterklasse som ble brukt for å velge stokker teller like mye, selv om det er hentet forskjellig antall stokker fra hver diameterklasse. Av figuren ser vi at basisdensitet er korrelert med høyde over havet i de forskjellige feltene ($df = 1-86$, $F = 22,9$, $p = 0,0001$, $RMSE = 33,8$, $R^2 = 0,21$). Dette viser at det tømmeret som kommer fra lavereliggende strøk får høyest basisdensitet. Materialet som er testet er hentet fra bonitet F8 til F14, boniteten blir lavere med stigende høyde.

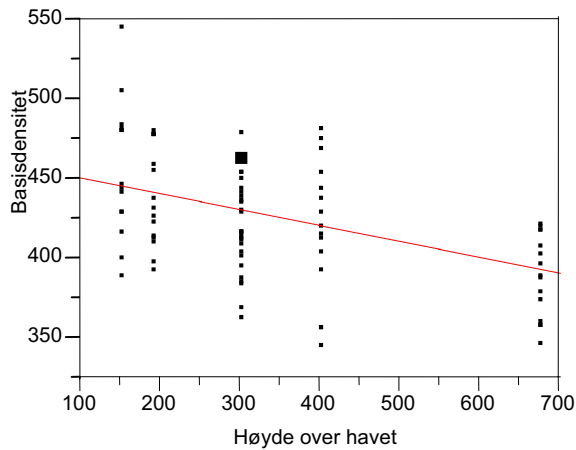


Fig. 7 Basisdensitet er korrelert med høyde over havet.

Ved å utføre en variansanalyse finner vi at det er signifikant forskjell i basisdensitet mellom feltene ($df = 6-97$, $F = 4,5$, $p < 0,0004$) slik figur 8 viser. Dette henger sammen med at det er lokale forskjeller i bonitet, markas produksjonsevne blir påvirket av mange variable faktorer som gjør at det blir forskjeller mellom feltene. Høyde over havet spiller en viktig rolle med tanke på temperatur. Ofte kan temperatur være en begrensende faktor for produksjon og foryngelse, spesielt når en kommer opp i høyden. Bestand som ligger vendt mot sør eller vest får naturligvis bedre temperaturforhold enn de som vender mot nord og øst fordi de får mer solinnstråling. Jordbunnsforhold, tilgang på vatn og næringstilsig spiller også inn på veksten.

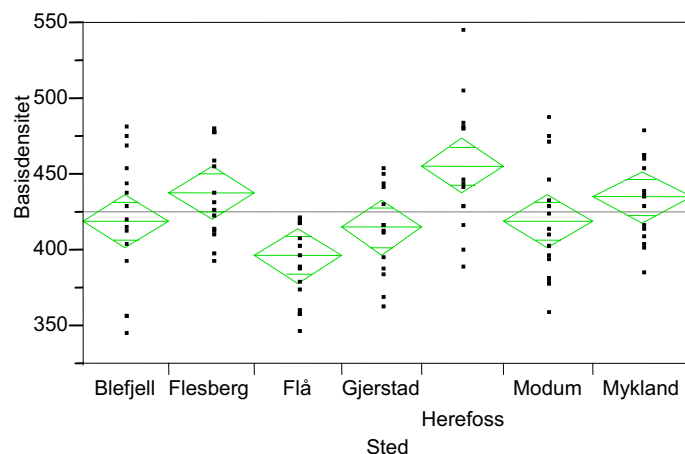


Fig. 8 Der er signifikant forskjell i basisdensitet mellom feltene.

Analysen i figur 9 viser at det er sammenheng mellom stokknummer og basisdensitet ($df = 4-351$, $F = 15,6$, $p < 0,0001$). Forventet basisdensitet er 11 kg/m^3 høyere for rotstokker enn gjennomsnittet for alle stokkene. Femtestokken har i gjennomsnitt høyest basisdensitet av alle, og ligger hele 71 kg/m^3 over gjennomsnittet for rotstokkene. Ved å gå litt nærmere inn i materialet finner vi at grunnen til at basisdensiteten stiger på stokknummer fem i forhold til de andre stokkene er en utvalgseffekt. Ved å dele materialet opp i bonitet og deretter se på hver dimensjonsklasse igjen, ser vi at basisdensitet blir lavere ved høyere stokknummer. De fleste fjerde og femtestokkene kommer fra lange slanke trær som gir korte stokker, og det er dette som gir inntrykk av at femtestokken er tyngre enn de andre. I tillegg er det svært få femtestokker, så vi har valgt å se bort ifra disse i testene. En forklaring på at rotstokken er tyngst kan være at andelen ungdomsved er minst der. Moden ved har høyere densitet enn ungdomsved (Haygreen & Bowyer 1996).

