



Meddelelser fra
Communications of



SKOGFORSK

46.10

NORSK INSTITUTT FOR SKOGFORSKNING /Norwegian Forest Research Institute
INSTITUTT FOR SKOGFAG, NLH /Department of Forestry, Agricultural University of Norway

Variasjoner innen bestand for volum, grunnflate, treantall, middeldiameter og middelhøyde

*Variations within stands for volume, basal area, number
of trees, mean diameter and mean height*

Tron Eid
Andreas Fitje

Ås 1993

SKOGFORSK

Norsk institutt for skogforskning (NISK)

Norwegian Forest Research Institute

Direktør/Director: Knut Einar Fjulsrud, Høgskolevn. 12, 1432 Ås, Norway

NISK-Ås, Høgskolevn. 12, 1432 Ås, Norway. Tlf./Phone 64 94 90 00

NISK-Bergen, 5047 Fana, Norway. Tlf./Phone 55 91 62 40

Administrasjon

Administration

Leder/Head: Svenn Broch

Seksjon skogøkologi

Division of Forest Ecology

Leder/Head: Forskningssjef/Professor Gunnar Ogner

Seksjon skogbehandling

Division of Silviculture

Leder/Head: Forsker/Associate Professor Bjørn R. Langerud

Seksjon driftsteknikk

Division of Forest Operations

Leder/Head: Forskningssjef/Professor Tore Vik

Seksjon treteknologi

Division of Wood Science and Technology

Leder/Head: Forskningssjef/Professor Torbjørn Okstad

Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole (NLH)

Department of Forestry, Agricultural University of Norway

Administrasjon

Administration

Leder/Head: Kontorleder/Manager Arild Veidal

Boks/P.O.Box 5044, 1432 Ås, Norway. Tlf./Phone 64 94 88 80

Seksjon skogskjøtsel

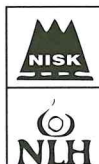
Division of Silviculture

Leder/Head: Førsteamanuensis/Ass. Prof. Jon Frank

Seksjon ressursøkonomi og planlegging

Division of Resource Economics and Planning

Leder/Head: Professor Asbjørn Svendsrud



Meddelelser fra
Communications of

SKOGFORSK

46.10

NORSK INSTITUTT FOR SKOGFORSKNING /Norwegian Forest Research Institute
INSTITUTT FOR SKOGFAG, NLH /Department of Forestry, Agricultural University of Norway

Variasjoner innen bestand for volum, grunnflate, treantall, middeldiameter og middelhøyde

*Variations within stands for volume, basal area, number
of trees, mean diameter and mean height*

Tron Eid
Andreas Fitje

Ås 1993

Utdrag

EID, T. & FITJE, A. 1993. Variasjoner innen bestand for volum, grunnflate, treantall, middeldiameter og middelhøyde. (*Variations within stands for volume, basal area, number of trees, mean diameter and mean height.*) Medd.Skogforsk. 46(10):1-44.

Hensikten med arbeidet har vært å beskrive variasjoner mellom prøveflater innen bestand for ulike variabler. Før en systematisk prøveflatetakst i et bestand kan en, med støtte i resultatene fra det foreliggende arbeidet, anslå variasjonene mellom flater innen bestandet. Dermed kan prøveflatetaksten effektiviseres med hensyn på antall flater og nøyaktighet.

Variasjoner mellom flater innen bestand, uttrykt både ved standardavvik og variasjonskoeffisient, er beregnet for ulike grupper av bestand. Gjennomsnittlig standardavvik for volum i 136 bestand i hogstklasse IV-V er 66.6 m³/ha, og gjennomsnittlig variasjonskoeffisient er 49.9%. Dette nivået for variasjoner innen bestand ligger antagelig noe høyere enn gjennomsnitt for hele landet. Dette gjelder også de andre variablene som er undersøkt. Det er også utviklet regresjonsfunksjoner for å estimere standardavviket ut fra ulike bestandskjennetegn. R² i regresjonsfunksjonene er relativt lave. Funksjonene for volum gir best tilpasning med R² nær 0.70.

Nøkkelord: Variasjoner innen bestand, volum, grunnflate, treantall, middeldiameter, middelhøyde

Abstract

EID, T. & FITJE, A. 1993. Variasjoner innen bestand for volum, grunnflate, treantall, middeldiameter og middelhøyde. (*Variations within stands for volume, basal area, number of trees, mean diameter and mean height.*) Medd.Skogforsk. 46(10):1-44.

The aim of this work has been to describe variations between plots within stands for different variables. Prior to a systematic sample plot inventory in a stand it is then possible, based on the results of the present work, to estimate the variations, and accordingly increase the efficiency of the inventory with respect to number of sample plots and accuracy.

Variations between plots within stands, expressed by standard deviations and coefficients of variation, are studied for different groups of stands. The mean standard deviation for volume in 136 stands in cutting class IV-V is 66.6 m³/ha, while the corresponding coefficient of variation is 49.9%. This level of variation is probably somewhat higher than the average for the country. This is also the case for the other variables which are studied. Regression functions to estimate the standard deviation based on different stand attributes, are also developed. The R² of the regression functions are relatively low. The functions for volume are the best ones with R² near 0.7.

Key words: Variations within stands, volume, basal area, number of trees, mean diameter, mean height

ISBN 82-7169-620-3
ISSN 0803-2866

Forord

Dette arbeidet er en del av prosjektet «Kontroll av driftsplanndata». Det foreliggende delprosjektet er i hovedsak finansiert av Utviklingsfondet for skogbruket og Norges landbrukshøgskole. Markarbeidet ble også støttet med rentemidler fra daværende Hedmark Fylkeslandbrukskontor, Skogbruksetaten, gjennom Fylkesjordskiftekontoret i Hedmark.

I tillegg til flere personer knyttet til Institutt for skogfag, er takstarbeidet utført av personale fra Norsk institutt for jord- og skogkartlegging og Nedre Glommen skog-eierforening.

Professor Sveinung Nersten og forsker Erik Næsset har lest gjennom manuskriptet og kommet med gode råd.

Vi takker alle som har bidratt til at dette arbeidet har blitt gjennomført.

Ås, august 1993

Tron Eid Andreas Fitje
Institutt for skogfag
Norges landbrukshøgskole
Boks 5044, N-1432 Ås

Innhold

Symboler	4
1. Innledning	5
2. Materiale og beregninger	6
2.1. Materiale	6
2.2. Beregninger	8
3. Resultater og diskusjon	10
3.1. Variasjoner innen bestand for enkeltvariabler	10
3.1.1. Volum	10
3.1.2. Grunnflate	17
3.1.3. Treantall	20
3.1.4. Middeldiameter	23
3.1.5. Middelhøyde	26
3.1.6. Korreksjonsfaktor	28
3.2. Estimering av variasjoner innen bestand	29
3.2.1. Materialets begrensninger	29
3.2.2. Standardavvik, middelfeil og prøveflateantall	31
4. Konklusjon	35
Sammendrag	36
<i>Variations within stands for volume, basal area, number of trees, mean diameter and mean height</i>	38
Litteratur	40
Vedlegg. Beregning av volum for prøveflater	41

Symboler

V	Volum uten bark (m^3/ha) <i>Volume without bark (m^3/ha)</i>
G	Grunnflate med bark (m^2/ha) <i>Basal area with bark (m^2/ha)</i>
N	Treantall (trær/ha) <i>No. of trees (trees/ha)</i>
D	Grunnflatemiddeldiameter med bark (cm) <i>Mean diameter by basal area with bark (cm)</i>
H	Grunnflateveid middelhøyde (m) <i>Lorey's mean height (m)</i>
A	Bestandsareal (ha) <i>Stand area (ha)</i>
H40	Bonitet (m) <i>Site quality (m)</i>
NPT	Antall prøvetrær pr. bestand <i>No. of sample trees per stand</i>
NH	Antall prøveflater med prøvetrær pr. bestand <i>No. of sample plots with sample trees per stand</i>

1. Innledning

Intensive systematiske prøveflatetakster i bestand kan gjennomføres for ulike formål. En intensiv prøveflatetakst kan egne seg som et alternativ til total oppklaving av bestandet når det er ønskelig med et høyt presisjonsnivå. Et slikt høyt presisjonsnivå kan være aktuelt dersom en skal kontrollere en tidligere gjennomført bestandtakst, eller dersom spesielle forhold tilsier at en bør ha nøyaktige oppgaver over ressursene i et bestand.

Viktig for opplegget i en systematisk prøveflatetakst er de *variasjonene* en finner mellom prøveflater innen et bestand. Dersom en på forhånd kan estimere hvor store disse variasjonene er under ulike skogforhold, vil en kunne legge opp et effektivt takstopplegg med tanke på antall flater, og dermed tidsforbruk og kostnader, når en har et bestemt krav til nøyaktighet.

Hensikten med dette arbeidet er å kartlegge variasjonene innen bestand under ulike skogforhold, slik at en i en gitt takstsituasjon på *forhånd* kan gjøre seg opp en formening om variasjonene ut fra visse bestandskjenne-tegn. Vanligvis vil volum pr. ha være en viktig variabel ved prøveflatetaksering av bestand. Variasjoner for denne variabelen er blitt tillagt størst vekt i dette arbeidet. I tillegg har en også sett på variasjoner for grunnflate pr. ha, treantall pr. ha, middeldiameter, middel høyde og korreksjonsfaktor for beregning av en prøveflates volum ut fra «tariffvolum» (se Vedlegg). Arbeidet med analysene kan deles i to:

1. Generelt beskrive variasjoner mellom prøveflater innen bestand i form av standardavvik og variasjonskoeffisienter.
2. Utvikle regresjonsfunksjoner for å kunne forhåndsestimere standardavvik mellom prøveflater innen bestand på basis av ulike bestandskjenne-tegn.

Det er tidligere gjennomført en del undersøkelser i Norge som tar opp *volumvariasjoner* mellom prøveflater (se f.eks., STRAND 1957, SEIP 1964 og NERSTEN 1987). Analysene i disse arbeidene er i hovedsak basert på *stratifiserte materialer*, og er derfor bare delvis sammenlignbare med den foreliggende undersøkelsen der variasjonene *innen bestand* blir studert. EID (1992) har sett på variasjoner innen bestand for volum pr. ha i forbindelse med et prøveopplegg for kontrolltakst av skogbruksplaner. Materialet fra EID (l.c.) inngår i materialet til den foreliggende undersøkelsen.

For de andre variablene foreligger det ingen norske undersøkelser som direkte kan sammenlignes med den foreliggende undersøkelsen. LINDGREN (1984) og STÅHL (1992) i Sverige, og LAASASENAHO & PÄIVINEN (1986) og POSO (1983) i Finland har undersøkt variasjoner innen bestand både for volum pr. ha og flere av de andre variablene.

2. Materiale og beregninger

2.1. Materiale

Det er gjennomført bestandsvise systematiske prøveflatetakster i hogstklasse III–V. Takstene er gjennomført i tidsrommet 1989–1991, og har foregått i Enebakk, Larvik, Voss, Skedsmo, Gjøvik og Kongsvinger kommuner. Formålene med takstene har vært forskjellige [se EID (1992) for Enebakk og Larvik, HOBELSTAD & NERSTEN (1992) for Voss og EID et. al. (1992) for Gjøvik]. Materialet fra Enebakk er hentet fra to forskjellige skogeiendommer, mens materialet fra Larvik og Gjøvik er hentet fra en eiendom i hvert område. I Voss, Skedsmo og Kongsvinger er materialet hentet fra mange forskjellige eiendommer. Bestandene i Kongsvinger er valgt ut i et jordskiftefelt.

Takstarbeidet har vært utført av forskjellige takstlag. Instruksene er imidlertid laget ved Institutt for skogfag, og arbeidet har vært ledet derfra.

Instruksene har vært ganske like bortsett fra prøvetreutvalget (se nedenfor). I det enkelte bestand er prøveflatene lagt ut systematisk med et tilnærmet kvadratisk forband. Det vil si at avstanden mellom prøveflatene i takstlinja er lik eller litt mindre enn takstlinjeavstanden. Prøveflateantallet er økt med omkring 5–10 prøveflater når bestandsarealet øker fra 0.5 ha til 5.0 ha. I alle områder, unntatt Voss, er det lagt ut 15–25 flater pr. bestand. Prøveflatetaksten på Voss var mer intensiv med 25–35 flater pr. bestand.

Når en bestandsgrense mellom markert forskjellige bestand, eller mot inntegnet impediment, går over prøveflata, er flatesentret flyttet slik at hele prøveflata blir liggende i det bestandet der sentrum opprinnelig lå. Flyttingen er gjort vinkelrett på bestandskanten og så kort som mulig, slik at flata etter flyttingen går helt ut til bestandskanten.

Det er brukt prøveflatestørrelser på 200 m² i hogstklasse IV–V og 100 m² i hogstklasse III. På Gjøvik er det brukt 200 m² flater også i hogstklasse III.

Tabell 1. Relaskoptrær som er tatt ut som prøvetrær i Enebakk og Larvik.
Relascope trees selected as sample trees in Enebakk and Larvik.

Bestandets grunnflate <i>The basal area of the stand (m²/ha)</i>	Tre nr. i relaskopet med faktor 6 <i>Tree no. in the relascope with factor 6</i>	
	Rene bestand ¹⁾ <i>Pure stands¹⁾</i>	Blandingsbestand <i>Mixed stands</i>
–11	Alle/All	Alle/All
12–19	1,3,5,7, etc.	Alle/All
20–29	3,6,9, etc.	2,4,6,8, etc.
30–39	5,10,15, etc.	3,6,9, etc.
40–	6,12,18, etc.	3,6,9, etc.

¹⁾ Rene bestand har 80% (eller mer) volum av et treslag
²⁾ *Pure stands have 80% (or more) volume of one tree species*

Alle trær med $d_{1.3} \geq 10.0$ cm i hogstklasse IV og V, og alle trær med $d_{1.3} \geq 4.0$ cm i hogstklasse III, er registrert treslagsvis i 2 cm diameterklasser.

Prøvetrær er valgt ut med relaskopfaktor 6 (relaskopåpning 2.45 : 50) i alle områdene. Trær i relaskopet utenfor den klavede flata er ikke tatt med som prøvetrær. Siktingen med relaskopet har startet framover i takstretningen, og gått mot høyre (med urviseren). For prøvetrærne er treslag registrert, og diameter i mm og trehøyde i dm er målt. Tabell 1 viser hvilke relaskoptrær som er tatt ut som prøvetrær i takstene fra Enebakk og Larvik.

I Enebakk, Larvik og Voss ble trærne som kom med i relaskopet nummerert fortløpende gjennom hele bestandet. I taksten på Voss ble annet hvert tre som kom med i relaskopet tatt ut som prøvetre, mens i Skedsmo, Gjøvik og Kongsvinger ble alle trær i relaskopet tatt ut som prøvetrær.

Prøveflatetakster er utført i 161 bestand, 136 av disse er i hogstklasse IV–V. Tabell 2 viser hvordan bestand, prøveflater og prøvetrær er fordelt på de ulike områdene for hogstklasse IV–V.

Tabell 2. Gjennomsnittstall for areal, antall flater totalt og pr. bestand, og antall prøvetrær totalt, pr. bestand og pr. flate innen hvert skogområde. Hogstklasse IV–V.

Mean figures for area, number of plots totally and per stand, and number of sample trees totally, per stand and per plot within each forest site. Cutting class IV–V.

Område Site	Antall bestand Number of stands	Areal (ha) Area (ha)	Antall flater Number of plots		Antall prøvetrær Number of sample trees		
			Totalt Total	Pr. bestand Per stand	Totalt Total	Pr. bestand Per stand	Pr. flate Per plot
Enebakk	40	2.1	676	16.9	1168	29.2	1.73
Larvik	14	1.8	259	18.5	435	31.1	1.68
Voss	28	3.7	788	28.1	928	33.1	1.18
Skedsmo	12	1.6	220	18.3	836	69.7	3.80
Gjøvik	8	1.5	154	19.3	809	101.1	5.25
Kongsvinger	34	1.1	617	18.1	2396	70.5	3.88
Alle/All	136	2.1	2714	19.9	6569	48.3	2.42

I tillegg til prøveflatetaksten i de 136 bestandene i hogstklasse IV–V som er beskrevet i Tabell 2, er det gjennomført tilsvarende systematiske prøveflatetakster i 25 bestand i hogstklasse III. Disse fordeler seg med 12 i Enebakk, 5 i Larvik og 8 på Gjøvik.

