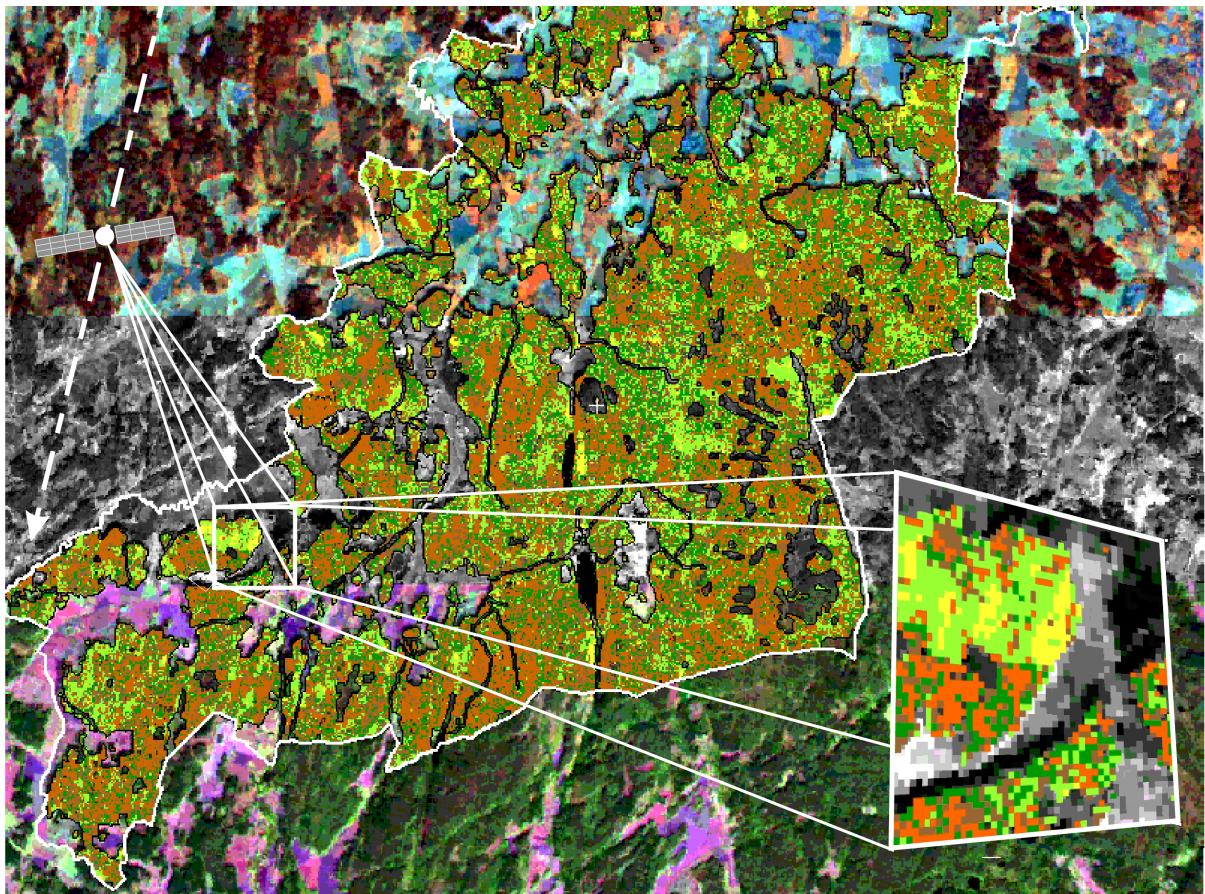


# Bruk av satellittdata i kombinasjon med feltdata i Landsskogtakseringen: utprøving av MSFI

Arnt Kristian Gjertsen  
Stein Tomter



<b>Tittel:</b>	Bruk av satellittdata i kombinasjon med feltdata i Landsskogtakseringen: utprøving av MSFI		<b>NIJOS nummer:</b> 19-98
<b>Forfatter:</b>	Arnt Kristian Gjertsen Stein Tomter		<b>ISBN nummer:</b> 82-7464-150-7
<b>Oppdragsgiver:</b>	NIJOS		<b>Dato:</b> 23.11.98
<b>Fagområde:</b>	Landsskogtakseringen		<b>Sidetail:</b> 80
<b>Utdrag:</b>			
<p>NIJOS har prøvd ut en metode for kartlegging av skogstatistikk som baserer seg på bruk av Landsskogtakseringens prøveflater, satellittbilder, og digitale kartdata. Metoden kalles Multi-Source Forest Inventory (MSFI) og er utviklet ved Den finske landsskogtakseringen. Formålet med metoden er å kunne gi skogstatistikk på mindre geografiske områder (e.g. kommune) enn det som er mulig med prøveflatedata alene. Satellittbilededata brukes til å gi nye arealvekter til et sett med prøveflater fra Landsskogtakseringen som ligger i et kalibreringsområde rundt kommunen. For hvert pixel innenfor ei skogmaske i kommunen, finnes de spektralt sett <math>k</math> nærmeste prøveflatene; disse får tildelt vekter etter hvor spektralt like de er pikelet. MSFI ble testet på Hobøl kommune og sammenlignet med en kontrolltakst basert på 1019 prøveflater. Tilfredsstillende resultater ble funnet for <i>bestandstreslag</i>, <i>bestandsoverhøyde</i>, <i>treantall bartrær</i>, <i>totalt treantall</i>, og <i>middelhøyde bar- og lauvtrær</i>. Som ventet ga ikke MSFI godt resultat for variabler som beskriver marksjiktet. Kart fra MSFI over hogstklasser og alder ble sammenlignet med bestandskartene; visuell analyse viste at MSFI-kartene gir en god framstilling av de grove trekkene i skognaturen. Kartene kan vise seg å være nyttig for arealplanlegging, arealovervåking, og arealanalyser i samband med ressursforvaltning og næringsvirksomhet.</p>			
<b>Abstract:</b>			
<p>The Norwegian Institute of Land Inventory has tested a method for mapping forest statistics based on remotely sensed imagery, field data from the NFI sample plots, and digital maps. The method is called Multi-Source Forest Inventory and was developed at the Finnish Forest Research Institute. The aim is to provide forest statistics for smaller areas (e.g. municipality) than is possible with NFI plots alone. Image data is used to put new area weights on the NFI plots in a calibration region around the municipality. For each pixel inside a forest mask in the municipality, the <math>k</math> spectrally closest plots are found; the <math>k</math> plots are then given weights based on how spectrally close they are to the pixel. MSFI was tested on Hobøl municipality, and the results compared with a reference inventory based on 1019 sample plots. Satisfactory results were obtained for <i>height of overstory</i>, <i>tree species</i>, <i>number of needle trees</i>, <i>total number of trees</i>, <i>mean height all trees</i>. MSFI could as expected not give acceptable result for variables that describe the understory. Maps from MSFI, cutting class and age, gave a reasonable picture of the overall structure of the forest nature, and it is anticipated that these maps can be useful for area and resource management and monitoring.</p>			
<b>Andre NIJOS publikasjoner fra prosjektet:</b>			
<p>Strand, G.-H. (1996). Beskrivelse av den finske Riksskogtakseringens Multi Source Forest Inventory (MSFI). Ås, NIJOS.</p> <p>Strand, G.-H. (1996). Tilpassing av den finske Riksskogtakseringens Multi-Source Forest Inventory til norske forhold, NIJOS.</p>			
<b>Emneord:</b>	<b>Keywords:</b>	<b>Ansvarlig underskrift:</b>	<b>Pris kr.:</b>
Satellittbilde Landsskogtakseringen Fjernanalyse Skogstatistikk	Satellite image National Forest Inventory Remote sensing Forest statistics	<b>Arnt Kristian Gjertsen</b>	
<b>Utgiver:</b>	<p>Norsk institutt for jord- og skogkartlegging Postboks 115, 1430 Ås Tlf.: 64949700 Faks: 64949786 e-mail: nijos@nijos.no</p>		

# Innholdsfortegnelse

<b>INNHOLDSFORTEGNELSE .....</b>	<b>I</b>
<b>LISTE OVER TABELLER .....</b>	<b>II</b>
<b>LISTE OVER FIGURER.....</b>	<b>III</b>
<b>FORORD.....</b>	<b>IV</b>
<b>INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
BAKGRUNN.....	5
PROBLEMSTILLING .....	5
MÅLSETTING .....	6
<b>MATERIALE OG METODE.....</b>	<b>8</b>
MULTI-SOURCE FOREST INVENTORY .....	8
<i>Beskrivelse av metoden.....</i>	8
<i>Kryssvalidering .....</i>	10
STUDIEOMRÅDE .....	12
KART OG BILDEDATA .....	13
<i>Satellittbilder.....</i>	13
<i>Kartdata.....</i>	17
KONTROLLTAKSTDATA .....	17
KALIBRERINGSDATA .....	18
METODE FOR EVALUERING .....	19
<i>Konfidensintervaller og middelfeil .....</i>	19
<i>Kalibreringsdata .....</i>	20
<i>Evaluering av kartenes nøyaktighet.....</i>	20
<b>RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>22</b>
AREALSTATISTIKK .....	22
KART.....	40
<i>Kartstatistikk basert på soneinndeling.....</i>	40
<i>Kartstatistikk basert på bestandsfigurer .....</i>	42
<i>MSFI-kart .....</i>	42
<b>KONKLUSJON .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERANSER .....</b>	<b>53</b>
<b>APPENDIX.....</b>	<b>57</b>