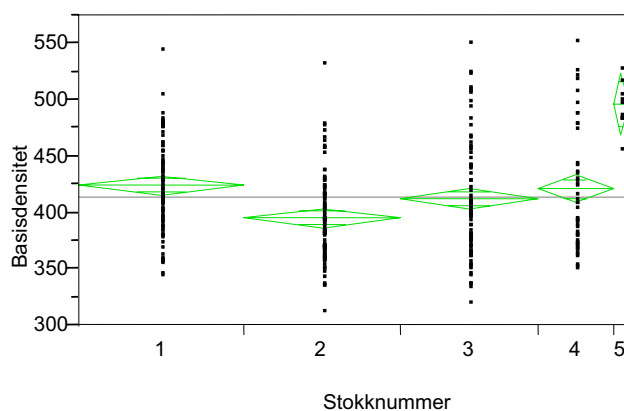


Fig. 9 Basisdensitet varierer med stokknummer.

Det er ikke signifikant sammenheng mellom basisdensitet i rotstokken og dimensjon ($df = 1-102$, $F = 1,3$, $p = 0,25$, $RMSE = 37,8$, $r^2 = 0,01$) (fig. 10). Dette tilsier at en kan forvente å finne omtrent samme basisdensitet i forskjellige dimensjoner i samme bestand, så lenge materialet er hentet fra samme stokknummer.

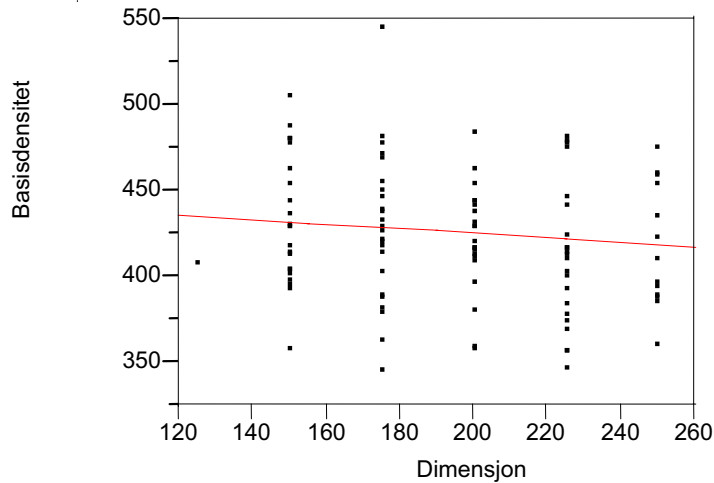


Fig. 10 Basisdensiteten forandrer seg ikke med dimensjonen.

Ut fra det innsamlede materialet viser variansanalysen ingen signifikant sammenheng mellom basisdensitet og årringbredde ($df = 1-37$, $F = 2,7$, $p = 0,11$, $RMSE = 35,1$, $R^2 = 0,07$). Sammenhengen er fremstilt i fig. 11. Materialet er noe begrenset med bare 37 målinger. For å få et sikkert resultat burde materialet vært mye større. Ved å skille mellom forskjellige boniteter finner en signifikant sammenheng mellom basisdensitet og årringbredde på F14 ($df = 1-16$, $F = 17,6$, $p = 0,0007$, $RMSE = 30,4$, $r^2 = 0,52$). Med så få målinger er det en svært usikker konklusjon. Vestøl *et al.* (2004) har funnet sammenheng mellom årringbredde og basisdensitet på høyreliggende furuskog.

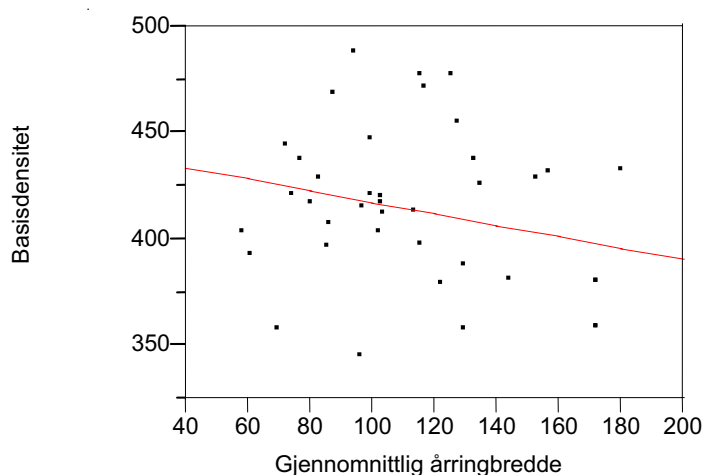


Fig. 11 Det er ikke sammenheng mellom basisdensitet og gjennomsnittlig årringbredde (38 stokker).