Tabell 3 viser hvordan bestandene i hogstklasse IV–V er fordelt i de ulike områdene. Antall bestand er fordelt på hogstklasser, treslag etter andel volum pr. ha, bonitet, volumklasser og arealklasser.

akster i hogst-
1, og har fore-
er kommuner.
or Enebakk og
. al. (1992) for
skogeiendom-
iendoms i hvert
ttet fra mange
at i et jordskif-

iksene er imid-
let derfra.

lget (se neden-
isk med et til-
prøveflatene i
øveflateantallet
er fra 0.5 ha til
er pr. bestand.
pr. bestand.
and, eller mot
ttet slik at hele
nelig lå. Flytt-
lig, slik at flata

V–V og 100 m²
hogstklasse III.

arvik.
vik.

or 6 ictor 6
ngsbestand ed stands
'All 'All i,8,etc. , etc. , etc.

Tabell 3. Antall bestand i hogstklasse IV-V fordelt på ulike kjennetegn.
Number of stands in cutting class IV-V distributed to different attributes.

Kjennetegn <i>Attributes</i>	Område/Site						
	Ene- bakk	Lar- vik	Voss	Skeds- mo	Gjø- vik	Kongsv.	Tot./Tot.
Hogstklasse IV	20	4	2	4	7	9	46
Cutting class V	20	10	26	8	1	25	90
Treslag Furu/Pine > 80%	3	—	17	—	—	5	25
Tree Blanding/Mixed	28	10	11	12	1	15	77
species Gran/Spruce > 80%	9	4	—	—	7	14	34
Bonitet H40 = 20	11	—	28	2	—	4	15
H40 = 17	13	3	—	2	1	7	32
H40 = 14	10	1	—	2	1	17	41
H40 = 11	5	8	—	2	3	5	28
H40 = 8	1	2	—	4	3	1	45
Volum (m ³ /ha) 0-100	18	2	26	3	—	2	51
Volume (m ³ /ha) 101-200	16	5	2	4	—	12	39
201-	6	7	—	5	8	20	46
Areal (ha) 0-1.5	22	7	1	7	7	29	73
1.5-3.0	11	4	14	5	—	3	37
Area (ha) 3.0-5.0	5	3	8	—	—	2	18
5.0-	2	—	5	—	1	—	8
Total/Total	40	14	28	12	8	34	136

2.2. Beregninger

Volum uten bark (m³/ha) for hver prøveflate er beregnet ved en variant av høydeklassekubering (tariffkubering). Det er brukt volumfunksjoner for enkelttrær (BRAASTAD 1966, BRANTSEG 1967, VESTJORDET 1967). Ved kuberingen av hver flate har en brukt den diameterklassevisse oppklavingen av flata og en korreksjonsfaktor («høydeklasse») for prøvetrærne på flata. Bare flatas egne prøvetrær er brukt. Metoden er nærmere beskrevet i Vedlegget.

Den korreksjonsfaktoren («høydeklassen») som finnes for ei prøveflate, vil ha tilfeldige feil fordi den er beregnet ut fra et begrenset antall prøvetrær fra flata. Denne feilen vil stort sett være størst når det mangler eller er svært få prøvetrær på flata. Dette er en feilkilde også for volumet på flata slik volumet er beregnet her. Det fører sannsynligvis til at beregnet standardavvik i volum mellom flater innen bestand blir litt større enn det egentlig er, men forskjellen blir sannsynligvis ikke stor.

Et annet alternativ for å finne volumet på ei prøveflate er å bruke alle prøvetrærne fra hele bestandet ved kuberingen av den enkelte flate. I så fall ville volumvariasjonen mellom flater i bestandet bli redusert, og bli mindre enn den reelle variasjonen, på grunn av utjæmnings-effekten.

tegn.
rent attributes.

Kongsv.	Tot./Tot.
9	46
25	90
5	25
15	77
14	34
4	15
7	32
17	41
5	28
1	45
2	51
12	39
20	46
29	73
3	37
2	18
–	8
34	136

Hver prøveflates grunnflate (m^2/ha) er beregnet ut fra prøveflatestørrelsen og summen av grunnflatene til alle klavede trær på flata. Hver prøveflates middelhøyde (grunnflateveid) er beregnet som aritmetisk middel av høydene for de prøvetrær som finnes på flata. Som hver prøveflates middeldiameter er brukt grunnflatemiddeldiameteren, det vil si den diameteren som svarer til gjennomsnittlig grunnflate pr. tre for alle klavede trær på flata.

Den aktuelle variabelens *middelverdi* for et bestand beregnes som gjennomsnittet av verdiene for alle prøveflatene i bestandet. *Standardavviket* mellom flater innen hvert bestand for den aktuelle variabelen er beregnet som standardavviket for alle prøveflatene i bestandet. *Variasjonskoeffisienten* mellom flater innen hvert bestand for den aktuelle variabelen er beregnet som standardavviket i prosent av gjennomsnittet for bestandet.

Gjennomsnittlig standardavvik innen bestand for ei gruppe av bestand kan beregnes på flere måter. Det samme er tilfelle med gjennomsnittlig variasjonskoeffisient. Her er gjennomsnittlig standardavvik for ei gruppe av bestand med felles kjennetegn, slik de er presentert i avsnitt 3.1, beregnet direkte som aritmetisk gjennomsnitt av standardavvikene for de bestandene som inngår i gruppa. På tilsvarende måte er gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for ei gruppe av bestand beregnet som aritmetisk gjennomsnitt av variasjonskoeffisientene for de bestandene som inngår i gruppa.

Denne beregningsmåten medfører at den beregnede gjennomsnittlige variasjonskoeffisienten for ei gruppe av bestand som regel blir større enn gjennomsnittlig standardavvik i den samme gruppa i prosent av gruppas gjennomsnitt.

I de tilfellene der materialet er gruppert etter ulike kjennetegn, er det foretatt t-tester for å se om forskjellene mellom gruppene er signifikante. Slike tester er gjort for gjennomsnittet, gjennomsnittlig standardavvik og variasjonskoeffisient til den aktuelle variabelen.

Når flere tester foretas samtidig, øker sannsynligheten for feilaktig å forkaste nullhypotesen om at det ikke er forskjeller. Det er mulig å kompensere for den økende sannsynligheten for feilaktig forkastning av nullhypotesen ved å benytte Bonferroni t-test (se MILLER 1981). En anvender da den samme t-observatoren som ved en ordinær t-test, men innfører et signifikansnivå i en ensidig testsituasjon som er lik

$$\alpha/[k(k-1)/2],$$

der k er antall parvise sammenligninger og α er sansynlighetsnivået. Med 3 grupper innenfor et kjennetegn blir det 3 parvise sammenligninger, mens det med 4 grupper blir 6 sammenligninger. En har brukt $\alpha=0.05$ i testene når ikke annet er oppgitt. Dette gir et signifikansnivå på 0.0167 med 3 grupper og 0.0033 med 4 grupper. Denne testemetoden er illustrert med et eksempel i forbindelse med Tabell 4.

Regresjonsfunksjonene for standardavviket mellom flater innen bestand er estimert ved hjelp av minste kvadraters metode. Ulike modeller er utprøvd, både enkle lineære modeller og multiplikative modeller. De fleste modellene som er presentert i avsnitt 3.1 er av den lineære typen.

Regresjonsfunksjonene er utviklet for om mulig å kunne estimere standardavviket mellom flater innen bestand ut fra ulike bestandskjennetegn.

ved en variant av
umfunksjoner for
ET 1967). Ved ku-
oppklavingen av
rne på flata. Bare
revet i Vedlegget.

for ei prøveflate,
et antall prøvetrær
igler eller er svært
met på flata slik
eregnet standard-
nn det egentlig er,

te er å bruke alle
elte flate. I så fall
ert, og bli mindre
en.

Flere hensyn har vært tatt ved utvelgelse av uavhengige variabler. For det første har en satt som forutsetning at alle koeffisientene til de uavhengige variablene som inngår i funksjonene skal være signifikante. Det er her brukt 5%-nivå. En har også ved utvelgelse av uavhengige variabler tatt hensyn til hvor «lett tilgjengelige» disse variablene er. Det er derfor, i tillegg til funksjoner som krever relativt mye forhåndsinformasjon, også presentert enklere funksjoner som krever forholdsvis lite informasjon.

Alle de presenterte regresjonsfunksjonene er undersøkt for kolinearitet ved hjelp av prinsippal komponentanalyse. Det antas at en ikke har problemer med kolinearitet i funksjoner der «condition number» (= kvadratrot av kvotient mellom største og minste egenverdi) er under 30 (WEISBERG 1985). Analysene viser at alle ledd i de presenterte funksjonene har «condition number» under 20.

En har i regresjonsfunksjonene valgt å uttrykke variasjoner innen bestand ved hjelp av standardavvik fordi dette er et direkte målbart uttrykk for variasjonen. Variasjonen kan også uttrykkes ved hjelp av variasjonskoeffisient. Siden variasjonskoeffisienten også avhenger av gjennomsnittet, vil den ikke direkte gi uttrykk for variasjonen mellom flater innen bestand, men for forholdet mellom standardavviket og gjennomsnittet.

Et eksempel på hvordan regresjonsfunksjonene kan brukes for å estimere forventet standardavvik mellom flater innen bestand for volum pr. ha er gitt i avsnitt 3.2.2. Det blir også vist hvordan dette standardavviket kan nyttes videre til å anslå antall prøveflater som bør legges ut i et bestand dersom en har gitte krav til middelfeil for volum pr. ha.

3. Resultater og diskusjon

3.1. Variasjoner innen bestand for enkeltvariabler

3.1.1. Volum

Tabell 4 viser hvordan volumet varierer mellom flater innen bestand for hele materialet i hogstklasse IV-V, og for ulike grupperinger av materialet. Gjennomsnittlig volum, standardavvik og variasjonskoeffisient innen grupper av bestand er sammenlignet ved hjelp av t-tester (se avsnitt 2.2 om t-tester).

Gjennomsnittlig volum varierer fra 25 m³/ha til 370 m³/ha i de 136 bestandene. Tabell 4 viser et gjennomsnittlig volum på 149.9 m³/ha. Standardavviket mellom prøveflater innen bestand varierer fra 21 m³/ha til 195 m³/ha i enkeltbestand, mens gjennomsnittet er 66.6 m³/ha. Variasjonskoeffisienten varierer fra 14% til 111% i de 136 bestandene, mens gjennomsnittet er 49.9%.

De største standardavvikene finner en i Larvik og på Gjøvik, mens det laveste standardavviket er på Voss. Volum, standardavvik og variasjonskoeffisienter med samme bokstav innenfor et kjennetegn er ikke signifikant forskjellige. Dette betyr som eksempel at standardavviket for Voss (B) er signi-

Tabell 4. Volum (m^3/ha). Gjennomsnittsverdier og variasjoner mellom flater innen bestand.*Volume (m^3/ha). Mean values and variations between plots within stands.*

Kjennetegn <i>Attributes</i>	Antall bestand <i>No. of stands</i>	Flater pr. bestand <i>Plots per stand</i>	Volum <i>Volume</i>		Stand.avv. <i>Stand.dev.</i>		Var.koeff. <i>Coeff.var.</i>		
			(m^3/ha)	Test	(m^3/ha)	Test	(%)	Test	
Område <i>Site</i>	Enebakk	40	16.9	126.1	CD	62.4	AB	52.3	B
	Larvik	14	18.5	179.7	BC	88.4	A	49.5	BC
	Voss	28	28.1	70.5	D	46.8	B	68.0	A
	Skedsmo	12	18.3	165.3	BC	75.4	AB	46.7	BC
	Gjøvik	8	19.3	278.5	A	87.8	A	32.4	D
	Kongsv.	34	18.1	195.2	B	70.9	AB	36.6	CD
Treslag <i>Tree species</i>	Furu/Pine>80%	25	24.6	82.5	C	48.0	B	61.2	A
	Blanding/Mixed	77	19.5	134.5	B	62.4	B	50.8	B
	Gran/Spruce>80%	34	17.6	234.3	A	89.9	A	39.7	C
Bonitet <i>Site quality</i>	H40= 8	40	24.3	74.7	D	44.9	C	62.6	A
	H40=11	26	17.0	125.2	C	51.3	C	44.2	B
	H40=14	31	18.4	201.2	B	80.6	B	42.0	B
	H40=17	23	18.3	209.7	AB	90.1	AB	44.7	B
	H40=20	11	16.9	245.9	A	103.0	A	45.1	B
Volum (m^3/ha) <i>Volume (m^3/ha)</i>	0-100	51	23.0	70.9	C	44.3	C	63.8	A
	101-200	39	17.6	142.1	B	62.2	B	44.4	B
	201-	46	18.6	244.0	A	95.1	A	39.3	B
Alle/All	136	19.9	149.9		66.6		49.9		
Volum, standardavvik og variasjonskoeffisienter med samme bokstav innenfor et kjennetegn er ikke signifikant forskjellige <i>Volumes, standard deviations and coefficients of variation with the same letter within an attribute are not significantly different</i>									

fikant forskjellig fra standardavvikene i Larvik og Gjøvik (A), men ikke signifikant forskjellig fra standardavvikene i Enebakk, Skedsmo og Kongsvinger (AB).

Tabell 4 viser videre at standardavviket gjennomgående øker med økende volum pr. ha, men variasjonskoeffisienten har tendens til å avta med økende volum pr. ha. Dette er tydeligst når det grupperes etter treslag og volum, men tendensen er der også for område og bonitet. Når det grupperes etter bonitet, finnes eksempelvis de høyeste standardavvikene på de beste bonitetene, og de laveste på de dårligste bonitetene.

Nivået for variasjonskoeffisient ligger generelt høyt, og kanskje høyere enn et gjennomsnitt for hele landet. NERSTEN (1987) beregnet variasjonskoeffisienter på et større stratifisert materiale fra ulike områdetakster. Han fant variasjonskoeffisienter på 51% i hogstklasse IV-V og 54% i hogstklasse III. At hans materiale er bearbeidet stratumvis skulle tilsi større variasjoner

enn i det foreliggende materialet, der variasjonene er beregnet innen bestand. Dette ser imidlertid ikke ut til å være tilfelle, selv om det forekommer i noen arealkategorier.

I Sverige analyserte LINDGREN (1984) systematiske prøveflatetakster i 123 bestand fra 5 ulike områder. Han brukte prøveflater med radius 10 meter (314 m²), og bestandene var relativt store (gjennomsnitt omtrent 25 ha). Han fant at variasjonskoeffisienten for volum mellom flater innen bestand varierte mellom 16% og 85%, med et gjennomsnitt på 40%. I en annen svensk undersøkelse fant STÅHL (1992) en gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for volum på 32% i små bestand (areal fra 0.6 ha til 11.2 ha) og 40% i store bestand (areal fra 5 ha til 22 ha), med 314 m² prøveflater.

LAASASENAHO & PÄIVINEN (1986) fant et gjennomsnittlig standardavvik for volum mellom flater innen bestand på omtrent 50 m³/ha for 215 bestand i ulike områder i Finland. Det ga en variasjonskoeffisient på 30% innen bestand. De brukte oppklavede relaskopflater med relaskopfaktor 1. POSO (1983) fant et gjennomsnittlig standardavvik for volum mellom prøveflater innen bestand på omtrent 40 m³/ha (tilsvarende variasjonskoeffisient omtrent 33%) med relaskopfaktor 2, og omtrent 52 m³/ha (26%) med relaskopfaktor 1. Han brukte oppklavede relaskopflater.

Variasjonen mellom flater innen bestand vil avta med økende flatestørrelse (se f.eks. STRAND 1957, NERSTEN 1987). I begge de svenske undersøkelsene ble det brukt 314 m² prøveflater. Fra de finske undersøkelsene er det sannsynlig at relaskopfaktor 1 svarer til en gjennomsnittlig flatestørrelse på over 300 m², og relaskopfaktor 2 under 200 m². Variasjonen mellom flater innen bestand er betydelig lavere i de svenske og finske undersøkelsene enn i Tabell 4. Dette skyldes delvis forskjellig flatestørrelse, men det tyder også på at variasjonene innen bestand i det foreliggende materialet er forholdsvis store.

Et av formålene med undersøkelsen er å se om standardavviket mellom flater innen bestand kan «forutsies» ut fra bestandskjennetegn som er enkle

Tabell 5. Volum (m³/ha). Regresjonsfunksjoner for standardavvik mellom flater innen bestand.

Volume (m³/ha). Regression functions for standard deviation between plots within stands.

