

FORHÅNDESESTIMERING AV TØMMERVERDIER
BASERT PÅ ULIKE BESTANDSVARIABLER

PREESTIMATION OF TIMBER VALUES
BASED ON DIFFERENT STAND CHARACTERISTICS

CARL RANDIN KLOKKERENG

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2006



Forord

Denne hovedfagsoppgaven markerer avslutningen på 5 års skogfagstudier ved Universitetet for miljø og biovitenskap. Ideen til denne oppgaven kommer fra Mjøsen Skog BA og jeg vil gjerne takke Jon Harby og Johannes Bergum i Mjøsen Skog BA for hjelp til å gjøre et arbeid som kan bli tatt i bruk i praktisk forvaltning i etterkant.

Tron Eid, INA (Universitetet for miljø og biovitenskap) er hovedveileder i oppgaven og har hjulpet til med tankegangen bak oppgaven, tips til fremdrift, statistiske metoder og gjennomlesing av oppgaven. Tron Eid har spilt en sentral rolle i arbeidet og jeg takker for dette.

Tore Bekkedal, skogbruksleder i Eidsvoll kommune, har funnet frem til halvparten av bestandene i oppgaven, mens Ole Randin Klokkerengen, Krogsrud Sag AS, har hjulpet meg med resten av de bestandene som er med i oppgaven. Uten hjelp i fra disse personene hadde ikke oppgaven vært gjennomførbar.

Skogsentreprenørfirmaene Krogsrud Sag A/S og Røssåsen Skogsmaskiner A/S har vært behjelpelige med å samle inn stammefiler fra de ulike bestand.

John Arlinger, Svenske Skogforsk, har vært behjelpelig med teknisk informasjon rundt filene som er hentet i fra hogstmaskinene mens Håkan Gard, CC Systems AB og Even Ifarnes, Silvinova AS, har vært behjelpelige med teknisk assistanse til programvare for å lese stammefilene. Stefan Falck, Rottne Industrier AB har også vært til stor hjelp.

Terje Gobakken, INA (Universitetet for miljø og biovitenskap) har vært til stor hjelp angående behandling av stammefiler og tekniske løsninger.

Geir Korsvold, Planavdelingen Mjøsen Skog BA, har vært kontaktpersonen min for å få ut skogbruksplandata og har også vært behjelpelig med informasjon rundt takstmetoder og skogbruksplanleggingen.

Vigleik Sexe har bistått med totaloversikter for Eidsvoll kommune

Carl Randin Klokkerengen.

Ås 12. mai 2006

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	
1 Innledning	4
1.1 Bakgrunn / motivasjon	4
1.2 Problemstilling	5
2 Materiale og metode	6
2.1 Materiale	6
2.1.1 Hovedtall for Eidsvoll kommune	7
2.1.2 Plandata	8
2.1.3 Referansedata	10
2.1.3.1 Systematisk prøveflatetakst	10
2.1.3.2 Stammefiler	12
2.1.3.2.1 Nøyaktighet på stammedata	13
2.1.4 Innmålingsdata	17
2.1.4.1 Stokkmåling	18
2.1.4.2 FMB – måling	18
2.2 Metode	21
2.2.1 Nøyaktighet av skogbruksplandata	21
2.2.2 Sammenhenger og forklaringsverdi bland ulike variable	23
2.2.3 Modeller for å predikere kubikkmeterpris på bestandsnivå	23
2.2.4 Testing/ bruk av modellene	24
3 Resultater	25
3.1 Nøyaktighet på skogbruksplandata	25
3.2 Sammenhenger mellom ulike forklaringsvariabler	27
3.3 Modellen	29
3.3.1 Modeller for estimering av gjennomsnittelig kubikkmeterpris for sagtømmer	30
3.3.2 Modeller for estimering av gjennomsnittelig kubikkmeterpris for totalt innmål	33
3.4 Testing av modellen	34
3.4.1 Testing av modellen for sagtømmer	35
3.4.2 Testing av modellen for totalt innmål	36
4 Diskusjon	37
4.1 Skogbruksplandata	37
4.2 Referansedata	38
4.3 Modellen	39
4.4 Testing av modellene på plandata	42
4.5 Forslag til videre forskning	44
5 Konklusjon	46
6 Litteraturhenvisning	47
Vedlegg 1: Instruks for registrering av bonitet og alder i Eidsvoll	50

Sammendrag

Denne oppgaven har hatt som mål å estimere den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for sagtømmer og den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for totalt innmålt gran, på grunnlag av skogbruksplandata. Formålet er å beskrive de ulike faktorene bruke disse faktorene til å estimere kubikkmeterprisen på bestandsnivå

For oppbygging av modellene for estimering, er det samlet inn referansedata på de forskjellige bestand. Referansedata består av "fasit" verdier for alle variablene i skogbruksplanen, noe som gjør at det foreligger en kontroll på skogbruksplanen samt at det blir brukt nøyaktige variabler til å lage modellene. Referansedatasettet er utarbeidet etter en systematisk prøveflatetakst og en totaltakst i form av innsamling av stammefiler av alle stammer som ble avvirket. Fra stammefilene kommer antall trær i bestandet samt høyde og diameter på det enkelte tre, mens bonitet og alder kommer fra den systematiske prøveflatetaksten.

Verdiene som skal estimeres er gjennomsnittelig kubikkmeterpris for både sagtømmer og totalt innmålt gran, disse verdiene kommer fra tømmermålingen.

Av de verdier som er hentet ut fra skogbruksplanen finner vi systematiske feil ($\alpha < 0,05$) på grunnflate, bonitet og middelhøyde og av disse finner vi her størst avvik på grunnflate med en undervurdering i skogbruksplanen på 19,7 %. Vi finner tilfeldige feil på alle variabler og av disse er grunnflate og volum de variabler med størst tilfeldig feil på henholdsvis 30 % og 29 %.

Modellen som var signifikant gyldig for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer hadde bare middelhøyde som forklaringsvariabel, og har en tilfeldig feil på 2,6 %. Dette var med referansedata som inndata (dette blir da en kontroll av modellen), mens ved bruk av skogbruksplandata økte den tilfeldige feilen til 3,4 %.

For estimering av gjennomsnittelig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran viste to modeller å være signifikant gyldige: modell nr. 12 hadde middelhøyde og margalef som forklaringsvariable mens modell nr. 13 hadde bare middelhøyde som forklaringsvariabel. Kontroll av modell nr. 12 viste ingen systematiske feil, men en tilfeldig feil på 5,1 %. Med

skogbruksplandata viste denne en systematisk feil på 3,4 % og en tilfeldig feil på 8,0 %. Ser vi på modell nr. 13 finner vi en systematisk feil med skogbruksplandata på 2,8 % og en økning i tilfeldige feil fra referansedata på 5,5 % til skogbruksplandata på 8,4 % tilfeldige feil.

Vi kan konkludere med at økende grunnflateveid middeldiameter gir økende kubikkmeterpris for både sagtømmer og totalt innmålt og at en middels bonitet (H_{40} : 14 – 17 m) gir høyest verdi. Det som ikke er mulig å forklare ut fra modellen er på grunn av feilkilder ikke har oversikt over som råte, krok, føyre, gankvist og lignende.

Om skogeier ønsker å vite den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen på det som blir totalt innmålt av gran, kan modellen brukes for å få ett relativt nøyaktig anslag. Dette er nøyaktigere enn å oppgi gjeldene kubikkmeterprisen på basisstokken.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn / motivasjon

I starten på dette arbeidet og denne avhandlingen vil jeg sitere en respektert eldre professor ved navn Ivar Samset: *"Avhandlinger burde skrives på en slik måte at den alminnelige skogsarbeider leser og skjønner resultatet av dagens forskning."* Med dette som grunnlag ønsker jeg å fremstille denne oppgaven slik at den blir lest og forstått av de som utøver den praktiske forvaltningen. Men vi kommer ikke utenom den teoretiske fremstillingen av et praktiske spørsmål og jeg vil derfor sitere lederen i Eidsvoll Allmenning, Olaf Tufte: *"Skogbruket er kanskje et av de mest teoretiske fagfeltene, fordi ingen har vært igjennom et omløp og vi må derfor støtte oss på teoretiske prognoser for hvordan vi skal forvalte skogen."* Dette er en tanke å bære med seg igjennom lesingen av denne avhandling.

Verdikjeden som omhandler skog og trelast i Norge blir betalt av skogen og det råstoff den gir som sagtømmer til materialer og massevirke til papirindustrien. Siden en hel verdikjede er betalt av ett og samme råstoff er det viktig å holde oversikt over råstoffet med de kvaliteter og verdier som ligger her. Det er viktig å kunne prise råstoffet på en riktig måte, og det er viktig å ha oversikt over de ulike variablene som gjør at prisen på sagtømmer blir ulik fra forskjellige områder.

I Norge ble det i 2004 avvirket 7,4 millioner kubikkmeter med en samlet bruttoverdi på hele 2,2 milliarder norske kroner (Statistisk sentralbyrå, 2004). Verdien av dette tømmeret er vanskelig å kalkulere på forhånd siden en ikke vet kvalitet på tømmeret som blir avvirket.

Dagens prisforholdstabeller kan være meget kompliserte og noen ganger variere med over 100 NOK på en lengdeklasse. Resultatet av verdien avhenger derfor av hvordan skogen ser ut. Avsmaling, tretetthet og diameterfordeling kan alle være viktige faktorer som kan påvirke den gjennomsnittelige tømmerprisen.

Dagens og fremtidens skogeiere bærer preg av bevissthet til økonomi men har mindre faglig kompetanse på skog og tømmer. Det er en utfordring for tømmerseiere, skogbrukssjefer og

annet forvaltningspersonale som entreprenører og lignende å svare for seg når skogeier ønsker å vite noe om den gjennomsnittelig kubikkmeterprisen på kommende skogsdrift.

Når organer som omsetter tømmer oppgir en kubikkmeterpris på sagtømmeret, baserer denne tømmerprisen seg på basisstokken som i praksis bare er en fiktiv stokk.

Ifølge Hals, A. 2004 ble det rapportert til Norsk Skogbruk i 2004 (tidsskrift) at:

”Skogeierforeninga Nord kan vise til en sagtømmerpris på prima gran på 425 kroner, mens massevirke gran havnet på 220 kroner.” Prisen som oppgis henger ikke sammen med de faktiske resultatene på endt skogsdrift og vil i så måte være misvisende.

Denne oppgaven skal bidra til å prøve å finne en metode som kan gi oss en gjennomsnittelig kubikkmeterpris på sagtømmeret og gjennomsnittlig kubikkmeterpris på totalt innmålt gran før hogst, basert på de ulike skoglige variablene som er tilgjengelige i skogbruksplanen.

1.2 Problemstilling

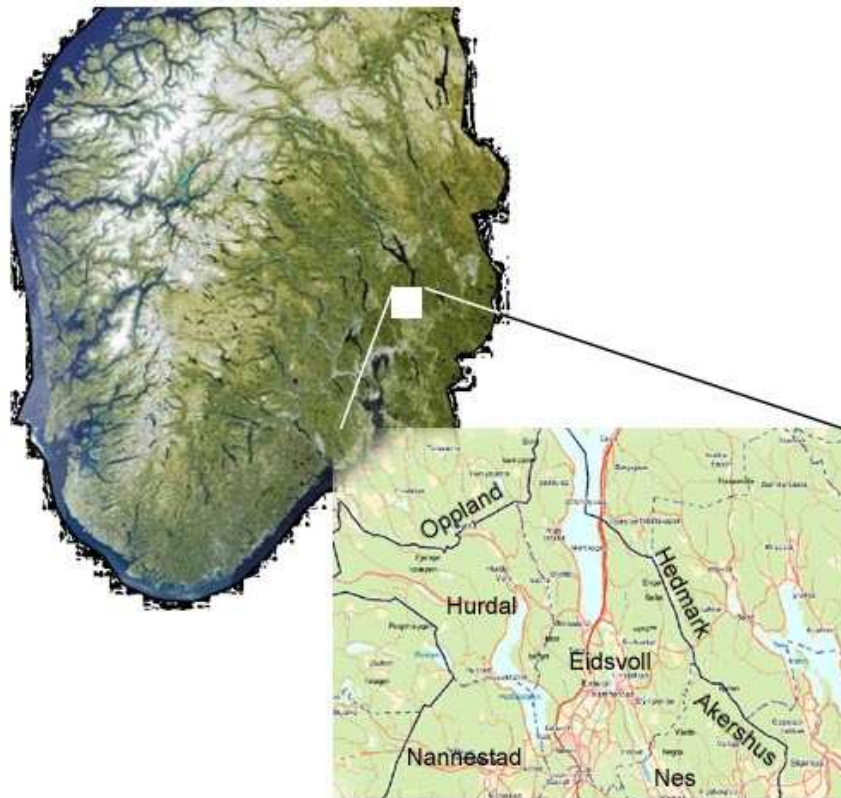
Formålet med denne oppgaven er å beskrive de ulike faktorene som har påvirkning på den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for sagtømmer av gran og totalt innmålt gran, og å bruke disse faktorene til å estimere kubikkmeterprisen på bestandsnivå. Vi antar at det er mange faktorer som påvirker tømmerprisen men for at modellen skal bli tatt i bruk i forvaltningen, som har begrensede ressurser, er det et mål å kunne estimere verdien ut fra skogbruksplandata.

Det er viktig at skogbruksplandata er av en slik kvalitet at unøyaktighet i disse data ikke ødelegger modellen. Dette betyr at en kontroll av kvaliteten på skogbruksplandata blir vurder og diskutert i denne oppgaven.

2 Materiale og metode

2.1 Materiale

I denne oppgaven bruker vi bare data over Eidsvoll kommune (figur 1), og vi ser bare på gran, *Picea abies*. De utvalgte bestand begrenser seg også til homogene, ensaldrede og ensjiktete bestand med hovedtyngde av gran som treslag. Dette vil minske eventuelle feilfaktorer som vi ikke har oversikt over. Verdiene som blir estimert i denne oppgaven er brutto gjennomsnittelig kubikkmeterpris for både sagtømmer og totalt innmålt gran. Dette betyr at verdien av tømmeret er uten trekk for måling, drift, skogavgift og administrasjonsavgift.