3.3. E-modul

Resultatene for statistisk bøyning er korrigert til 12 % fuktighet og gir oss gjennomsnittlig elastisitetsmodul ved statistisk bøyning på 13,9 GPa med et standardavvik på 3,7 GPa.

Fordelingen er presentert i fig. 12.

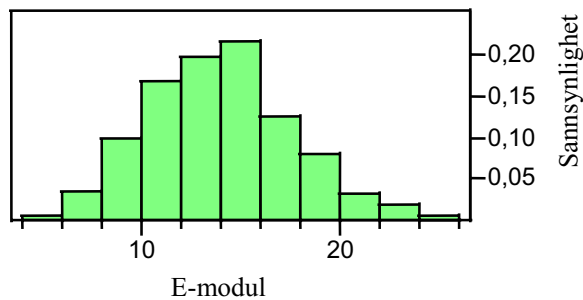


Fig. 12 Fordeling for E-modul.

Regresjonsanalysen viser at det er signifikant sammenheng mellom E-modul og høyde over havet ($df = 1 - 86$, $F = 80,3$, $p < 0.0001$) (fig. 13). Stokkene fra høyereliggende områder der trærne har vokst seint har lavere E-modul enn de som kommer fra raskt voksende trær i lavlandet.

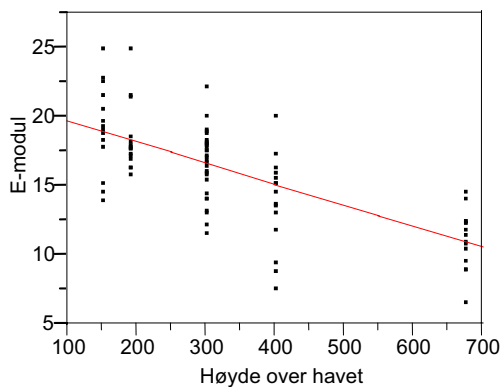


Fig. 13 E-modul blir lavere ettersom høyde over havet stiger.

Variansanalysen i fig. 14 viser at E-modul er signifikant forskjellig mellom ulike stokknummer (df = 3-338, F = 20,54, p < 0,0001). Rotstokkene har høyest gjennomsnittlig E-modul og ligger 16 % over gjennomsnittet for alle stokkene. Deretter blir andre og tredje stokken svakere, mens fjerde stokken har høyere e-modul. Sannsynligvis er det en utvalgseffekt som gjør at fjerdestokken skiller seg ut fra den synkende trenden. Så mange stokker er det ikke mulig å få ut av mange trær, så lange trær med liten avsmalning dominerer her. Det er relativt få femtestokker og disse er utelatt fra regnestykket.

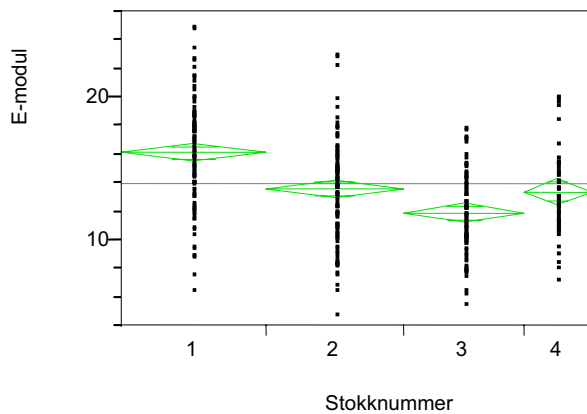


Fig. 14 E-modul er signifikant forskjellig mellom ulike stokknummer.

Figur 15 viser at dimensjon er ikke signifikant korrelert med E-modulen på rotstokkene (df = 1-104, F = 1,13, p = 0,29). På andrestokken er det heller ingen klar sammenheng (df = 1-99, F = 3,2, p = 0,076), men på tredjestokken er det en signifikant sammenheng (df = 1-85, F = 12,1, p = 0,008).