Funksjon nr. <i>Function no.</i>	Funksjon for standardavvik volum <i>Function for standard deviation volume</i>	R ²	S
V1	8.1 + 0.370*V - 0.000803*V*V + 0.0138*V*H40 - 0.000022*N*N + 2.57*A	0.68	17.2
V2	8.7 + 0.284*V + 2.23*H40 - 0.0292*N + 2.17*A	0.67	17.5
V3	17.0 + 0.282*V + 2.15*H40 - 0.0339*N	0.66	17.7
V4	11.2 + 0.229*V + 1.70*H40	0.62	18.5
V5	22.5 + 0.295*V	0.60	18.9

R - korrelasjonskoeffisient/coefficient of correlation
S - standardavvik (m³/ha) for funksjonen/standard deviation (m³/ha) for the function

innen be-
rekommer

etetakster i
radius 10
omtrent 25
innen be-
40%. I en
variasjons-
1.2 ha) og
later.

ndardavvik
5 bestand i
innen be-
r 1. Poso
prøveflater
fisient om-
d relaskop-

e flatestør-
ske under-
økelsene er
atestørrelse
ellom flater
elsene enn
tyder også
forholdsvis

ket mellom
om er enkle

flater innen

etween plots

\bar{x}^2	S
68	17.2
67	17.5
66	17.7
62	18.5
60	18.9

the function

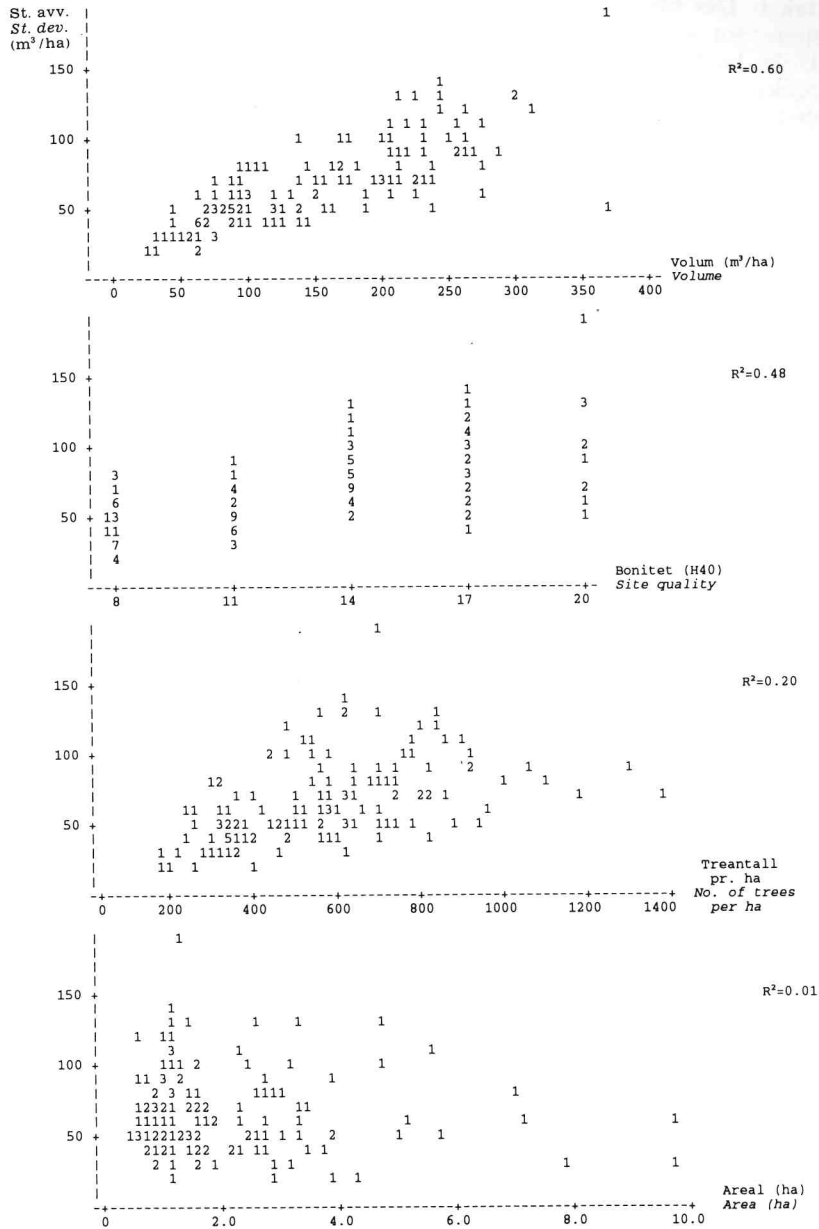


Fig. 1. Volum (m³/ha). Standardavvik mellom flater innen bestand over volum, bonitet, treantall og bestandsareal.
Volume (m³/ha). Standard deviation between plots within stands over volume, site quality, number of trees and stand area.

å få tak i. Det ble derfor ut fra de 136 bestandene beregnet regresjonsfunksjoner for standardavviket (m^3/ha) mellom flater innen bestand for volum. Ulike bestandskjenne-tegn er brukt som uavhengige variabler. Regresjonsfunksjonene er presentert i Tabell 5.

Tabell 5 viser at Funksjon V1, der en har innført 4 variabler i ulike kombinasjoner, har $R^2=0.68$. Med de samme 4 variablene brukt direkte gir Funksjon V2 en nesten like god beskrivelse av standardavviket. I den enkleste funksjonen, Funksjon V5, der bare volum pr. ha i m^3 inngår som uavhengig variabel, er sammenhengen noe dårligere.

Alle funksjonene har et standardavvik omkring funksjonen på 17-19 m^3/ha . Til sammenligning er standardavviket mellom de *observerte* standardavvikene i de 136 bestandene 30.0 m^3/ha .

I Fig. 1 er standardavviket for volum pr. ha plottet mot de fire uavhengige variablene som er brukt i Funksjonene V1-V5.

De klareste tendensene ser en i øverste del av Fig. 1 for volum pr. ha. Her øker standardavviket med økende volum pr. ha. Det er også denne variabelen som alene gir størst R^2 , og dermed forklarer mest av variasjonene i standardavvik mellom flater. De samme tendensene, men mindre tydelig, ser en for både bonitet og treantall pr. ha. I nederste del av Fig. 1, der standardavviket er plottet mot bestandsareal, er det ingen klare tendenser.

Tabell 6 viser gjennomsnittlig differanse mellom observert og funksjonsberegnet standardavvik for enkeltområder. I Fig. 2 er differansene mellom observert og funksjonsberegnete standardavvik for enkeltbestand plottet mot volum pr. ha. Plottet er områdevis og gjelder for Funksjon V1. Figuren gir et visuelt bilde av observasjonene som ligger bak gjennomsnittene i Tabell 6.

Tabell 6. Volum (m^3/ha). Gjennomsnittlige differanser mellom observert verdier og funksjonsverdier av standardavvik mellom flater innen bestand.

Volume (m^3/ha). Mean differences between observed values and function values for standard deviation between plots within stands.

Område Site	Ant. bestand No. of stands	Volum Volume (m^3/ha)	St.avv. St.dev. (m^3/ha)	Differanse Funksjon nr. Difference Function no.				
				V1	V2	V3	V4	V5
Enebakk	40	126.1	62.4	2.9	2.5	2.4	2.1	2.7
Larvik	14	179.7	88.4	3.6	5.7	5.7	9.0	12.9*
Voss	28	70.5	46.8	2.6	2.3	4.5	5.9*	3.5
Skedsmo	12	165.3	75.4	-0.6	0.3	-0.1	0.9	4.2
Gjøvik	8	278.5	87.8	-6.1	-11.9	-10.2	-16.1	-16.9
Kongsv.	34	195.1	70.9	-4.8	-4.9	-6.1	-7.6*	-9.2*
Alle/All	136	149.9	66.6	0.2	-0.1	0.1	0.0	-0.1

Signifikant systematisk differanse på 5% nivå (*), på 1% nivå (**), på 0.1% nivå (***)
Significant systematic difference at 5% level (*), at 1% level (**), at 0.1% level (***)

Tabell 6 viser at de observerte standardavvikene er større enn de funksjonsberegnete etter alle funksjonene for områdene Enebakk, Larvik og Voss. De positive differansene er bare signifikante for Funksjon V5 i Larvik og Funksjon V4 på Voss. For Kongsvinger og Gjøvik er det tilsvarende negative differanser. De negative differansene er bare signifikante for Funksjon V4 og V5 i Kongsvinger. Som forventet er differansene for enkeltområder stort sett lavest for funksjonene med flest uavhengige variabler (V1 og V2) og størst for den enkleste funksjonen (V5).

Det må bemerkes at omtrent 5% av alle tester vil gi signifikant utslag på 5%-nivået på grunn av tilfeldigheter. Ved testene i Tabell 6 må en derfor være forberedt på enkelte signifikante utslag på grunn av rene tilfeldigheter.

Selv om de gjennomsnittlige differansene mellom de observerte og funksjonsberegnete standardavvikene i Tabell 6 er forholdsvis små, ser en for Funksjon V1 i Fig. 2 at utslagene i enkeltbestand kan være store. Det største utslaget finner en på Gjøvik med $-69 \text{ m}^3/\text{ha}$. Figuren viser også at det er forskjeller mellom områdene når det gjelder spredningen av differansene. Beregninger viser at standardavviket for differansene er minst for Voss og størst på Gjøvik. At standardavviket er størst på Gjøvik skyldes i hovedsak det ene bestandet med en differanse på $-69 \text{ m}^3/\text{ha}$. En slik differanse vil påvirke gjennomsnittet kraftig i og med at det bare er 8 bestand i området. Også i Kongsvinger er det et eksempel på en differanse i denne størrelsesorden ($65 \text{ m}^3/\text{ha}$). I dette området er det imidlertid flere bestand, og påvirkningskraften fra slike enkelttilfeller blir mindre.

Fig. 2 viser relativt mange store avvik fra funksjonsverdiene, selv når den beste regresjonsfunksjonen (V1) brukes. Dette illustrerer funksjonens begrensning. Det er fortsatt betydelig variasjon i standardavviket som regresjonsfunksjonen *ikke* forklarer. Når funksjonen(e) brukes på andre materialer, bør en være forberedt på at avvikene kan bli enda større. Tabell 6 viser som nevnt også tendens til noe variasjon mellom områder.

LINDGREN (1984) fant for sine 123 bestand følgende regresjonssammenheng ($R^2 = 0.277$):

$$cv = 25 + 1563 / V,$$

der cv er variasjonskoeffisient for volum og V er volum (m^3/ha). Det viser seg at funksjonen til LINDGREN (l.c.) gir omtrent 10 til $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ lavere standardavvik mellom flater enn Funksjon V5 når volumet er 100 til $300 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Tabell 7 viser hvordan volumet varierer innen bestand for de 25 bestandene i hogstklasse III.

Tabell 7 viser at for de 17 bestandene i hogstklasse III med flatestørrelse 100 m^2 er standardavviket $43.4 \text{ m}^3/\text{ha}$ og variasjonskoeffisienten 44.1%. For de 8 bestandene med flatestørrelse 200 m^2 er tilsvarende størrelser $37.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ og 25.1%.

Funksjonene V3, V4 og V5, som gjelder for hogstklasse IV-V (se Tabell 5), ble også testet mot materialet i hogstklasse III. Funksjon V3, med den uavhengige variabelen treantall pr. ha, og som må ekstrapoleres betydelig fordi treantallet i hogstklasse III er høyt, ga en klar undervurdering av standardavviket i hogstklasse III. Undervurderingen av standardavvik lå i

Tabell 7. Volum (m^3/ha). Variasjoner mellom flater innen bestand i hogstklasse III.
Volume (m^3/ha). Variations between plots within stands in cutting class III.

Flate- størrelse <i>Plot size</i>	Antall bestand <i>No. of stands</i>	Flater pr. bestand <i>Plots per stand</i>	Volum <i>Volume</i> (m^3/ha)	Stand.avv. <i>Stand.dev.</i> (m^3/ha)	Var.koeff. <i>Coeff.var.</i> (%)
100 m^2	17	17.2	98.3	43.4	44.1
200 m^2	8	17.0	150.0	37.6	25.1

størrelsesorden 20-30 m^3/ha både for bestand med flatestørrelse 100 m^2 og 200 m^2 .

Funksjon V5, med bare volum pr. ha som uavhengig variabel, ga best tilpasning for bestandene i hogstklasse III. I gjennomsnitt ble funksjonsberegnet standardavvik i de bestandene der det ble brukt 100 m^2 flater omtrent 5 m^3/ha lavere enn observert standardavvik. For bestand med 200 m^2 flater ga funksjonen omtrent 11 m^3/ha høyere standardavvik enn observert.

3.1.2. Grunnflate

Tabell 8 viser hvordan grunnflata varierer mellom flater innen bestand for hele materialet i hogstklasse IV-V, og for ulike grupperinger av materialet. Gjennomsnittlig grunnflate, standardavvik og variasjonskoeffisient for grupper av bestand er sammenlignet ved hjelp av t-tester (se avsnitt 2.2 om t-tester).

Grunnflata varierer mellom 5.8 m^2/ha og 40.2 m^2/ha i de 136 bestandene. Tabell 8 viser at den i gjennomsnitt er 20.4 m^2/ha . Standardavviket for grunnflata mellom prøveflater innen enkeltbestand varierer mellom 3.2 m^2/ha og 15.2 m^2/ha , med et gjennomsnitt for 136 bestand på 7.9 m^2/ha . Gjennomsnittlig standardavvik varierer relativt lite mellom områder. Gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for grunnflate er 42.6%. Den største variasjonskoeffisienten i et enkeltbestand er 87.0%, mens den minste er 12.6%. Størst gjennomsnittlig variasjonskoeffisient finner en for Voss med 60.0%. Dette har sammenheng med en svært lav gjennomsnittlig grunnflate for dette området. Lavest variasjonskoeffisient for grunnflate finner en i Gjøvik med 26.2%.

En ser også de samme tendenser for grunnflate pr. ha som en så for volum pr. ha i Tabell 4. Det er tendenser til at standardavviket mellom flater innen bestand øker med økende grunnflate pr. ha, mens variasjonskoeffisienten har tendens til å avta med økende grunnflate pr. ha. Disse tendensene er tydeligst når det grupperes etter treslag og volum.

I Sverige fant LINDGREN (1984) variasjonskoeffisienter for grunnflate innen bestand fra 13% til 69%, med gjennomsnitt 33% for 104 bestand med bruk av 314 m^2 flater. STÅHL (1992) fant gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for grunnflate innen bestand på 25% i små bestand og 30% i store bestand med 314 m^2 flater. I Finland fant Poso (1983) gjennomsnittlig stan-

Tabell 8. Grunnflate (m^2/ha). Gjennomsnittsverdier og variasjoner mellom flater innen bestand.
Basal area (m^2/ha). Mean values and variations between plots within stands.

Kjennetegn <i>Attributes</i>	Antall bestand <i>No. of stands</i>	Flater pr. bestand <i>Plots per stand</i>	Grunnflate <i>Basal area</i>		Stand.avv. <i>Stand.dev.</i>		Var.koeff. <i>Coeff.var.</i>		
			(m^2/ha)	Test	(m^2/ha)	Test	(%)	Test	
Område <i>Site</i>	Enebakk	40	16.9	18.2	CD	7.7	A	45.3	B
	Larvik	14	18.5	22.7	BC	9.6	A	42.3	BC
	Voss	28	28.1	13.1	D	7.6	A	60.0	A
	Skedsmo	12	18.3	22.0	BC	8.5	A	40.0	BC
	Gjøvik	8	19.3	34.9	A	9.0	A	26.2	D
	Kongsv.	34	18.1	24.3	B	7.2	A	30.1	CD
Treslag <i>Tree species</i>	Furu/Pine>80%	25	24.6	14.5	C	7.4	A	54.2	A
	Blanding/Mixed	77	19.5	19.1	B	7.7	A	43.5	B
	Gran/Spruce>80%	34	17.6	27.9	A	8.7	A	32.2	C
Bonitet <i>Site quality</i>	H40= 8	45	24.3	13.3	C	7.0	C	55.1	A
	H40=11	26	17.0	18.5	B	6.6	C	37.8	B
	H40=14	31	18.4	25.0	A	8.1	BC	34.0	B
	H40=17	23	18.3	26.3	A	9.5	AB	37.4	B
	H40=20	11	16.9	29.0	A	10.3	A	38.5	B
Volum (m^3/ha) <i>Volume (m^3/ha)</i>	0-100	51	23.0	12.6	C	6.9	B	55.9	A
	101-200	39	17.6	20.7	B	7.6	B	37.6	B
	201-	46	18.6	29.0	A	9.2	A	32.1	B
Alle/All	136	19.9	20.4		7.9		42.6		
Grunnflate, standardavvik og variasjonskoeffisienter med samme bokstav innenfor et kjennetegn er ikke signifikant forskjellige <i>Basal area, standard deviations and coefficients of variation with the same letter within an attribute are not significantly different</i>									

standardavvik for grunnflate mellom relaskopflater innen bestand på omtrent $4.8 m^2/ha$ (variasjonskoeffisient 32%) med relaskopfaktor 2, og omtrent $5.6 m^2/ha$ (variasjonskoeffisient 25%) med relaskopfaktor 1. LAASASENAHO & PÄIVINEN (1986) fant for oppklavede relaskopflater med relaskopfaktor 1 standardavvik mellom flater innen bestand på omtrent $5.0 m^2/ha$ (variasjonskoeffisient omtrent 27%) for grunnflate i 215 bestand. Også disse sammenligningene med svenske og finske undersøkelser kan tyde på at variasjonen mellom flater innen bestand er forholdsvis stor i det foreliggende materialet.