## Liste over tabeller

Tabell 1. Vektmatrise for prøveflater i et kalibreringsområde.....	9
Tabell 2. Landsat-5 Thematic Mapper datasettene som ble anskaffet.....	15
Tabell 3. Karakteristikk av Thematic Mapper kanalene (Lillesand and Kiefer 1994).....	15
Tabell 4. Statistikk for Landsat-5 TM datasettene som ble brukt.....	15
Tabell 5. Korrelasjon mellom TM kanaler og noen skogvariabler fra kalibreringsdatasettet..	16
Tabell 6. Bufferstørrelse for ulike klasser vei.....	17
Tabell 7. Registrerte variabler i kontrolltaksten.....	17
Tabell 8. Fordeling av arealtyper i kalibreringsdatasettet.....	18
Tabell 9. Fordeling av kalibreringsflater på årstall.....	19
Tabell 10. Oppsummering av tabellene i Appendix.....	22
Tabell 11. Vurdering av MSFI estimatene for ulike variabler.....	25
Tabell 12. Arealfordeling (ha) i bestands- og MSFI-kartene fordelt over hogstklasser for fem takseringsområder (soner) og for hele kartet.....	40
Tabell 13. Arealfordeling (%) i bestands- og MSFI-kartene fordelt over hogstklasser for fem takseringsområder (soner) og for hele kartet.....	41
Tabell 14. Arealfordeling over aldersklasser for hele kartet.....	41
Tabell 15. Forvirringsmatrise for hogstklasser basert på bestandsfigurer fra bestandskart.....	42
Tabell 16. Statistikk for Tabell 15.....	43
Tabell 17. Nøyaktighet i antall år for bestandsalderkart. Statistikk basert på bestandsfigurer fra bestandskart....	43

## Liste over figurer

Figur 1. Lokaliseringen av testområdet og datasettene.....	13
Figur 2. Korrelasjon mellom TM kanalene og totalvolum/ha for juli og september opptakene.....	16
Figur 3. Arealfordeling (ha) over fire bonitetsklasser: .....	26
Figur 4. Arealfordeling (ha) over fem hogstklasser.....	26
Figur 5. Arealfordeling (ha) over aldersklasser.....	27
Figur 6. Arealfordeling (ha) over treslag.....	27
Figur 7. Arealfordeling (ha) over bestandsform.....	28
Figur 8. Arealfordeling (ha) over bestandsjevnhet.....	28
Figur 9. Arealfordeling over bestandsoverhøyde (m).....	29
Figur 10. Arealfordeling over bestandsskader.....	29
Figur 11. Arealfordeling over kronedekning i prosentklasser.....	30
Figur 12. Arealfordeling over treantall bar og hogstklasser.....	30
Figur 13. Arealfordeling over treantall lauv og hogstklasser.....	31
Figur 14. Arealfordeling over treantall/daa.....	31
Figur 15. Arealfordeling over overstandere/frøtrær.....	32
Figur 16. Arealfordeling over middelhøyde (dm) bartrær før regulering.....	32
Figur 17. Arealfordeling over middelhøyde (dm) lauvtrær før regulering.....	33
Figur 18. Arealfordeling over middelhøyde (dm) bartrær og lauvtrær.....	33
Figur 19. Arealfordeling over vegetasjonstype.....	34
Figur 20. Arealfordeling over blåbærdekningsprosent.....	34
Figur 21. Arealfordeling over.....	35
Figur 22. Volumfordeling over hogstklasser av totalvolum.....	35
Figur 23. Volumfordeling av gran over hogstklasser.....	36
Figur 24. Volumfordeling av furu over hogstklasser.....	36
Figur 25. Volumfordeling av lauv over hogstklasser.....	37
Figur 26. Volumfordeling av lauvtrær.....	37
Figur 27. Tilvekst over alle treslag (totalt).....	38
Figur 28. Tilvekst gran.....	38
Figur 29. Tilvekst furu.....	39
Figur 30. Tilvekst lauvtrær.....	39
Figur 31. Arealfordeling over hogstklasser.....	41
Figur 32. Arealfordeling over hogstklasser for fem soner.....	44
Figur 33. Arealfordeling (ha) over aldersklasser over hele kartet.....	45
Figur 34. Feil i estimert alder for bestand som funksjon av observert bestandsalder (i.e. bestandskartet).....	45
Figur 35. Hogstklassekart produsert med MSFI.....	46
Figur 36. Hogstklassekart fra bestandskartet fra Nedre Glommen Skogeierforening.....	47
Figur 37. Aldersklassekart produsert med MSFI.....	48
Figur 38. Aldersklassekart fra bestandskartet fra Nedre Glommen Skogeierforening.....	49
Figur 39. Treslagskart produsert med MSFI.....	50

## Forord

Dette prosjektet kom i gang som et forprosjekt i 1995, og ble støttet finansielt av Norsk Rom-senter. Det ble innledet et samarbeid mellom Prof. Erkki Tomppo ved Metsäntutkimuslaitos (METLA), den finske landsskogtakseringen, og Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS). En forsker fra NIJOS gjennomførte et studieopphold ved METLA sommeren 1996, og studerte Multi-Source Forest Inventory (MSFI) metoden og dens anvendelse i Finland. En intern NIJOS-rapport ble utarbeidet som beskriver metoden.

En større anlagt utprøving ble mulig etter at både Norges Forskningsråd, Landbruksbanken, og Utviklingsfondet for Skogbruket ga finansiell støtte til prosjektet. Hobøl kommune ble valgt som testområde, og NIJOS inngikk et samarbeid med Nedre Glommen Skogeierforening som hadde ansvaret for en områdetakst i kommunen. Foreningen gjorde tilleggsregistreringer som var nødvendig for å danne en fasit for dette prosjektet.

Da hele finansieringen endelig var i orden i desember 1997 kunne hoveddelen av prosjektet komme i gang. NIJOS ble ønsket velkommen til METLA for å gjøre alle beregninger med deres programvare. Dette fant sted i tidsrommet 9. mars til 18. juni. Vi var svært spente på hvordan MSFI resultatene ville stemme med fasit. Analysen av resultatene som viser dette er presentert i foreliggende rapport.

Vi takker alle som har bidratt til å gjøre dette prosjektet mulig.

# Innledning

## Bakgrunn

Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) har ansvaret for Landsskogtakseringen og er nå igang med det 7. omdreivet, som ble startet i 1994. Formålet med Landsskogtakseringen er å skaffe representativ informasjon om ressurs- og miljøtilstand i norsk skog, og å overvåke endringer over tid. I perioden 1986–1993 etablerte Landsskogtakseringen permanente prøveflater i et forband på 3×3 km, og 1/5 av flatene kartlegges hvert år. Med det nåværende systemet registreres hele Norge (unntatt Finnmark) i løpet av fem år. Landsskogtakseringen dekker ca. 15 mill. ha av landarealet (areal under barskoggrensen og unntatt Finnmark) og er en viktig informasjonskilde for skogressursene. Datamaterialet gir grunnlag for god statistikk over skogressursene på lands- og fylkesnivå og brukes bl.a. som grunnlag for næringsutvikling og forvaltning av skogressursene, i rapporter til internasjonale organer som OECD og FN og til forskning og undervisning.

NIJOS er et nasjonalt kompetansesenter for kartlegging av ressurs- og miljøinformasjon på områdene jord, skog, vegetasjon, og landskap. Det er derfor viktig at NIJOS hele tiden følger med i utviklingen av kartleggingsteknologien og tar i bruk ny kunnskap der dette er hensiktsmessig for å rasjonalisere dagens datafangstmetoder, forbedre dagens produkter, og utvikle nye produkter til brukerne.

## Problemstilling

Prøveflatenettet i Landsskogtakseringen er i de fleste tilfeller ikke tett nok til å gi tilfredsstillende statistikk over skogressurser for mindre områder enn fylker. For å få tilfredsstillende nøyaktighet på fylkesnivå må det i tillegg til de permanente prøveflatene legges ut temporære prøveflater. Slik Landsskogtakseringen fungerer i dag kan det hvert år gis statistikk for hele landet mens det for fylkene kan gis statistikk hvert 15. år: temporære flater legges ut for 1/3 av fylkene i hvert omdrev.

Skogstatistikk på kommune- og regionnivå er et nødvendig hjelpemiddel for kommunal ressurs-, miljø- og arealforvaltning, interkommunalt samarbeid, forvaltning på fylkesnivå og næringsutvikling. Den offentlige skogforvaltningen har ansvar for at skogen drives i henhold til lover og forskrifter, i tillegg til å administrere et omfattende virkemiddelapparat. For å planlegge og kontrollere denne virksomheten kreves et godt informasjonsgrunnlag. Dette er viktig for å kunne sette inn de rette tiltak der utfordringene er størst.

Dagens oversikter over skogforhold i kommunene består av områdetakster som danner grunnlag for skogbruksplaner for enkelteiendommer. Informasjon om skogressursene på regionalt nivå må enten utarbeides på grunnlag av områdetakster eller Landsskogtakseringens fylkestakster. I mange tilfeller vil dette være utilfredsstillende. For å benytte seg av Landsskogtakseringens prøveflater kreves det forholdsvis store arealer for å gi informasjon med tilfredsstillende nøyaktighet, mens områdetakster kan være vanskelige å sammenligne pga. forskjeller i metode og taksttidspunkt. Pålitelig arealinformasjon basert på Landsskogtakseringens prøveflater og satellittbilder vil innebære en mulighet til raskt å få oppdaterte data for hele kommuner eller utvalgte regioner. Informasjon om skogarealene kan ved en slik metode fremskaffes ved langt kortere tidsintervaller enn dagens systemer tillater. Dette vil være den mest kostnadseffektive måten å innhente opplysninger om skogtilstanden i kommuner og regioner.

En har forhåpninger om at informasjon ved hjelp av et system basert på Landsskogtakseringens prøveflater og satellittbilder kan utarbeides for kommuner, regioner innen fylker, interkommunale samarbeidsområder innen, eller på tvers av, fylkesgrenser og for områder som ikke kan avgrenses av eiendoms- eller forvaltningsgrenser. Den sistnevnte arealkategorien vil være interessant både i miljø- og næringsammenheng. I miljøsammenheng kan tradisjonelle forvaltningsgrenser være irrelevante for overvåking av utvalgte naturtyper, mens det i næringsammenheng kan være transportmuligheter og virkeskvalitet som danner grunnlag for arealavgrensningene.