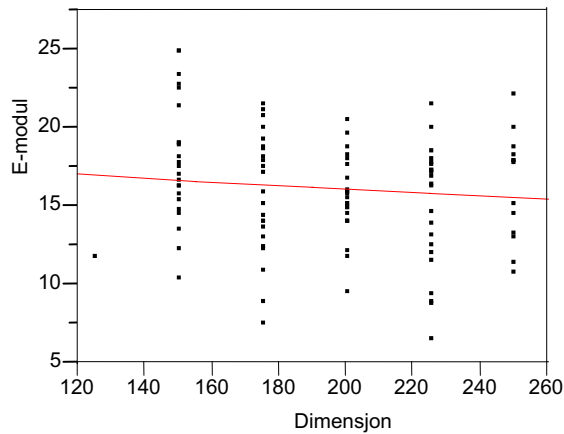


Fig. 15 E-modul er ikke korrelert med dimensjon på rotstokkene.

Det er en tydelig sammenheng mellom økende E-modul og høyere basisdensitet ($df = 1-102$, $F = 131,8$, $p < 0,0001$, $RMSE = 2,5$ GPa, $R^2 = 0,56$) (fig. 16). Denne sammenhengen fant jeg for rotstokken og andrestokken, men for de resterende stokknumrene så fant jeg ingen god sammenheng.

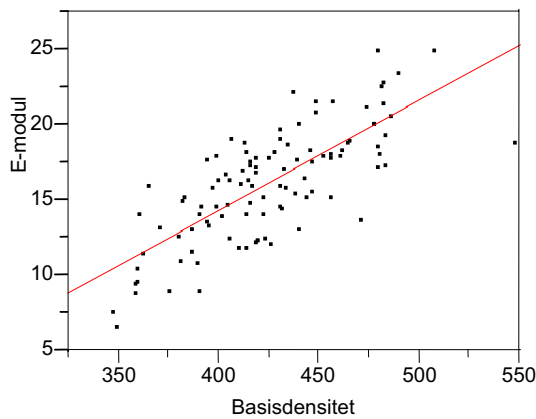


Fig. 16 E-modul og basisdensitet er tydelig korrelert.

3.4. Bøyefasthet

Bøyefastheten er korrigert til 12 % fukt ved hjelp av formel gitt i materiale og metode.

Bøyefastheten er i gjennomsnitt 66,2 MPa med et standardavvik på 14,0 MPa.

Fordelingen er presentert i fig. 17.

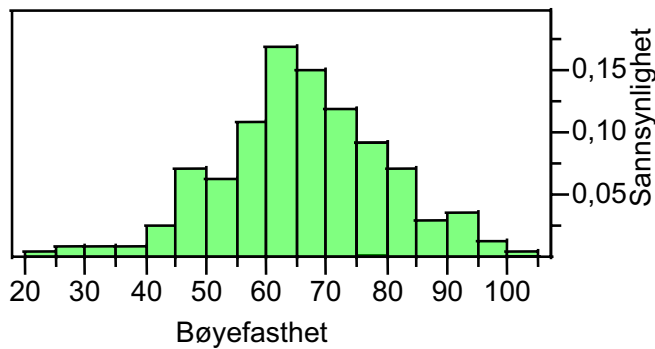


Fig. 17 Fordeling av bøyefasthet.

Det kan observeres en sammenheng mellom bøyefasthet og høyde over havet for rotstokker i figur 18 ($df = 1-86$, $F = 50,8$, $p < 0,0001$, $RMSE = 10,2$, $R^2 = 0,37$). Ut av dette kan vi lese at det sterkeste virket er å finne i feltene i lavlandet som også har den høyeste boniteten. Bøyefastheten varierer fra høyeste på 81 MPa i gjennomsnitt i de beste feltene til 55 MPa i de dårligste feltene.

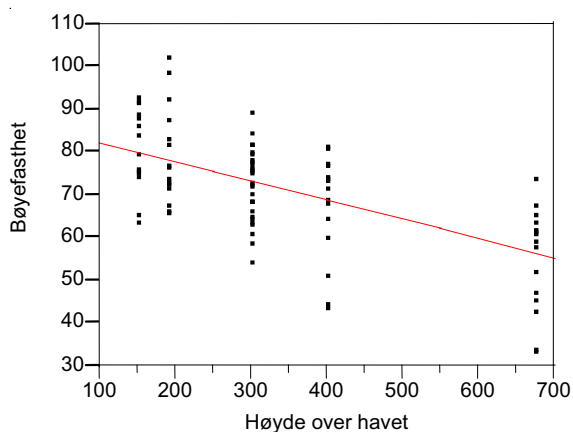


Fig. 18 Bøyefastheten synker med økende høyde over havet.