Også for grunnflata er en interessert i å se om standardavviket mellom flater innen bestand kan «forutsies» ut fra visse bestandskjennetegn. Det er derfor beregnet regresjonsfunksjoner for standardavviket (m^2/ha) mellom flater innen bestand for grunnflata. En har brukt de samme 136 bestandene som for volum. Regresjonsfunksjonene er presentert i Tabell 9.

Tabell 9. Grunnflate (m^2/ha). Gjennomsnittsverdier og variasjoner mellom flater innen bestand.
Basal area (m^2/ha). Mean values and variations between plots within stands.

Funksjon nr <i>Function no</i>
G1
G2
G3
G4
S – standar

Tabell 9. Grunnflate (m^2/ha). Gjennomsnittsverdier og variasjoner mellom flater innen bestand.
Basal area (m^2/ha). Mean values and variations between plots within stands.

Tabell 10. Grunnflate (m^2/ha). Gjennomsnittsverdier og variasjoner mellom flater innen bestand.
Basal area (m^2/ha). Mean values and variations between plots within stands.

Område <i>Site</i>
Enebakk
Larvik
Voss
Skedsmo
Gjøvik
Kongsv.
Alle/All
Signifikant s <i>Significant</i>

later innen
stands.

Var.koeff. Coeff.var.	
%)	Test
15.3	B
12.3	BC
10.0	A
10.0	BC
16.2	D
10.1	CD
14.2	A
13.5	B
12.2	C
15.1	A
17.8	B
14.0	B
17.4	B
18.5	B
15.9	A
17.6	B
12.1	B
12.6	
stav	
e letter	

Tabell 9. Grunnflate (m²/ha). Regresjonsfunksjoner for standardavvik mellom flater innen bestand.
Basal area (m²/ha). Regression functions for standard deviation between plots within stands.

Funksjon nr. Function no.	Funksjon for standardavvik grunnflate Function for standard deviation basal area	R ²	S
G1	3.55 - 0.00604*N + 0.282*G + 0.260*A - 0.0000731*V*V + 0.0130*H40*G	0.40	1.86
G2	3.19 + 0.200*H40 - 0.00338*N + 0.175*G + 0.278*A	0.35	1.94
G3	2.81 + 0.187*H40 + 0.100*G + 0.335*A	0.32	1.98
G4	3.26 + 0.325*H40 + 0.283*A	0.27	2.04
R - korrelasjonskoeffisient/coefficient of correlation S - standardavvik (m ² /ha) for funksjonen/standard deviation (m ² /ha) for the function			

Tabell 9 viser at Funksjon G1, der en har innført 4 variabler i ulike kombinasjoner, har R²=0.40 og et standardavvik omkring funksjonen på 1.86 m²/ha. Den enkleste Funksjonen G4, med variablene bonitet og areal, gir dårligere tilpasning med R²=0.27 og et standardavvik omkring funksjonen på 2.04 m²/ha. Til sammenligning er standardavviket mellom de observerte standardavvikene i de 136 bestandene 2.37 m²/ha.

Tabell 10 viser gjennomsnittlig differanse mellom observert og funksjonsberegnet standardavvik for enkeltområder.

Tabell 10 viser at det stort sett er positive differanser mellom observert og funksjonsberegnete standardavvik for områdene Enebakk, Larvik og

Tabell 10. Grunnflate (m²/ha). Gjennomsnittlige differanser mellom observert verdier og funksjonsverdier av standardavvik mellom flater innen bestand.
Basal area (m²/ha). Mean differences between observed values and function values for standard deviation between plots within stands.

Område Site	Ant. bestand No. of stands	Grunnflate Basal area (m ² /ha)	St.avv. St.dev. (m ² /ha)	Differanse Funksjon nr./ Difference Function no.			
				G1	G2	G3	G4
Enebakk	40	18.2	7.7	0.1	0.1	0.1	-0.1
Larvik	14	22.7	9.6	0.3	0.6	0.9	0.6
Voss	28	13.1	7.6	0.5	0.7	0.7*	0.7
Skedsmo	12	22.0	8.5	-0.2	0.0	0.1	-0.1
Gjøvik	8	34.9	9.0	-0.7	-0.7	-1.0	-0.2
Kongsv.	34	24.3	7.2	-0.5	-0.8**	-0.9**	-0.7*
Alle/All	136	20.4	7.9	-0.0	-0.0	0.0	-0.0
Signifikant systematisk differanse på 5% nivå (*), på 1% nivå (**), på 0.1% nivå (***) Significant systematic difference at 5% level (*), at 1% level (**), at 0.1% level (***)							

å omtrent
omtrent 5.6
SENAHO &
opfaktor 1
variasjons-
e sammen-
variasjonen
materialet.
et mellom
gn. Det er
a) mellom
bestandene

Voss. Den eneste positive differansen som er signifikant, finner en for Funksjon G3 på Voss. For Kongsvinger og Gjøvik er alle differanser negative, de er imidlertid bare signifikante for Funksjon G2, G3 og G4 i Kongsvinger. Dette er tilsvarende tendenser som for volum pr. ha i Tabell 6. At tendensene er de samme for volum og grunnflate skyldes den nære sammenhengen mellom disse to variablene.

3.1.3. Treantall

Tabell 11 viser hvordan treantallet varierer mellom flater innen bestand for hele materialet i hogstklasse IV-V, og for ulike grupperinger av materialet. Gjennomsnittlig treantall pr. ha, standardavvik og variasjonskoeffisient for grupper av bestand er sammenlignet ved hjelp av t-tester (se avsnitt 2.2 om t-tester).

Tabell 11. Treantall (Trær/ha). Gjennomsnittsverdier og variasjoner mellom flater innen bestand. *No. of trees (Trees/ha). Mean values and variations between plots within stands.*

Kjennetegn <i>Attributes</i>	Antall bestand <i>No. of stands</i>	Flater pr. bestand <i>Plots per stand</i>	Treantall <i>No. of trees</i>		Stand.avv. <i>Stand.dev.</i>		Var.koeff. <i>Coeff.var.</i>		
			(Trær/ha) <i>(Trees/ha)</i>	Test	(Trær/ha) <i>(Trees/ha)</i>	Test	(%)	Test	
Område <i>Site</i>	Enebakk	40	16.9	537	B	228	BC	45.6	A
	Larvik	14	18.5	565	B	243	BC	43.6	AB
	Voss	28	28.1	346	C	174	C	52.5	A
	Skedsmo	12	18.3	599	B	258	B	42.7	ABC
	Gjøvik	8	19.3	1007	A	344	A	32.6	BC
	Kongsv.	34	18.1	700	B	210	BC	30.9	C
Treslag <i>Tree species</i>	Furu/Pine>80%	25	24.6	399	C	173	B	47.4	A
	Blanding/Mixed	77	19.5	562	B	229	A	43.9	A
	Gran/Spruce>80%	34	17.6	731	A	249	A	34.3	B
Bonitet <i>Site quality</i>	H40= 8	45	24.3	377	C	178	C	50.6	A
	H40=11	26	17.0	547	B	214	C	40.7	AB
	H40=14	31	18.4	694	AB	223	BC	33.5	B
	H40=17	23	18.3	739	A	279	AB	38.9	B
	H40=20	11	16.9	771	A	320	A	41.7	AB
Volum (m ³ /ha) <i>Volume (m³/ha)</i>	0-100	51	23.0	370	C	182	B	51.2	A
	101-200	39	17.6	632	B	241	A	39.6	B
	201-	46	18.6	752	A	255	A	34.1	B
Alle/All	136	19.9	575		224		42.1		
Treantall, standardavvik og variasjonskoeffisienter med samme bokstav innenfor et kjennetegn er ikke signifikant forskjellige <i>No of trees, standard deviations and coefficients of variation with the same letter within an attribute are not significantly different</i>									

Tre:
Tabell
klart u
Det
det st
trær/ha
Den st
er 15%
Tab
koeffis
når det
dardav
er vari
LIN
flater i
stand.
30.7%
Ogs
ket (Tr
Regres

Tabell 1

Funksj
Functi

N
N
N

S

Tab
og et s
bare tr
avvik
avvike
trær/ha
I Fi
gige v
De
mot tr
mellon

en for Funk-
negative, de
Kongsvinger.
At tendense-
nmenhengen

innen bestand
r av materia-
nskoeffisient
se avsnitt 2.2

r innen bestand.
hin stands.

	Var.koeff. Coeff.var.	
st	(%)	Test
C	45.6	A
C	43.6	AB
	52.5	A
	42.7	ABC
	32.6	BC
C	30.9	C
	47.4	A
	43.9	A
	34.3	B
	50.6	A
	40.7	AB
C	33.5	B
B	38.9	B
	41.7	AB
	51.2	A
	39.6	B
	34.1	B
	42.1	
skstav		
ame letter		

Treantall varierer fra 174 trær/ha til 1380 trær/ha i de 136 bestandene. Tabell 11 viser at gjennomsnittlig treantall er 575 trær/ha. Gjøvik skiller seg klart ut med høyest gjennomsnittlig treantall, og Voss med lavest.

Det minste standardavviket for treantall i et bestand er 108 trær/ha, mens det største er 687. I gjennomsnitt er standardavviket for treantall 224 trær/ha. Gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for treantall er 42.1%. Den største variasjonskoeffisienten i et enkeltbestand er 92% og den minste er 15%.

Tabell 11 viser videre tendenser til at standardavviket øker og variasjonskoeffisienten minker når treantall pr. ha øker. Denne tendensen er tydeligst når det grupperes etter treslag og volum. Eksempelvis er treantall og standardavvik for treantall størst i gruppa med volum over 201 m³/ha. Samtidig er variasjonskoeffisienten minst i denne gruppa.

LINDGREN (1984) fant variasjonskoeffisienter for treantall pr. ha mellom flater innen bestand fra 12% til 66%, med gjennomsnitt 33% for 104 bestand. STÅHL (1992) fant tilsvarende gjennomsnittlig variasjonskoeffisient på 30.7% i små bestand og 36.7% i store bestand.

Også for treantall er det beregnet regresjonsfunksjoner for standardavviket (Trær/ha) mellom flater innen bestand ut fra de samme 136 bestandene. Regresjonsfunksjonene er presentert i Tabell 12.

Tabell 12. Treantall (Trær/ha). Regresjonsfunksjoner for standardavvik mellom flater innen bestand.

No. of trees (Trees/ha). Regression functions for standard deviation between plots within stands.

Funksjon nr. Function no.	Funksjon for standardavvik grunnflate Function for standard deviation basal area	R ²	S
N1	128.4 + 0.01711*H40*N - 0.00129*V*V	0.56	56
N2	132.7 + 0.01175*H40*N	0.47	61
N3	88.3 + 0.235*N	0.43	63
R – korrelasjonskoeffisient/coefficient of correlation S – standardavvik (Trær/ha) for funksjonen/standard deviation (Trees/ha) for the function			

Tabell 12 viser at Funksjon N1, med 3 uavhengige variabler, har R²=0.56 og et standardavvik omkring funksjonen på 56 trær/ha. Funksjon N3, med bare treantall pr. ha som uavhengig variabel, har R²=0.43 og et standardavvik omkring funksjonen på 63 trær/ha. Til sammenligning er standardavviket mellom de observerte standardavvikene i de 136 bestandene 83 trær/ha.

I Fig. 3 er standardavviket for treantall pr. ha plottet mot de 3 uavhengige variablene som er brukt i Funksjonene N1-N3.

De tydeligste tendensene i Fig. 3 ser en der standardavviket er plottet mot treantall pr. ha. Denne variabelen alene gir R²=0.43. Sammenhengene mellom standardavvik for treantall, og bonitet og volum er svakere.

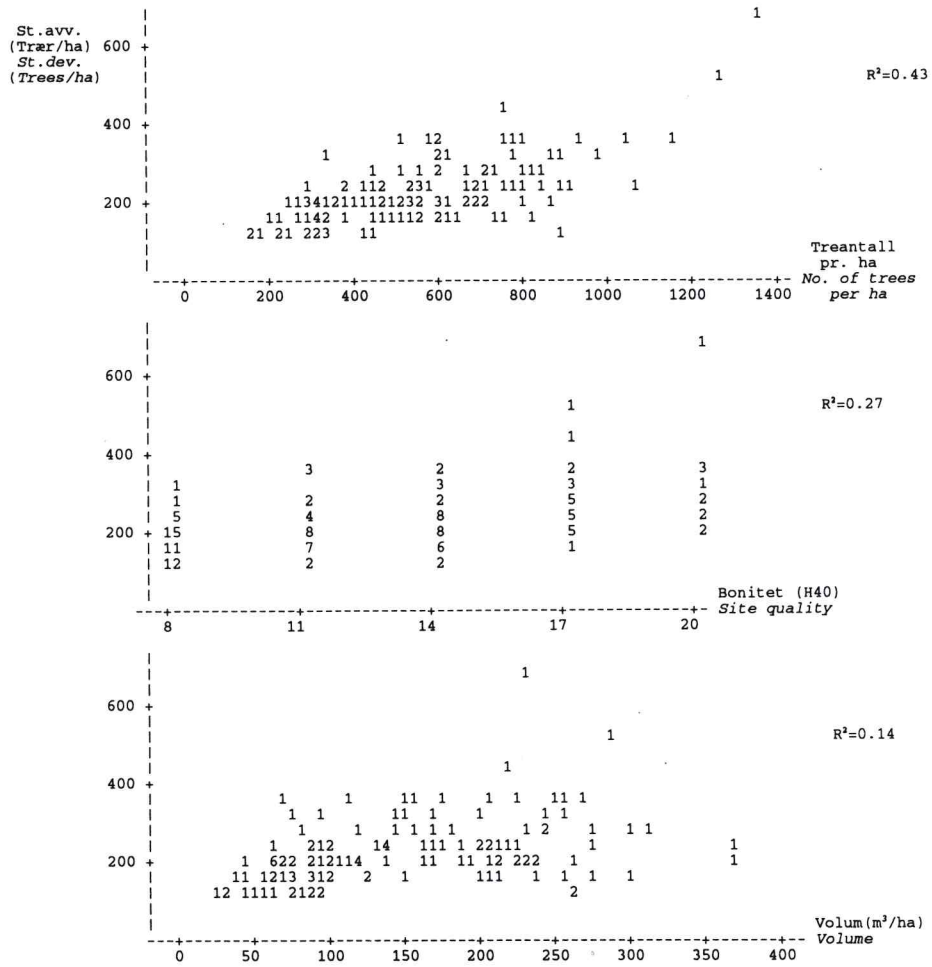


Fig. 3. Treantall (Trær/ha). Standardavvik mellom flater innen bestand over treantall, bonitet og volum.
No. of trees (Trees/ha). Standard deviation between plots within stands over no. of trees, site quality and volume.

Tabell 13 viser gjennomsnittlig differanse mellom observert og funksjonsberegnet standardavvik for enkeltområder.

Tabell 13 viser positive differanser mellom observerte og funksjonsberegnete standardavvik for alle områder unntatt Kongsvinger. De positive differansene er ikke signifikante. I Kongsvinger er det signifikant negative differanser, det vil si at de funksjonsberegnete standardavvikene er større enn de observerte.

Tabell 13. Treantall (Trær/ha). Gjennomsnittlige differanser mellom observerte verdier og funksjonsverdier av standardavvik mellom flater innen bestand.
No. of trees (Trees/ha). Mean differences between observed values and function values for standard deviation between plots within stands.

Område <i>Site</i>	Ant. bestand <i>No. of stands</i>	Grunnflate <i>Basal area</i> (m ² /ha)	St.avv. <i>St.dev.</i> (m ² /ha)	Differanse Funksjon nr./ <i>Difference Function no.</i>		
				N1	N2	N3
Enebakk	40	537	228	8	15	14
Larvik	14	565	243	5	4	22
Voss	28	346	174	6	9	5
Skedsmo	12	599	258	9	14	28
Gjøvik	8	1007	344	17	5	19
Kongsv.	34	700	210	-24**	-32***	-42***
Alle/ <i>All</i>	136	575	224	-0	0	0

Signifikant systematisk differanse på 5% nivå (*), på 1% nivå (**), på 0.1% nivå (***)
Significant systematic difference at 5% level (), at 1% level (**), at 0.1% level (***)*

Tabell 13 viser at Kongsvinger skiller seg ganske klart ut fra de andre områdene når det gjelder variasjon i treantall, og at funksjonene for standardavvik i treantall pr. ha passer dårlig i Kongsvinger. Dette er et eksempel på at det kan forekomme lokale eller andre variasjoner som de felles beregnede regresjonsfunksjonene ikke fanger opp.