Figur 1: Oversiktskart over Eidsvoll kommune.¹

¹ URL: <http://www.norgebilder.no> og <http://www.visveg.no>

2.1.1 Hovedtall for Eidsvoll kommune

Eidsvoll kommune befinner seg 6 mil nord for Oslo og ligger mellom 200 og 400 moh.

Koordinatene for Eidsvoll sentrum er 30084 grader Øst og 258441 grader Nord etter koordinatsystem NGO48 Akse 3. I Eidsvoll kommune er det ca 26 541 hektar produktiv skog med 2 619 686 m³ stående skog. Tabell 1 viser hvordan dette er fordelt på treslag.

Tabell 1: Fordeling av areal (dekar) fordelt på hogstklasser (Sexe, V. 2006)

Hogstklasse	Dekar	%
I	7 051	2,66
II	85 922	32,37
III	66 607	25,10
IV	53 727	20,24
V	52 112	19,63

Fordeling av bonitet i Eidsvoll kommune er vist i tabell 2.

Tabell 2: Fordeling av bonitet på areal i Eidsvoll kommune. (Sexe, V. 2006)

Bonitet	Areal (hektar)	%
Høg	7 523	28,34
Middels	17 128	64,53
Lav	1890	7,13

Høy bonitet er H₄₀ 20 – 23 meter, middels bonitet er H₄₀ 14 – 17 meter, mens lav bonitet er H₄₀ 6 – 11 meter.

I taksten er det registrert en årlig brutto tilvekst på 101 470 m³. Fordeling av avvirket volum samt gjennomsnittspriser fra 2002 til 2005 er vist i tabell 3. Gjennomsnittspris omfatter alt avvirket volum i Eidsvoll kommune i det aktuelle år, og innbefattet alle sortimenter som er registrert. Grunnen til at denne tilsynelatende ser lav ut er fordi slip og energitømmer har lav verdi som også er med i gjennomsnittsprisen.

Tabell 3: Fordeling av avvirket volum og gjennomsnittspris fordelt på år fra 2002 til 2005 (Sexe, V. 2006).

År	2002	2003	2004	2005
Avvirket (m ³)	79 300	83 000	88 600	86 850
Gjennomsnittelig pris, kr./ m ³	328	315	294	322

m³ = volum under bark, gjennomsnittelig pris, kr/m³ = brutto tømmerpris

2.1.2 Plandata

I perioden 2002 -2004 ble det utført en områdetakst i hele Eidsvoll kommune. Denne taksten ble i 2005 fremstilt som ferdigstilte skogbruksplaner i digital form gjennom skogbruksplanprogrammet PAN (Sjølli, S. 2005). Taksten som ble utført i Eidsvoll kommune var en fototakst med markbefaring. Sommeren 2002 ble det tatt flybilder av kommunen som grunnlag for markarbeidet.

Ved hjelp av digital fotogrammetri ble det gjort bestandsinndelinger og det ble registrert:

1. Areal ut i fra bestandsinndeling
2. Volum ved hjelp av tolket bestandstetthet og målte høyder på kartet
3. Tolket treslagsfordeling, alder og bonitet

Ut i fra disse variablene ble grunnflate, middelhøyde og hogstklasse kalkulert fra flybildet.

Disse dataene er grunnlaget for markarbeidet. Dette ble utført 2003 – 2004 og gikk over alle skogeiendommene det var bestilt skogbruksplan for i Eidsvoll kommune. Eiendommer som ikke hadde bestilt skogbruksplan, men som hadde ett areal større enn 50 da ble også registrert fordi det skulle brukes til skogoversikter i regi av fylkesmannens landbruksavdeling (FMLA) i Oslo og Akershus.

Markarbeidet er en kontroll på fototaksten og takstpersonalet gjorde endringer på variable som ikke stemte etter fototaksten (Korsvold, G. 2003).

Videre kommer det frem av takstinstruksen til Mjøsen:

”I områder med sammenhengende dårlige boniteter lå det i tilbudet at det kun skulle brukes fototakst uten markbefaring. Siden planleggerne likevel skulle registrere miljøregistreringer i skog (MiS) i disse områdene ble det skjønnsmessig registrert skogtype, bonitet, alder, vegetasjonstype, sjikting, sunnhet, behandlingsforslag og flerbruksregistreringer i disse områdene. Disse målingene skulle være meget skjønnsmessig og det skulle ikke legges mye arbeid i dette.”

Alle takstdata ligger i en database i skogbruksplanprogrammet PAN og de bestand som inngår i denne oppgaven er hentet ut fra denne databasen. For at et bestand skulle passe inn i oppgaven ble det satt noen kriterier på bestandsnivå før utvelgelse. Vi skulle ha data fra

målestasjonen på sagbruket og følgelig valgte da bare bestand som skulle avvirkres. Ut over dette måtte det da plukkes ut skogsdrifter der hele eller deler av et bestand skulle avvirkres. Bestandet skulle være ensaldret, enssjiktet, hogstmodne (hogstklasse IV eller V) granbestand. Dette var for å eliminere eventuelle feilkilder som kunne oppstå. Att det her er et eller deler av et bestand er viktig for å holde orden på all informasjon til det aktuelle bestand. Med dette som grunnlag er det i denne oppgaven 30 bestand på til sammen 43,79 hektar.

I tillegg er det regnet ut grunnflateveid middeldiameter, (D_g), antall trær pr. hektar (N) og margalef som inngår som variabler i skogbruksplandata. D_g og N er regnet ut på grunnlag av grunnflate, middelhøyde og totalalder (Eid, T. 2001). Margalef er en formel av antall diameterklasser representert i bestandet delt på den naturlige logaritmen til grunnflaten. (For beskrivelse: kapittel 2.1.3). Margalef indeks er ikke en 100 % gyldig verdi ifra skogbruksplandata, da vi her bruker datakilder fra referansedata, dvs. antall diameterklasser representert i bestandet, (S) (tabell 7). Når vi tester modellen på skogbruksplandata, må vi altså bruke S, men denne er en variabel som er forholdsvis enkel å ta på "skjønn" og kan derfor forsvares i en modell med skogbruksplandata. Den margalef vi her får er en verdi med bedre nøyaktighet enn det den i realiteten er.

Tabell 4: Oversikt over bestand – skogbruksplandata.

Variabel	Opphav	Gj.snitt	Minimum	Maksimum
Areal, hektar	Direkte	1,46	0,35	3,81
Bonitet (H_{40})	Direkte	15	8	23
Alder (tt)	Direkte	96	50	130
Grunnflate/hektar	Direkte	26	17	35
Middelhøyde (m)	Direkte	22	15	29
Volum/Hektar	Direkte	250	121	388
Andel gran (%)	Direkte	98	70	100
Andel furu (%)	Direkte	1	0	20,00
Andel bjørk (%)	Direkte	1	0	30
D_g	Beregnet	25,9	16,8	32,5
N/hektar	Beregnet	553,6	299,5	1223,3
Margalef	Beregnet	6,6	4,9	7,7

Direkte: verdier hentet ut fra skogbruksplanen. Beregnet: verdier beregnet ut fra skogbruksplanen.

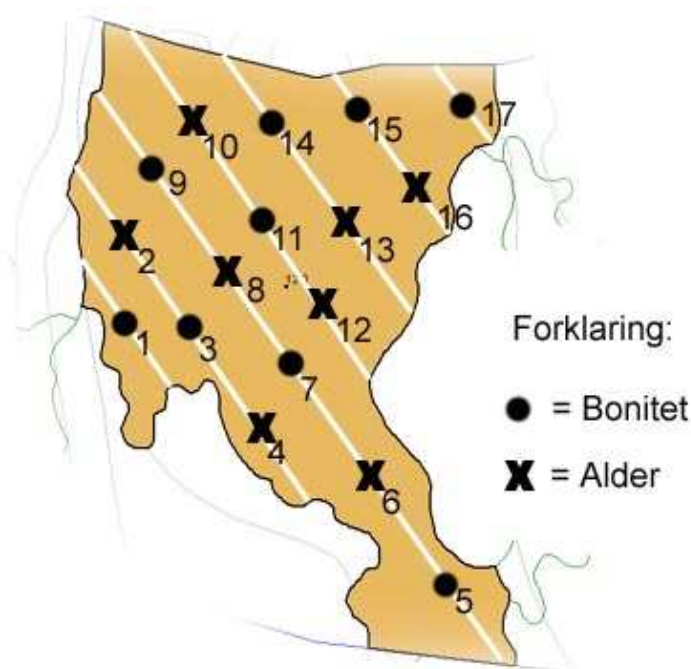
2.1.3 Referansedata

Referansedata kommer fra to kilder; systematisk prøveflatetakst (kap 2.1.3.1) og stammefiler (kap. 2.1.3.2). Med verdier fra disse to datakildene kan det regnes ut en "fasit" på de verdier som skogbruksplanen inneholder. Arealet er plukket ut fra skogbruksplanen der hele bestand er avvirket, mens det ligger kartfiler fra hogstmaskin til grunn for arealberegning på de bestand der bare halve bestandet (areal) er avvirket.

2.1.3.1 Systematisk prøveflatetakst

Takstmetoden som er brukt for å bestemme referansedata for bonitet og alder er en systematisk prøveflatetakst. Registreringene ble utført av undertegnede etter instruks av Eid T, 2005. Se vedlegg 1. I de enkelte bestand ble det lagt ut et systematisk linjenett (Strand *et al.* 1991) (Figur 2), med varierende forband regulert av bestandsarealet, som betyr at et stort bestand hadde større forband enn et lite bestand. Linjeretningen ble bestemt individuelt på hvert enkelt bestand etter hva som var mest praktisk med hensyn på bestandets arrondering og beliggenhet. Arealet på de enkelte bestand ble hentet ut ifra skogbruksplanen.

Det ble registrert alder og bonitet på annenhver prøveflate. Altså bonitet på flate nr. 1, 3, 5, osv. og husholdningsalder på flate nr. 2, 4, 6 osv. (Figur 2).



Figur 2: Illustrasjon over utvelgelse av prøveflater i et bestand. De hvite linjene viser takstlinjer med prøveflater på. Sirkel = Utført bonitering, X = Utført borprøve og registrert alder. Avstanden mellom takstlinjene kalles forband.

Bonitetstrærne ble plukket ut som det største treet i ei prøveflate på 100 m² (radius lik 5.64 meter), mens alderstrærne ble plukket ut ved det første treet som gikk inn i relaskopet (faktor 6) når takstpersonell står mot sør og dreier mot venstre. Dette er innenfor en flate på 200 m².

Det ble ikke lagt prøveflater i impediment og utprykkede områder som var ulikt bestandet forøvrig og som det var tatt hensyn til i den eksisterende skogbruksplanen. Det er 555 prøveflater totalt. Av disse er det 283 prøveflater hvor det ble målt alder og overhøyde (tabell 5). For å bestemme alderen i bestandet ble det på de resterende 272 prøveflater bare målt alder. Det er i gjennomsnitt 18,5 prøveflater pr. bestand hvorav det er 9,4 boniteringer og 9 aldersbestemmelser i hvert bestand.

Tabell 5: Totalt antall flater med tilhørende målinger

Variabel	Antall	Gj.snitt	Minimum	Maksimum
Alder på bonitets trær ($t_{1,3}$) (år)	283	91	37	162
Høyde på bonitets trær (m)	283	22,5	13	31,8
Alder på alderstrær ($t_{1,3}$) (år)	272	90	32	156

2.1.3.2 Stammefilene

Andre del av referansedatasettet kommer fra stammefiler. Det vil si datafiler som inneholder data om alle trærne som er avvirket, og er da en totaltakst

Disse stammefilene blir laget av informasjon om lengde og diameter når trærne blir avvirket av en hogstmaskin som har utstyr til å registrere lengde og diameter, og som har datautrustning som kan lagre stammefiler. Dette vil i prinsippet si alle ”nyere” hogstmaskiner.

De bestand som her foreligger er avvirket av to forskjellige maskinmerker: Rottne (modell 5005)² og Ponsse (modell Ergo)³. Maskinene har ulik datautrustning men leverer like stammefiler fordi filene er standardisert igjennom Standard for Forestry Data and Communication (StanForD)(Arlinger, J. 2005).

I stammefilen blir data samlet og registrert på den måten at diameteren ved stubben blir målt som et fullstendig diameter og inneholder videre informasjon om hvor langt det er til neste diametermåling, for eksempel 10 cm, og her måles avviket fra diameter ved stubben. I stammefilen finner vi også informasjon om hvilke apteringsfil som er brukt, datoer, stokkutfallet på hvert enkelt tre med tilhørende kvaliteter, samt informasjon om eventuelle tvangskapp. Det vil si der hogstmaskinfører har avbrutt automataptering på grunn av feil som påtvinger sortimangsskifte.

Maskinene registrerer ”bare” stammefiler der hogstaggregatet har gjort registreringer, det vil si at toppen ikke er registrert. Toppen er viktig for å estimere totalvolum, og derfor er stammefilene bearbeidet i SilviA 5.2 (Håkan, G. 2006) for å generere toppen i stammefilene. SilviA bruker formel for estimering av topp utarbeidet av Edgren & Nylinder, 1949.