Variansanalysen i figur 19 viser at det er forskjell på bøyfasthet mellom de forskjellige stokkene (df = 3-338, F = 15,1 p < 0,0001). Rotstokken har en gjennomsnittlig bøyfasthet på 72 MPa, det er 6 MPa over gjennomsnittet. Andre og tredjestokkene har lavere bøyfasthet. Fjerdestokken ligger på nivået til rotstokkene, men dette er sannsynligvis en følge av at disse kommer fra trær som er spesielt lange med liten avsmalning. Vi observerer nok en utvalgseffekt og en kan se bort ifra at fjerdestokken er bedre enn de andre stokkene.

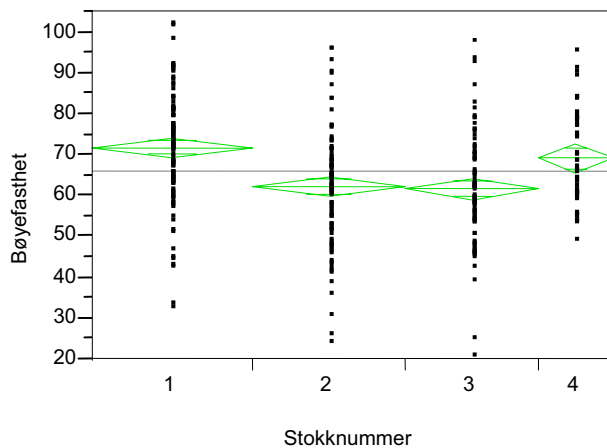


Fig. 19 Det er forskjell i bøyfasthet mellom stokknummer.

Når en ser på alt materialet samlet, er ikke bøyfasthet korrelert med dimensjon (df = 1-340, F = 2,3, p = 0,13, RMSE = 13,4, R² = 0,007) (fig. 20). Hvis en deler inn materialet etter stokknummer forandrer bildet seg. For stokk nummer en finner vi at bøyfasthet synker ved økende dimensjon (df = 1-104, F = 11,4, p = 0,0010, RMSE = 177,5, R² = 0,1). For stokk nummer to er det ingen god korrelasjon (df = 1-99, F = 2,3, p = 0,137, RMSE = 164,4, R² = 0,02). Stokk nummer tre viser ingen korrelasjon (df = 1-85, F = 0,96, p = 0,33, RMSE = 140,0, R² = 0,011). Stokk nummer fire viser samme trenden som rotstokken (df = 1-46, F = 9,2, p = 0,0038, RMSE = 102,1, R² = 0,17). En kunne ha forventet en liten økning i styrke med økning i dimensjon som en følge av økt andel moden ved med bedre styrkeegenskaper. Effekten er kanskje liten, eller blir oppveid av

andre faktorer at den er vanskelig å fange opp i analysene. På de minste stökkene vil det være små og lite kvist, noe som gir høyere styrke.

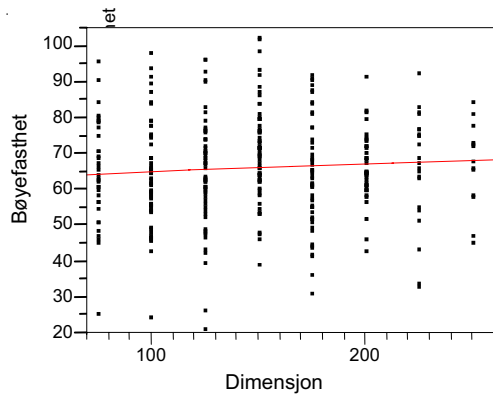


Fig. 20 Bøyefasthet er ikke korrelert med dimensjon når en ser på alle stökkene.

Regresjonen i figur 21 viser at det ikke er noen sammenheng mellom bøyefasthet og gjennomsnittlig årringbredde målt i brysthøyde av rotstokken ($df = 1-37$, $F = 0,15$, $p = 0,70$, $RMSE = 13,2$, $R^2 = 0,004$). Med så få målinger er det ikke grunnlag for å trekke en god konklusjon. Hadde materialet vært litt større ville jeg kanskje funnet en sammenheng. Jeg tidligere har funnet at trær fra lavereliggende strøk har bedre bøyefasthet enn de fra høyereliggende strøk, og en kan se en sammenheng med at treg vekst gir lav bøyefasthet.

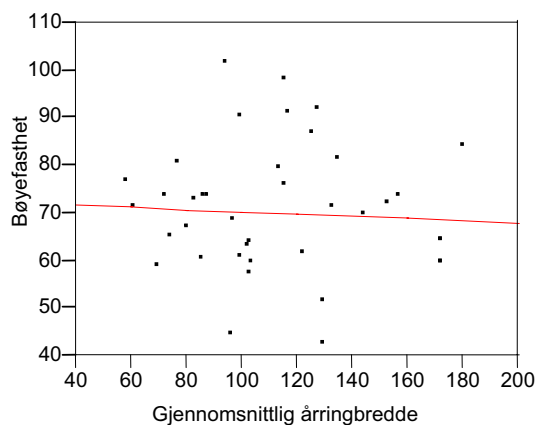


Fig. 21 Bøyefasthet er ikke korrelert med gjennomsnittlig årringbredde.