LINDGREN (1984) fant for 104 bestand følgende regresjonssammenheng ($R^2 = 0.050$);

$$cvn = 27.8 + 3633 / N ,$$

der cvn er variasjonskoeffisient for treantall pr. ha og N = treantall pr. ha. Sammenhengen er relativt dårlig, det vil si at regresjonsfunksjonen bare forklarer en liten del av variasjonen. Funksjonen til LINDGREN (l.c.) gir lavere standardavvik for treantall pr. ha enn Funksjon N3 når treantallet er under omtrent 1200 trær/ha, det vil si for omtrent hele intervallet av treantall pr. ha som det foreliggende materialet dekker. Med 600 trær/ha gir som eksempel Funksjon N3 et standardavvik mellom prøveflater innen bestand på 229 trær/ha, mens funksjonen til LINDGREN (l.c.) gir 203 trær/ha. Med 300 trær/ha får en tilsvarende standardavvik på 159 trær/ha og 120 trær/ha.

3.1.4. Middeldiameter

Tabell 14 viser hvordan grunnflatemiddeldiameteren varierer mellom flater innen bestand for hele materialet i hogstklasse IV-V, og for ulike grupperinger av materialet. Gjennomsnittlig middeldiameter, standardavvik og variasjonskoeffisient for grupper av bestand er sammenlignet ved hjelp av t-tester (se avsnitt 2.2 om t-tester).

Tabell 14. Middeldiameter (cm). Gjennomsnittsverdier og variasjoner mellom flater innen bestand.

Mean diameter (cm). Mean values and variations between plots within stands.

Kjennetegn <i>Attributes</i>	Antall bestand <i>No. of stands</i>	Flater pr. bestand <i>Plots per stand</i>	Middeldiameter <i>Mean diameter</i>		Stand.avv. <i>Stand.dev.</i>		Var.koeff. <i>Coeff.var.</i>		
			(cm)	Test	(cm)	Test	(%)	Test	
Område <i>Site</i>	Enebakk	40	16.8	21.1	A	3.9	B	18.2	B
	Larvik	14	18.4	22.9	A	3.8	B	16.5	BC
	Voss	28	27.9	21.9	A	5.3	A	24.0	A
	Skedsmo	12	18.3	22.0	A	3.7	B	16.7	BC
	Gjøvik	8	19.3	21.8	A	3.4	B	15.7	BC
Kongsv.	34	18.1	21.5	A	2.8	B	12.8	C	
Treslag <i>Tree species</i>	Furu/Pine>80%	25	24.5	21.7	AB	4.8	A	21.9	A
	Blanding/Mixed	77	19.3	21.2	B	3.7	B	17.3	B
	Gran/Spruce>80%	34	17.6	22.7	A	3.4	B	15.0	B
Bonitet <i>Site quality</i>	H40= 8	45	24.0	21.6	A	4.8	A	22.4	A
	H40=11	26	17.0	21.1	A	3.3	BC	15.5	BC
	H40=14	31	18.4	21.8	A	3.0	C	13.8	C
	H40=17	23	18.3	21.9	A	3.3	BC	15.2	BC
	H40=20	11	16.9	22.6	A	4.1	AB	18.7	AB
Volum (m ³ /ha) <i>Volume (m³/ha)</i>	0-100	51	22.7	21.1	B	4.8	A	22.7	A
	101-200	39	17.6	21.0	B	3.2	B	14.8	B
	201-	46	18.6	22.8	A	3.3	B	14.4	B
Alle/All	136	19.9	21.7		3.8		17.6		
<p>Grunnflate, standardavvik og variasjonskoeffisienter med samme bokstav innenfor et kjennetegn er ikke signifikant forskjellige <i>Basal area, standard deviations and coefficients of variation with the same letter within an attribute are not significantly different</i></p>									

Middeldiameteren varierer mellom 15.6 cm og 27.4 cm for alle 136 bestand. Tabell 14 viser at gjennomsnittlig middeldiameter er 21.7 cm. Standardavviket mellom prøveflater innen bestand varierer fra 1.0 cm til 9.0 cm i enkeltbestand, mens gjennomsnittet er 3.8 cm. Gjennomsnittlig variasjonskoeffisient er 17.6%. Det største gjennomsnittlige standardavviket og den største variasjonskoeffisienten finner en på Voss, mens de laveste verdiene for både standardavvik og variasjonskoeffisient er i Kongsvinger.

Tabell 14 viser videre at det generelt er svært små forskjeller i gjennomsnittlig middeldiameter i de ulike gruppene. Dette betyr at standardavvikene og variasjonskoeffisientene stort sett varierer på samme måte mellom gruppene. Eksempelvis finner en at det er signifikant større både standardavvik og variasjonskoeffisient i gruppa med *minst volum pr. ha*, i forhold til i de to gruppene med større volum pr. ha.

STÅHL (1992) fant variasjonskoeffisient for grunnflateveid middeldiameter mellom flater innen bestand på 13.5% i små bestand og 17.1% i store

bestand
deldiar
entene
sen og
(1983)
de rel
23%) i
1. Når
ne ut ti
i Tabel
Ut
dardav
sjonsfu

Tabell 1

Funksj
Functio

D

D

D

D

D

D

S -

Fur
0.89 c
funksj
og R²
1.07 c
dardav
En
lom o
er ten
funksj
Kongs
med F
tender
ger en

ellom flater

thin stands.

Var.koeff. Coeff.var.	
(%)	Test
18.2	B
16.5	BC
24.0	A
16.7	BC
15.7	BC
12.8	C
21.9	A
17.3	B
15.0	B
22.4	A
15.5	BC
13.8	C
15.2	BC
18.7	AB
22.7	A
14.8	B
14.4	B
17.6	
okstav	
me letter	

bestand. Grunnflateveid middeldiameter er noe større enn grunnflatemiddeldiameter, som er brukt i denne undersøkelsen. Disse variasjonskoeffisientene er stort sett noe mindre enn i Tabell 14. Det kan skyldes flatestørrelsen og/eller mindre variasjon i det svenske materialet. I Finland fant POSO (1983) gjennomsnittlig standardavvik for middeldiameter mellom oppklavede relaskopflater innen bestand på omtrent 4.1 cm (variasjonskoeffisient 23%) med relaskopfaktor 2, og omtrent 4.2 cm (18%) med relaskopfaktor 1. Når en tar flatestørrelse og -type med i vurderingen, ser disse variasjonene ut til å samsvare noenlunde med, eller ligge litt i overkant av variasjonene i Tabell 14.

Ut fra de 136 bestandene er det beregnet regresjonsfunksjoner for standardavviket (cm) mellom flater innen bestand for middeldiameter. Regresjonsfunksjonene er presentert i Tabell 15.

Tabell 15. Middeldiameter (cm). Regresjonsfunksjoner for standardavvik mellom flater innen bestand.

Mean diameter (cm). Regression functions for standard deviation between plots within stands.

Funksjon nr. Function no.	Funksjon for standardavvik middeldiameter Function for standard deviation mean diameter	R ²	S
D1	$5.11 - 0.00821*V - 0.240*H40 + 0.224*A - 0.00812*N + 0.00640*D*D + 0.000530*H40*N$	0.66	0.89
D2	$5.94 + 0.00000565*N*N + 0.227*A - 0.0123*N + 0.00320*D*D + 0.000107*H40*N$	0.64	0.91
D3	$5.34 + 0.00000617*N*N + 0.224*A - 0.0109*N + 0.00399*D*D$	0.62	0.93
D4	$6.52 + 0.00000735*N*N - 0.0130*N + 0.00412*D*D$	0.57	0.99
D5	$-1.39 + 0.298*D - 0.0887*G + 0.284*A$	0.56	1.00
D6	$8.54 - 0.0126*N + 0.00000666*N*N$	0.49	1.07
R – korrelasjonskoeffisient/coefficient of correlation S – standardavvik (cm) for funksjonen/standard deviation (cm) for the function			

Funksjon D1 gir $R^2=0.66$ og et standardavvik omkring funksjonen på 0.89 cm. Denne funksjonen har i alt 5 uavhengige variabler. Den enkleste funksjonen, Funksjon D6, har bare treantall pr. ha som uavhengig variabel, og $R^2=0.49$. Standardavviket omkring funksjonene varierer fra 0.89 cm til 1.07 cm. Til sammenligning er standardavviket mellom de observerte standardavvikene i de 136 bestandene 1.49 cm.

En har også for middeldiameter sett på gjennomsnittlig differanse mellom observert og funksjonsberegnet standardavvik for enkeltområder. Det er tendenser til at funksjonsberegnet standardavvik er for lavt med alle funksjonene på Voss og Gjøvik, utslagene er imidlertid ikke signifikante. For Kongsvinger er funksjonsberegnet standardavvik signifikant overestimert med Funksjonene D4, D5 og D6. Også for middeldiameter er det altså en tendens til at variasjonen mellom flater innen bestand er mindre i Kongsvinger enn i de øvrige områdene.

alle 136 be-
7 cm. Stan-
n til 9.0 cm i
3 variasjons-
iket og den
ste verdiene
r.

r i gjennom-
dardavvike-
åte mellom
de standard-
i forhold til i

iddeldiame-
7.1% i store

3.1.5. Middelhøyde

Tabell 16 viser hvordan grunnflateveid middelhøyde varierer mellom flater innen bestand for hele materialet i hogstklasse IV-V, og for de ulike områdene. Gjennomsnittlig middelhøyde og variasjonskoeffisient for grupper av bestand er sammenlignet ved hjelp av t-tester (se avsnitt 2.2 om t-tester). Bare prøveflater med prøvetrær er tatt med her.

Middelhøyden for ei prøveflate er beregnet som gjennomsnittet av høydene for de relaskoputvalgte prøvetrærne på flata. På mange flater kan det være bare ett eller svært få prøvetrær. Dette gjelder spesielt for Voss, men også i Larvik og Enebakk (se Tabell 2). Tilfeldigheter i utvalget av prøvetrær fører derfor til at middelhøyden på noen flater blir for stor og på andre for liten. Dette fører til at standardavviket for middelhøyden mellom flater innen bestand, slik det er beregnet her, vil bli litt for stort. Dette gjelder særlig i bestand med få prøvetrær.

Tabell 16. Middelhøyde (m). Gjennomsnittsverdier og variasjoner mellom flater innen bestand.

Mean height (m). Mean values and variations between plots within stands.

Område <i>Site</i>	Antall bestand <i>No. of stands</i>	Flater pr. bestand <i>Plots per stand</i>	Middelhøyde <i>Mean height</i>		Stand.avv. <i>Stand.dev.</i>		Var.koeff. <i>Coeff.var.</i>	
			(m)	Test	(m)	Test	(%)	Test
Enebakk	40	14.5	16.0	B	2.9	AB	18.0	B
Larvik	14	15.8	19.7	A	3.3	A	17.2	B
Voss	28	22.3	12.8	C	2.8	AB	22.3	A
Skedsmo	12	18.3	17.9	AB	2.8	AB	15.8	BC
Gjøvik	8	19.3	19.6	A	2.2	B	11.3	D
Kongsv.	34	18.1	18.4	AB	2.4	B	13.2	CD
Alle/ <i>All</i>	136	17.8	16.7		2.8		17.0	

Middelhøyden varierer mellom 10.4 meter og 24.2 meter i de 136 bestandene. Tabell 16 viser at gjennomsnittlig middelhøyde er 16.7 meter. Standardavviket mellom flater innen bestand for middelhøyden varierer mellom 1.0 meter og 5.6 meter, med et gjennomsnitt for 136 bestand på 2.8 meter.

Gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for middelhøyden er 17.0%. Den største variasjonskoeffisienten i et enkeltbestand er 29.2%, mens den minste er 4.6%. Størst gjennomsnittlig variasjonskoeffisient finner en for Voss med 22.3%. Dette har sammenheng med en svært lav gjennomsnittlig middelhøyde og få prøvetrær for dette området. Lavest både standardavvik og variasjonskoeffisient finner en i Gjøvik, der det også i gjennomsnitt er flest prøvetrær pr. flate.

En har også sett på hvordan middelhøyden varierer innen bestand når materialet grupperes etter ulike kjennetegn. Generelt varierer standardavvi-

ket for
koeffis
delhøy

AN
middel
furu. I
omtrær
variasj
15% (m
meter)
større

STÅ
de me
bestan
fra san
kan k:
under
tallene

LA
innen
sjonsk
for mi
(varias
(15%)
klart h
asjone
Ut
dardav
funksj
De
R²=0.

Tabell

Funks
Functi

F
F
F

S

ket for middelhøyde lite med treslag, bonitet og volum pr. ha. Variasjonskoeffisienten for middelhøyde viser tendenser til å øke med avtagende middelhøyde.

ANDREASSEN (1988) fant en gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for middelhøyde mellom prøveflater innen bestand på 20% for gran og 17% for furu. Han hadde i gjennomsnitt omtrent 4 subjektivt utlagte prøveflater og omtrent 25 relaskoputvalgte prøveetrer i hvert bestand. Han fant også en variasjonskoeffisient mellom trehøydene innen bestand for enkeltrær på 15% (standardavvik = 2.8 meter) for gran og 13% (standardavvik = 2.0 meter) for furu. Det er noe påfallende at variasjonen mellom prøveflater er større enn variasjonen mellom trær.

STÅHL (1992) fant en variasjonskoeffisient for grunnflateveid middelhøyde mellom flater innen bestand på 9.2% i små bestand og 13.8% i store bestand (med 314 m² flater). Han beregnet grunnflateveid middelhøyde ut fra samtlige klavetrærs funksjonsberegnete høyder. Denne beregningsmåten kan kanskje medføre at variasjonen mellom flater innen bestand blir litt underestimert. Hans variasjonskoeffisienter ligger stort sett noe lavere enn tallene i Tabell 16.

LAASASENAHO & PÄIVINEN (1986) fant et standardavvik mellom flater innen bestand for middelhøyde på omtrent 2.5 meter, og tilsvarende variasjonskoeffisient på 15%. POSO (1983) fant et gjennomsnittlig standardavvik for middelhøyde mellom relaskopflater innen bestand på omtrent 2.6 meter (variasjonskoeffisient 19%) med relaskopfaktor 2, og omtrent 2.9 meter (15%) med relaskopfaktor 1. Av de engelske sammendragene framgår ikke klart hvordan middelhøyden er beregnet i de to finske undersøkelsene. Variasjonene samsvarer relativt bra med tallene i Tabell 16.

Ut fra de 136 bestandene er det beregnet regresjonsfunksjoner for standardavviket (m) mellom flater innen bestand for middelhøyden. Regresjonsfunksjonene er presentert i Tabell 17.

Den beste funksjonen, Funksjon H1 med 5 uavhengige variabler, gir R²=0.34. Funksjon H3, som har areal, treantall pr. ha, volum pr. ha, boni-

Tabell 17. Middelhøyde (m). Regresjonsfunksjoner for standardavvik mellom flater innen bestand.
Mean height (m). Regression functions for standard deviation between plots within stands.

Funksjon nr. <i>Function no.</i>	Funksjon for standardavvik middelhøyde <i>Function for standard deviation mean height</i>	R ²	S
H1	1.40 + 0.0558*H40 - 0.279*NPT/NH + 0.107*A + 0.0713*H	0.34	0.58
H2	2.05 + 0.0961*H40 - 0.254*NPT/NH + 0.0947*A	0.30	0.60
H3	1.86 + 0.121*A - 0.00000060*N*N - 0.00000997*V*V + 0.00530*H40*H	0.29	0.61
R - korrelasjonskoeffisient/ <i>coefficient of correlation</i> S - standardavvik (m) for funksjonen/ <i>standard deviation (m) for the function</i>			

tet og middelhøyde som uavhengige variabler, har $R^2=0.29$. Standardavviket omkring funksjonene varierer mellom 0.58 meter og 0.61 meter. Til sammenligning er standardavviket mellom de *observerte* standardavvikene for middelhøyde i de 136 bestandene 0.71 meter. Funksjonene i Tabell 17 har relativt stor restvarians, og forklarer dermed bare en begrenset del av variasjonen i standardavvik for middelhøyde mellom flater innen bestand.

3.1.6. Korreksjonsfaktor

Korreksjonsfaktor er beregnet treslagsvis ut fra prøvetrærne på hver enkelt prøveflate (se Vedlegg). Disse korreksjonsfaktorene er brukt ved volumberegningen av hver enkelt prøveflate, som forklart i vedlegget. Korreksjonsfaktoren svarer omtrent til høydeklasse, men er ikke identisk med høydeklassen.

I de bestandene der det er prøvetrær av gran, varierer gjennomsnittlig korreksjonsfaktor for gran fra 0.75 til 1.76, med et gjennomsnitt for 119 bestand på 1.34. Innen de enkelte områder varierer gjennomsnittlig korreksjonsfaktor for gran fra 1.07 i Voss til 1.48 i Kongsvinger. For furu varierer gjennomsnittlig korreksjonsfaktor innen bestand fra 0.73 til 1.43 med et gjennomsnitt for 118 bestand på 1.06. For områder varierer gjennomsnittet fra 0.86 i Voss til 1.22 i Kongsvinger.