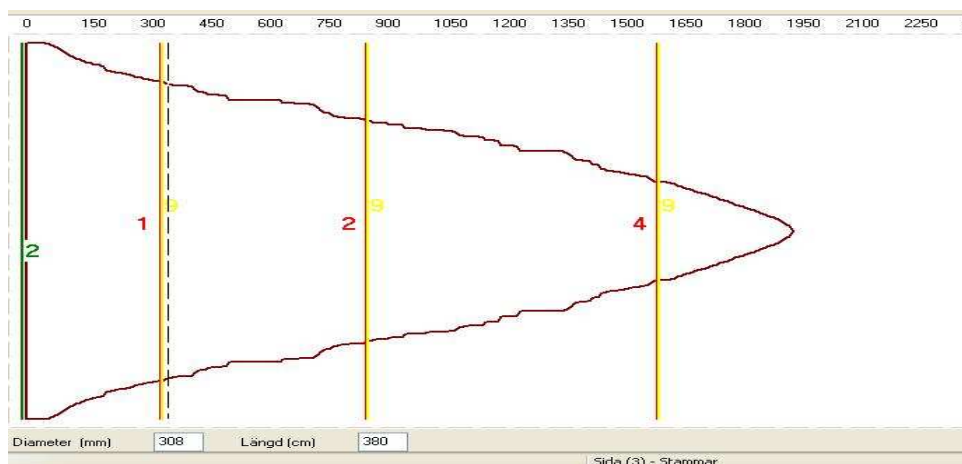
Etter bearbeiding i SilviA 5.2 slik at toppen ble estimert, fikk vi ut antallet trær registrert i bestandet i fra 6 – 60 cm i brysthøyde (dbh), mens vi fikk ut volum registrert for hver diameterklasse opp til 40 cm i brysthøyde. Dette var fordi programmet som ble brukt for å behandle stammefilene bare ga informasjon (antall og høyde) om de ulike diameterklassene opp til 40 cm i brysthøyde. Programmet OptApt (Gobakken, T. 2000) ble brukt til å få ut

² URL: <http://www.rottnet.com>

³ URL: <http://www.ponsse.com>

antall trær registrert i de diameterklassene over 40 cm dbh. For å kunne regne ut volum i de ulike diameterklassene ble det i de diameterklassene over 40 cm dbh brukt høyden til diameterklasse 40.

Sammen med den systematiske prøveflatetaksen er stammefilene grunnlaget for å regne ut referanseverdier for de forskjellige bestandsvariable; volum pr. hektar (m^3/ha), grunnflate (m^2/ha), grunnflateveid middelhøyde ($H_L - \text{m}$) og antall trær pr. hektar (N/ha) som gir oss en fasit på skogbruksplanen. Stammefilene gir oss også diameterspredningen i bestandet. Dette kan være viktig informasjon som ikke registreres i dagens skogbruksplaner.



Figur 3: Illustrasjon av en stammefil

2.1.3.2.1 Nøyaktighet på stammedata

Stammefilene som er samlet ligger innenfor kvalitetskravet som er satt av Mjøsen Skog BA og gjelder for de entreprenører som er knyttet til dette driftsapparatet. Begge entreprenørene, som her er brukt til avvirkning, er tilknyttet Mjøsens driftsapparat.

Kontrollen på dette skjer ved regelmessig kontroll av hogstmaskinens aggregat, samt en apteringsoppfølging fra Mjøsen Skog BA. Det er entreprenør som selv har ansvaret for at maskinen måler riktig, og har ansvaret for å bevise riktighet.

I følge Bergum, J. 2006, er kravene til målenøyaktighet (største tillatte avvik) definert som:

- Minst 60 % av diametermålingene skal ligge innenfor $\pm 4,0$ mm på bark og med gjennomsnitt innenfor $\pm 1,0$ mm.
- Minst 85 % av lengdemålingene skal ligge innenfor $-0,0/+9,0$ cm og med gjennomsnitt lik eller mindre enn $+4,0$ cm.

Videre kan det siteres at; ”er måleutstyret utenfor disse toleransegrensene skal det foretas kalibrering. Er det fortsatt utenfor toleransegrensen skal det foretas justering og kalibrering til nøyaktighetskravet tilfredsstilles.”

Ut ifra stammefilene som ligger til grunn for referansedataene vet vi diameterspredningen i bestandet. Utfordringen blir å kvantifisere denne spredningen ned til en eller to forklaringsvariable som kan brukes i en modell for prediksjon av gjennomsnittelig sagtømmerpris. Flere mulige kvantifiseringer på diameterspredning er mulige (Eid *et al.* 2005) og jeg har her i denne oppgaven vurdert, etter rådføring av Eid, å bruke antall diameter klasser, grunnflateveid middeldiameter og margalef som variable. De andre variablene som er regnet ut som variabler i referansedata med bakgrunn i stammefilene og data fra den systematiske prøveflatetaksten er: volum pr. hektar, grunnflate, grunnflateveid middelhøyde og antall trær pr. hektar. Disse ble utfra data i stammefilene beregnet på følgende måte:

- Volum pr. hektar (m^3/ha):

Volum (m^3) ble regnet ut i klassemidt for alle diameterklasser med antall i hver diameterklasse og middelhøyde i klassemidt ved hjelp av gjeldene volumfunksjoner (Vestjordet, E. 1967). Middelhøyde i klassemidt for hver diameterklasse er regnet ut med aritmetisk gjennomsnitt. Deretter summerte vi m^3 for alle diameterklasser for så å dividere totalt m^3 på arealet ($=\text{m}^3/\text{ha}$)

For å kunne sammenligne referansedata med skogbruksplandata må en se på volumtall under bark. Barken på stammefilene ble beregnet med samme metode som ligger i Sprell, (database for skogbruksplanlegging (Eid, T. 2004)) og gjøres med bakgrunn i vedmasseprosent (Eid *et al.* 2003) etter tabell 6:

Tabell 6: Vedmasseprosent for ulike boniteter (Eid *et al.* 2003):

Bonitet (H40- m)	23	20	17	14	11	8	6
Vedmasseprosent	89	88	87	86	85	84	83

- Grunnflate, G (m^2/ha)

Ut ifra klassemidt i hver diameterklasse har vi regnet ut grunnflata (m^2/ha) i de ulike diameterklassene med bakgrunn i antall trær pr. diameterklasse. Grunnflaten i bestandet ble da gjennomsnittet av de summerte grunnflatene i de ulike diameterklassene.

- Grunnflateveid middeldiameter, D_g (m):

Grunnflateveid middeldiameter (D_g) beskriver hvor tyngdepunktet ligger i bestandet. Store trær vil da ha større innvirkning på D_g enn små trær siden den er vektet på grunnflaten. Dette kan også være en viktig variabel fordi vi kan ha to bestand med stor spredning med ulik middeldiameter, og dermed er disse to forskjellige med hensyn på bruttoverdi.

- Grunnflateveid middelhøyde, H_L (m):

Aritmetisk høyde i klassemidt er grunnflateveid og regnet ut for hver enkelt diameterklasse. Grunnflateveid middelhøyde i de forskjellige diameterklassene ble summert og delt på grunnflata for hele bestandet delt på areal (hektar).

- Antall trær pr. hektar, N (n/ha):

Totalt antall registrerte trær registrert i bestandet ved å summere antall trær i hver diameterklasse fra stamme-filene, delt på arealet (hektar).

- Antall diameterklasser representert i bestandet, S :

Antall diameterklasser (S) sier noe om hvor mange diameterklasser som er representert i bestandet, og kan gi oss informasjon om mangfoldet. Det er en enkel metode å beskrive diameterspredningen på, og kan enkelt samles inn om variabelen viser seg gjeldene i modellen og den skal brukes med skogbruksplandata.

- Margalef

Margalef indeks (Clifford *et al.* 1975) kvantifiserer diameterspredningen i bestandet.

Margalef indeks kan virke intuitivt lett å tolke og regnes ut ved å dele antall diameterklasser

representert i bestandet på den naturlige logaritmen til grunnflaten. Teoretisk har indeksen en lavest verdi på 0 som skjer om alle trærne i bestandet tilhører samme diameterklasse, indeksen øker med økende antall diameterklasser representert eller med synkende grunnflate i bestandet. Indeksen kan teoretisk inneholde tall ifra 0 til ∞ , og gir en kvantifisert verdi på diameterspredningen i bestandet.

$$\text{Margalef indeks} = \frac{(S - 1)}{\ln(G)}$$

der: S = antall diameterklasser representert i bestandet

ln = den naturlige logaritmen

G = grunnflate

Noen eksempler på hvordan margalef indeks oppfører seg ved ulike verdier:

- Fast antall diameterklasser representert i bestandet

$$\text{Margalef} = \frac{20 - 1}{\ln(20)} = 6,3$$

$$\text{Margalef} = \frac{20 - 1}{\ln(40)} = 5,1$$

- Fast grunnflate

$$\text{Margalef} = \frac{20 - 1}{\ln(20)} = 6,3$$

$$\text{Margalef} = \frac{30 - 1}{\ln(20)} = 9,6$$

Liten margalef betyr liten spredning mens stor margalef betyr stor spredning.

Tabell 7: Oversikt over alle bestand – referansedata

Variabel	Gj.snitt	Minimum	Maksimum
Areal, hektar	1,46	0,35	3,81
Bonitet (H_{40})	14,4	7,7	23,13
Alder (tt)	102	54	145
Grunnflate/hektar	32,8	15,3	55,2
Middel høyde (m)	20,6	14,0	27,1
Volum/Hektar	243	89,7	470,2
Antall trær pr. hektar (N)	643,9	268,8	1416,7
Middeldiameter (m)	25,7	21,6	30,6
Antall diameterklasser (S)	22	17	26
Margalef	6,28	4,80	8,05

2.1.4 Innmålingsdata

Norsk Virkesmåling er en partsnøytral forening som har som formål å fremskaffe oppgjørsgrunnlag mellom kjøper og selger av skogsvirke (Norsk Virkesmåling, 2006). Denne oppgaven skal prøve å finne frem til kubikkmeterprisen til det tømmeret som blir avvirket, og disse verdiene er utarbeidet av Skog Data AS på grunnlag av data fra tømmermålingen igjennom Norsk Virkesmåling. Resultatene er publisert og gjort tilgjengelige gjennom internettjenesten skogeierweb/skogbrukslederweb på <http://www.skogdata.no> [13. april 2006] som leveres av Skog Data AS. Dette selskapet har oversikt over virkesdatabasen til skogsvirket som er i forbindelse med Norsk Virkesmåling.

Av virke som er målt i forbindelse med denne oppgaven, er det benyttet to typer tømmermåling:

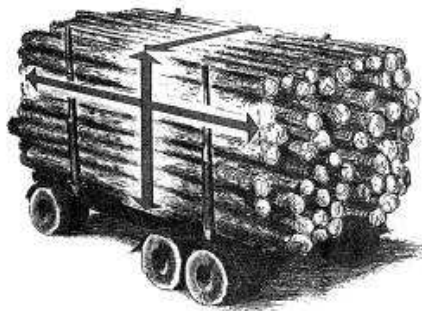
- Stokkmåling
- FMB – måling (Fastmasseberegning)

2.1.4.1 Stokkmåling

Stokkmåling utføres på en slik måte at det måles lengde og diameter på hver stokk. Dette skjer i all hovedsak på sagtømmeret, det vil si sagtømmer, grovB, emba og utlegg (Se forklaring lenger ned i teksten). Diameteren blir målt henholdsvis på topp og midten på stokken. Diameter på topp skjer 10 cm innpå stokken fra toppende, så regnes midtdiameter ut etter avsmaling lik 1 cm pr. meter. Ved optisk-elektronisk måling registreres diameter ved en eller flere måleretninger. Barktrekk skjer med barkfunksjoner godkjent av Felles utvalg for norsk tømmermåling (FUNT) 1998, og skjønnsmessig registrering av henholdsvis null, normal eller tykk bark. Alle stokker skal ligge slik til ved måling at 75 % av stokkens overflate blir besiktiget. Utlegg eller vrak samt diameter og lengdeavdrag skjer om nødvendig innenfor rammene for målereglement for skogsvirke– sagtømmer (Utarbeidet av Tømmermålingsforeningenes Fellesorgan (TMF) og fastsatt av FUNT 12.03.98). Volum blir regnet ut etter gjeldene volum for toppmålt virke, (TMF, 1998) og pris blir utregnet etter gjeldene prisliste og alt blir registrert i virkesdatabasen.

2.1.4.2 FMB – måling (Fastmasseberegning)

Måleobjektet er her en ”bunt” med tømmer på størrelse med ett lass på tømmerbil under den forutsetning at det kan identifiseres og kontrollmåles. Det er i all hovedsak massevirke og energivirke som blir målt med denne metoden. Måleobjektets lengde, høyde og bredde måles i cm. Disse variablene ganges sammen med en faktor (fastmasseprosent). Denne prosenten finner man ved hjelp av skjønn og faktortabeller. Volumet presenteres i fastmasse under bark (fub), og verdien blir da volum multiplisert med en fastsatt kubikkmeterpris. På sagtømmersortimenter som fmb- måles er det en flat tømmerpris (TMF, 1998)

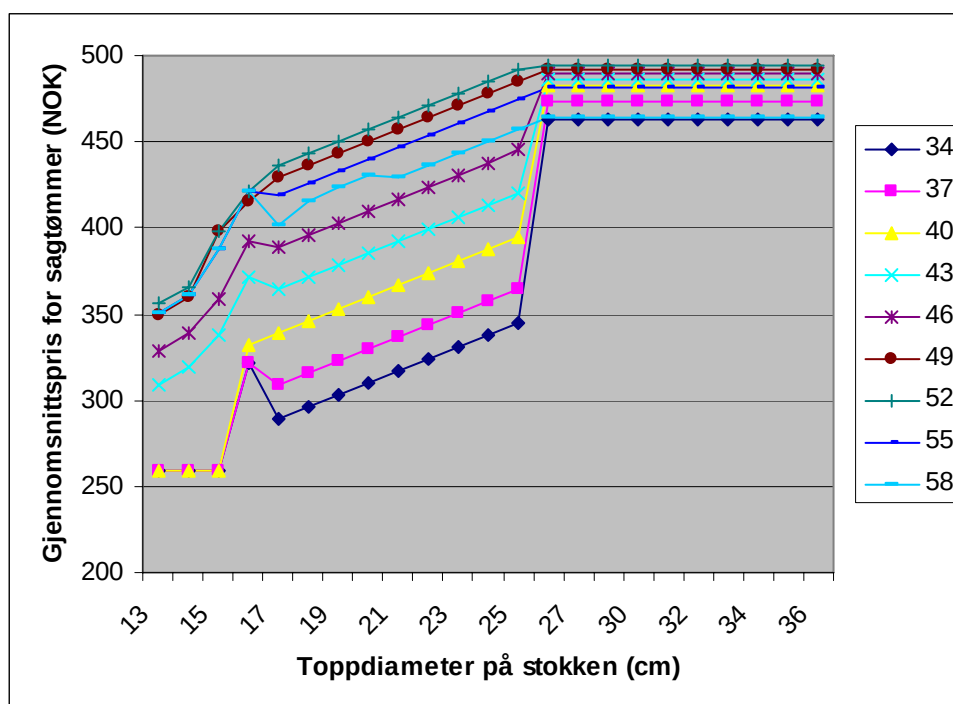


Figur 4: Illustrasjon av FMB- måling
(Norsk Virkesmåling)