Det er sammenheng mellom bøyefasthet korrigert til 12 % fukt og basisdensitet i rotstokkene vist i figur 22 ($df = 1-104$, $F = 167,4$, $p < 0,0001$, $RMSE = 7,9$, $R^2 = 0,61$).

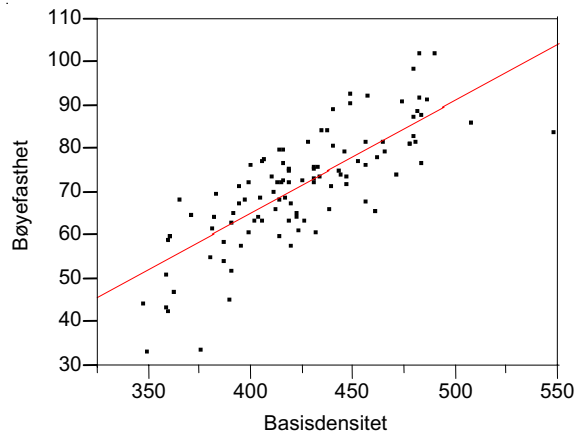


Fig. 22 For rotstokken ser vi at bøyefastheten øker med økende basisdensitet.

Figur viser at bøyefasthet og E-modul er sterkt korrelert for rotstokkene ($df = 1-104$, $F = 432,0$, $p = 0,0001$, $RMSE = 5,7$, $R^2 = 0,81$). Vi finner den samme trenden blant alle de andre stokkene, bare med et skift nedover i bøyefasthet.

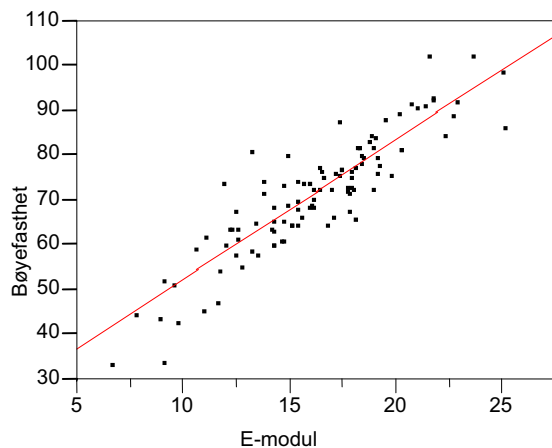


Fig. 23 Bøyefasthet er godt korrelert med E-modul på rotstokkene.

3.5. Modeller

Stokktype	Skiller mellom rotstokk og øvrige stokker. Tidligere tester viser at rotstokken skiller seg fra alle de andre, og jeg har derfor valgt å bruke dette som et skille.
H _{nlg}	Høyde til nederste levende grein.
H _{tot}	Total høyde på treet.
DBH	Diameter i brysthøyde.
HOH	Høyde over havet.
Kvistgruppe	Summen av kvistdiametre målt på tvers av lengderetningen til stokken mellom lastpunktene.
Dim	Nominell dimensjonsklasse etter toppdiameter.
Største kvist	Største kvist på strekkside eller trykkside, mellom lastpunktene.

I tabell 5 ser vi estimatene for modellen som viser sammenhengen mellom faktorene på bestandsnivå som gir best forklaring for bøyfasthet ($df = 5 - 285$, $F = 54,4$, $p < 0,0001$, $RMSE = 9,9$, $R^2 = 0,49$). Total trehøyde er på grensen til å ikke bli med som forklarende faktor og kan nok utelates da den ikke er spesielt utslagsgivende. Høyde til nederste levende grein gir økt bøyfasthet med økt høyde. Trehøyde virker og positivt inn på styrken. Feltet bør ikke ligge høyt over havet. Bøyfastheten synker med økt diameter i brysthøyde. Rotstokker er klart sterkere enn øvrige stokker.

Tabell 5 Modellen viser sammenhengen mellom bøyfasthet og visuelle faktorer målt ute i felt.