I 1996 startet NIJOS et forprosjekt for å utrede en takseringsmetode basert på prøveflatadata og satellittbilder utviklet ved Metsäntutkimuslaitos (METLA), den finske landsskogtakseringen. Takseringsmetoden kalles Multi-Source Forest Inventory (MSFI) og bruker digitale kart- og satellittbilledata i tillegg til tradisjonelle feltobserverte prøveflatadata. MSFI har muliggjort estimater for mindre områder (lavere geografisk nivå) enn hva som er tilfellet med kun feltdata, og takseringen har blitt mer kostnadseffektiv (Tomppo 1995). MSFI har vært i operasjonell bruk i Finland siden 1990 (Tomppo 1996).

I prosjektbeskrivelsen for forprosjektet ble det utførlig beskrevet hvilke resultater og forbedringer MSFI kan føre til, og de viktigste mulige forbedringer ble oppgitt som følger (Sletnes 1995):

- 1) informasjonen fra Landsskogtakseringen blir mer presis;
- 2) Landsskogtakseringen vil gi informasjon med høyere geografisk detaljeringsgrad, f. eks. ved å presentere statistikk på kommunenivå og å skaffe informasjon om skogtyper som forekommer mindre hyppig i skoglandskapet;
- 3) hyppigere oppdatering av informasjon fra Landsskogtakseringen (reduert omdreivstid);
- 4) større mulighet for visuell framstilling av stedfestet informasjon, f.eks. ved å presentere skogens fragmentering på kartform.

De viktigste målsettingene i forprosjektet var å utrede det finske systemet og å finne en utprøvningsmetode med tanke på en større anlagt test av systemet i et oppfølgingsprosjekt.

Resultatet fra utredningen av det finske systemet har blitt presentert i et eget dokument (Strand 1996) som gir svar på flere sentrale spørsmål i forprosjektet. Lokalisering av prøveflatene ved bruk av GPS er utredet og testet. Det er fullt mulig å lokalisere flatene, selv i tett skog, med en nøyaktighet på 10 m eller bedre (Geir-Harald Strand, pers.comm.). Dette er helt nødvendig for å kunne samregistrere bilde- og kartdata med feltdata. Erfaringene fra studiebesøket hos METLA, utredningen av MSFI, og GPS testene ga NIJOS tilstrekkelig informasjon og kunnskap om kravene til en uttestingsmetode.

Etter forprosjektet gjensto å prøve ut MSFI på en norsk skogkommune i en del av landet der topografien er sammenlignbar med topografien i Finland. Før NIJOS kan ta i bruk metoden må den testes grundig og vitenskapelig for å utrede om de positive erfaringer som meldes fra Finland (Tomppo and Katila 1991) kan bekreftes i en utprøving under norske forhold.

## Målsetting

Formålet med prosjektet var å teste MSFI på en norsk skogkommune. Det sentrale spørsmålet var om MSFI basert på Landsskogtakseringens prøveflater, digitalt markslagskart (DMK), og Landsat Thematic Mapper (TM) satellittbilledata kan produsere skogstatistikk på et geografisk nivå tilsvarende en kommune med en tilfredsstillende nøyaktighet etter en på forhånd angitt toleranse. Prosjektets konkrete mål var å:



- 1) teste metoden i Hobøl kommune, Østfold ved å sammenlikne beregninger fra MSFI mot en fasit for kommunen;
- 2) undersøke hvilke variabler i Landsskogtakseringen som kan estimeres med tilfredsstillende nøyaktighet;
- 3) undersøke om metoden gir grunnlag for tilfredsstillende framstilling av oversiktlig skoglig informasjon på kartform.

# Materiale og metode

## Multi-Source Forest Inventory

### *Beskrivelse av metoden*

I 1989, i løpet av det 8. omdreivet (1986–94) av den finske landsskogtakseringen, startet METLA forsøk med å bruke digitale kart- og satellittbilledata i tillegg til feltdata for å lage skogstatistikk og skogkart på kommunenivå. I dette systemet med flere datakilder (*multi source*) brukes foruten prøveflatedata digitale terrengmodeller (DTM) samt digitale kart over dyrka mark, bebygd mark, jordsmonn, veier, kommune- og eiendomsgrenser. Kartene blir brukt til å skille ut skogsmark fra andre markslag i området som skal takseres, samt å skille mellom skog på mineraljord og torvmark. Satellittbildet som anvendes dekker hele arealet som skal takseres (takseringsområde) samt alle prøveflatene som benyttes (kalibreringsområde).

Et satellittbildeopptak fra samme vekstsesong som feltarbeidet foretrekkes, og opptak fra månedsskiftet juni/juli anses som optimalt for sørlige deler av Finland. Bildet presisjonskorrigeres geometrisk med bruk av DTM til samme koordinatsystem som de andre georefererte datasettene. Bruk av DTM muliggjør nøyaktig korrigerings av forvrengning i bildegeometrien forårsaket av variasjon i terrenghøyde. Ved korrigeringen må pixlene i det nye georefererte bildet resamples fra de originale billedataene. Siden et pixelsenter  $(x,y)$  i det georefererte bildet ikke nødvendigvis treffer et pixelsenter i originaldata må pixlene interpoleres fra nabo-pixlene rundt punktet  $(x,y)$ . Interpolasjonen ble utført med *nærmeste nabo*-metoden; denne interpolasjonsmetoden har blitt foretrukket for MSFI (Tomppo 1996). Metoden finner for hvert punkt  $(x,y)$  i det georefererte bildet det nærmeste pixelen i originalbildet og bruker dette pixelen som pixel i  $(x,y)$ . Metoden har den fordelen at den ikke introduserer nye pixelverdier som ikke fins i originaldata. Dette blir ofte sett på som en fordel når billedata skal brukes til klassifisering (Schowengerdt 1997).

Etter geometrisk korreksjon kan pixlene fra satellittbildet knyttes til hver prøveflate, som er nøyaktig lokalisert med GPS-mottakere. Det geografisk nærmeste pixelen til et prøveflatesentrum knyttes til flata, alternativt brukes de  $n \times n$  nærmeste pixlene. Hver flate får således en eller flere pixelverdier tilført i tillegg til de feltregistrerte variablene. Terrengmodellen brukes til å beregne terrengets helning og helningsretning, samt solas innfallsvinkel for hvert pixel i satellittbildet. Disse avledete verdiene samt terrenghøyden legges også til hver prøveflate, og hver prøveflate vil således ha et datasett bestående av alle biotiske variabler registrert i felt samt abiotiske variabler som terrenghøyde, -helning, -helningsretning, solvinkel, og refleksjonsverdier.

Variasjon i helning og helningsretning i terrenget fører til variasjon i den direkte solinnstrålingen (irradians). Siden måleinstrumentet i satellitten registrerer reflektert solstråling fra hvert pixel medfører terrengmodulert variasjon i irradians også variasjon i pixelverdiene. Denne variasjonen i pixelverdier som skyldes andre faktorer enn de biotiske er en ekstern faktor som ønskes fjernet. En vanlig metode som benyttes i MSFI er den velkjente cosinus-korreksjonen (Tomppo 1996). Siden irradiansen er proporsjonal med cosinus til innfallsvinkelen vil divisjon med den samme cosinusfaktoren korrigere for redusert innstråling (Jensen 1996). Denne korreksjonen utføres under klassifikasjonsprosessen i MSFI.

I en prøveflatetakst har alle prøveflatene den samme arealvekten, dvs. hver flate representerer det samme arealet. I MSFI brukes all tilleggsinformasjonen i form av kartdata og billedata til

å gi nye arealvekter til alle prøveflatene i kalibreringsdatasettet. Hovedideen med MSFI er å kunne utnytte prøveflater utenfor det området som skal takseres ved å bruke tilleggsinformasjon som er korrelert med de biotiske variablene som skal kartlegges. Ideen er basert på tre forutsetninger: (1) det antas at refleksjonsverdiene i satellittbildet er uavhengig av lokalisering i bildet og kun avhengig av skogsvariabler som f.eks. treslag, alder, volum, vegetasjonstype; (2) det antas en signifikant korrelasjon mellom refleksjonsverdiene i bildet og de skoglige variablene som skal kartlegges; (3) det antas at kalibreringsområdet er stort nok til at det representerer hele variasjonen i skognaturen i takseringsområdet.

Den første antakelsen er basert på det faktum at satellittbildet blir registret på svært kort tid (ca. 26 sek. for TM) og dekker et forholdsvis begrenset geografisk område (180×175 km for TM) og at man derfor kan anta en relativt stabil atmosfære og solinnstråling. Korreksjon for terrengmodulert variasjon i solinnstråling er imidlertid nødvendig for at antakelsen skal være gyldig. Den andre antakelsen støttes av flere tidligere studier som har demonstrert signifikant korrelasjon mellom flere sentrale skoglige variabler og satellittbilledata (Jaakkola and Hagner 1988; Olsson 1994). Den tredje antakelsen er basert på det enkle faktum at skogtyper i takseringsområdet som ikke er representert i kalibreringsdatasettet ikke kan kartlegges av metoden. Det er derfor en viktig forutsetning for MSFI at kalibreringsdatasettet representerer hele variasjonen i skognaturen i takseringsområdet.