Totalt er det med 30 innmålte objekter (bestand) i undersøkelsen. Hvert bestand er innmålt og registrert hos Skog Data AS på hver sin kontrakt, det vil si at hvert bestand har sitt kontraktsnummer som kan følges igjennom hele kjeden fra skog til sagbruk. Grunnen til dette er at vi skal kunne igjen innmålte data til de spesifikke bestand og ha full kontroll på dette. Totalt har vi fra de 30 bestand 10 162 m³ innmålt gran, hvorav 5291 m³ er sagtømmer. Av sortimenter har vi: sagtømmer, utlegg, grovB, emba, massevirke og energi. I sagtømmeret legges det som heter gran prima, gran sekunda og gran sams. I denne oppgaven er tømmeret avvirket etter samslister (prisliste på gran sagtømmer), men målt inn som prima/sekunda der disse har like priser. For enkelhets skyld har vi i denne oppgaven kalt disse sortimentene sagtømmer. GrovB og Emba er også sagtømmer, men brukes til andre produkter med mildere kvalitetskriterier, dermed er dette tømmer med lavere kvalitet og er lavere priset. Her foreligger det en flat kubikkmeterpris på lik linje med massevirke. Det er heller ikke alle bestand som inneholder alle sortiment. Av tabell 8 og tabell 9 fremgår det at bare 23 av de 30 bestand har sortimentet GrovB, og at 2 av de 30 bestandene mangler energi og Emba. Det som i måledokumentene blir kalt vrak, er ikke med i denne oppgaven fordi vrak ikke holder kvalitetskrav til virke som omsettes er det å regne som skogsavfall. I tabell 9 kommer det ikke frem minimum og maksimum verdier på en del sortiment. Dette er fordi kubikkmeterprisen på disse sortiment er fastsatt som en pris uavhengig av lengde og diameter.

Vi kommer ikke utenom oppbygginga til prislista for sagtømmer, som forteller sammenhengen for kubikkmeterprisen mellom ulike lengder og diametre på sagstokkene. Ut fra en grafisk fremstilling får vi visuelt en formening om hvilke lengder og diametre som betyr mest for den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for sagtømmer. Vi ser av figur 5 at stokker som har en lengde rundt 49 dm og en toppdiameter på rundt 27 cm toppmål gir høyest kubikkmeterpris.

Prislista for kubikkmeterprisen for gran sagtømmer kan være en god forklaringsvariabel når vi skal diskutere resultatet av modellene og de ulike forklaringsvariablene.



Figur 5: Kubikkmeterpriser for sagtømmeret (NOK), fordelt på de ulike lengdeklasser (dm) og diameterklasser (cm).

Tabell 8: Oversikt over volum (m³) på innmålt tømmer, fordelt på de aktuelle sortiment.

Sortiment	N	Volum totalt (m ³)	Gjennomsnitt volum pr, bestand (m ³)	Minimum (m ³)	Maksimum (m ³)	%
Totalt	30	10162	339	74	1027	100
Sagtømmer	30	5291	176	29	619	52
Utlegg	30	131,84	4	0	15	1
GrovB	23	86,67	3	0	18	1
Emba	28	56,39	2	0	7	1
Massevirke	30	3517,59	117	10	300	34
Energi	28	1078,2	36	0	173	11

Tabell 9: Oversikt over verdien (NOK) på innmålt tømmer, fordelt på de aktuelle sortiment.

Sortiment	N	Total verdi av sortimentet (NOK)	Gjennomsnittlig tømmerpris pr. m ³ (NOK)	Minimum (NOK)	Maksimum (NOK)
Totalt	30	3446145	339	22309	367960
Sagtømmer	30	2341855	442	398	466
Utlegg	30	27035	205		
GrovB	23	30354	350		
Emba	28	16619	295		
Massevirke	30	868550	247		
Energi	28	161732	150		

De modellene som bygges opp estimerer to verdier; gjennomsnittlig kubikkmeterpris for innmålt sagtømmer og gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran. I modell for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris inngår variablene:

- Sagtømmer
- GrovB
- Emba

For estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran inngår følgende variabler med i modellen:

- Sagtømmer
- GrovB
- Emba
- Utlegg
- Massevirke
- Energi

Se tabell 10 for oversikt over gjennomsnittspriser for de ulike gruppene av innmålt tømmer vi i denne oppgaven skal estimere.

Tabell 10: Oversikt over tømmerpriser for de variable som er estimert. Pris/m³ på bestandsnivå.

	N	Gjennomsnittsverdi	Minimum	Maksimum	Spennvidde
Sagtømmer	30	430	388	461	73
Totalt innmålt	30	333	265	392	127

N = antall bestand. Spennvidde = Anstanden fra minimum til maksimum.

2.2 Metode

2.2.1 Nøyaktighet på skogbruksplandata

For at vi skal bruke denne modellen på verdier fra skogbruksplanen er det viktig at disse variablene er riktige. Vi er bevisst på at disse tallene ikke alltid medfører riktighet, og at dette vil ha innvirkning på nøyaktigheten på modellene vi lager.

Av de variable som er tilrettelagt i referansedata ble følgende variabler sammenlignet opp imot data fra skogbruksplanen:

- Volum pr. hektar (m^3/ha)
- Grunnflate (m^2)
- Bonitet (H_{40} (m))
- Alder (totalalder – år)
- Middelhøyde (m)
- Middeldiameter (m)
- Antall trær pr. hektar (N/ha)
- Margalef (m^2)

Alle sammenligninger ble gjort ved å se på differansen mellom skogbruksplandata og referansedata:

$$D_i = P_i - K_i,$$

der

D_i = differansen mellom skogbruksplandata og referansedata for bestand i , $i=1, 2, \dots, n$.

P_i = bestandsverdi i skogbruksplandata for bestand i , $i=1, 2, \dots, n$.

K_i = bestandsverdi i referansedata for bestand i , $i=1, 2, \dots, n$.

Den gjennomsnittelige differansen ($\bar{D}$) mellom skogbruksplandata og referansedata for en variabel ble brukt som et mål på *systematiske feil*:

$$\bar{D} = (\sum_{i=1}^n D_i) / n$$

Bestandsverdiene ble ikke veid med arealet

Det ble bruk t-tester for de statistiske sammenligningene for den gjennomsnittelige differansen mellom skogbruksplandata og referansedata, og som et mål på *tilfeldige feil* ble standardavviket til differansen mellom skogbruksplan og referansedata tatt i bruk:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2 / (n-1)} .$$

Systematiske feil er regnet ut ved å ta gjennomsnittet av differansen mellom plandata og referansedata på bestandsnivå. Videre regner vi på om hvor sikkert dette svaret er og ser da på signifikantsnivået (α).

Alle utregninger og statistiske beregninger blir utført i statistikkprogrammet SAS⁴, mens alle diagrammer og grafer er utarbeidet i programmet Microsoft Excel⁵

2.2.2 Sammenhenger og forklaringsverdi blant ulike variabler

Når vi skal velge verdier til bruk i en modell for å estimere gjennomsnittlige kubikkmeterprisen for sagtømmeret på gran, er det ett ufravikelig krav at disse variablene har verdier som forklarer det vi skal estimere. Til å se på dette ser vi på korrelasjonskoeffisienten. Om denne verdien er høy og logisk, kan variabelen være en forklaringsvariable. Det neste vi da ser på er signifikantsnivået (α). Dette sier oss noe om hvor stor sjanse det er for å ta feil, om vi bestemmer oss for å bruke en forklaringsvariabel. Vi må selv bestemme for hvor strenge vi skal være, men bruker vi 5 % nivå kan vi ikke godta variabler som har signifikantsnivå lik $\alpha > 0,005$.

Muligheten for multikolaritet må også vurderes. Det vil si om variablene forklarer det samme. Eksempel på dette er diameter og grunnflate.

2.2.3 Modeller for estimering av kubikkmeterpris på bestandsnivå

De utviklede modellen er basert på referansedata, som er det beste datasettet vi har. Den statistiske metoden som er brukt for utarbeidelse av modellen er regresjon, og her er det prøvd både med lineær og ikke-lineær regresjon. Vi tar i bruk de variabler som har størst forklaringsverdi ut fra korrelasjonskoeffisienten (tabell 12) som grunnlag for de variable som modellen skal inneholde.

Det er mange variable som rammes av multikolaritet når vi bruker regresjon. Dette vil si at det er flere variable som forteller det samme, eller på en eller annen måte henger sammen, dette er fordi variabler som vi beskriver, brukes til å estimere andre verdier. Det er meget viktig at vi er bevisst på alle slike momenter slik at vi lager en modell som er statistisk riktig og som kan brukes til estimering.

⁴ URL: <http://www.sas.com>

⁵ URL: <http://www.microsoft.com/>

Metoden for modellene som er utarbeidet her (tabell 14 og tabell 15), er bygd opp på en slik måte at man først tester en modell med mange forklaringsvariable, og deretter eliminerer ut de variable som ikke holder kravet til signifikantsnivå eller de som ikke er logiske (tabell 14 og tabell 15). Med logisk menes om en variabel har logisk innvirkning på modellen. For eksempel er det logisk ut fra skoglig skjønn at økende grunnflateveid middeldiameter gir økende gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmeret.

De variablene som det blir utarbeidet modeller for er gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer og for totalt innmålt grantømmer (alle sagtømmer- og massevirkesortimenter).

2.2.4 Testing/ bruk av modellene

Målet er å bruke så lite ressurser som mulig for å estimere tømmerverdien. Vi har skogbruksplandata over alle eiendommene, som er relativt billig. Modellene som er lagd på grunnlag av referansedata skal testes med et annet nivå av nøyaktighet for innputtdata (skogbruksplandata). Skal modellene fungere i det daglige må de ikke være for ressurskrevende, og med de metoder vi har i dag er markarbeid kostbart. Vi må med dagens informasjon bruke eksisterende informasjon som vi finner i skogbruksplandata.

De forskjellige modellene som brukes til å estimere gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer og for totalt innmålt er:

Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer =

$$\text{Grunnflateveid middelhøyde} + \text{grunnflateveid middeldiameter}$$

Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer =

$$\text{Grunnflateveid middelhøyde}$$

Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt =

$$\text{Grunnflateveid middelhøyde} + \text{Margalef}$$

Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt =

$$\text{Grunnflateveid middelhøyde} + \text{Margalef}$$

3 Resultater

3.1 Nøyaktighet skogbruksplandata

For å kunne gi et svar på nøyaktigheten til skogbruksplanen (tabell 11) har vi sett på forskjellen mellom skogbruksplandata og referansedata, der referansedata er ”fasit”, og vi regnet avvikene ut fra dette både i absolutte tall og i % -andeler. Når vi ser på feilene med bakgrunn i statistikken ser vi på 5 % signifikantsnivå, og leser da ut ifra tabell 11 at grunnflate, bonitet, middelhøyde og margalef ligger innenfor 5 % signifikantsnivå. Dette betyr at disse verdiene (grunnflate, bonitet, middelhøyde og margalef) har systematiske feil i skogbruksplanen. Grunnflate blir undervurdert med 19,7 %, mens både bonitet, alder og margalef blir overvurdert med henholdsvis 8,4 %, 6 % og 4,9 %.

Vi ser også relativt store tilfeldige feil (tabell 11). Blant annet har volum (m^3/ha) en tilfeldig feil på 29,5 %, mens for grunnflate finner vi en tilfeldig feil på 30,2 %.

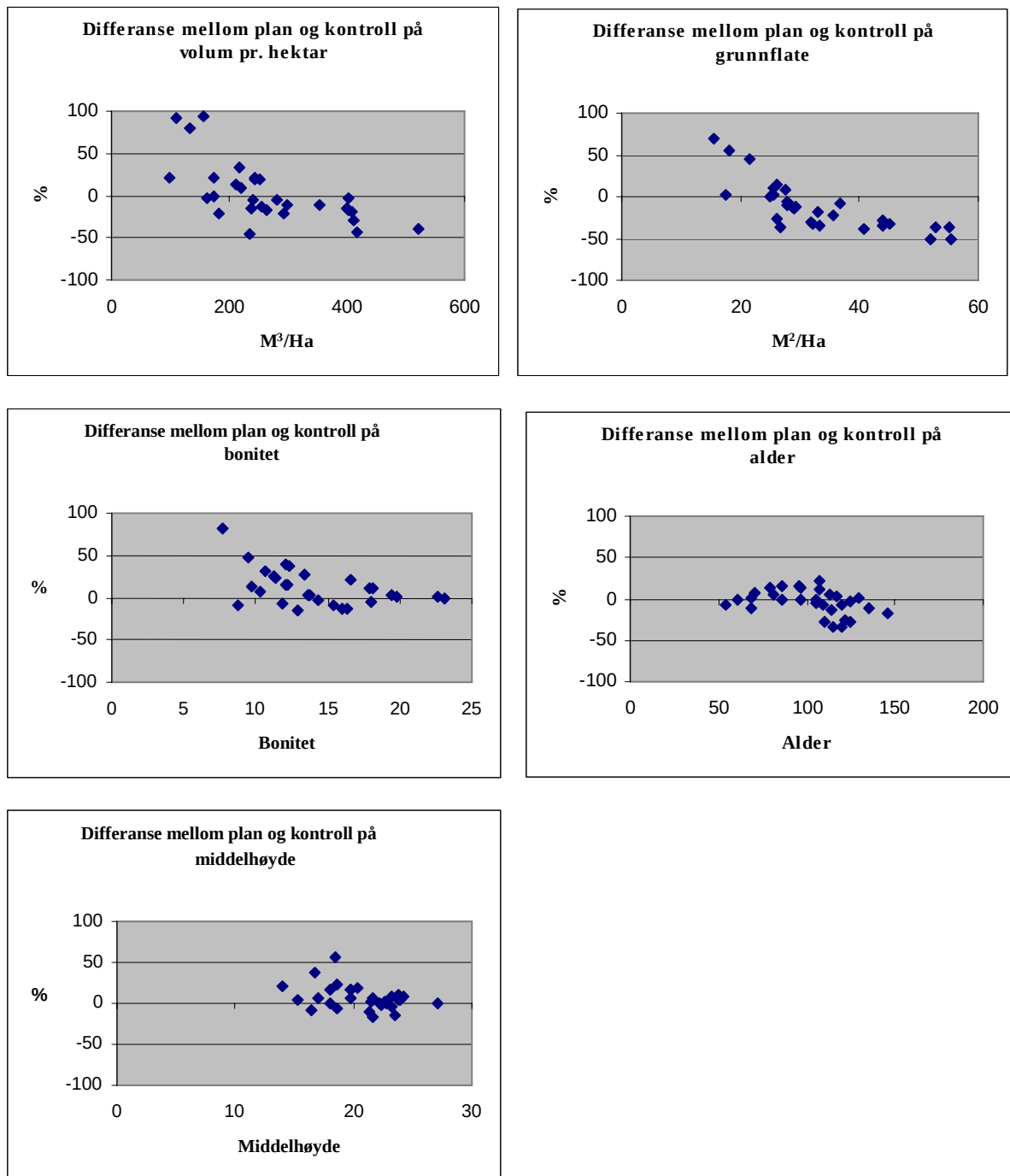
Tabell 11: Systematiske (differanse) og tilfeldige feil (standardavviket til differansen).