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	81,845728	5,451578	15,01	<.0001
H _{nlg}	0,0085604	0,002785	3,07	0,0023
H _{tot}	0,0060073	0,002985	2,01	0,0451
HOH	-0,015468	0,005406	-2,86	0,0045
DBH	-0,139884	0,016504	-8,48	<.0001
Stokktype	9,0791749	0,798313	11,37	<.0001

Sammenhengen mellom enkelt målbare faktorer på stokken og bøyfasthet er litt svakere enn den vi fant for faktorer på bestandsnivå ($df = 3 - 348$, $F = 101,1$, $p < 0,0001$, $RMSE = 9,9$, $R^2 = 0,47$). Tabell 6 viser hvilke variabler som har mest å si for bøyfastheten.

Tabell 6 Modellen viser sammenhengen mellom bøyefasthet og faktorer registrert i labben.

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	91,595169	2,350851	38,96	<.0001
Største kvist	-0,328373	0,058339	-5,63	<.0001
Dim	-0,051403	0,011808	-4,35	<.0001
Kvistgruppe	-0,126653	0,023364	-5,42	<.0001

Bøyefastheten er størst når målingene vist i tabell gir lave verdier. Ut ifra resultatene fra modellene ovenfor ser vi at de faktorene som blir registrert ute i feltene gir bedre forklaringsgrad for bøyefasthet enn de som ble registrert på hver enkelt stokk under testingen, dog er forskjellen minimal. På bakgrunn av dette ser vi at det er mulig å si noe om bøyefastheten når man har tatt visse målinger i bestandet.

3.6. Sammenligning med andre undersøkelser

I tabell 7 er det samlet noen gjennomsnittsverdier fra forskjellige undersøkelser for å kunne sammenligne resultater. Materialet fra Finland og Storbritannia er hentet fra prosjektet Ranta-Maunus (1999) gjorde på tynningsvirke av furu. Data fra Lesja og Dovre er hentet fra undersøkelsene til Vestøl *et al.* (2004) på furu fra høyreliggende strøk. Ved å sammenligne tallene ser vi at materialet fra Buskerud og Aust-Agder har høyest bøyefasthet og høyest E-modul. Vestøl *et al.* (2004) har ikke funnet noen forskjeller mellom feltene med tanke på E-modul, og mener det er lite som tyder på geografiske forskjeller. Variasjonen kan sannsynligvis forklares med lokale vekstforhold. Materialet fra Storbritannia stammer fra ett bestand hvor veksthastigheten var lav og trærne hadde svært små kvister. Når en sammenligner materiale med ulik alder kan andelen av ungdomsved spille en rolle da denne har dårlige styrkeegenskaper.

Tabell 7 Gjennomsnittsverdier fra flere undersøkelser.

Materiale	Antall	Diameter (mm)		Bøyefasthet (Mpa)		E-modul (Gpa)	
		Gj. Snitt	Std. Avvik	Gj. Snitt	Std. Avvik	Gj. Snitt	Std. Avvik
Finland	175	125	22	50,3	11,2	10,9	2,4
Storbritannia	100	-	-	53,8	9,3	13,1	4,1
Lesja og Dovre	94	167	31	58,9	11,5	12,1	2,4
Buskerud og Aust-Agder	356	149	46	66,2	14	13,9	3,7

3.7. Skjøtsel

Det sterkeste tømmeret finner vi på de mest produktive feltene. Videre må tømmeret ha visse egenskaper. Det bør være godt oppkvistet, trærne bør være lange. Trærne med minst diameter i brysthøyde er sterkeste. For å oppnå disse egenskapene bør en i utgangspunktet starte med høy plantetetthet for å skape konkurranse mellom trærne slik at vi får lange slanke trær med små kvister. På vindutsatte lokaliteter bør en senke tettheten for å fremme rotveksten slik at stabiliteten til bestandet ikke svekkes. Første tynning gjennomføres når kronetaket godt og vel har tettet seg, og før selvkvistingen er kommet for langt. For furu vil det passe når selvkvistingen har nådd 50 prosent (Schjerden & Skar 1998). Tynningsuttaket vil bestemme når behovet for neste tynning vil komme. Stammekvisting er aktuelt for å fremme produksjon av kvalitetsvirke. Kvistfritt virke er bra både for skurlast og rundtømmer. Ved å gjennomføre lavtynning der en tar ut de minste trærne vil de trærne med best produksjon stå igjen. Ifølge Ranta-Maunus (1999) er rundtømmer fra tynning egnet som konstruksjonsmateriale. Hvis en kan utnytte virket en tar ut i tynning slik at utgiftene med skogbehandling ikke blir for store, kan slutthogsten utføres med tanke på tradisjonelle sortiment for trelast.

4. Konklusjon

Ut ifra datamaterialet jeg har, og de statistiske utregningene har jeg kommet fram til noen forutsetninger som avgjør hvor sterkt tømmeret er.