MSFI benytter seg av en såkalt *distance-weighted k nearest-neighbor* (DWN) klassifikasjon. Dette er en ikke-parametrisk klassifikasjonsmetode, dvs. ingen forutsetninger om normalfordeling trengs og følgelig ingen parametre som representerer fordelingene må beregnes. Metoden har tre komponenter: (1) et definert naboskapsområde, (2) en algoritme som finner alle treningspixlene som tilfredsstillter naboskapsdefinisjonen, (3) et beslutnings- eller beregningskriterium som bestemmer hvordan pixelen klassifiseres eller estimeres basert på naboskapsområdet (Hardin 1994). I MSFI defineres naboskapsområdet som de  $k$  nærmeste pixlene i spektralrommet, i.e. det  $N$ -dimensjonale rommet definert av satellittinstrumentets  $N$  spektrale kanaler. Videre brukes euklidisk distanse for å finne treningspixlene som oppfyller definisjonen, dvs. de  $k$  spektralt nærmeste treningspixlene. Treningspixlene i MSFI utgjøres av alle prøveflatene med sine tilhørende pixelverdier. Beslutnings- eller beregningskriteriet i MSFI baserer seg på et vektet gjennomsnitt av alle treningspixlene i naboskapsområdet. Ut fra de euklidiske distansene  $d$  beregnes vektor  $w = 1/d^2$  for de  $k$  prøveflatene eller treningspixlene i naboskapsområdet. Vektene normaliseres slik at de summerer til 1 for hver pixel i takstområdet.

En får dermed følgende vektetabell (Tabell 1) for prøveflatene i kalibreringsområdet etter at beregninger er gjort for alle pixelene innenfor skogmasken i takseringsområdet.

**Tabell 1. Vektmatrise for prøveflater i et kalibreringsområde.**

Pixel#	Pixel#	Prøveflate #								Rekke sum
		1	2	3	.	.	i	.	n	
	1	$w_{11}$	$w_{21}$	$w_{31}$	.	.	$w_{i1}$	.	$w_{n1}$	1
	2	$w_{12}$	$w_{22}$	$w_{32}$	.	.	$w_{i2}$	.	$w_{n2}$	1
	3	$w_{13}$	$w_{23}$	$w_{33}$	.	.	$w_{i3}$	.	$w_{n3}$	1
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	j	$w_{1j}$	$w_{2j}$	$w_{3j}$	.	.	$w_{ij}$	.	$w_{nj}$	1
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	p	$w_{1p}$	$w_{2p}$	$w_{3p}$	.	.	.	.	$w_{np}$	1
	Kolonne sum	$C_1$	$C_2$	$C_3$	.	.	$C_i$	.	$C_n$	p

Vektene for hvert pixel summerer til 1, og alle vektene summerer til  $p$ , det totale antall pixler tilhørende skogmasken i takseringsområdet. For hver prøveflate summeres alle vektene over alle pixelene til summen  $C_i$ , som gir prøveflatens totale og endelige arealvekt for takseringsområdet. Summen av alle  $n$  vektsummer  $C_i$  er lik  $p$ . Noen prøveflater vil være typiske for takseringsområdet og skal representere et relativt stort areal, andre vil være mindre typiske og skal representere et relativt lite areal, mens noen er atypiske og skal ikke representere noe areal.

Prøveflatevektene i Tabell 1 brukes som følger for å beregne de ulike skogsvariablene  $m$  for et takseringsområde  $u$ :

$$m_u = \sum_{i=1}^n C_i \times m_i$$

hvor  $m_u$  er estimatet av variabel  $m$  for takseringsområde  $u$ ,  $C_i$  er vekten for prøveflate  $i$ ,  $n$  er antall prøveflater (eller treningsområder), og  $m_i$  er verdien av feltmålt variabel  $m$  for prøveflate  $i$ . For kvalitative variabler brukes den verdien som har flest forekomster, i.e. høyest frekvens.

MSFI skiller seg fra stratumvis taksering (Poso, Karlsson et al. 1990) bl.a. ved at sistnevnte vektet alle flater i hvert stratum likt: hvert stratum kan betraktes som et slags takseringsområde der alle prøveflatene gis lik vekt. Statistisk modellering basert på lineære funksjoner, regresjon, har vært forsøkt (Hagner 1990; Ardö 1992; Cohen and Spies 1992). Metoden skiller seg fra MSFI ved at den estimerer (modellerer) kun én variabel (man trenger derfor en modell for hver variabel som skal estimeres) og ved at prøveflatedataene kun inngår i kalibreringen av modellen. MSFI derimot, bruker prøveflatedataene direkte i estimeringen for et takseringsområde og kan dermed i prinsippet estimere alle variablene knyttet til prøveflatene.

For å styre prosessen med vektning anvendes noen geografiske buffere: Alle prøveflater hvor avstanden fra et takseringsområde overstiger en bestemt verdi (e.g. 50 km) utelates og kommer ikke i betraktning. Videre utelukkes alle prøveflater som ikke ligger i det samme høydesjiktet som det pixellet som det gjøres beregninger for (e.g.  $\pm 100$  m). Antakelsen er at med store forskjeller i lengdegrad og særlig breddegrad og høyde over havet endres økologiske faktorer som bestemmer vekstbetingelsene. F.eks. vil utviklingen av lauvsprett og lauvfall avhenge av lokalisering, og en kan forvente store variasjoner med høyde over havet og breddegrad.

### *Kryssvalidering*

MSFI har en rekke parametre som må bestemmes:

- 1) skaleringsfaktorer for hver spektral kanal
- 2) radius til sirkelen som definerer kalibreringsområdet: distansebuffer
- 3) høydebegrensning for nærmeste-nabo søk: høydebuffer
- 4) eksponenten i den euklidske distansefunksjonen
- 5) eksponenten i cosinusfunksjonen for korreksjon av pixelverdiene
- 6) antall nærmeste naboer  $k$  som skal brukes i selve klassifikasjonen

Kryssvalideringen besto i å teste mange ulike kombinasjoner av disse parametrene på kalibreringsdatasettet. For hver prøveflate ble alle de resterende prøveflatene i datasettet brukt for å estimere skogsvariablene i flata med MSFI metoden. Gitt at det er  $n$  flater i kalibreringsdatasettet, bruk de resterende  $n - 1$  flatene for å estimere ei bestemt flate. MSFI søker ut de  $k$

nærmeste flatene i det spektrale rommet blant de  $n - 1$  resterende flatene og bruker så disse  $k$  flatene for å estimere verdiene til den ene flata. Dette gjøres så i tur og orden for alle flatene. Det var praktisk umulig å teste alle mulige kombinasjoner, og det ble derfor prøvd ut noen sett verdier basert på erfaring med metoden og prøving og feiling. RMSE ble brukt som kriterium for metodens nøyaktighet, og parameterne ble justert slik at RMSE og bias ble minimalisert.

Normalisering av pixelverdier ble gjort med  $I_n = I / \cos^r(\alpha)$  der  $I_n$  er den normaliserte pixelverdien,  $0 \leq r \leq 1$ , og  $\alpha$  er vinkelen mellom terrengnormalen og solvinkelen (innfallsvinkelen). En alternativ formel  $I_n = I / (\cos^r(\alpha) / \cos^r(\alpha_0))$  ble også testet.  $\alpha_0$  er vinkelen mellom normalen til flatt terreng og solvinkelen. Denne funksjonen er nesten lik den foregående med den forskjellen at pixelverdiene normaliseres til flatt terreng. Settes  $r$  lik 0 får korreksjonen ingen virkning, og jo større  $r$  jo større effekt.

Den euklidiske distansen mellom et pixel  $i$  i takseringsområdet og en pixel  $j$  i kalibreringsdata-settet ble beregnet med formelen

$$d_{ij} = \sqrt{\prod_{h=1}^{nk} (p_h \delta_{ijh})^r},$$

hvor  $r \geq 0$ ,  $nk$  er antall kanaler,  $p_h$  er vekten for kanal  $h$ ,  $\delta_{ijh}$  er forskjellen i verdien mellom pixel  $i$  og pixel  $j$  i kanal  $h$ . I kryssvalideringen var takseringsområdet den ene flaten som ble holdt utenfor og som skulle estimeres. Ved å sette  $r$  lik 0 blir alle distanser like, og jo større  $r$  jo større vekt blir lagt på store forskjeller  $\delta_{ijh}$ . Vanligste verdi for  $r$  er 2.

De spektrale kanalene kan skaleres med en faktor  $\geq 0$ . Ved å sette faktoren for en kanal  $p_h > 1$  kan en kompensere for liten spredning eller variasjon i kanalen. Det var stor variasjon i spredningen på de to TM datasettene som ble brukt i dette forsøket (se Tabell 4).

Geografisk likhet og nærhet har betydning for muligheten til å finne skogsflater med samme naturgitte forhold. En høydebuffer kan bestemmes slik at en kun søker blant flater innenfor høydelaget, e.g. innenfor  $\pm 250$ m. Likeledes bestemmes en avstandsbuffer, slik at kun flater innenfor en sirkel med gitt radius kommer i betraktning.

Antall nærmeste naboer  $k$  som skal brukes er viktig. Settes  $k$  for høyt vil det medføre en forholdsvis stor utglating av resultatene, dvs. estimatene for hvert pixel i takseringsområdet eller kommunen blir mer lik hverandre.  $k$  må tilpasses  $n$ , antallet prøveflater i kalibreringsmaterialet. Det fins ikke faste regler for hvor stor  $k$  bør være i forhold til  $n$ , og den må derfor bestemmes ut fra erfaring.

Etter prøving og feiling med de ulike parameterne ble følgende verdier valgt:

<i>Modellparameter</i>	<i>Verdi</i>
Skaleringsfaktorer $p_h$ for TM1–TM7:	1,1,1,1,1,0,1
Distansebuffer:	100km
Høydebuffer:	$\pm 125$ m
Eksponent i euklidisk distanse:	2.0
Eksponent i cosinuskorreksjon:	0.8
Antall nærmeste naboer $k$ :	3

Etter nøye vurdering ble  $k$  satt til 3. Dette tallet er noe lavt, men det henger sammen med at antall prøveflater i vårt kalibreringsdatasett også var lavt:  $n = 491$ . Av TM kanalene ble  $p_h$  til den termiske satt til 0, ellers ble de andre satt lik 1. Distansebufferet ble satt høyt for å få med et tilstrekkelig antall kalibreringsflater for hvert pixel: siden det var stor avstand, 3km, mellom flatene trengtes et forholdsvis stort buffer.