Variabel	Ant.	Plan	Referanse	Differanse			Standardavviket til differansen	
				Absolutt	%	α	Absolutt	%
Volum (m^3/ha)	30	250,7	266,8	-16,10	-6,0	0,2726	78,792	29,5
Gr.flate (m^2/ha)	30	26,49	32,98	-6,5	-19,7	0,0013	9,950	30,2
Bonitet (m)	30	15,7	14,5	1,2	8,4	0,0057	2,2	15,5
Alder (år)	30	97	102	-6	-5,4	0,0808	17	16,5
Middelhøyde (m)	30	22	21	1	6,0	0,0221	3	13,6
Middeldiameter (cm)	30	25,9	25,7	0,2	0,8	0,7518	3,5	14,1
Antall pr. hektar (N/ha)	30	553	644	-91	-14,0	0,0974	288	45,0
Margalef	30	6,59	6,28	0,31	4,9	0,0071	0,59	9,4

ha = hektar, α = signifikantsnivå.

Vi må se på spredningen mellom de ulike bestand på ulike bestandsvariable (grafisk i figur 4); volum pr. hektar, grunnflate, bonitet, alder og middelhøyde. Når det gjelder volum pr. hektar ser vi at største avvik er på ca 90 % som er en overvurdering, mens minste avvik er ca 2 %. Vi kan se en trend fra overvurdering av bestand med lite volum pr. hektar til undervurdering av bestand med mye volum pr. hektar. Også på grunnflate og bonitet kan vi se denne trenden. På bestand med registrert lav grunnflate ser vi en overvurdering, og på bestand med høy grunnflate ser vi en undervurdering. Bestand med lav bonitet ser vi en overvurdering, mens

bestand med høy bonitet har en undervurdering i skogbruksplanen. På alder og middelhøyde kan vi ikke se noen trender i plottet, men vi ser det er store avvik på noen enkelte bestand.



Figur 6: Differanser mellom skogbruksplan og referansedata hvor referansedata er fasitverdien og skogbruksplandata er plottet rundt fasiten.

3.2 Sammenhenger mellom ulike forklaringsvariable.

Ved å gruppere opp datasettet og se på forandring i gjennomsnittspriser på både sagtømmeret og alt som er innmålt for gran, kan vi se hvilke faktorer som kan være avgjørende for prisen.

Økende volum pr. hektar gir økende pris unntatt for sagtømmeret i de bestand som hadde over 380 m³/ha (tabell 12). Her synker tømmerprisen igjen, men det blir feil å være bastant da vi har få observasjoner til å støtte oppunder påstanden. De variabler som viser en logisk trend er grunnflateveid middelhøyde og grunnflateveid middeldiameter. Når disse variablene øker, kan vi se ut fra tabell 12 at den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen også øker både for totalt innmålt gran og for sagtømmeret. Vi kan se av tabell 12 at det er høyest gjennomsnittspris på både totalt innmålt og sagtømmeret når boniteten er middels, det vil si fra bonitet $H_{40} = 14 - 17$ m. Grunnen til dette kan være at massevirkeandelen er lavere her, noe som vil ha stor innvirkning på prisen.

Tabell 12: Gjennomsnittelig tømmerpris på totalt innmålt gran (totalt) og på innmålt sagtømmer gran (sagtømmer), oppgitt i NOK og massevirkeandel, fordelt på 3 grupper for henholdsvis variable: Volum pr. hektar, grunnflate, grunnflateveid middelhøyde, bonitet, alder, antall pr. hektar, grunnflateveid middeldiameter, antall diameterklasser og margalef.

Variabel	Gruppe	N	Pris (kr/m ³) Totalt	Pris (kr/m ³) Sagtømmer	Massevirkeandel %
Volum m ³ /ha	99-239	13	324	424	52
	240-379	11	338	435	44
	380-520	6	343	431	44
Grunnflate (m ² /ha)	15-26	10	335	426	46
	27-36	12	336	433	47
	37-55	8	327	429	51
Grunnflateveid middelhøyde (m)	14-18	10	309	416	57
	19-22	12	343	437	45
	23-27	8	348	435	41
Bonitet (m)	Lav (8-11)	13	318	425	55
	Middels (14-17)	12	352	434	39
	Høy (20-23)	5	328	431	50
Alder (år)	54-89	9	337	433	47
	90-119	14	329	425	49
	120-145	7	337	433	46
Antall pr. hektar (N/ha)	260-520	10	340	436	44
	521-699	10	331	423	48
	700-1400	10	328	429	51
Grunnflateveid middeldiameter, D _g (cm)	21-23	9	320	423	54
	24-26	13	336	428	46
	27-30	8	343	439	44
Antall diameterklasser, S	17-22	10	328	428	49
	23-24	13	330	428	49
	25-26	7	347	436	42
Margalef (m ²)	4-5	12	321	424	52
	6	13	339	434	45
	7-8	5	347	431	43

N = antall bestand, priser = bruttopriser.

I tabell 13 er det vist at sammenhengen (korrelasjonskoeffisienten) mellom ulike forklaringsvariable og gjennomsnittlig kubikkmeterpris på gran, for sagtømmer og totalt innmålt gran. Vi må også se på signifikantsnivået til de forskjellige variablene, dette sier noe om den statistiske sikkerheten. I tabell 13 ser vi at økende middelhøyde gir økning i gjennomsnittelig kubikkmeterpris både for sagtømmeret og for totalt innmålt, økende grunnflateveid middeldiameter (D_g) gir økt gjennomsnittlig kubikkmeterpris for både sagtømmer og totalt innmålt gran. Økende antall diameterklasser som er representert i

bestandet (S) gir også økende gjennomsnittlige kubikkmeterpris for både sagtømmer og totalt innmålt gran.

Tabell 13: Korrelasjonskoeffisienter (R) mellom aktuelle forklaringsvariable til gjennomsnittspris for totalt innmålt og sagtømmer.

	Totalt	α	Sag	α
Vol/ha	0,29847	0,1091	0,29774	0,1101
Grunnflate	-0,03953	0,8357	0,05258	0,7826
Middel høyde	0,78231	<,0001	0,64859	0,0001
Bonitet	0,31519	0,0898	0,30612	0,0999
Alder	0,03512	0,8538	-0,07053	0,7111
N/Ha	-0,21598	0,2517	-0,16567	0,3816
D _g	0,42699	0,0186	0,50923	0,0041
S	0,40992	0,0245	0,36901	0,0448
Margalef	0,45649	0,0112	0,32337	0,0813

Middel høyde = grunnflateveid middelhøyde, alder = totalalder, D_g = grunnflateveid middeldiameter, S = antall diameterklasser representert i bestandet, α = Signifikantsnivå, totalt = gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran, sag = gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmeret.

3.3 Modellen

Modellen er utviklet med utgangspunkt i korrelasjonskoeffisientene som ble skrevet ut for alle variabler (tabell 13), og de variable som da har et gyldig signifikantsnivå blir testet ut i en regresjonsmodell. Variablene i regresjonsmodellen har forskjellig innvirkning på hverandre, noe som betyr at en variabel kan ha stor forklaringsverdi ut fra korrelasjonskoeffisienten men det er ikke sikkert at denne variabelen virket positivt inn i regresjonsmodellen. Vi prøvde først modeller med mange variabler, på tross av korrelasjonskoeffisienten for å se hvordan de utviklet seg i en regresjonsmodell. Modellen må bare inneholde variable som har gyldig signifikantsnivå og som er logiske. Resultatet av dette ble at vi begynte med variablene H_L, D_G, bonitet, N, S og Margalef i modell for estimering av sagtømmeret som ga en R² på 0,48 og satt til slutt igjen med en modell med H_L som ga en R² på 0,42 og RMSE på 11,9 (tabell 14). For estimeringen av gjennomsnittspris for totalt innmålt begynte jeg med variablene: Vol/ha, H_L, D_G, Bonitet, N, S og Margalef som ga en R² på 0,67 (tabell 15), mens jeg tilslutt satt igjen med to modeller; modell 12 og modell 13 med henholdsvis R² på 0,65 og 0,61, og RMSE på 17,7 og 18,5.

3.3.1 Modeller for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer

Modell 1 (tabell 14) med mange variable inneholder flere variable som ikke er logiske, og at flere av variablene ligger utenfor 5 % signifikantsnivå. Når en modell er logisk betyr dette at den påvirker prisen som forventet ut fra tabell 13, der vi ser på forklaringsevnen til variabelen. Økende S (antall diameterklasser representert) skal gi økende priser jamfør tabell 13. I modell 1 var denne variabelen representert med negativ virkning. Det vil si at modellen sier at økende S gir lavere estimert verdi. En etter en blir variabler eliminert med begrunnelse dårligst signifikantsnivå og at variabelen er ulogisk.

Ser vi på gjennomsnittlig kubikkmeterpris på innmålt sagtømmer, finner vi bare grunnflateveid middelhøyde som går inn under de gitte kriterier. Denne er angitt som modell 6, hvor vi har en logisk modell med signifikantsnivå på $<0,0001$ og en R^2 på 0,4207. Figur 7 viser hvordan residualplottet er for modellen. Residualene sier hvordan estimerte enkeltobservasjoner ligger i forhold til observert verdi (Figur 7). I modell 6 har vi 3 bestand som har ett avvik på mer enn ± 20 NOK i gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmeret, mens 22 av bestandene som ligger i modell 6 ligger innenfor ett avvik på ± 10 NOK fra observert gjennomsnittspris.

Tabell 14: Modellvarianter for estimering av gjennomsnittlige kubikkmeterprisen for gran sagtømmer.

Modell	Variabler	Logisk	α	RMSE	R ²
1	H _L	Ja	0,0254	12,40031	0,4896
	D _g	Ja	0,1806		
	Bonitet	Ja	0,9668		
	N	Nei	0,5245		
	S	Nei	0,4989		
	Margalef	Ja	0,4011		
2	H _L	Ja	0,0079	12,13969	0,4895
	D _g	Ja	0,1559		
	N	Nei	0,4617		
	S	Nei	0,4813		
	Margalef	Ja	0,3841		
3	H _L	Ja	0,0084	12,02054	0,4786
	D _g	Ja	0,1702		
	N	Nei	0,8112		
	Margalef	Ja	0,5561		
4	H _L	Ja	0,0052	11,80084	0,4774
	D _g	Ja	0,1567		
	Margalef	Ja	0,5829		
5	H _L	Ja	0,0028	11,64889	0,4712
	D _g	Ja	0,1198		
6	H _L	Ja	0,0001	11,97320	0,4207

Skal vi holde oss innenfor et signifikantsnivå på 5 % ($\alpha < 0,05$), finner vi bare modell 6 som gyldig. Vi prøver imidlertid også modell 5 opp mot skogbruksplandata på tross av at denne modellen inneholder variable som ikke er gyldig på 5 % nivå.

Modellene er som følger:

Modell 5: Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer =

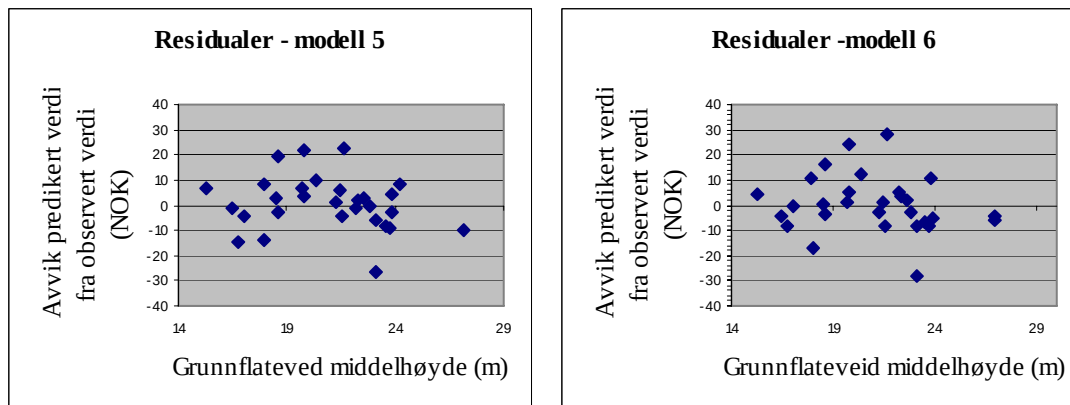
$$333,21413 + H_L * 2,65213 + D_g * 161,81173$$

Modell 6: Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer =

$$361,94742 + H_L * 3,27554$$

Der: Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer = kr/m³, H_L = m, D_g = cm

Ser vi på residualplottet til modell 5 og 6, (figur 7) kan vi se noe større spredning i plottet i modell 6. Dette kan begrunnes i tabell 14, der det kommer frem at både R^2 og RMSE er lavere i modell 6 enn i modell 5, men modell 5 kan i prinsippet ikke brukes som en gyldig modell til estimering av gjennomsnittelig kubikkmeterpris for sagtømmeret da variabel D_g ikke innfrir kravene til signifikantsnivå (Signifikantsnivå: $\alpha = 0,1198$).