Det største standardavviket for korreksjonsfaktor mellom prøveflater innen bestand er 0.37 for gran, og 0.25 for furu. Det gjennomsnittlige standardavviket mellom prøveflater innen bestand er 0.16 for gran og 0.11 for furu; det svarer til variasjonskoeffisienter mellom flater innen bestand på omtrent 12% for gran og omtrent 10% for furu. Både antall flater pr. bestand med prøvetrær av treslaget og antall prøvetrær på den enkelte flate av treslaget varierer betydelig i materialet. Dette vil sannsynligvis virke på standardavviket mellom flater.

ANDREASSEN (1988) fant en gjennomsnittlig variasjonskoeffisient for høydeklasse mellom prøveflater innen bestand på 16.3% for gran og 13.0% for furu. Hans høydeklasse svarer omtrent til korreksjonsfaktoren i dette arbeidet. Han fant også en variasjonskoeffisient for høydeklasse mellom enkelttrær innen bestand på 12.1% (standardavvik = 0.173) for gran og 9.3% (standardavvik = 0.102) for furu. Som for middelhøyden er det også her noe påfallende at variasjonen mellom prøveflater er større enn variasjonen mellom trær. Det kan også nevnes at FITJE & VESTJORDET (1977) for gran fant gjennomsnittlig standardavvik i høydeklasse mellom trær innen felt på 0.175 (13%). En må forvente at variasjonen mellom prøveflater er mindre enn variasjonen mellom trær når det er mer enn et prøvetre pr. flate.

Det er prøvd å beregne regresjonsfunksjoner for standardavviket i korreksjonsfaktor for både gran og furu mellom prøveflater innen bestand. Fleire bestandskjennetegn og uttrykk for antall prøvetrær, samt kombinasjoner mellom disse ble forsøkt som forklarende variabler. Alle de beregnede regresjonsfunksjonene viste svært dårlige sammenhenger (R^2 opptil 0.22 for gran og R^2 opptil 0.05 for furu). Som standardavvik mellom prøveflater innen bestand kommer en derfor omtrent like langt med å bruke gjennomsnittsverdien.

Hen:
stand sl
bestand
bestand
bør ta i
viktig å
betrakt
tabellen
et opple
De i
derfor t
landet,
Kongsv
av skog
ga, det
homoge
materia
holdsvis
And
3.1.1.),
det fore
er relat
ne.

At v
og Voss
dert, te
Eksem
denne u
innen b
gjennom
på 6-7
1992).
veksten
studert

Der:
enten d
kjennet
standet
ne være
tilfeldig
denne
skal gje
EID
Her bl

3.2. Estimering av variasjoner innen bestand

3.2.1. Materialets begrensninger

Hensikten med dette arbeidet har vært å beskrive variasjoner innen bestand slik at en ved bestandsvise prøveflatetakster på *forhånd*, ut fra ulike bestandskjennetegn, skal kunne gjøre seg opp en mening om variasjonene i bestandet. Dermed kan en også anslå omtrent hvor mange prøveflater en bør ta i bestandet for å oppnå en gitt middelfeil. Det er i denne forbindelse viktig å være klar over en del begrensninger i materialet. Dette må tas med i betraktning når resultatene, enten det gjelder regresjonsfunksjonene eller tabellene der det er gruppert etter ulike kjennetegn, skal brukes som hjelp i et opplegg for prøveflatetakst i bestand.

De ulike delene av materialet er samlet inn for ulike formål, og det er derfor tilfeldig hvor det er lokalisert. Det kommer fra begrensede deler av landet, det vil si det sentrale Østlandet og Voss. For alle områder, unntatt Kongsvinger, er bestandsinndelingen utført i forbindelse med utarbeidelse av skogbruksplaner. Rutinene for bestandsinndeling i skogbruksplanlegginga, det vil si hvor store bestand som etableres og hvilke krav som settes til homogenitet, vil kunne variere fra område til område. I Kongsvinger er materialet innsamlet i et jordskiftefelt, noe som betyr at bestandene er forholdsvis små.

Andre undersøkelser, både i Norge og i andre nordiske land (se avsnitt 3.1.1.), tyder på at variasjonene innen bestand for volum er relativt store i det foreliggende materialet. Det er også grunn til å anta at når variasjonene er relativt store for volum, vil det samme være tilfelle for de andre variablene.

At variasjonene er store skyldes spesielt områder som Enebakk, Larvik og Voss. Her har antagelig, i tillegg til de bestandskjennetegn som er vurdert, terrengmessige og geologiske forhold stor betydning for variasjonene. Eksempelvis har en for Enebakk, i de samme 40 bestandene som er brukt i denne undersøkelsen, funnet et gjennomsnittlig standardavvik mellom flater innen bestand for bonitet på omtrent 2.5 meter. Det ble også funnet en gjennomsnittlig differanse mellom beste og dårligste bonitet innen bestand på 6-7 meter, mens en i flere bestand fant differanser på 10-12 meter (EID 1992). Slike bonitetsvariasjoner må nødvendigvis få konsekvenser for tilveksten, og dermed for variasjonene innen bestand for de variablene en har studert i det foreliggende arbeidet.

Dersom en skal kunne nyttiggjøre seg resultatene fra dette arbeidet, enten det gjelder funksjonene eller tabellene der det er gruppert etter ulike kjennetegn, forutsettes det at en har noe forhåndsinformasjon for det bestandet som skal prøveflatetakseres. Denne forhåndsinformasjonen vil kunne være av varierende kvalitet, og vil kunne inneholde både systematiske og tilfeldige feil. Det vil antagelig i de fleste tilfeller være slik at kvaliteten på denne forhåndsinformasjonen er forholdsvis dårlig, i og med at det faktisk skal gjennomføres et intensivt takstopplegg for bestandet.

EID (1993) viser et eksempel på forhåndsinformasjon med dårlig kvalitet. Her ble det gjennomført en kontroll av regulert treantall pr. ha i skog-

bruksplaner. Dette ble gjort gjennom systematiske prøveflatetakster innen bestand i hogstklasse II. Når en på forhånd bestemte hvor mange flater som skulle legges ut i et bestand, ble bestandets regulerte treantall fra skogbruksplanen benyttet. Dette ble gjort fordi tidligere erfaringer og undersøkelser hadde vist klare sammenhenger mellom regulert treantall pr. ha og variasjonskoeffisient i bestand. Da en i ettertid undersøkte dette forholdet, fant en imidlertid for de 35 bestandene i undersøkelsen, en $R^2=0.03$ mellom regulert treantall pr. ha i skogbruksplanen og den variasjonskoeffisienten som ble beregnet ut fra den bestandsvise prøveflatetaksten. Tilsvarende ble $R^2=0.34$ når både regulert treantall pr. ha og variasjonskoeffisient ble beregnet fra den systematiske prøveflatetaksten. Forskjellen i korrelasjon skyldes feil regulert treantall i skogbruksplanene. Eksemplet illustrerer at en nøye bør vurdere kvaliteten på den forhåndsinformasjonen som brukes når opplegget for prøveflatetakst fastsettes.

Det er generelt relativt svake sammenhenger mellom standardavviket og de ulike bestandskjennetegnene i regresjonsfunksjonene som er utviklet. De beste sammenhengene finnes for volum (Tabell 5) og middeldiameter (Tabell 15) med R^2 på 0.6 til 0.7, mens de dårligste sammenhengene finnes for middelhøyde med R^2 rundt 0.3 (Tabell 17). At R^2 generelt er så lav betyr at de bestandskjennetegnene som inngår i funksjonene på langt nær forklarer alle de variasjonene en har innen bestand. Et sentralt moment her er antagelig de store bonitetsvariasjonene innen bestand som er diskutert over. At korrelasjonene er såvidt svake betyr også at en bør være svært forsiktig med å ekstrapolere funksjonene utover de verdier en har i materialet de er utviklet fra. Det betyr også at en ved bruk av funksjonene må regne med å få for høye verdier under visse forhold og for lave under andre.

Prøving av de beregnede funksjonene mot deler av materialet viser også at funksjonene i noen tilfeller gir for høye eller for lave verdier. Som eksempel kan nevnes differansene for treantall i Kongsvinger (Tabell 13), der funksjonene klart gir for store standardavvik. Når funksjonene brukes på andre materialer som ikke er med i grunnmaterialet, må en være forberedt på at en kan få tilsvarende og kanskje større avvik. Grunnmaterialet har som nevnt sine klare begrensninger, og det gjør at også de beregnede funksjonene må brukes kritisk og med forsiktighet.

Det er presentert et rikelig utvalg av regresjonsfunksjoner. Dette er gjort for å gi brukerne valgmuligheter med hensyn på hvor mange og hvilke uavhengige variabler som skal tas med når standardavviket forhåndsestimeres. Det vil for det første ligge en begrensning i hvilke variabler som er tilgjengelige på forhånd, noe som vil variere fra den ene taksten til den andre. En har i størst mulig grad prøvd å lage funksjoner med uavhengige variabler som med stor sannsynlighet vil eksistere på forhånd. Dette gjelder eksempelvis volum pr. ha, bonitet og areal. Disse variablene går igjen i svært mange funksjoner. Ved valg av funksjon må en også prøve å vurdere de variablene som eksisterer. På bakgrunn av diskusjonen over om kvaliteten på forhåndsinformasjonen, bør det ikke være noe mål i seg selv å velge funksjoner med høyest mulig R^2 . Har en imidlertid grunn til å tro at forhåndsinformasjonen er av god kvalitet, bør en selvsagt velge den funksjonen som gir høyest R^2 .

I m
bestand
bestand

S_p

der

$s_m = r$

(

$s = s$

)

$m = a$

(

$M = t$

ε

(

)

M

prøvef

vanlig

sen i F

S_m

I d

lom 10

høye 1

når er

fra Fo

m

3.2.2. Standardavvik, middelfeil og prøveflateantall

I mange tilfeller utgjør arealet av prøveflatene en betydelig andel av bestandens samlede areal. Det er da mest korrekt å beregne middelfeilen for bestandets gjennomsnitt, s_m , ut fra Formel (1):

$$s_m = \sqrt{\frac{s^2}{m} \left(1 - \frac{m}{M}\right)}, \quad (1)$$

der

s_m = middelfeil for bestandets gjennomsnitt

(*standard error for the mean of the stand*),

s = standardavvik mellom flater innen bestand

(*standard deviation between plots within stands*),

m = antall prøveflater i bestandet

(*number of sample plots in the stand*),

M = totalt antall mulige prøveflater i hele bestandet, det vil si bestandets areal dividert med areal av ei prøveflate

(*total possible number of sample plots in the whole stand, i.e. the area of the stand divided by the area of one sample plot*).

M er med andre ord et uttrykk for bestandets areal, med arealet av ei prøveflate som arealenhet. Takstprosenten i bestandet blir $100 \cdot m/M$. Ved vanlig taksering er m/M (eller takstprosenten) vanligvis så liten at parentesen i Formel (1) kan sløyfes, og Formel (2) brukes:

$$s_m = \sqrt{\frac{s^2}{m}}. \quad (2)$$

I dette arbeidet er m/M som regel mellom 0.1 og 0.5 (takstprosent mellom 10% og 50%). Da vil Formel (2) gi noe for stor middelfeil, spesielt ved høye takstprosenter. Antall prøveflater, m , som må legges ut i et bestand når en har et bestemt krav til middelfeil, s_m , bør derfor også bestemmes ut fra Formel (1), som gir:

$$m = \frac{s^2}{s_m^2 + \frac{s^2}{M}}. \quad (3)$$

Når takstprosenten (m/M) er liten, kan Formel (3) forenkles til:

$$m_1 = \frac{s^2}{s_m^2}, \quad (4)$$

der

m_1 = antall prøveflater i bestandet etter Formel (4)
(number of sample plots in the stand according to Formula (4)).

Antall prøveflater etter Formel (3), m , kan også uttrykkes ved antall prøveflater etter Formel (4), m_1 , ved Formel (5):

$$m = \frac{M \cdot m_1}{M + m_1}. \quad (5)$$

Formlene (1)-(5) kan også brukes dersom s er variasjonskoeffisient og s_m er middelfeil i prosent, det vil si hvis både s og s_m er i prosent.

I Tabell 18 kan en se forskjellen i antall prøveflater en vil få etter Formel (3) og (4) (beregnet med Formel 5). Tabellen viser at en ved høye takstprosent er trenger betydelig færre prøveflater enn det den forenklete Formel (4) gir.

Tabell 18. Antall prøveflater etter Formel (3).
Number of sample plots according to Formula (3).

Areal (ha) Area	M	Antall prøveflater (m_1) etter Formel (4) Number of sample plots (m_1) according to Formula (4)				
		10	20	30	40	50
0.5	25	7.1	11.1	13.6	15.4	16.7
1.0	50	8.3	14.3	18.8	22.2	25.0
2.0	100	9.1	16.7	23.1	28.6	33.3
3.0	150	9.4	17.6	25.0	31.6	37.5
4.0	200	9.5	18.2	26.1	33.3	40.0

For å kunne bruke Formel (3) eller (4) til å beregne antall prøveflater i et bestand, må standardavviket mellom flater anslås på forhånd, før selve prøveflattetaksten. Dette standardavviket kan anslås på flere måter.

Den beste måten er antagelig å bruke en av de presenterte funksjonene til å estimere standardavviket, og da velge funksjonen som passer best ut fra forhåndsinformasjonen som er tilgjengelig. Som eksempel er volumet i et

bestan
rimelig
for vol
De
tallet]
med F
Result
er star
m²/ha)
nene k
Sta
for gru
i et be
Tabell
H40=
tror at
bonite
umet e
I el
dardav
feil på
stands
omtrer
ter. De
den er
strerer
for sto
I Fi
uavher
forhån
horisor
regnet
Der
(4), og
har et
figuren
på 20 n
bestanc
En
hjelp a
bestem
I de
regnet
system:
teratur:
mulige
avviket
et syste

bestand med bonitet $H_{40}=17$ forhåndsestimert til $200 \text{ m}^3/\text{ha}$. Det vil da være rimelig å bruke Funksjon V4 fra Tabell 5 til å anslå forventet standardavvik for volum mellom flater i bestandet. Dette blir da $85.9 \text{ m}^3/\text{ha}$.

- (4) Dersom bestandets areal er 2.0 ha , og en har et forhåndsanslag på treantallet på for eksempel 800 trær/ha , kan forventet standardavvik beregnes med Funksjon V1 til $88.0 \text{ m}^3/\text{ha}$, eller med Funksjon V2 til $84.4 \text{ m}^3/\text{ha}$. Resultatene varierer litt på grunn av ulike forløp av funksjonene. Dessuten er standardavviket omkring funksjonsverdiene relativt stort ($17 \text{ m}^3/\text{ha}$ til $19 \text{ m}^3/\text{ha}$). Anslagene for standardavvik som kommer fram gjennom funksjonene kan derfor godt rundes av noe.

Standardavviket kan også anslås på forhånd ut fra gjennomsnittstallene for grupper av bestand. Dersom en eksempelvis skal bestemme volum pr. ha i et bestand, og boniteten på forhånd er bestemt til $H_{40}=11$, kan en bruke Tabell 4 som støtte. Her er gjennomsnittlig standardavvik $51.3 \text{ m}^3/\text{ha}$ for $H_{40}=11$, og et rimelig anslag kan for eksempel være $50 \text{ m}^3/\text{ha}$. Dersom en tror at volum pr. ha i bestandet avviker fra gjennomsnittsvolumet for denne boniteten i Tabell 4, kan anslaget på standardavvik justeres opp hvis volumet er større, og ned hvis det er mindre enn i Tabell 4.

I eksemplet foran var volumet forhåndsestimert til $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, og standardavviket ble forhåndsanslått til omtrent $85 \text{ m}^3/\text{ha}$. Hvis kravet til middelfeil på volumet for eksempel er 10% , det vil si at $s_m = 20 \text{ m}^3/\text{ha}$, og bestandsarealet er 2.0 ha , bør det etter Formel (3) tas $m=15.3$, det vil si omtrent 16 prøveflater i bestandet, mens Formel (4) gir omtrent 18 prøveflater. Dersom bestandets areal var bare 0.6 ha , gir Formel (3) $m=11.3$, mens den enkle Formel (4) fortsatt gir omtrent 18 prøveflater. Eksemplet illustrerer at Formel (3) bør brukes, og at den enkle Formel (4) kan gi betydelig for store prøveflateantall i små bestand, og ved høy takstprosent.

I Fig. 4 er som eksempel laget et nomogram for Funksjon V4 med de uavhengige variablene volum pr. ha og bonitet. I eksemplet foran, med forhåndsestimert volum $200 \text{ m}^3/\text{ha}$ på bonitet $H_{40}=17$, leser en av (langs horisontalaksen) at forventet standardavvik blir omtrent $85 \text{ m}^3/\text{ha}$, som beregnet foran.