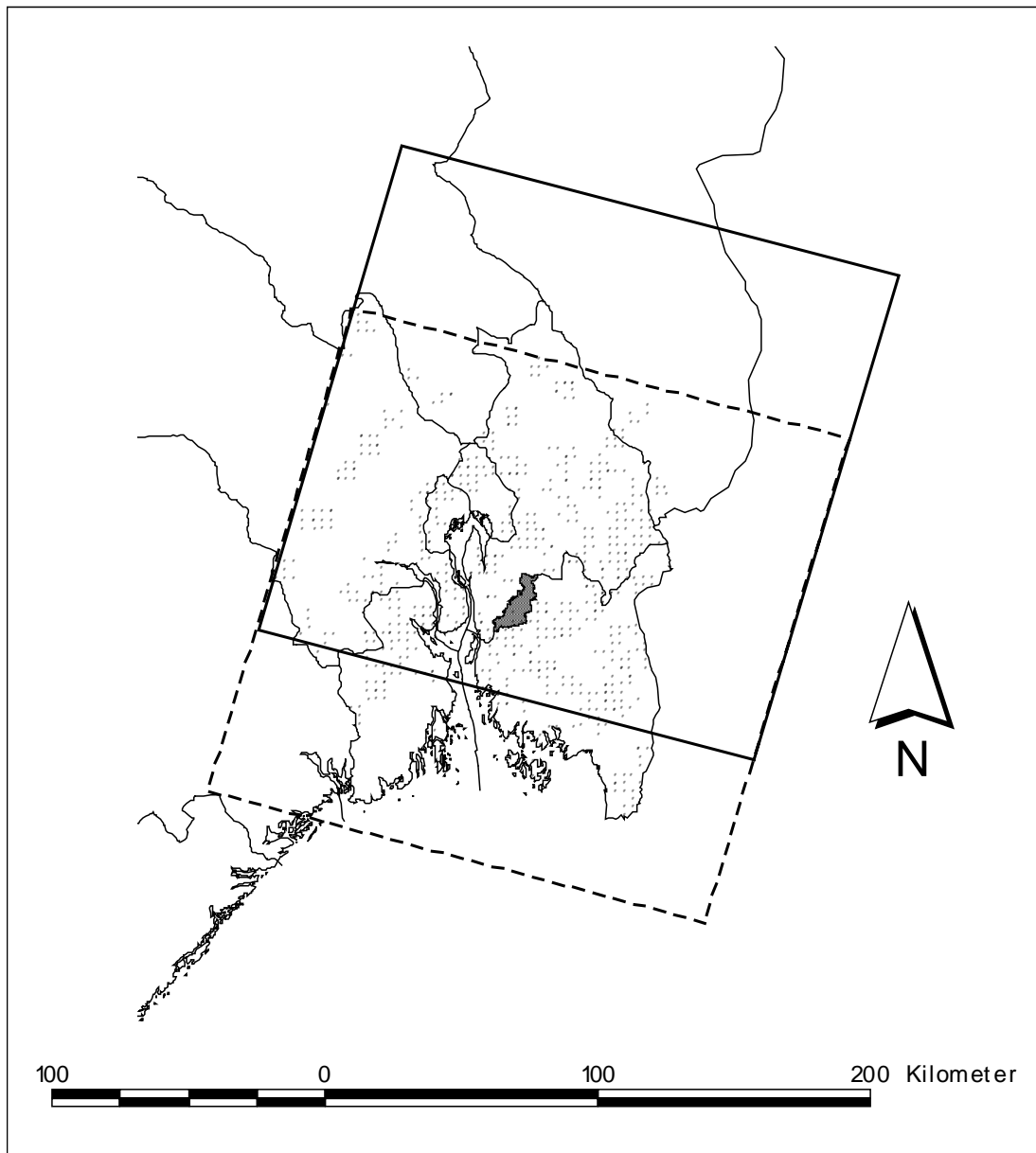
## Studieområde

Hobøl kommune i Østfold ble valgt som testområde fordi den fylte noen kriterier:

- 1) topografien er lik den som er vanlig i sørlige deler av Finland;
- 2) digitalt markslagskart er tilgjengelig for hele kommunen;
- 3) det fins skognatur i tilgrensende områder som er ulik den som er typisk for kommunen;
- 4) det fins gode satellittbildeopptak av ny dato (1995-97).

Kommunens totale areal er på 14032 ha. I nord grenser kommunen opp mot de sydligste delene av Østmarka (Gaupsteinmarka) og innsjøene Mjær og Lyseren. Terrenget er småkupert med skog på høydedragene, der det er forholdsvis tynt morenedekke, og med jordbruksarealene i de lavere områdene langs Hobølelva, som renner gjennom kommunen fra sitt utspring i Østmarka-vassdragene, og langs E18. Terrenget når opp i ca. 250 m.o.h. på de høyeste skogskollene i nord og ned til ca. 45 m.o.h. på jordbruksflatene helt i syd mot grensene til Våler og Vestby.

Samlet skogareal utgjør ca. 9500 ha, derav er produktivt skogareal ca. 8800 ha. Av dette utgjør høy bonitet ca. 40%, middels bonitet ca. 45%, og lav bonitet ca 15% (kilde: Nedre Glommen Skogeierforening). Til sammenligning er tilsvarende tall for Østfold fylke: høy bonitet 31%, middels 40%, og lav 29% (Landsskogtakseringen 1987). Tilsvarende tall for Akershus og Oslo er høy bonitet 33%, middels 51%, og lav 16% (kilde: Landsskogtakseringen 1986). Det er større andel høy og middels bonitet i Hobøl enn i resten av Østfold fylke og større andel høy bonitet enn i Akershus og Oslo.



**Figur 1. Lokaliseringen av testområdet og datasettene. Hobøl kommune er skravert i en mørk grå tone, satellittdatasettene 090797 og 270997 er vist med hhv. heltrukken og stiplet linje, og lokaliseringen av prøveflatene i kalibreringsdatasettet er vist som små prikker.**

## Kart og bildedata

### *Satellittbilder*

Satellittbilder fra Thematic Mapper (TM) ble foretrukket. TM er et elektro-optisk sensorsystem og ble skutt opp med jordressurssatellitten Landsat 5 1/3/84. Landsat 5 går i en solsynkron, polare bane 705km over jordoverflata og dekker samme område med 16 dagers intervall. Landsat 5 krysser ekvator 09.45, og Landsats solsynkron bane betyr at tidspunktet for passering er tilnærmet lik for alle breddegrader (Jensen 1996). TM har en sporvidde på 185km og en bakkeprojisert åpningsvinkel (IFOV) på  $30m \times 30m$ , en størrelse som blir refe-

rett til som Ground IFOV (GIFOV), geometrisk oppløsning, eller mer uformelt som pixelstørrelse (Schowengerdt 1997). En TM scene dekker et område på 185km × 170km. Den spektrale oppløsningen er bestemt av TM's 7 spektrale bånd som er beskrevet i Tabell 3. De tre første båndene (TM1–TM3) er i det synlige området, TM4 i det nærinfrarøde (NIR) området, TM5 og TM7 i det mellominfrarøde (MIR) området, og TM6 i det termisk infrarøde (TIR) området. Båndene har blitt valgt pga. deres dokumenterte nytte for skille av vegetasjonstyper og frodighet; kartlegging av plante- og jordfuktighet; skille mellom snø, skyer, og is; og identifisering av mineraler (Jensen 1996). Til bruk i MSFI har TM data fordeler framfor alternativene pga. deres spektrale oppløsning og TM scenenes store geografiske dekningsområde (Tomppo 1996).

Først ble en TM scene fra 9/7/97 bestilt med et lite "shift" mot syd for å få med hele Østfold. Da scenen skulle produseres meldte leverandøren om tekniske problemer som gjorde produksjonen med dette "shiftet" umulig. Dermed ble et opptak fra 27/9/97 valgt. Scenen ble produsert fra scene-id 197-018 og 197-019, hvor den sistnevnte dekker de deler av Østfold som er utenfor scene 197-018 (Figur 1 og Tabell 2). Satellittbildet ble presisjonskorrigert med bruk av en digital terrengmodell og resamplert til 25m × 25m med bruk av *nærmeste nabo* (NN) interpolasjon. NN interpolasjon ble brukt for å beholde de originale pixelverdiene. DTM-datasettet ble generert fra Statens kartverks Digital Terrengmodell (DTED), som er en landsdekkende digital terrengmodell med en punktavstand på ca. 90m × 90m og med nøyaktighet i høyde på ± 20m. Satellittbildet ble konvertert til koordinatsystemet UTM sone 32 med datum WGS84.

Det produserte datasettet fra 27/9/97 dekket dermed hele prøveflatenettet fra Landsskogtakseringen som NIJOS hadde GPS-lokalisert for dette prosjektet. Den lave solvinkelen så sent på året som slutten av september ble antatt å kunne redusere datasettets kvalitet. Det ble likevel besluttet å teste om et slikt datasett var godt nok for formålet. Ved visuell inspeksjon så datasettet ut til å holde god kvalitet. Etter anskaffelse viste statistikk fra hele scenen (se Tabell 4) at spredningen (standard avvik) i de ulike kanalene var noe lav. Høy spredning betyr at det er større mulighet for å kunne skille mellom ulike typer objekter og tilstander (e.g. volum, alder).