Figur 7: Residualplott for modell 5 og modell 6 for estimering av gjennomsnittelig kubikkmeterpris på sagtømmeret. Avvik fra estimert verdi til observert verdi i NOK

3.3.2 Modeller for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt

Tabell 15 viser modellvarianter for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran.

Tabell 15: Modellvarianter for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran.

Modell	Variabler	Logisk	α	RMSE	R^2
7	Vol/ha	Ja	0,591	19,00274	0,6798
	H _L	Ja	0,0161		
	D _g	Ja	0,3577		
	Bonitet	Ja	0,9429		
	N	Nei	0,3551		
	S	Nei	0,5223		
	Margalef	Ja	0,3471		
8	Vol/ha	Ja	0,583	18,58726	0,6797
	H _L	Ja	0,0138		
	D _g	Ja	0,3376		
	N	Nei	0,3338		
	S	Nei	0,4880		
	Margalef	Ja	0,3129		
9	H _L	Ja	<0,0001	18,31801	0,6754
	D _g	Ja	0,4092		
	N	Nei	0,4012		
	S	Nei	0,2826		
	Margalef	Ja	0,1281		
10	H _L	Ja	<0,0001	18,20982	0,6659
	N	Nei	0,7538		
	S	Nei	0,4818		
	Margalef	Ja	0,1777		
11	H _L	Ja	<0,0001	17,89207	0,6645
	S	Nei	0,4637		
	Margalef	Ja	0,0633		
12	H _L	Ja	<0,0001	17,74336	0,6574
	Margalef	Ja	0,0694		
13	H _L	Ja	<0,0001	18,54158	0,6120

Også her skal vi primært holde oss innenfor et signifikantsnivå på 5 % ($\alpha = < 0,05$). Da finner vi bare modell 13 som gyldig. Godtar vi et signifikantsnivå på 10 % ($\alpha = < 0,10$) kan

vi også bruke modell 12 som er bygd opp med to variable; grunnflateveid middelhøyde og margalef.

Modellene er som følger:

Modell 12: Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmål =

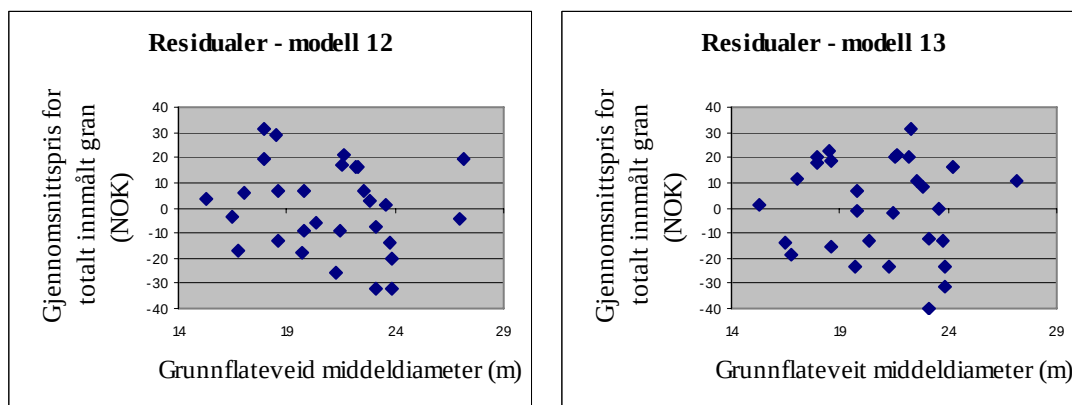
$$137,00264 + H_L * 6,77401 + \text{Margalef} * 8,95259$$

Modell 13: Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmål =

$$178,72371 + H_L * 7,47627$$

Der: Gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmål = kr/m³, H_L = m, Margalef = m².

Sammenligner vi residualplottet for modell 12 og 13, (figur 6) ser vi en større spredning i modell 13. Dette skyldes at modell 13 har både lavere R^2 og RMSE som sier noe om modellenes forklaringssevne på den estimerte verdi og spredningen rundt modellen.



Figur 8: Residualplott for modell 12 og modell 13 for estimering av gjennomsnittspris an totalt innmål gran. Avvik fra estimert verdi til observert verdi (NOK).

3.4 Testing av modellene

Modellene er utarbeidet på et datasett med referanseverdier, det vil si nøyaktige verdier på ulike variable i skog på bestandsnivå. Hvis modellene i etterkant skal kunne brukes i felt, er det viktig at modellene er nøyaktige på skogbruksplandata og at de ikke viser tegn til systematiske feil. De feilene som her oppstår henger sammen med feilene vi så i tabell 11. Tar

vi her i bruk en variabel fra skogbruksplandatasettet som inneholder store systematiske feil, kan modellene med variabler fra skogbruksplandata bli belastet med systematiske feil.

3.4.1 Testing av modeller for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris på sagtømmeret

Modellene som er bygd på grunnlag av referansedata inneholder ingen systematiske feil, dette kommer frem av tabell 16, modell 5 og modell 6 med referansedata, men det vises at modellen inneholder tilfeldige feil (standardavviket til differansen). Ser vi på modell 5 og modell 6 med data lik skogbruksplandata (tabell 16: data = plan) ser vi at feilene, både systematiske og tilfeldige øker. Dette kan vi gjenspeile ifra nøyaktigheten på skogbruksplandata (tabell 11). I tabell 16 kan en se at estimert verdi på modell 6 på variabler ifra skogbruksplandata viser en systematisk feil på 4,1 NOK overestimering i gjennomsnittspris med et signifikantsnivå på 10 % ($\alpha = 0,1$).

Tabell 16: Testing av modellen på estimering av gjennomsnittlig sagtømmerpris med modeller fra referansedata (Ref) og skogbruksplandata (Plan). Ser på systematiske (differanse) og tilfeldige feil (standardavviket til differansen).

Modell	Data	N	Observert	Estimert	Differanse			Standardavviket til differansen	
					Absolutt	%	α	Absolutt	%
Modell 5 $D_g + H_L$	Ref	30	429,6	429,6	0,0	0,0	1,0	11,2	2,6
Modell 5 $D_g + H_L$	Plan	30	429,6	433,2	3,6	0,8	0,1870	14,7	3,4
Modell 6 H_L	Ref	30	429,6	429,6	0,0	0,0	1,0	11,8	2,7
Modell 6 H_L	Plan	30	429,6	433,7	4,1	0,9	0,1052	13,3	3,1

3.4.2 Testing av modeller for estimering av gjennomsnittspris på totalt innmålt gran.

Tabell 17 viser testing av modellen for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran med både referansedata og skogbruksplandata som inndata i modellen. I likhet med modeller for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmeret, har vi heller ikke i systematiske feil i modellen for estimering av gjennomsnittspris for totalt innmålt gran. Men vi ser av tabell 17 at vi har høyere tilfeldig feil i estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt i forhold til estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer (tabell 16). Dette henger sammen med at vi har større variasjon mellom de ulike bestandene. Bruker vi et signifikantsnivå på 10 % ($\alpha = 0,1$) finner vi systematiske feil på både modell 12 og modell 13. Dette henger også, i likhet med modell for estimering av sagtømmeret sammen med nøyaktigheten til skogbruksplandata. Margalef ifra skogbruksplandata er litt spesiell siden regnes ut med antall diameterklasser representert (S) fra referansedatasettet og grunnflaten ifra skogbruksplandata. Dette gjør at modell 12 plan er litt nøyaktigere enn den i realiteten burde være siden den har innslag av referansedata i en av verdiene.

Tabell 17: Testing av modellen på estimering av gjennomsnittlig pris for totalt innmålt tømmer med modeller fra referansedata (Ref) og skogbruksplandata (Plan). Ser på systematiske (differanse) og tilfeldige feil (standardavviket til differansen).

Modell	Data	N	Observert	Estimert	Differanse			Standardavviket til differansen	
					Absolutt	%	α	Absolutt	%
Modell 12 H _L + Margalef	Ref	30	333,1	333,1	0,0	0,0	1,00	17,1	5,1
Modell 12 H _L + Margalef	Plan	30	333,1	344,3	11,2	3,4	0,0291	26,8	8,0
Modell 13 H _L	Ref	30	333,1	333,1	0,0	0,0	1,00	18,2	5,5
Modell 13 H _L	Plan	30	333,1	342,4	9,3	2,8	0,0804	28,1	8,4

4 Diskusjon

Det er mange faktorer som påvirker hvordan skogen vokser og hvordan skogen ser ut. Noen faktorer har vi oversikt over mens andre må vi gjette oss til. Råte er en av de faktorene som vi på forhånd ikke har informasjon om. Når vi da skal si noe om den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for både sagtømmer og totalt innmålt gran, vil det være mye usikkerhet knyttet til denne. Vi kan ikke komme med et fasitsvar men det er mulig å komme frem til en rangering av de faktorer som har størst betydning for den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen på både totalt innmålt gran og sagtømmeret. Det er all grunn til å være skeptisk til svaret som kommer frem blant annet med tanke på at dette er en undersøkelse med bare 30 observasjoner gjort i Eidsvoll kommune. Det er også viktig å ha i tankene at alle modellene i denne oppgaven er basert på dagens tømmerpriser og de prislister som de aktuelle bestand ble avvirket etter. Dette betyr at når nye prislister kommer som et resultat av fremtidige prisforhandlinger som kanskje er med tanke på nye trelastmarkeder, er det ikke sikkert at de resultater som denne oppgaven viser til er gyldige. Graden av gyldighet vil avhenge av hvordan prislister blir bygd opp og hvilke system som brukes for prissetting av tømmeret. Det kan være stor forskjell på et prissystem med alt sagtømmeret i et sortiment og et annet system der en deler inn sagtømmeret i småtømmer, prima, sekunda og kanskje spesial, og at dette blir sortert i skogen og levert hver for seg.

4.1 Skogbruksplandata

De data som er tilgjengelige i de skogbruksplaner som her er brukt er belastet med både systematiske og tilfeldige feil (tabell 11). Feilene som er presentert i denne oppgaven ligger på et relativt høyt nivå sammenlignet med andre arbeider som tar for seg kontroll av skogbruksplandata (Eid, T. 2001). Har bekräftes det at slike feil (tabell 11) ikke er unormale og at det tidligere er funnet slike feil. Under taksten ble det først utført en fototakst, og ved hjelp av fotogrammetri blir det gjort bestandsinndeling og registrert de verdier som er vist til i kapittel 2. Etter dette ble det utført en markkontroll ute i felt hvor resultatene fra fotogrammetrien kontrolleres og korrigeres ved behov. En markkontroll er en meget ressurskrevende for planinstitusjonene, men er helt nødvendig for å få en akseptabel nøyaktighet på ferdige skogbruksplaner. Den enkelte planleggers skjønn virker da inn på de

registrerte variablene i skogbruksplanen og vi ser trender i avvikene. I figur 6, ser vi de ulike variablene som er registrert i skogbruksplanen opp mot referansedata. Bestand med meget lav bonitet blir overvurdert mens bestand med meget høy bonitet blir undervurdert. Dette kan komme av at ”ekstremene” ser litt voldsomme ut og at de blir trukket inn mot ett gjennomsnitt, noe som gjør de tilfeldige feilene store mens gjennomsnittsverdien blir bra. Det er her meget viktig og tenke på om det faktisk er viktig å ha en ”helt korrekt” skogbruksplan, eller om dette er ”for dyrt”, i forhold til hva som blir etterspurt. Dagens skogeiere har mindre kontakt med skogen sin nå enn tidligere fordi den betyr mindre økonomisk for den enkelte skogeier, og en oversikt over volum og hogstklasse på bestandsnivå er ofte det som blir brukt. Jeg mener det her er viktig med god informasjon til de som er kjøpere av skogbruksplaner. Det å kunne velge ut de bestand med lavest viseprosent blant de hogstmodne bestand vil blant enkelte skogeiere være svært lønnsomt (Eid, T. 2002), noe som kan forsvare kostnadene ved økt planleggingsintensitet.

4.2 Referansedata

Referansedatasettet er satt sammen av mange forskjellige datakilder: systematisk prøveflatetakst, areal i fra skogbruksplanen, volum og antall i fra stammefilene som fungerer som en totalklaving.

Fra den systematiske prøveflatetaksten ble det hentet overhøyde og brysthøydealder, og på grunnlag av dette regnet ut referansedata for bonitet og totalalder. Med 18,5 prøveflater per bestand hvorav 9 prøveflater for bonitering og 9 prøveflater med aldersbestemmelse kan vi her vise til nøyaktigheten på den systematiske prøveflatetaksten lik de som er publisert i andre publikasjoner. Viser til arbeid om opplegg for kontroll av skogbruksplandata (Eid *et al.* 1993), hvor nøyaktigheten på systematisk prøveflatetakst er undersøkt. I denne publikasjonen ligger det litt flere prøveflater til grunn i hvert bestand, enn det som er brukt i denne oppgaven. Dette gjør at middelfeilen i denne oppgaven vil være litt større en den som er publisert av Eid *et al.* 1993.