Den nederste delen av Figur 4 er beregnet med den forenklede Formel (4), og kan brukes uansett hvordan standardavviket er estimert. Dersom en har et krav til middelfeil på $30 \text{ m}^3/\text{ha}$, noe som tilsvarer 15% , bør en etter figuren legge ut omtrent 8 prøveflater i bestandet. Med et krav til middelfeil på $20 \text{ m}^3/\text{ha}$, eller 10% , trenger en etter figuren omtrent 18 prøveflater. Med bestandsareal 2.0 ha gir Formel (5) en «justering» til 15-16 flater.

En kan også ta utgangspunkt i et krav til middelfeil i prosent, og ved hjelp av den forhåndsinformasjon en har for gjennomsnittlig volum pr. ha bestemme hvilken absolutt middelfeil dette tilsvarer.

I dette arbeidet er standardavvik, variasjonskoeffisient og middelfeil beregnet som om prøveflatene var tilfeldig utvalgt, til tross for at de er lagt ut systematisk. Dette er vanlig i Norge. Basert på egne undersøkelser og litteraturstudier, kom LINDGREN (1984) til at standardavviket mellom «alle mulige flater» i et bestand kan forventes å være noe mindre enn standardavviket mellom systematisk utvalgte flater. Dette fører til at middelfeilen for et systematisk utvalg av flater som regel vil bli noe for stor når den beregnes

(4)

(5)

d antall

nt og s_m : Formel
takstpro-
sent (4)

(4)

50

16.7
25.0
33.3
37.5
40.0flater i et
elke prø-ksjonene
est ut fra
volumet i et

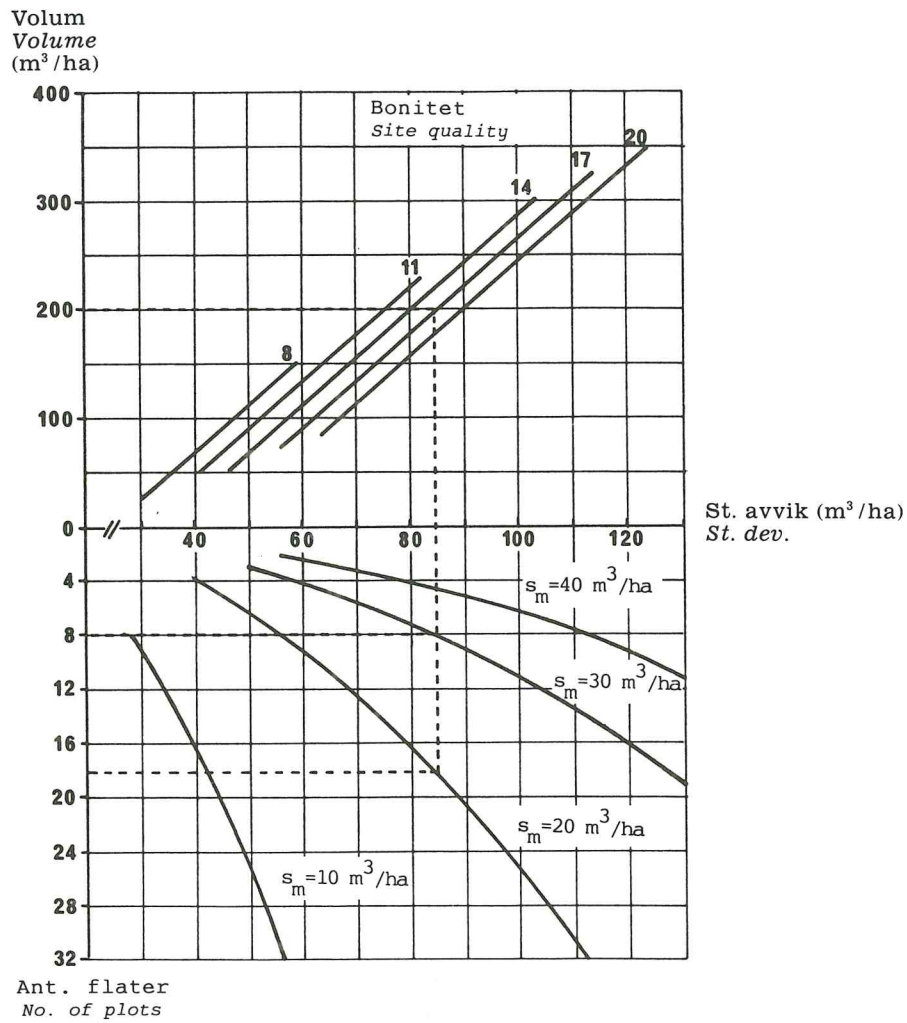


Fig. 4. Antall flater som må legges ut i et bestand ved en systematisk prøveflatetakst av volum pr. ha. Et eksempel basert på Funksjon V4.
Number of sample plots to be distributed in a stand implementing a systematic sample plot inventory of volume per ha. An example based on Function V4.

ut fra sta
regnet el
laget. De
av stand
Både
mellom f
ker i ret
tendens
kan med
stort sett
dette kar
ner en h
ter/besta
I små
antall pr
stort at p
meter), k

Hovec
og frems
ulike vari
grupperir
regresjon
kjenneteg
Med f
tativitet s
dardavvik
alltid vil
nøyaktig,
i forhold
Den fi
tall, spesi

ut fra standardavviket mellom flatene, og at de standardavvik som er beregnet eller kan beregnes med funksjoner fra dette arbeidet trolig er i største laget. Det finnes imidlertid ikke andre hensiktsmessige måter for beregning av standardavvik og middelfeil ved systematiske takster.

Både det forholdet som LINDGREN (l.c.) påpeker, og det at variasjonen mellom flater innen bestand i materialet ser ut til å være relativt stor, trekker i retning av at de presenterte regresjonsfunksjonene kanskje har en tendens til å gi for store standardavvik mellom flater innen bestand. Dette kan medføre at forhåndsanslag på nødvendig antall prøveflater i et bestand stort sett kan ha tendens til å bli for høye. Det er ikke avklart hvor mye dette kan bety. Kanskje betyr det lite i forhold til de store tilfeldige variasjoner en har omkring regresjonsfunksjonene, og variasjoner mellom lokaliteter/bestand.

I små bestand og/eller når kravet til nøyaktighet er stort, kan nødvendig antall prøveflater føre til svært høy takstprosent. Hvis antall prøveflater er så stort at prøveflateforbandet blir svært tett (for eksempel mindre enn 20x20 meter), kan det være mer rasjonelt med totalklaving enn prøveflatetakst.

4. Konklusjon

Hovedhensikten med dette arbeidet har vært å beskrive variasjoner, først og fremst i form av standardavvik, mellom prøveflater innen bestand for ulike variabler. Dette er gjort ved å se på gjennomsnittlig standardavvik for grupperinger av bestand etter ulike bestandskjennetegn, og ved å utvikle regresjonsfunksjoner for å bestemme standardavviket ut fra ulike bestandskjennetegn.

Med forbehold om begrensninger som materialets størrelse og representativitet setter, er det grunn til å anta at en vil få brukbare anslag på standardavviket mellom flater innen bestand ved å bruke funksjonene. Fordi det alltid vil være snakk om *anslag*, vil en aldri kunne treffe standardavviket nøyaktig, noe som vil føre til at det legges ut litt for mange eller for få flater i forhold til de krav en har til middelfeil.

Den fullstendige Formel (3) bør brukes til å beregne nødvendig flateantall, spesielt når takstprosenten er høy.

m³/ha)

iv volum

nple plot

Sammendrag

Variasjonene mellom prøveflater innen bestand er viktig for opplegget av en systematisk prøveflatetakst i bestand. Dersom en på forhånd kan estimere disse variasjonene vil en, med et bestemt krav til nøyaktighet, kunne legge opp et effektivt takstopplegg med tanke på antall flater, og dermed tidsforbruk og kostnader. Hensikten med dette arbeidet er derfor å kartlegge variasjoner mellom flater innen bestand under ulike skogforhold. Dette er gjort for volum pr. ha, grunnflate pr. ha, treantall pr. ha, grunnflatemiddeldiameter og grunnflateveid middelhøyde.

Materialet er basert på bestandsvise, systematiske prøveflatetakster i 136 bestand i hogstklasse IV–V. Dessuten er 25 bestand fra hogstklasse III brukt for volum. Takstene er gjennomført i 6 områder, av ulike takstlag og for ulike formål. Instruksene er laget ved Institutt for skogfag, og alt arbeid har vært ledet derfra.

Det er brukt en prøveflatestørrelse på 200 m². I 17 bestand i hogstklasse III er det brukt 100 m² flater. Alle trær med $d_{1,3} \geq 10.0$ cm i hogstklasse IV og V, og alle trær med $d_{1,3} \geq 4.0$ cm i hogstklasse III, er registrert treslagsvis i 2 cm diameterklasser. Prøvetrær er valgt ut med relaskopfaktor 6 (relaskopåpning 2.45 : 50) i alle områdene. Tabell 1 viser hvilke relaskoptrær som er tatt ut som prøvetrær i to av områdene. I 3 områder ble alle relaskoptrær tatt ut som prøvetrær, og i ett område ble annethvert relaskoptrær tatt som prøvetrær. Tabell 2 viser hvordan bestand i hogstklasse IV–V, prøveflater og prøvetrær er fordelt på de ulike områdene. Tabell 3 viser hvordan bestandene er fordelt på områder og ulike bestandskjennetegn.

Volum i m³/ha for hver prøveflate er beregnet som en variant av høydeklassekubering (tariffkubering). Metoden er nærmere beskrevet i Vedlegget. Grunnflate i m²/ha, treantall pr. ha, middeldiameter og middelhøyde for hver prøveflate er også beregnet. Beregninger av disse variablenes gjennomsnitt, og standardavvik og variasjonskoeffisienter mellom flater innen bestand, er omtalt i avsnitt 2.2.

Analysene er delt i to. For det første er det gitt en generell beskrivelse av variasjoner mellom prøveflater innen bestand i form av standardavvik og variasjonskoeffisienter. Det er testet for forskjeller mellom ulike grupper med t-tester. En nærmere beskrivelse av t-testene er gitt i avsnitt 2.2. For det andre er det utviklet regresjonsfunksjoner for å estimere standardavviket mellom prøveflater innen bestand på basis av ulike bestandskjennetegn.

Tabell 4 viser at gjennomsnittlig standardavvik for volum i alle 136 bestand i hogstklasse IV–V er 66.6 m³/ha, mens tilsvarende variasjonskoeffisient er 49.9%. Tabellen viser videre at det er store forskjeller i variasjoner mellom de ulike områdene. Standardavviket har en tendens til å øke med økende volum pr. ha, mens variasjonskoeffisienten har en tendens til å synke. Tabell 5 viser 5 regresjonsfunksjoner som er utviklet for å estimere standardavviket mellom flater innen bestand for volum pr. ha. R² varierer mellom 0.60 og 0.68. I Fig. 1 er standardavviket for volum pr. ha plottet mot de uavhengige variablene som er brukt i funksjonene. Tabell 6 viser gjennomsnittlige differanser mellom observert og funksjonsberegnet standard-

avvik
gjenn
Ta
Ta
volum
utvikl
III. F
synes
Ta
besta
svare
midde
mere
flate
tilpass
treant
lasjon
uavhe
viktig
noen
En
stand
nomsr
grunn
forhol
sinfors
ter im
vurde
I a
besta
ligvis
het er
besta
midde
beregn
dig m
eksem
Dette
De
avvike
ne og

avvik for de ulike områdene. I Fig. 2 er enkeltobservasjonene bak disse gjennomsnittene plottet.

Tabell 7 viser gjennomsnittlig standardavvik og variasjonskoeffisient for volum pr. ha i 25 bestand i hogstklasse III. Noen av funksjonene som er utviklet for hogstklasse IV–V, ble også testet på bestandene i hogstklasse III. Funksjonene passet generelt dårlig, Funksjon V5 er likevel den som synes å være best egnet for bestand i hogstklasse III.

Tabell 8 viser hvordan grunnflata pr. ha varierer mellom flater innen bestand for ulike grupperinger av materialet. Tabell 11, 14 og 16 viser tilsvarende variasjoner for henholdsvis treantall pr. ha, middeldiameter og middelhøyde. Tabell 9, 12, 15 og 17 viser regresjonsfunksjoner for å estimere standardavviket mellom flater innen bestand for henholdsvis grunnflate pr. ha, treantall pr. ha, middeldiameter og middelhøyde. R^2 for de best tilpassede funksjonene kommer opp i 0.40 for grunnflate pr. ha, 0.56 for treantall pr. ha, 0.66 for middeldiameter og 0.34 for middelhøyde. At korrelasjonene er såvidt svake betyr at bestandskjennetegnene som inngår som uavhengige variable i funksjonene på langt nær forklarer alle variasjoner. En viktig årsak til dette er antagelig bonitetsvariasjonene innen bestand, som i noen områder er svært store.

En del begrensninger i materialet, som bør tas med i betraktning når standardavviket skal estimeres ved bruk av regresjonsfunksjoner eller gjennomsnittstall for ulike grupper av bestand, er diskutert i avsnitt 3.2.1. Det er grunn til å tro at variasjonene innen bestand i det foreliggende materialet er forholdsvis store. Det er videre viktig å være klar over at den forhåndsinformasjonen som er nødvendig for å estimere standardavvik mellom flater innen bestand for ulike variabler kan være av dårlig kvalitet. Dette bør vurderes i hvert enkelt tilfelle.

I avsnitt 3.2.2. forklares hvordan standardavviket mellom flater innen bestand kan anslås før en prøveflatetakst i et bestand. Det beste er sannsynligvis å bruke en av de presenterte regresjonsfunksjonene. En annen mulighet er å anslå standardavviket ut fra gjennomsnittstallene for grupper av bestand. Det er vist hvordan en ut fra anslått standardavvik og krav til middelfeil kan anslå nødvendig antall prøveflater i et bestand. Ved denne beregningen bør Formel (3) brukes. Den forenklete Formel (4) gir unødvendig mange prøveflater, spesielt når takstprosenten blir høy. Fig. 4 viser et eksempel på hvordan antall flater kan bestemmes etter en av funksjonene. Dette antallet bør korrigeres med Formel (5).

Det er grunn til å anta at en vil kunne få brukbare anslag på standardavviket mellom flater innen bestand både ved å bruke regresjonsfunksjonene og ved å ta utgangspunkt i gjennomsnittene for ulike grupper av bestand.

Variations within stands for volume, basal area, number of trees, mean diameter and mean height

Variations within stands are important for a systematic sample plot inventory. If it is possible with certain preliminary information to estimate such variations, one might, with a certain requirement of standard error, be able to settle an efficient inventory plan with respect to number of sample plots to be distributed, and accordingly also with respect to time consumption and inventory costs. The aim of this work is therefore to map variations within stands under different stand conditions. Variations within stands are studied for volume per ha, basal area per ha, number of trees per ha, mean diameter by basal area and Lorey's mean height.

The data used for this work are based on systematic sample plot inventories within stands in cutting class III–V (mean height above 7–8 meters). Most stands, i.e. 136 of 161, are situated in cuttings class IV–V (older stands). Most analyses are also carried out for these two cutting classes. The inventories are performed at 6 different forest sites, by different inventory crews and for different purposes. The inventory plans have been similar for all stands.

A sample plot size of 200 m² has been used. For 17 stands in cutting class III the size has been 100 m². All trees with $d_{1.3} \geq 4.0$ cm in cutting class III, and trees with $d_{1.3} \geq 10.0$ cm in cutting class IV–V, have been calipered by tree species in 2 cm diameter classes. Sample trees have been selected by means of a relascope with basal area factor 6 for all inventories. Table 1 shows the relascope trees selected as sample trees for two of the inventories. For the remaining inventories, except one, all relascope trees have been selected as sample trees. Table 2 shows how all 136 stands in cutting class IV–V, all sample plots and all sample trees are distributed among the different forest sites. Table 3 shows how the stands are distributed among different stand attributes.

The analyses are divided into two parts. First, a general description of the variations between plots within stands is given by means of standard deviations and coefficients of variation. Pair wise t-tests are carried out in order to identify differences between different groups of stands. Regression functions based on different stand attributes, which make it possible to estimate standard deviations between plots within stands, are developed as a second part of the analyses.