Korrelasjonen mellom de spektrale variablene (se Tabell 3 og Figur 2) og noen utvalgte skoglige parametere ble beregnet for å se på sammenhengen mellom variablene (Tabell 5). Prøveflatene har et areal på 1 daa og er dermed i samme størrelsesorden som TM's geometriske oppløsning på 30m×30m. Høy korrelasjon betyr at satellittbildet gir informasjon om skogstilstanden på prøveflatene; lav at det er lite informasjon i bildet. Av tabellen ser vi at korrelasjonen er forholdsvis høy for totalt volum, volum gran, alder, og hogstklasse. For volum av lauvtrær og furu er korrelasjonen lav og kun i noen få tilfeller signifikant forskjellig fra 0 ( $\alpha = 0.05$ ). Korrelasjonen er negativ: det betyr at f.eks. høyt volum eller høy alder i ei prøveflate sammenfaller med lave verdier i de spektrale kanalene.

Etter korrelasjonsanalysen fant vi at korrelasjonen var vesentlig lavere enn forventet. METLA har for sine tilsvarende datasett med satellittbilder fra juni, juli og august en korrelasjon mellom TM kanalene og volum/ha på rundt 0.40–0.60 (Erkki Tomppo, pers.comm.). Vi besluttet derfor å prøve et nytt satellittbilde nærmere midtsommer. Det viste seg da at leverandøren kunne produsere deler av scene 197-018 fra 9/7/97: de 100 sydligste linjene var det ikke mulig å produsere (se Figur 1 og Tabell 2). Dette datasettet ble produsert på samme måte som det første. Som det framgår av Tabell 5 har dette datasettet høyere korrelasjon med volum, hogstklasse, og alder enn datasettet fra september, og det ble derfor besluttet å gå videre med satellittbildet fra juli.



Korrelasjonsverdiene som ble funnet i denne studien er relativt like de som ble funnet i (Tokola, Pitkanen et al. 1996), hvor korrelasjonsberegningene også ble gjort på relativt små prøveflater (i størrelsesorden med bildets pixler). Det er tidligere funnet at korrelasjonen mellom volum/ha og satellittbilledata er større jo større flater som brukes (Jaakkola, Poso et al. 1988), og i studier hvor store flater (bestand) er anvendt (Ardö 1992) vil korrelasjonen være høyere enn det som er funnet her.

**Tabell 2. Landsat-5 Thematic Mapper datasettene som ble anskaffet.**

Opptaks dato	Scene-ID	Kanaler	Sol		Opptaks-tidspunkt	Scene koordinater (UTM 32, WGS84)	
			azimuth	høyde		NV hjørne (x,y)	SØ hjørne (x,y)
090797	197-017	TM1-7	149	49	09:55:32	566971, 6776878	696034, 6551975
270997	197-018	TM1-7	160	27	09:58:10	548551, 6717035	678030, 6492070

**Tabell 3. Karakteristikk av Thematic Mapper kanalene (Lillesand and Kiefer 1994).**

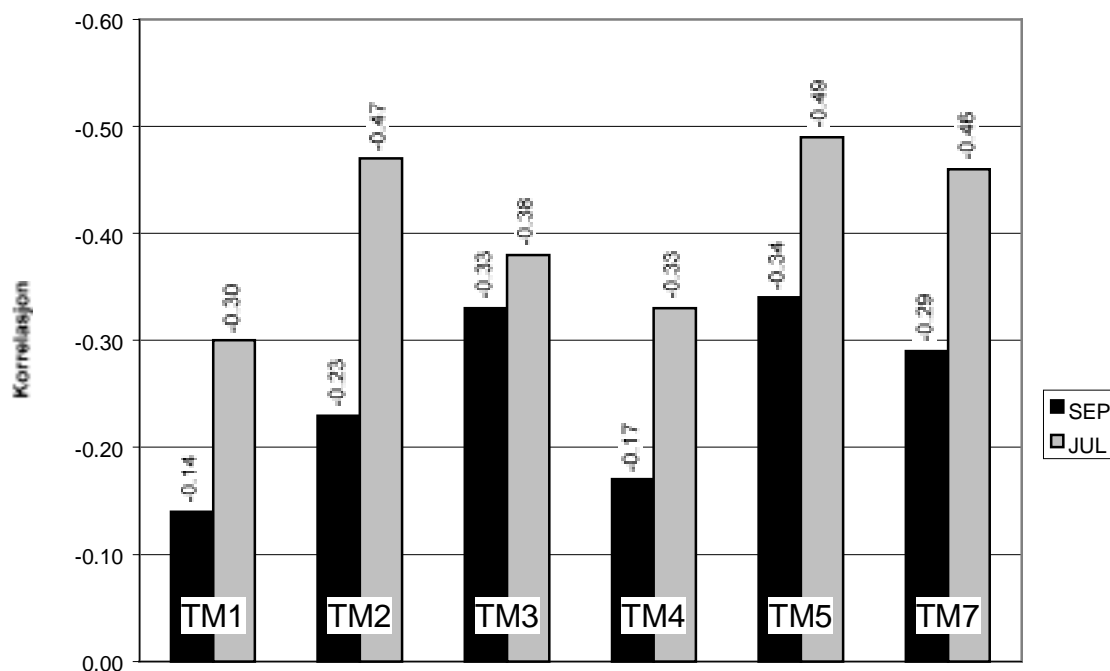
Kanal	Bølgelengde ( $\mu\text{m}$ )	Navn	Karakteristikk
TM1	0.45–0.52	Blå	Skille mellom jord/vegetasjon; skogstyper; bebygde arealer; klorofyllabsorpsjon; også nyttig for identifisering av bebygde arealer.
TM2	0.52–0.60	Grønn	Grønn vegetasjons refleksjonsmaksimum for skille av vegetasjon og estimering av plantenes frodighet; også nyttig for identifisering av bebygde arealer.
TM3	0.63–0.69	Rød	Sensitiv i klorofyllabsorpsjonsbåndet; viktig for skille av plantearter; også nyttig for identifisering av bebygde arealer.
TM4	0.76–0.90	Nærinfrarød	Sensitiv til vegetasjonsbiomasse, plantenes frodighet; avgrensing av vann; diskriminering av jordfuktighet.
TM5	1.55–1.75	Mellominfrarødt	Sensitiv til fuktighetsinnhold i vegetasjon og jord; skille mellom snø og skyer.
TM6	10.4–12.5	Termisk infrarødt	Måler emittert infrarød stråling fra bakken; nyttig for geologisk kartlegging; analyse av vegetasjonsstress; jordfuktighet.
TM7	2.08–2.35	Mellominfrarødt	Nyttig for å skille mellom mineraler og bergarter; også sensitiv til fuktighetsinnhold i vegetasjon.

**Tabell 4. Statistikk for Landsat-5 TM datasettene som ble brukt. Pixelverdiene er 8 bits verdier og ligger derfor i intervallet 0–255.**

Datasett	Statistikk	TM kanal						
		1	2	3	4	5	6	7
090797	Min	41	12	7	0	0	102	0
	Max	255	236	255	255	255	165	255
	Gj.snitt	55,0	23,1	20,7	67,0	52,0	120,6	17,7
	Std.avvk.	5,9	4,6	6,8	27,6	24,4	5,0	9,9
270997	Min	31	9	6	0	0	90	0
	Max	255	255	255	255	255	133	255
	Gj.snitt	41,1	16,3	15,5	30,8	29,3	104,0	11,0
	Std.avvk.	5,0	3,4	5,9	13,0	18,3	3,1	8,0

**Tabell 5. Korrelasjon mellom TM kanaler og noen skogvariabler fra kalibreringsdatasettet. Tall i fet type er signifikant ( $\alpha = 0.05$ ) forskjellig fra 0. n = 256 for datasett fra 090797 og n = 307 for datasett fra 270997.**

Datasett	Kanal	Volum pr. ha				Alder	HKL
		Alle	Gran	Furu	Lauv		
090797	TM1	<b>-0.30</b>	<b>-0.36</b>	0.09	0.01	<b>-0.23</b>	<b>-0.29</b>
	TM2	<b>-0.47</b>	<b>-0.44</b>	-0.04	-0.07	<b>-0.28</b>	<b>-0.39</b>
	TM3	<b>-0.38</b>	<b>-0.39</b>	0.06	-0.12	<b>-0.16</b>	<b>-0.28</b>
	TM4	<b>-0.33</b>	<b>-0.28</b>	<b>-0.31</b>	<b>0.33</b>	<b>-0.50</b>	<b>-0.48</b>
	TM5	<b>-0.49</b>	<b>-0.46</b>	-0.12	0.05	<b>-0.33</b>	<b>-0.42</b>
	TM7	<b>-0.46</b>	<b>-0.43</b>	-0.05	-0.07	<b>-0.27</b>	<b>-0.37</b>
270997	TM1	<b>-0.14</b>	<b>-0.19</b>	0.04	0.07	<b>-0.21</b>	<b>-0.21</b>
	TM2	<b>-0.23</b>	<b>-0.30</b>	0.06	0.05	<b>-0.14</b>	<b>-0.21</b>
	TM3	<b>-0.33</b>	<b>-0.37</b>	0.05	-0.02	<b>-0.17</b>	<b>-0.26</b>
	TM4	<b>-0.17</b>	<b>-0.24</b>	-0.06	<b>0.33</b>	<b>-0.24</b>	<b>-0.24</b>
	TM5	<b>-0.34</b>	<b>-0.39</b>	-0.02	<b>0.13</b>	<b>-0.21</b>	<b>-0.28</b>
	TM7	<b>-0.29</b>	<b>-0.34</b>	0.07	0.02	<b>-0.15</b>	<b>-0.24</b>



**Figur 2. Korrelasjon mellom TM kanalene og totalvolum/ha for juli og september opptakene.**

### Kartdata

I alt 33 digitale markslagskart i målestokk 1:5000 ble slått sammen for å lage et markslagskart som dekket hele Hobøl. Kartene var lagret på SOSI-format i NGO's koordinatsystem. Kartene ble først reprojisert til WGS84 og UTM sone 32, og deretter konvertert til Arc/Info-formatet før de ble slått sammen til ett kart.