Når det gjelder stammefilene ble disse brukt som grunnlag for de andre variablene i referansedata. Metoden som er brukt til volumberegning på bakgrunn av stammefilene gjør at volumet i fra stammefilene på de trærne over 40 cm diameter i brysthøyde (dbh) kan være noe

lavere enn det som er realiteten, men det har liten innvirkning siden det er få trær over 40 cm dbh, og det er lite sannsynlig at trærne som er større enn 40 cm dbh er veldig mye høyere enn de trærne som er 40 cm i dbh. I stammefilene kan vi regne ut barken med gjeldene barkfunksjoner, men i denne oppgaven er barken for stammefilene regnet ut etter vedmasseprosent for ulike boniteter (Eid *et al.* 2003), tabell 6. Vi brukte samme metode som er brukt i Sprell (Database for skogbruksplanlegging (Eid, T. 2002)), og for å få volumtall med samme sammenligningsgrunnlag med skogbruksplandata. Det er klart at de barkfunksjonene som er i bruk i dag helt sikkert ville gitt ett annet volumtall på bark, men det er ulike oppfatninger rundt hvilke barkfunksjoner som er riktig (Bjørnstad *et al.* 2005) Derfor valgte vi å bruke vedmasseprosent da vi hadde størst kontroll på de tall vi har regnet ut.

4.3 Modellen

Sammenhenger med ulike forklaringsvariable er første skritt i det å kunne si noe om den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for både sagtømmer og totalt innmålt gran. Det er her viktig å huske på at vi i noen grupper her har få observasjoner og verdien kan da være basert på tilfeldighet. Blant annet ser vi en liten nedgang i den gjennomsnittelige sagtømmerprisen med 2 NOK på høyeste gruppe av grunnflateveid middelhøyde (tabell 12), men i denne gruppen er det bare 8 observasjoner. En kan også lure på hvorfor økende antall diameterklasser representert (S) i bestandet (tabell 12) gir økt gjennomsnittlig kubikkmeterpris både innmålt sagtømmer og totalt innmålt gran, men ser en på diameterspredningen i de bestand som foreligger i denne oppgaven kommer det frem at de bestand med mange store trær også har innslag av de små trærne, mens bestand med små trær ikke nødvendigvis har store trær representert. Dette må sees i sammenheng med hvordan bestandet er skjøttet, for hvis det er tynnet og ryddet og de trærne med minst diameter er tatt ut vil denne variabelen være villedende. Da er det bedre å bruke margalef som deler antall diameterklasser representert med grunnflaten. Antall diameterklasser er da en variabel som er mulig å ta på et skjønn når en er på befaring i skogen og skal si en pris før hogst. Ser vi på endring i den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for både sagtømmer og totalt innmålt gran i endring på forskjellige bonitetsklasser ser vi høyest pris på bonitetsklasser H₄₀ 14 – 17 m. Dette kan ha sammenheng med at skogen som vokser på slike boniteter inneholder mindre feil enn skog på henholdsvis lav og høy bonitet. Dette blir bekreftet av massevirkeandelen, og vi vet da ut fra denne at bestand på lav og høy bonitet inneholder mer

feil som råte, krok, gankvist, føyre og lignende en bestand på middels bonitet. Dette er faktorer som i denne oppgaven ikke er tilgjengelig, men som helt klart har en effekt på den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for både sagtømmer og totalt innmålt gran. Bestandets historikk kan også ha betydning for hvor høy massevirkeandelen er. Om det er tynnet kan en ha mistanke om råte, noe som øker massevirkeandelen og senker den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen både for sagtømmer og totalt innmålt gran. Andelen massevirke virker direkte inn på den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for totalt innmålt, men den virker også indirekte inn på den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for sagtømmeret. Dette skyldes at sagtømmeret blir kappet på en annen måte når bestandet inneholder mye feil.

Sammenlignet med regresjonsmodeller for andre størrelser skiller ikke R^2 seg ut i modellene presentert i denne oppgaven. Ved naturlig avgang refereres det til modeller med R^2 på 0,162 (Eid *et al.* 2003), mens sammenhengen for diameter og høyde med hensyn på volum for enkelt trær er meget sterk. Her inneholder modellene en verdi for R^2 på 0,971 (Vestjordet, E. 1967).

I modell 6 for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmeret har vi fått en R^2 på 0,42 og en tilfeldig feil (RMSE) på 11,9 NOK. Vi kan også se av tabell 16, modell 6 på referansedata, en tilfeldig feil på 2,6 %. Det kan virke enkelt siden vi her bare ser på sagtømmeret og har utelatt alle feil som råte, krok, gankvist, toppbrekk, føyrer og lignende. Men om et bestand inneholder mye feil, som betyr at vi får stor andel massevirke, så blir tømmeret kappet på en annen måte enn om det ikke er feil. Vi får da et stokkutfall med kortere sagtømmerstokker som gir en lavere kubikkmeterpris (Figur 4). Slike momenter kan en til en vis grad se ut fra stammefilene siden disse inneholder informasjon om tvangskapp. Det vil si når skogsmaskinføreren avbryter den automatiske apteringen av et tre på grunn av feil på tømmeret. Problemer som kan være knyttet opp mot tvangskapp er vurderingen av hogstmaskinføreren, og om han har lett for å lage litt kortere stokker fordi forskjellige hogstmaskinføreren vurderer feil på forskjellige måter. Skal vi ta i bruk denne informasjonen som en "fasit" på andelen feil på bestandsnivå mener jeg det først må en kartlegge de enkelte føreres vurdering av feil og kapping av tømmer.

I utarbeidelse av modellene er det brukt lineær regresjon, noe som ga best R^2 og ga oss en enkel modell som er lett å forstå uten å ha inngående kunnskap om statistikk. Vi prøvde også andre regresjonsmodeller som ikke-lineær, (quadratic), og modeller med annengradsledd,

(qubisk), men med bakgrunn i de overnevnte feilkilder og at slike modeller bruker flere forklaringsvariable for estimering, førte til at modellene ga en mye lavere R^2 .

Mes modeller for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterprisen for totalt innmålt gran prøver vi altså å estimere alt som er innmålt for gran. Om vi ser på andelen massevirke (%-vis) finner vi at denne er en av de beste variablene for å beskrive gjennomsnittlig kubikkmeterpris for innmålt gran, men dette er en meget vanskelig variabel å måle på forhånd. For estimering av gjennomsnittsprisen for totalt innmålt sagtømmer finner vi to modeller som er innenfor et 10 % signifikantsnivå. Modell 12 for estimering av gjennomsnittspris for totalt innmålt gran inneholder to variable og som gir en R^2 på 0,6574 og en RMSE på 17,7 NOK. Dette betyr at gjennomsnittsprisen på totalt innmålt gran kan estimeres, men at vi får en spredning rundt regresjonslinja på 17,7 NOK når vi bruker det samme datasettet som modellen er basert på. Videre ser vi av tabell 17, modell 12, at vi har en tilfeldig feil på 8 % (26,8 NOK) med skogbruksplandata som inndata i modellen. Spredningen mellom de ulike bestand er her større enn for sagtømmerprisen.

Ut fra begge modellene, det vil si både for modell for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterprisen for totalt innmålt og gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmeret er grunnflateveid middelhøyde en meget viktig faktor. Ser vi på figur 5 gir økende lengde på tømmeret en økning i gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmer, noe som blir en naturlig forklaring for hvorfor grunnflateveid middelhøyde er viktig. Sagbruket ønsker da lange stokker med grov toppdiameter, opp mot 27 cm toppdiameter. Over dette er kubikkmeterprisen flat. Dette er forklaringen på hvorfor høy (lang) skog er den mest gjeldene forklaringsvariabel. Vi ser også at margalef sammen med grunnflateveid middelhøyde er en viktig faktor i estimering av gjennomsnittspris for totalt innmålt gran når vi ser på modellen med et 10 % signifikantsnivå.

Når det gjelder margalef som er presentert som en forklaringsvariabel i modell 12 for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran, blir det forklart at økende margalef gir økende pris. Dette kan virke innlysende, men vi ser av tabell 13 at endring av grunnflaten har liten påvirkning på tømmerprisen som betyr at antall diameterklasser representert (S) har størst påvirkning på margalef. I de bestand som her ligger til grunn ser vi at et bestand som har store trær representert alltid har små trær representert. Dette betyr at bestand med store trær, som logisk sett gir høyere pris, har flere diameterklasser

representert enn et bestand som har lav S hvor disse trærne er av små diametere og følgelig gir lavere pris. Denne påstanden er litt dristig å stå bastant ved, da bestand som er skjøttet og tynnet med høy intensitet kan inneholde lav S men bestå av store trær, men dette er forøvrig ikke normen i norsk skogbruk.

Det vi kan se ut fra dataene (tabell 12) er at gjennomsnittsprisen ved variasjon mellom de ulike bestand er relativ liten og at mengden massevirke har stor betydning for gjennomsnittsprisen for totalt innmål. Her mangler vi da informasjon på forhånd til å kunne bygge opp en modell som tar hensyn til alle faktorer som drar opp massevirkeandelen.

Det er viktig å prøve, så langt det lar seg gjøre, å bruke variabler som er tilgjengelige eller billige å få tak i om en skal kunne si noe om den gjennomsnittlige kubikkmeterprisen. Blir det komplekse variabler som forklarer verdien vil modellen ikke bli tatt i bruk.

4.4 Testing av modellene på plandata

Alle modellene som er utviklet, er testet opp imot skogbruksplandata (tabell 16 og tabell 17) og vi kan se at modellen med skogbruksplandata inneholder både systematiske og tilfeldige feil. Dette kommer av at skogbruksplandata inneholder feil som blir forsterket når vi skal bruke dem til estimering. I modell 12 for estimering av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmål gran finner vi variabelen margalef. Vi vet av forklaringen på margalef (se metodekapittelet nr 2.1.3) at vi trenger å vite antall diameterklasser representert i bestandet (S). Denne informasjonen har vi ikke tilgjengelig i dagens skogbruksplandata, og kan følgelig ikke bruke margalef om en bare benytter de data som ligger i dagens skogbruksplaner. Ser vi praktisk på problemet er S en variabel som en kan ta på ett skjønn om en har litt erfaring. Modellen vil bli dårligere enn det som er presentert i tabell 17, men den kan brukes på skogbruksplannivå selv om en har en margalef med en S som er tatt på ett skjønn basert på en befarung i det aktuelle bestand. Alternativet ville være å ta en totalklaving eller klave opp alle trærne i en stripe med en bredde på x - antall meter i bestandet. Dette gir oss informasjon om diameterspredningen i bestandet, men det er en dyr metode og vi må forutsette at gevinsten av å vite den gjennomsnittlige kubikkmeterprisen på totalt innmål gran er større enn kostnaden ved å samle inn informasjon om diameterspredningen. Dette kan imidlertid være tilfeller ved

for eksempel verditaksering av eiendommer eller salg av tømmer på rot, hvor estimering av den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen av totalt innmålt gran er av stor betydning.

I tabell 16 ser vi oversikt over systematiske og tilfeldige feil for både referansedata og skogbruksplandata ved bruk av utarbeidet modeller for estimering av gjennomsnittelig kubikkmeterpris for sagtømmer. Med referansedata som inndata finner vi ingen systematiske feil, og dette viser at modellene er gyldig. Tester vi modellene med skogbruksplandata som inndata ser vi at de tilfeldige feilene øker (tabell 16). Vi ser også en forskjell i systematiske feil, men denne er ikke signifikant og er dermed ikke en gyldig uttalelse. Økningen i tilfeldige feil kan forklares ut fra tilfeldige feil i skogbruksplanen (tabell 11) da vi her ser at middeldiameter har tilfeldige feil på 14 % og middelhøyde har tilfeldige feil på 13,6 %.

For estimering av gjennomsnittelig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran finner vi både systematiske og tilfeldige feil på begge modellene (tabell 17). Dette kan forklares ut fra variablene som er brukt; margalef og middelhøyde. Ut fra nøyaktigheten på skogbruksplandata (tabell 11) finner vi systematiske feil for margalef og middelhøyden på henholdsvis 4,9 og 6 %, mens av tilfeldige feil ser vi margalef lik 9,4 % og middelhøyde på 13,6 %. Dette er forklaringen på hvorfor de systematiske og tilfeldige feilene øker i modellene når vi bruker skogbruksplandata som inndata i modellene.

Når usikkerheten og tap av nøyaktighet ved bruk av skogbruksplandata for estimering er forklart, synes jeg ikke økningen i systematiske og tilfeldige feil var så stor at modellen ikke kan brukes.

For å vise hvilke utslag den estimerte verdien kan gi om vi bruker den for utregning av gjennomsnittelig kubikkmeterpris for sagtømmer.

En skogeier ønsker å vite kubikkmeterprisen på 1000 m³ sagtømmer i et bestand med grunnlag i dagens tømmerpriser

- Ut fra basisstokken (lengde 49 dm toppdiameter 20 cm) finner vi en kubikkmeterpris på 450 NOK. Verdien av 1000 m³ blir da 450 000 NOK.
- Estimerer vi prisen med modell 6 finner vi en gjennomsnittelig kubikkmeterpris på 433 700 NOK, men med de tilfeldige feilene kan verdien variere fra 420 400 NOK til 447 000, altså ett spenn på 26 000 NOK.

- Observerte verdi på gjennomsnittlig kubikkmeterpris er 429,6 NOK som gir en verdi på 429 600 NOK.

Her ser vi at både estimert og observerte verdi er en lavere verdi enn kubikkmeterprisen for basisstokken. Bruker vi kubikkmeterprisen på basisstokken kan vi overvurdere verdien med ca 20 000 NOK mens bruker vi modell 6 for estimering kan vi i gjennomsnitt overvurdere verdien med ca 4000 NOK, men her kan vi ta feil på grunn av tilfeldige feil (undervurdere med ca -9000 NOK til ca 17 000 NOK i overvurdering). Det er klart at 17 000 NOK overestimering av sagtømmeret er mye penger men ser en i forhold til total verdi på 1000 m³ sagtømmer utgjør det bare 3,9 %. På store kvantum vil det utgjøre store verdier, men på små kvantum vil det bli relativt nøyaktig. Viktig å legge til at dette eksempelet er med dagens tømmerpriser og de bestand som her ligger til grunn.

Et annet moment som er meget viktig å ta med er at modellen bare er gyldig innenfor dataområdet som er beskrevet i denne oppgaven. Bruk av modellen utenfor dataområdet kan føre til store feil.

4.5 Forslag til videre forskning

Diskusjonen avdekker mange usikkerhetsfaktorer som er med på å gjøre modellene og estimeringen av gjennomsnittlig kubikkmeterpris for sagtømmeret og gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran usikker.