The mean standard deviation for volume in all 136 stands in cutting class IV–V is 66.6 m³/ha, while the corresponding coefficient of variation is 49.9% (Table 4). The table also shows large differences with respect to variations between the inventoried forest sites. The standard deviation shows an increasing tendency when volume per ha increases, while the coefficient of variation correspondingly is decreasing. Table 5 shows five regression functions developed in order to estimate the standard deviation between plots within stands for volume per ha. R² vary between 0.60 and 0.68. The standard deviations for single stands are plotted against the independent variables of the regression functions (Fig. 1). Table 6 shows mean differ-

ences betw
forest sites

Table 7
variation f
regression
on stands i
did genera
to be the b

Table 8
within stan
correspond
mean heigh
for estimat
per ha, nu
tively. R² f
for numbe
height. The
stand attrib
probably th
they are qu

Some ir
considered
functions o
cussed in c
stands in th
the country
tion necess
formation r

The me
stands are
one of the
the standar
It is showe
requiremen
plots to be
simple Forn
ple plots. Fi
be estimate
sample plot

It is reas
functions o
quite good

ences between observed and estimated standard deviation for the different forest sites. Single observations for these differences are plotted in Fig. 2.

Table 7 shows the mean standard deviation and the mean coefficient of variation for volume per ha in 25 stands in cutting class III. Some of the regression functions developed for cutting class IV–V have also been tested on stands in cutting class III (stands in the thinning phase). The functions did generally not fit well into cutting class III. However, Function V5 seems to be the best one.

Table 8 shows how the basal area per ha vary between sample plots within stands for different groups of stands. Tables 11, 14 and 16 show the corresponding variations for number of trees per ha, mean diameter and mean height respectively. Tables 9, 12, 15 and 17 show regression functions for estimating standard deviations between plots within stands for basal area per ha, number of trees per ha, mean diameter and mean height respectively. R^2 for the functions that fit best are 0.40 for basal area per ha, 0.56 for number of trees per ha, 0.66 for mean diameter and 0.34 for mean height. The fact that the correlations are relatively poor, implies that the stand attributes do not explain all variations. An important reason for this is probably the site quality variations within stands. For some of the forest sites they are quite large.

Some insufficiencies with respect to the data material that should be considered when the standard deviation is estimated by using the regression functions or by using mean figures for different groups of stands, are discussed in chapter 3.2.1. It is reason to believe that the variations within stands in the present data material are somewhat larger than the average for the country. It is also important to consider carefully some of the information necessary for estimating the standard deviation. This preliminary information might be of poor quality.

The methods to estimate the standard deviations between plots within stands are described in chapter 3.2.2. The best method is probably to use one of the developed regression functions. Another possibility is to estimate the standard deviation based on mean figures for different groups of stands. It is showed how it is possible, based on estimated standard deviation and requirement for standard error, to estimate the necessary number of sample plots to be distributed in a stand. It is recommended to use Formula (3). The simple Formula (4) gives an unnecessary high figure for the number of sample plots. Fig. 4 shows an example on how the number of sample plots might be estimated by means of one of the developed regression functions. This sample plot number should be adjusted according to Formula (5).

It is reason to believe that it is possible, either based on the regression functions or based on the mean values for different groups of stands, to get quite good estimates for the standard deviation.

Litteratur

- ANDREASSEN, K. 1988. Modell for bruttoprisberegning av skogbestand. Melding nr. 45. Institutt for skogtaksasjon, Norges landbrukshøgskole. 140 pp.
- BRAASTAD, H. 1966. Volumtabeller for bjørk. (*Volume tables for Birch.*) Meddr norske SkogforsVes. 21:265-365.
- BRANTSEG, A. 1967. Furu sønnafjells. Kubering av stående skog. Funksjoner og tabeller. (*Volume functions and tables for Scots pine. South Norway.*) Meddr norske SkogforsVes. 22: 695-739.
- EID, T. 1992. Bestandsvis kontroll av skogbruksplandata i hogstklasse III-V. (*Standwise control of forest management planning data in cutting class III-V.*) Medd.Skogforsk. 45(7):1-78.
- EID, T. 1993. Bestandsvis kontroll av skogbruksplandata i hogstklasse II. (*Control of forest management data for individual stands in cutting class II.*) Medd.Skogforsk. 46(4):1-39.
- EID, T., NERSTEN, S., NÆSSET, E. & AASLAND, T. 1992. Aas skog. Aktuelt fra Skogforsk. Nr. 18. 1-65.
- FITJE, A. & VESTJORDET, E. 1977. Bestandshøydekurver og nye høydeklasser for gran. (*Stand height curves and new tariff tables for Norway spruce.*) Medd.Nor.inst.skogforsk. 34: 28-68.
- HOBBELSTAD, K. & NERSTEN, S. 1992. Kontrolltaksering av bestand på Voss. 12 pp. [Upublisert].
- LAASASENAHO, J. & PÄIVINEN, R. 1986. Kuvioittaisen arvioinnin tarkistamisesta. (*On the checking of inventory by compartments.*) Folia Forestalia 664. 19 pp.
- LINDGREN, O. 1984. A study on circular plot sampling of Swedish forest compartments. (*En studie av avdelningsvis cirkelyteinventering.*) Rapport nr. 11. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för biometri och skogsindelning. 153 pp.
- MILLER, R.G. 1981. Simultaneous statistical inference. Second edition. Springer-Verlag, New York. 299 pp.
- NERSTEN, S. 1987. Variasjonskoeffisienter i forbindelse med prøveflatetaksering. (*Coefficients of variation in sample plot inventory.*) Rapp.Nor.inst.skogforsk. 1/87:1-12.
- POSO, S. 1983. Kuvioittaisen arvioimismenetelmän perusteita. (*Basic features of forest inventory by compartments.*) Silva Fennica 1983, vol. 17 n:o 4:313-349.
- SEIP, H.K. 1964. Tremåling. Skogbruksboka, Bind 3. 229-292. Skogforlaget A/S. Oslo.
- STRAND, L. 1957. Virkningen av flatestørrelsen på nøyaktigheten ved prøveflatetakster. (*The effect of plot size on the accuracy of forest surveys.*) Meddr norske SkogforsVes. 48:621-633.
- STÄHL, G. 1992. En studie av kvalitet i skogliga avdelningsdata som insamlats med subjektiva inventeringsmetoder. (*A study on the quality of compartmentwise forest data acquired by subjective inventory methods.*) Rapport nr. 24. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för biometri och skogsindelning. 128 pp + Vedlegg.
- VESTJORDET, E. 1967. Funksjoner og tabeller for kubering av stående gran. (*Functions and tables for volume of standing trees. Norway spruce.*) Meddr norske SkogforsVes. 22: 539-574.
- WEISBERG, S. 1985. Applied linear regression. Sec. Edition. John Wiley & Sons, New York. 324 pp.

Nede
prøveflat.
Symb

b =
dmb =
dub =
f =
h =
KFF =
KFG =
KFL =
v =
vt =

a. Prøveti

For hv
Forholdet
veflatas v
korreksjo

– Høyde

Gran c
Gran c

Furu o
Furu o

Disse l

– Dobbe
furu in
bereg
klasse
for høy

Gran (C
b=-0.3
0.7002C

Furu (E
b= 2.9

Bjørk (C
b= 1.0

Vedlegg. Beregning av volum for prøveflater

Nedenfor beskrives hovedtrekkene i hvordan treslagsvis volum pr. ha på prøveflata er beregnet.

Symboler i vedlegg:

b	= Dobbelt barktykkelse (mm)
dmb	= Diameter med bark (cm)
dub	= Diameter uten bark (cm)
f	= Forholdstall = v / vt
h	= Trehøyde (m)
KFF	= Estimert gjennomsnittlig f for furu på ei flate
KFG	= Estimert gjennomsnittlig f for gran på ei flate
KFL	= Estimert gjennomsnittlig f for lauv på ei flate
v	= «Virkelig» volum uten bark av et tre (dm^3)
vt	= «Tariffvolum» uten bark av et tre (dm^3)

a. Prøvetreberegninger.

For hvert prøvetre beregnes to volum: «virkelig» volum og «tariffvolum». Forholdet mellom disse to volumene brukes som korreksjonsfaktor når prøveflatas volum skal bestemmes. Følgende beregninger gjøres for å bestemme korreksjonsfaktor;

– Høyde etter høydeklasse 1.0 er beregnet etter følgende funksjoner;

$$\begin{aligned} \text{Gran dmb} \geq 15 \text{ cm:} & \quad h = -14.17 + 20.86 \cdot \log(\text{dmb}) \\ \text{Gran dmb} < 15 \text{ cm:} & \quad h = 1.3 + 0.6 \cdot \text{dmb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Furu og lauv dmb} \geq 35 \text{ cm:} & \quad h = 13.35 + 0.107 \cdot \text{dmb} \\ \text{Furu og lauv dmb} < 35 \text{ cm:} & \quad h = 0.39 + 0.852 \cdot \text{dmb} - 0.010644 \cdot \text{dmb} \cdot \text{dmb} \end{aligned}$$

Disse høydene brukes for å finne «tariffvolum».

– Dobbelt barktykkelse i mm (b) beregnes etter funksjoner. For gran og furu inngår høyde i barkfunksjonene. Det medfører at barktykkelsen må beregnes både med treets målte høyde i meter og med høyden for høydeklasse 1.0. (Treets barktykkelse vil som regel avvike fra barktykkelsen for høydeklasse 1.0).

$$\begin{aligned} & \text{Gran (VESTJORDET 1967);} \\ & b = -0.34 + 0.831648 \cdot \text{dmb} - 0.002832 \cdot \text{dmb} \cdot \text{dmb} - 0.010112 \cdot h \cdot h + \\ & 0.700203 \cdot \text{dmb} \cdot \text{dmb} / (h \cdot h) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Furu (BRANTSEG 1967);} \\ & b = 2.9571 + 1.1499 \cdot \text{dmb} - 0.7304 \cdot \text{dmb} / h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Bjørk (lauv) (BRAASTAD 1966)} \\ & b = 1.046 \cdot \text{dmb} \end{aligned}$$

- Diameter uten bark (dub) beregnes både med treets barktykkelse og med barktykkelsen for høydeklasse 1.0.
- «Virkelig» volum uten bark (v) for alle prøvetrær beregnes ut fra målt høyde og tilhørende diameter under bark. «Tariffvolum» (vt) beregnes tilsvarende for hvert prøvetre ut fra høyde etter høydeklasse 1.0 og tilhørende diameter under bark. De samme funksjonene brukes for å beregne «virkelig» volum og «tariffvolum».

Gran (dub < 13 cm) (VESTJORDET 1967)

$$v = -27.19 + 0.0073 * \text{dub} * h * h - 0.0228 * h * h + 0.5667 * \text{dub} * h - 1.98 * h + 2.75 * \text{dub}$$

Gran (dub ≥ 13 cm) (VESTJORDET 1967)

$$v = 8.66 + 0.01218 * \text{dub} * \text{dub} * h + 0.02976 * \text{dub} * h * h - 0.31373 * h * h + 0.25452 * \text{dub} * h$$

Furu (BRANTSEG 1967)

$$v = -3.5425 + 0.128182 * \text{dub} * \text{dub} + 0.028268 * \text{dub} * \text{dub} * h + 0.008216 * \text{dub} * h * h$$

Bjørk (lauv) (BRAASTAD 1966)

$$v = -1.48081 + 0.16949 * \text{dub} * \text{dub} + 0.01834 * \text{dub} * \text{dub} * h + 0.01018 * \text{dub} * h * h - 0.0451 * h * h$$

- For hvert prøvetre beregnes et *forholdstall* som er lik treets «virkelige» volum uten bark dividert på «tariffvolumet» uten bark.
f = v/vt

b. Prøveflateberegninger.

- Korreksjonsfaktor.
For hvert treslag beregnes en flatevis korreksjonsfaktor som gjennomsnitt av prøvetrærnes forholdstall på hver prøveflate. Disse korreksjonsfaktorene brukes ved beregning av prøveflatas volum.
- På en del prøveflater er det klavet trær av et treslag uten at det er tatt prøvetrær for treslaget. I slike tilfeller må en finne korreksjonsfaktoren på prøveflata for treslaget uten prøvetrær. Dette kan gjøres ut fra korreksjonsfaktoren for et treslag som det finnes prøvetrær av på prøveflata. Tallene nedenfor viser gjennomsnittlige korreksjonsfaktorer for prøvetrærne i det foreliggende materialet for prøveflater der prøvetrærne består av to treslag.

Flå
treGr
Gr
FurI
for d
og fc
P
regne
fakt
mate
ikkeA
store
Fu
Mater
og er
392 p
171 p
De
mellom
Dette
metod
I c
prøvef
Når de
dette
reksjo
forhol

Flater med treslag;	Antall prøveflater	Gjennomsnittlig korreksjonsfaktor		
		Gran	Furu	Lauv
Gran og furu	392	1.338	1.160	–
Gran og lauv	275	1.347	–	1.210
Furu og lauv	140	–	1.035	1.072

Det er for eksempel 392 flater med prøvetrær av både gran og furu, og for disse prøveflatene er gjennomsnittlig korreksjonsfaktor for gran 1.338 og for furu 1.160.

På grunnlag av prøveflatene med prøvetrær av to treslag er det beregnet enkle lineære regresjonsfunksjoner for omregning av korreksjonsfaktor mellom de to treslagene. Funksjonene er brukt i det foreliggende materialet når det, på ei flate, har vært klavede trær for et treslag, og en ikke har hatt prøvetrær for dette treslaget.

Flater med treslag	Omregning
Gran og furu	$KFG = 0.27 + 0.92 * KFF$ $KFF = 0.50 + 0.49 * KFK$
Gran og lauv	$KFG = 0.56 + 0.65 * KFL$ $KFL = 0.79 + 0.31 * KFG$
Furu og lauv	$KFF = 0.48 + 0.52 * KFL$ $KFL = 0.46 + 0.59 * KFF$

Alle funksjonene er signifikante på 1% nivå. Det er likevel relativt store restvariasjoner omkring funksjonene.

Funksjonene har klare begrensninger med tanke på generell bruk. Materialet er ikke samlet inn med tanke på utvikling av slike funksjoner, og er i denne sammenheng neppe representativt for andre arealer. Av de 392 prøveflatene med prøvetrær både for gran og furu, er som eksempel 171 prøveflater fra Kongsvinger.

Dersom de to funksjonene som er beregnet mellom to treslag (f.eks. mellom gran og furu) tegnes i en graf, vil de to linjene ikke falle sammen. Dette skyldes en rent statistisk effekt ved bruk av Minste kvadraters metode.

I det foreliggende materialet er det målt prøvetrær på nesten alle prøveflater, og i deler av materialet er det tatt ganske mange prøvetrær. Når det mangler prøvetrær for et treslag som det er klavede trær for, har dette treslaget som oftest også lite volum på prøveflata. En feil på korreksjonsfaktoren for et treslag uten prøvetrær på flata vil derfor bety forholdsvis lite for totalt volum på flata.

- Dersom det *ikke* er prøvetrær for noen treslag på flata, blir det ingen beregninger for prøvetrær. Flatevolum beregnes da som «tariffvolum» ut fra gjennomsnittlig treslagsvis korreksjonsfaktor for *bestandet*. Dette gjelder en del prøveflater i Enebakk, Larvik og Voss. I Skedsmo, Gjøvik og Kongsvinger er det prøvetrær på alle prøveflater. En eventuell feil korreksjonsfaktor vil bety forholdsvis lite for totalt volum i bestandet fordi de prøveflatene der en ikke har prøvetrær samtidig også er flater med lite volum.
- Flatevolum pr. ha
For *alle* klavetre på prøveflata beregnes treslagets «tariffvolum» uten bark for høydeklasse 1.0. Dette gjøres på samme måte som forklart foran.
«Tariffvolum» for klavetrær på prøveflata summeres treslagsvis, og en finner treslagsvis «tariffvolum» for prøveflata.
Totalt volum for hvert treslag på prøveflata finnes ved å multiplisere treslagets «tariffvolum» med treslagets korreksjonsfaktor.
Totalt volum på prøveflata finnes ved å summere treslagenes totale volum på prøveflata.
Treslagsvis volum pr. ha og totalt volum pr. ha på prøveflata finnes ut fra prøveflatearealene som er brukt i de ulike hogstklassene.

Redaksjon
Editorial b

Direktør
Forsker
Forsker
Forsker
Forsker
Professor
Konsulent

r det ingen
fvolum» ut
Dette gjel-
, Gjøvik og
ell feil kor-
andet fordi
ter med lite

» uten bark
rt foran.
gsvis, og en
multiplisere
genes totale
ta finnes ut

Redaksjonsråd

Editorial board:

Direktør/*Director* Knut Einar Fjulsrud, formann/*chairmann*

Forskningsjef/*Professor* Gunnar Ogner

Forsker/*Associate Professor* Bjørn R. Langerud

Forskningsjef/*Professor* Tore Vik

Forskningsjef/*Professor* Torbjørn Okstad

Professor Asbjørn Svendsrud

Konsulent/*Adviser* Birger Halvorsen, sekretær/*secretary*

ISBN 82-7169-620-3
ISSN 0803-2866

GRYTTING AS. ORKANGER