Informasjonen i markslagskartet ble brukt for å lage ei skogmaske for produktiv skog i Hobøl. Egenskapene arealtilstand (ATIL) og aktuell bonitet skog (ASKOG) ble brukt for å velge ut de arealene som kan klassifiseres som produktiv skog. Torvmark utgjør en svært liten andel av arealet av produktiv skog, og det ble derfor ikke skilt mellom mineraljord og torvmark. Den ferdige skogmaska hadde to verdier: 1 for produktiv skog og 0 for annet areal.

Veidatabasen over Hobøl ble brukt for å ta vekk fra skogmaska de pixler som delvis dekket veiareal. Det ble antatt at de blandete pixelene ville være av liten verdi i MSFI-klassifikasjonen. Databasen har 6 ulike veiklasser med ulik veibredder og det ble derfor brukt ulik bufferbredde for de ulike klassene (se Tabell 6). Arealet med produktiv skog ble etter denne operasjonen redusert noe i forhold til det korrekte arealet slik det framgår av DMK. Kun arealet eller pixelene innenfor skogmaska ble brukt i MSFI klassifikasjonen. Bruk av skogmasken hindret at pixler utenfor skog kunne bli med i beregningene av skogtilstanden i kommunen.

**Tabell 6. Bufferstørrelse for ulike klasser vei.**

<i>Kode</i>	<i>Bufferstørrelse (meter)</i>
Privat vei	25
Skogsbilvei	25
Fylkesvei	50
Kommunal vei	25
Europavei	75
Riksvei	50

### Kontrolltakstdata

For å få en "fasit" for Hobøls produktive skogarealer ble et nett av prøveflater eller kontrollflater over området inventert i samarbeid med Nedre Glommen Skogeierforening. Prøveflatene ble tilpasset Nedre Glommen Skogeierforenings nett av kontrollflater i forbindelse med en områdetakst for kommunen. Prøveflatene ble lagt ut med en linjeavstand på 400m nord/syd og flateavstand på 175m øst/vest. Prøveflatene for dette prosjektet ble plukket ut ved å velge 3 av 4 flater, dvs. det ble registrert 3 flater og den 4. ble utelatt. Kun flater som lå på produktiv skog i følge DMK ble taksert, og i alt ble 1019 flater taksert. I disse flatene ble en rekke variabler observert i tillegg til de variablene som skogeierforeningen observerer. De nye variablene som ble observert for dette prosjektet var definert likt med tilsvarende variabler i Landsskogtakseringens instruks. To feltinventører registrerte alle flatene i tidsrommet 22/5 til 18/9 1997. I Tabell 7 er alle variablene som ble registrert listet opp.

**Tabell 7. Registrerte variabler i kontrolltaksten.**

<i>Flatedata</i>		
<i>Variabel</i>	<i>Areal (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Registrert for</i>
Arealtype	1000	Alle
Arealanvendelse	1000	Alle
Bonitetstre	1000	Alle
Bonitet	1000	Alle
Hogstklasse	1000	Alle

<i>Flatedata</i>		
<i>Variabel</i>	<i>Areal (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Registrert for</i>
Bestandsalder	1000	HKL 2–5
Bestandstreslag	1000	HKL 2–5
Bestandsform	1000	HKL 3–5
Bestandsjevnhet	1000	HKL 2–5
Bestandsoverhøyde	1000	HKL 3–5
Bestandsskader	1000	HKL 2–5
Kronedekningsprosent	200	Alle
Treantall bar	1000	Alle
Treantall lauv	1000	Alle
Overstandere	1000	HKL 1–2
Foryngelsesmåte	1000	HKL 2
Middel høyde bar	1000	HKL 1–2
Middel høyde lauv	1000	HKL 1–2
Vegetasjonstype	200	Alle
Blåbærdekningsprosent	200	Alle
<i>Klavetrær/prøvetrær</i>		
Brysthøydiameter	200	Alle klave/prøvetrær
Treslag	200	Alle klave/prøvetrær
Åringbredde	200	Alle klave/prøvetrær
Trehøyde	200	Alle klave/prøvetrær
Kronetetthet	200	Alle klave/prøvetrær
Kronefarge	200	Alle klave/prøvetrær
Omfang misfarging	200	Alle prøvetrær gran eller furu

## Kalibreringsdata

Landsskogtakseringens permanente prøveflater i et kalibreringsområde rundt Hobøl ble brukt som kalibreringsdata. På hver prøveflate blir det registrert en rekke bestandsvariabler. Størrelsen på registreringsflata er avhengig av hva som registreres og er enten 1 daa eller 250m<sup>2</sup>. Det vises videre til *Feltinstruks for Landsskogtakseringen* for nærmere beskrivelse.

Kalibreringsområdets størrelse var på ca. 150km × 150km og omfattet i alt 600 flater (se Figur 1). Alle areal typer ble inkludert i datasettet, dvs. at også flater utenfor produktiv skog ble tatt med. En oversikt over fordelingen av areal typer er vist i Tabell 8. Hvis MSFI fungerer godt vil den kunne plukke ut flater på produktiv mark relativt oftere enn andre flater.

Tabell 9 viser fordelingen av kalibreringsflatene over årstall for feltregistreringen. Vi ser at nesten halvparten er registrert i 1997 og at den resterende andelen fordeler seg jevnt på de andre årstallene fra 1994–96.

**Tabell 8. Fordeling av areal typer i kalibreringsdatasettet.**

<i>Areal type</i>	<i>Forklaring</i>	<i>Arealandel</i>
1	Produktiv skog	90.8 %
10	Uproduktiv skog	4.3 %
11	Trebevokst myr	2.3 %
20	Snau myr	0.6 %
21	Impediment	0.3 %
30	Vann	0.4 %
40	Kultur beite	0.0 %
41	Annet dyrket	1.0 %

<i>Arealtype</i>	<i>Forklaring</i>	<i>Arealandel</i>
50	Andre areal	0.4 %

**Tabell 9. Fordeling av kalibreringsflater på årstall.**

<i>Sesong</i>	<i>Andel</i>
1994	19.0 %
1995	15.0 %
1996	19.8 %
1997	46.2 %

## Metode for evaluering

### *Konfidensintervaller og middelfeil*

Kontrolltaksten dannet grunnlaget for en mest mulig korrekt "fasit" som MSFI estimatene ble kontrollert mot. Den nødvendige bearbeiding og kvalitetskontroll av kontrolldatasettet ble utført av NIJOS. Deretter ble det beregnet totaloversikter over skogressurser og skogtilstand i kommunen. Disse resultatene dannet "fasiten" som MSFI estimatene ble vurdert opp mot.

Evalueringen omfattet både enkle sammenstillinger av data og mer inngående testing ved hjelp av statistiske metoder. Fasiten fra testkommunen er basert på prøveflatedata, dvs. systematiske stikkprøver, og variansen i materialet kan dermed estimeres og gi grunnlag for beregning av konfidensintervaller. MSFI gir sine resultater i form av punktestimater eller enkelttall. Det er hittil ingen kjent statistisk metode for å beregne variansen til metoden og det kan derfor ikke oppgis noe estimat for middelfeilen. Resultatene testes derfor ved å bruke de beregnede konfidensintervallene. Faller MSFI estimatet innenfor 95% intervallet for en variabel anses MSFI estimatet for å være korrekt, dvs. det er ingen signifikant forskjell mellom de to estimatene. I slike tilfeller forkastes ikke hypotesen om at MSFI kan brukes til å gi nøyaktig statistikk på kommunenivå.

Middelfeilen (S.E.) for arealestimater ble beregnet med følgende formel:

$$S.E.(a) = \sqrt{p(1-p)/n_{tot}}$$

hvor  $p$  er den relative andelen flater og  $n_{tot}$  er totalt antall flater i kontrolltaksten. Middelfeilen for kontinuerlige variabler som volum ble beregnet med formelen:

$$S.E.(v) = sd(v)/\sqrt{n}$$

hvor  $n$  er antall flater i klassen, e.g. hogstklasse 5, og  $v$  er en kontinuerlig variabel, e.g. volum pr. hektar. Den relative middelfeilen til totalvolum ble beregnet med følgende formel:

$$\frac{\delta z}{z} = \sqrt{\left(\frac{\delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\delta v}{v}\right)^2}$$

hvor  $z$  er totalvolum for hele kommunen. Fra den relative middelfeilen ble den absolutte middelfeilen beregnet ved å multiplisere relativ middelfeil med estimert absolutt volum.

Fordelingene for middeltallene (estimatene) ble antatt å være tilnærmet normalfordelt siden  $n$  er stor, og vi kan derfor anta at sannsynligheten er omtrent  $(1 - \alpha)$  for at feilen i estimatet  $|\hat{z} - z|$  er mindre enn  $z_{\alpha/2} \text{S.E.}(\hat{z})$ . I denne studien ble  $\alpha = 0.05$  brukt, og 95% konfidensintervaller ble beregnet med  $\hat{z} \pm 1.96(\text{S.E.}(\hat{z}))$ .

### *Kalibreringsdata*

For å analysere effekten av satellittbildet, ble kalibreringsdatasettet brukt direkte for å estimere de samme variablene som MSFI estimerte, i.e. gjennomsnittstall basert på kalibreringsdatasettet ble beregnet ("kalibreringsdataakt"). Direkte bruk av kalibreringsdatasettet medfører at alle flatene får den samme vekten, dvs. alle flatene vil representere det samme skogarealet. Dette i kontrast til MSFI hvor flatene gjennom bruk av tilleggsinformasjon som satellittbilde og evt. annen geografisk informasjon får tildelt *ulike* vektorer, slik at flatene representerer ulike skogarealer. Ved å sammenligne resultatene fra MSFI med de vi får ved å bruke kalibreringsdatasettet direkte, får vi et svar på om MSFI er en forbedring og om satellittbildet var til hjelp for å plukke ut de riktige flatene. For de variablene hvor MSFI har forbedret estimatet og kommet nærmere fasiten vil bruk av satellittbildet ha hatt en positiv effekt. I motsatt fall har MSFI metoden plukket ut flatene tilfeldig og vi forventer at resultatene vil være omtrent like.