Momenter og feilkilder som:

- Skogskader:
Råte, krok, gankvist, toppbrekk, føyre, og andre kilder til skader og feil på skogen.
- Terrengforhold:
Bratthet og andre forhold som påvirker avvirkningsmetode
- Hogstmaskinførerens bedømmingsevne
Kapping i forhold til skader og feil på tømmeret

Alt dette er med på å påvirke hvordan tømmeret blir kappet og har derfor innvirkning på den gjennomsnittlige kubikkmeterprisen på både sagtømmeret og totalt innmålt gran.

Skogskader er vanskelige å estimere på forhånd og det kreve omfattende undersøkelser for å finne ut metoder for å forutsi skadene.

Terrenget påvirker avvirkningsmetoden og at tømmeret kan bli kappet på en annen måte om det er ekstremt bratt. Dette kan forklares med tidsfaktoren, det vil i enkelte tilfeller være ekstra tidkrevende å utføre en optimal aptering på grunn av ekstra håndtering av stammene.

Det er også viktig å tenke på hogstmaskinførerens bedømmingsevne med hensyn på kapping av tømmer når de inneholder skader. Det er helt klart individuelle forskjeller mellom hogstmaskinførere og det kan være store forskjeller mellom to skogsentreprenører.

Alle disse variablene er vanskelige å kvantifisere og det kreves ett større prosjekt med større budsjett om alle variablene skal beskrives, enn det som ligger til grunn i denne oppgaven.

Næringskjeden som omhandler skogsektoren i Norge drives av en betalingskilde: skogen som råstoff. Nyten av å kunne beskrive denne verdien er viktig for bedre planlegging og forvaltning av hele næringskjeden. Hvordan vi skal bygge opp prislister som tar i bruk det potensialet i skogen på en bedre måte er kanskje spørsmål som det i fremtiden blir lagt mer vekt på. Da er det viktig å ha kartlagt på forhånd hvilke variabler som påvirker prisen.

5 Konklusjon

For å estimere gjennomsnittelig kubikkmeterpris for sagtømmeret og gjennomsnittlig kubikkmeterpris for totalt innmålt gran kan vi ikke komme med noe fasitsvar, men vi har i denne oppgaven kommet frem til hvilke variabler som har størst innvirkning på de verdiene.

Nøyaktigheten på skogbruksplanen viser både systematiske og tilfeldige feil, men dette er ikke unormalt og samsvarer med lignende konklusjoner på nøyaktighet av skogbruksplandata (Eid, T. 1992).

Vi kan konkludere med at grunnflateveid middelhøyde som er tilgjengelige ut fra skogbruksplanen, har størst betydning for de estimerte verdier. Videre ser vi at med økende grunnflateveid middeldiameter i bestandet får vi en økende gjennomsnittelig kubikkmeterpris både på sagtømmer og totalt innmålt gran, men denne er litt mer usikker.

Ser vi på boniteten kan vi også med dette datagrunnlaget konkludere med høyest verdi på middels bonitetsklasser H_{40} 14 – 17 m

Om skogeier ønsker å vite den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen på det som blir totalt innmålt av gran, kan modellen brukes for å få et relativt nøyaktig anslag. Dette er mer nøyaktig enn å oppgi gjeldene kubikkmeterprisen på basisstokken.

Skal en eiendom verdsettes, og det dreier seg om store verdier, er det viktig med ett riktig anslag på verdien. De modellene som er utarbeidet i denne oppgaven vil gi både systematiske og tilfeldige feil noe som da vil gi en estimert verdi med store avvik om en multipliserer den gjennomsnittelige kubikkmeterprisen for totalt innmålt gran med volumtall ut fra takst for større arealer med stort volum. Jeg mener disse modellene som er utarbeidet i denne oppgaven ikke kan brukes som noen "fasit" i verdsettingsspørsmål, En bør undersøke hvilke feilkilder som har størst betydning for systematiske og tilfeldige feil og la dette ligge til grunn da en skal verdsette eiendommer. Det dreier seg her om store verdier og det er viktig å få disse riktigst mulig.

6 Litteratur

Arlinger, J. 2005. What is StanForD? Det Svenska skogsbrukets forskningsinstitut, Skogforsk. Webside. Last ned informasjon på www.skogforsk.se [8.mai 2006] eller last ned StanForD dokument her:

http://www.skogforsk.se/templates/SF_DocumentDownload____4923.aspx [8.mai 2006]

Bergum, J. 2006. I drift for Mjøsen Skog BA, Helse – Miljø – Sikkerhet – Kvalitet. Argus AS. Intern kvalitetshåndbok for Mjøsen Skog BA.

Bjørnstad, J. og Enger, T. 2005. Sluttrapport fra utviklingsprosjektet "Rasjonelle barkfunksjoner for skogbruket og trelastindustrien" Norsk Virkesmåling Webside, rapport kan lastes ned fra:

http://www.m3n.no/rap_prosj/Sluttrapport%20Bark%20m%20bilag.pdf [Dato: 4.mai 06]

Dahlberg, Claes. 2006. Rottne Industrier AB. Webside, last ned informasjon på <http://www.rottne.com> [10. mai 2006]

Eid, T., Fitje, A. og Hoen, H.F. 2003. Økonomi og planlegging. Gan forlag. ISBN 82-492-0200-7

Eid, T og Øyen, B.H. 2003. Models for Prediction of Mortality in Even-aged Forest. Taylor & Francis. ISSN 0282-7581

Eid, T. 2003. Registrering i Aas skog 1960-2000. Norsk institutt for skogforskning. (Skogforsk) ISBN 82-8083-025-1

Eid, Tron 2002. Skogbruksplanlegging – målsetting, registrering, analyse, syntese og beslutning. Tidligere Norges Landbrukshøgskole. Forelesningsnotet Røp 201.

Eid, T. 2001. Models for Prediction of Basal Area Diameter..., Taylor & Francis. ISSN 0282-7581

- Eid, T., Fitje, A. og Nersten S. 1993. Opplegg for kontroll av skogbruksplandata. Norsk institutt for skogforskning, NISK. ISBN 82-7169-642-4
- Eid, Tron 1992. Bestandsvis kontroll av skogbruksplandata i hogstklasse III-V. Skogforsk Norsk institutt for skogforskning. ISBN 82-7169-564-9
- Edgren, W. & Nylinder, P. 1949. Funktioner och tabeller för bestämning av avsmalning och formkvot under bark för tall och gran i norra och södra Sverige. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut. 38:7
- Gobakken, T. 2000. The effect of two different price systems on the value and cross-cutting patterns of Norway spruce logs. Scand. J. For. Res. 15: 368-377.
- Håkan, G. 2006. SilviA. CC Systems. Webside. Produktbeskrivelse kan lastes ned som .pdf fil fra: <http://www.cc-systems.com/skog> [4.mai 06]
- Hals, A. 2004. Skogeieren 02-01-04, Nytt år – bedre tømmerpriser. Artikkel på webside: http://www.skog.no/MODULES/Nyheter/article.asp?Data_ID_Article=442&Data_ID_Channel=14&showold=true [4.mai 06]
- Internettsiderportaler som er brukt i forbindelse med uthenting av kart:
URL: <http://www.norgebilder.no> og <http://www.visveg.no> [11. mai 2006]
- Korsvold, G. 2003. Prosjektbeskrivelse for områdetakst i Eidsvoll kommune. Mjøsen Skog BA. Notat 12 sider.
- Korsvold, G. 2003. Områdetakst i Eidsvoll 2003 og 2004. Beskrivelse av takstopplegg. Mjøsen Skog BA. Notat 8 sider.
- Løvås, G. G. 1999. Statistikk – for universiteter og høyskoler. Universitetsforlaget. ISBN 82-00-12755-9
- Microsoft Corporation, 2006. Excel 2003 Product Information. Webside, laset ned informasjon på URL: <http://www.microsoft.com> [11. mai 2006]

Mononen, Jari. 2006. Ponsse Oyj. Webside, last ned informasjon på <http://www.ponsse.com> [10. mai 2006]

Mendenhall, W og Sincich, T 2003. A Second course in statistics regression analysis. Sixth edition. Pearson Education, Inc. ISBN 0-13-122810-2

Cockrell, D.D. 1995. SAS® User's Guide: Basics. SAS Institute Inc. Webside, last ned informasjon på URL: <http://www.sas.com> [11. mai 2006]

Statistisk sentralbyrå. 2006. Landbruksundersøkinga 2004. Skogbruk. Noregs offisielle statistikk D 341. Oslo/Kongsvinger. 25 s. Webside. Kan lastes ned skogstatistikk fra <http://www.ssb.no> [4.mai 2006]

Sexe, Vagleik. 2006. Skogen i Eidsvoll. Landbruksavdelingen i Eidsvoll kommune. Internt notat på bakgrunn i områdetakst i Eidsvoll kommune utført av Mjøsen Skog BA. 2 sider.

Sjølli S. 2005. Programmet PAN-Skog. PAN. Webside. Last ned informasjon på www.panskog.no [7.mai 2006]

Steinset, T.A. 1999 Norsk Skoghåndbok . Landbruksforlaget ISBN: 82-529-2318-6

Strand L. og Fitje A. 1991. Skogsampling (2. utgave) Landbruksbokhandelen. ISBN 82-557-0187-7

Vestjordet, E. 1967. Funksjoner og tabeller for kubering av stående gran (Functions and tables for volume of standing trees. Norway spruce). Meddr. norske SkogforsVes. 22:543-574.

Vedlegg 1

Tron Eid
 Institutt for naturforvaltning,UMB
 Boks 5003, 1432 Ås
 25.05.05

INSTRUKS FOR REGISTRERING AV BONITET OG ALDER I EIDSVOLL

1. Utlegging av prøveflatenett

I det enkelte bestand legges det ut et systematisk linjenett. Det brukes målebånd og kompass ved utlegging av prøveflater. Linjeretningen bestemmes i hvert enkelt tilfelle ut fra hva som er mest praktisk med hensyn på arrondering, osv.

Første takstlinje i bestandet skal ligge omtrent en halv takstlinjeavstand fra bestandsgrensens ytterpunkt. Første prøveflate i bestandet legges i halv prøveflateavstand fra bestandskant, målt langs første takstlinje. Avstanden fra siste prøveflate på første takstlinje til bestandskant skal være inkludert i total avstand når stedet for første prøveflate på andre takstlinja bestemmes.

Avstander mellom takstlinjer og prøveflater ved ulike bestandsareal er vist i Tabell 1. Bestandsarealet baseres på areal i egen bestandsliste.

Når en bestandsgrense, eller en grense mot inntegnet *impediment*, går over prøveflaten, skal flatesentret *flyttes* slik at hele prøveflaten blir liggende i det bestandet der flatesentrum opprinnelig lå. Flatesentret flyttes fortrinnsvis vinkelrett på bestandskanten. Flyttingen gjøres så kort som mulig, slik at flaten etter flyttingen går helt ut til bestandskanten. Flater skal ikke flyttes på grunn av impedimentflekker som *ikke* er tegnet inn på kartet.

Tabell 1. Avstander mellom takstlinjer og prøveflater ved ulike bestandsareal.

Bestandsareal (da)	Avstand (m) mellom		Ca. antall prøveflater
	Takstlinjer	Prøveflater	
4	15	15	15
6	20	20	15
8	25	20	16
10	25	25	16
12	30	25	16
14	30	25	18
16	30	25	21
18	30	30	20
20	35	30	19
25	40	30	20
30	40	35	21
35	40	40	22
40	45	40	22
45	50	40	22

50	50	45	22
60	55	50	22
70	60	55	21
80	60	60	22

2. Registrering av bonitet og alder

Bonitering

Det boniteres på hver andre flate i bestandet (flate nr. 1, nr. 3, osv). Dersom det ikke er egnede boniteringstrær, boniteres det på neste flate.

Det skal i utgangspunktet boniteres på hovedtreslaget. Finnes ikke egnet boniteringstre av dette treslaget på flata, brukes det treslaget som har nest størst andel i bestandet. Det boniteres ikke på lauvtrær.

Bonitetstreet tas ut som det grøvste treet (diameter) på en flate på 100 m² (radius 5.64 meter). Dersom dette treet av en eller annen grunn ikke er egnet som bonitetstre (toppbrekk, dårlig sunnhet, råte m.m.) tas det nest grøvste som bonitetstre.

På det valgte treet registreres treslag, høyde (dm) og husholdningsalder i brysthøyde.

På trær som har vokst opp fritt finnes husholdningsalderen direkte ved å telle antall årringer. På trær med tett kjerne, eller med relativt smale årringer på den innerste halvdelen av borprøven og bredere årringer utover, finnes husholdningsalderen som følger;

1. Telle antall år inn til det sted en regner med å få maksimal alderskorreksjon.
2. Måle avstand fra marg til dette stedet.
3. Finne antall år etter "fristilling" som tilsvarer samme samlede radietilvekst som før "fristilling".
4. Legger dette årantallet til alderstillingen under punkt 1.

Bonitet beregnes inne ved hjelp av funksjoner.

Aldersbestemmelse

Aldersbestemmelse skal gjøres på hver andre prøveflate (flate nr. 2, nr. 4, osv). Dersom det ikke finnes egnede alderstrær bestemmes alder på neste flate.

Aldersbestemmelse gjennomføres på det første treet som går med i relaskopet (faktor 6) innenfor en flate på 200 m². Dersom dette treet er lauv, tas aldersregistrering på relaskoptre nr. 2, osv.

På det valgte treet registreres treslag og husholdningsalder i brysthøyde.

På flatene måles husholdningsalder i brysthøyde på samme måte som ved boniteringa. *Total* husholdningsalder beregnes inne.

Prøveflateskjema

Sted:

Skogeier:

Dato:

Teig/bestandsnr:

Bestandsareal:

Hogstklasse:

Grunnflate:

Treslagsfordeling:

Alder:

Middel høyde:

Bonitet:

Flateavstand:

Linjeavstand:

Flate nr.	Bonitering			Aldersbestemmelse	
	Treslag	Alder	Overhøyde	Treslag	Alder
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					