- Bøyefasthet synker ved økende høyde over havet.
- Høy basisdensitet gir høy bøyefasthet
- Rotstokk sterkest, resterende stokker har synkende styrke
- På rotstokker er de små dimensjonene sterkere enn de store
- Høy E-modul gir oss høy bøyefasthet

Det ser ikke ut som dimensjon har noen effekt på bøyefasthet. Jeg fant heller ingen sammenheng mellom bøyefasthet og årringbredde, men det kommer sannsynligvis av at det vart tatt få målinger.

Det er god sammenheng mellom bøyefasthet og data som er registrert ute i feltene. Dette gjør det mulig å forutsi styrkeegenskapene til stokkene mens de enda står på rot.

Modellen inneholder faktorene:

- Høyde til laveste grein.
- Total trehøyde
- Høyde over havet
- Diameter i brysthøyde
- Stokktype

Modellen med faktorer som ble registrert på hver stokk inne på labben ga overraskende knepent dårligere samsvar enn modellen med faktorer hentet under feltarbeidet. Modellen inneholdt følgende faktorer registrert på labben:

- Største kvist.
- Nominell dimensjon etter toppmål.
- Kvistgruppe.

Det sterkeste tømmeret finner vi på de mest produktive feltene. Videre må tømmeret ha visse egenskaper. For å dyrke fram rundtømmer med gode styrkeegenskaper må en følge samme oppskrift som når en skal produsere tømmer som gir god trelast. Det bør være godt oppkvistet, trærne bør være lange med liten avsmaling. For rotstokker er de minste dimensjonene sterkest. Høy utgangstetthet gir god oppkvisting og slanke stammer. Det bør tynnes for at barmassen holdes på et nivå som opprettholder produksjonen.

5. Litteratur

Anonym 1995. Trekonstruksjoner. Konstruksjonstre og limt laminert tre. Bestemmelse av noen fysiske og mekaniske egenskaper. Norsk Standard NS-EN 408. 12 s.

Børset, O. 1985. Skogskjøtsel 1 – Skogøkologi. Landbruksforlaget. 494 s.

Haygreen, J.G. & Bowyer, J.L 1996. Forest product and wood science: an introduction. Iowa state university press/AMES. 484 s.

Larsson, J., Kielland-Lund, J., Søgner, S. 1994. Barskogens vegetasjonstyper. Landbruksforlaget. 136 s.

Kučera, B. 1992. Skandinaviske normer for testing av små feilfrie prøver av heltre. Skogforsk. 104 s.

Ranta-Maunus, A. 1999. Round small-diameter timber for construction. Final report of project FAIR CT 95-0091. VTT. Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland: 210 s.

Schjerden, P., Skar, Ø. 1998. Skogbruk i vår tid – En skogbrukslære. Vett & Viten AS. 318 s.

Vestøl I., Høibø O., Lilleslett S., Myhre H. 2004. Fysiske og mekaniske egenskaper til rundtømmer og firkant av furu fra høyreliggende skog. Rapport fra skogforskningen, Ås. 32 s.

Vedlegg 1

Rundtømmer – Registreringsskjema for feltarbeid

TRENUMMER* :.....

* *Bruk ulike nummer på ulike felt, for eksempel 1-15 på felt nr. 1, 16-30 på felt nr 2 osv.*

Tredata

Trehøyde (cm)	
Høyde til grønn krone der denne dekker hele omkretsen (cm)	
Høyde til grønn krone der denne dekker halve omkretsen (cm)	
Kronehøyde; som definert av NIJOS** (cm)	
Høyde til nederste grønne grein (cm)	
Høyde til nederste tørre grein (cm)	

** *Kronehøyden er avstand, målt langs treets akse, fra stubbeavskjær til kronens begynnelse. Ei enkelt grønn grein under den samlede grønne krone regnes ikke med hvis den er skilt fra den øvrige krone med minst 3 døde kvistkranser.*

Stokkdata

Trærne kappes til stokker med følgende lengder:

Toppdiameter under bark (mm)	75 – 99	100 – 124	125 – 149	150 – 174	175 – 199	200 – 224	225 – 249	250 – 274
Stokklengde (cm)	210	270	330	380	440	500	560	610

Hvis man får to korte stokker etter hverandre, kappes de ikke før tømmeret er transportert til Ås.

Stokknummer	Toppdiameter under bark (mm)	Lengde (cm)	sagtømmer/ massevirke	prima/ sekunda

Hver stokk merkes i begge ender med:

- Nord-retning
- Trenummer
- Stokknummer [1: rotstokk, 2: andrestokk osv.]