### *Evaluering av kartenes nøyaktighet*

For å evaluere kartene som MSFI produserte ble et bestandskart laget samtidig med kontrolltaksten brukt. Kartet ble konvertert fra vektor til raster format slik at det kunne legges over MSFI kartet og sammenlignes pixel for pixel. Bestandskartet deler skogen inn i homogene bestand som har størrelse og form tilpasset en bestandsenhet. Planleggeren eller feltarbeideren vil derfor av praktiske grunner kunne avgrense et område som er noe variert mht. tresetting, tetthet, tresalg, alder, etc til en behandlingsfigur. I satellittbildet derimot er hver eneste 25m×25m pixel registrert uavhengig av slike hensyn, og det vil være mange slike pixler innen et normalt bestand. En pixel for pixel sammenlikning av de to kartene vil derfor være sterkt influert av dette forholdet: Selv om det kan være riktig at et pixel har lavt volum og er på åpen mark, så kan en sammenlikning med bestandskartet vise at pixelet er feilklassifisert fordi det er innenfor e.g. hogstklasse 5. Pga. slike betraktninger er kartene ikke sammenlignet direkte pixel for pixel.

Derimot er kartene som MSFI produserte blitt evaluert på følgende to måter:

- 1) bestandsfigurene ble brukt som enheter og for hvert bestand ble hogstklasse og alder estimert fra MSFI kartet. Hogstklasse er en kategorisk variabel og derfor ble en modal klassifikator brukt: innen hvert bestand ble den kategorien som hadde størst frekvens valgt og bestandet ble tilordnet denne verdien. For alder ble på tilsvarende måte middelveiden brukt. Deretter kunne kartene sammenlignes bestand for bestand.
- 2) Hobøl ble delt fra nord til sør i fem soner. For hver sone ble det laget statistikk for de to kartene og statistikken ble så sammenlignet sone for sone og til slutt for hele kartet som helhet.

For å evaluere nøyaktigheten på hogstklassekartet på bestandsnivå ble det beregnet en forvirringsmatrise med 5×5 celler. Hver av de to klassifikasjonene plasserte alle bestandene i en av fem hogstklasser, og matrisens elementer  $n_{ij}$  forteller hvor mange bestand som ble klassifisert i hogstklasse  $i$  av MSFI og i klasse  $j$  av planleggeren. Radene representerer MSFI klassifika-

sjonen og kolonnene referansedata eller bestandskartet. Et naturlig mål på nøyaktigheten er den relative andelen bestand som er korrekt klassifisert

$$p_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n_{ii}$$

hvor  $N$  er antall bestand og  $k$  er antall klasser. Matrisa ble analysert ved å beregne produsentens og brukers nøyaktighet for alle fem hogstklasser samt global nøyaktighet, dvs. alle klassene sett under ett. Nøyaktigheten for hogstklasse  $k$  sett med brukers perspektiv ble beregnet med  $p_{k+} = n_{kk} / n_{k+}$  der  $n_{k+}$  er marginaltotalen for rad  $k$  eller hogstklasse  $k$ . Tilsvarende ble verdier for nøyaktigheten sett med produsentens perspektiv beregnet med  $p_{+k} = n_{kk} / n_{+k}$ . Her er  $n_{+k}$  marginaltotalen for kolonne  $k$ .  $p_{k+}$  forteller hvor ofte et bestand med klasse  $k$  i kartet virkelig er klasse  $k$ , mens  $p_{+k}$  forteller hvor stor andel av klasse  $k$  i referansedatasettet som er riktig klassifisert.

Det er et faktum at selv en totalt tilfeldig klassifikasjon vil gi enkelte korrekt klassifiserte bestand. Et mål på nøyaktigheten som tar hensyn til dette er kappas  $K$  og tau  $\tau$ . De tilhører en klasse av nøyaktighetsindekser på formen (Næsset 1996)

$$\beta = \frac{p_k - p_e}{\max(p_k) - p_e}$$

hvor  $p_e$  er den forventede andelen korrekt klassifisert fra marginalfordelingene, dvs. tilfeldig treff. Vi ser at  $\beta \leq 1$  og at den er et mål på hvor mye bedre nøyaktigheten er sammenlignet med den som kan oppstå ved ren tilfeldighet. Tau er en modifisert kappas hvor marginalfordelingen basert på det klassifiserte kartet er byttet ut med en *a priori* fordeling. For tau ble det i denne studien brukt *a priori* sannsynlighet lik  $1/k$  for alle klassene.

Alder på bestandsnivå ble evaluert ved å beregne roten av kvadratmiddelfeilen RMSE (root mean square error).

$$\text{RMSE} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

hvor  $y_i$  er sann verdi og  $\hat{y}_i$  er estimert verdi. Faktoriseres RMSE kan det lett vises at den kan uttrykkes som

$$\text{RMSE} = \sqrt{s_e^2 + \bar{e}^2}$$

hvor  $s_e^2$  er feilvariansen og  $\bar{e}$  er bias. Både RMSE,  $s_e^2$ , og  $\bar{e}$  ble beregnet for å evaluere alderskartet fra MSFI på bestandsnivå.

I tillegg til å evaluere hogstklassekartet på bestandsnivå, ble arealstatistikken til hogstklassekartet evaluert. Arealfordelingen av hogstklasser ble beregnet for bestands- og MSFI-kartet innen hver sone. For alderskartet ble det gjort en evaluering av arealstatistikken for hele kartet der alder ble gruppert i ulike klasser. Arealstatistikkanalysen, i tillegg til en ren visuell analyse av kartene, ga svar på hvor bra MSFI-kartene viser de grove trekkene i skognaturen. For bruk til arealplanlegging på kommunalt, regionalt og fylkeskommunalt nivå er det ikke så viktig at hvert pixel eller bestand stemmer, men de grove trekkene bør være riktige.

# Resultater og diskusjon

## Arealstatistikk

Resultatene for alle variablene er presentert i søylediagrammer i Figur 3 til Figur 30 og i tabellene Tabell I til Tabell XXVIII i Appendix. Tabellene som presenterer arealstatistikken er med ett unntak krysstabeller av to variabler, mens tabellene som presenterer volumstatistikken viser resultatet av én variabel. I tabellene med arealstatistikk er begge marginalfordelingene tatt med. Tabellene er delt inn i segmenter, markert med horisontale linjer, for å adskille marginalfordelingene fra selve krysstabuleringen: "Alle" for en av variablene under kolonnen "klasser" betyr at det er summert over gjeldende variabel, i.e. radene i segmentet viser marginalfordelingen til en av variablene. I første rad er det summert over begge variablene (første segment i tabellene) og kolonnen "klasser" er markert med "alle, alle"; arealet angir da totalarealet for skogtypen hvor begge variablene er registrert. Se Tabell 7 for en oversikt over hvilke skogtyper ulike variabler er registrert for. Det er for eksempel ikke registrert bestandsform for hogstklasse 1 og 2.

I Tabell 10 er resultatene fra alle tabellene i Appendix oppsummert. "Tabell nr" angir resultat-tabellen i Appendix som er oppsummert, "Antall obs." angir antall klassekombinasjoner i resultat-tabellen, "Data sett" angir om resultatene er fra MSFI eller fra kalibreringsdata, "Segment #" angir hvilket segment i resultat-tabell det refereres til. For arealstatistikktabellene er det for segment 1 summert over begge variablene; for segment 2 og 3 summert over én av variablene (marginalfordelinger); og for segment 4 er arealet fordelt over begge variablene samtidig (krysstabulering). Ett eksempel kan forklare. I Tabell II i Appendix, som viser arealfordeling over hogstklasser og bonitet, vil klassen "alle hogstklasser" og "alle boniteter" tilsvare segment 1. Videre vil "alle hogstklasser" mot en spesiell bonitet, e.g. middels bonitet (M), tilsvare segment 2, "alle boniteter" mot en spesiell hogstklasse segment 3, og til siste en spesiell hogstklasse og en spesiell bonitet segment 4. For volumstatistikk er det for segment 1 summert over alle kategoriene til variabelen, og for segment 2 er volum fordelt på alle kategoriene (klassene) til variabelen. Under kolonnen "Antall innenfor 95% intervall" er det for hvert segment to kolonner: "Treff" og "Tot". De forteller hhv. hvor mange ganger resultatet var innenfor 95% konfidensintervallet og hvor mange kategorier det er i segmentet. Under kolonnen "Andel obs. hvor MSFI er en forbedring" forteller tallene for hvert segment, og til slutt alle segmentene sett under ett, hvor stor andel (prosent) av observasjonene der MSFI estimatet er best. Er tallet mindre eller lik 50% tyder det på at MSFI ikke var noen bedring i forhold til å bruke kun kalibreringsdatasettet; er tallet over 50% tyder det på at MSFI kan ha vært en signifikant forbedring. Det er imidlertid ikke beregnet hvorvidt estimatene er signifikant forskjellige. En gjennomgang av denne tabellen vil raskt kunne gi en oversikt over hvor MSFI har hatt suksess.

**Tabell 10. Oppsummering av tabellene i Appendix.**

Tabell nr	Antall obs.	Data sett	Antall innenfor 95% intervall								Andel obs. hvor MSFI er en forbedring				
			Segment 1		Segment 2		Segment 3		Segment 4		Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Alle
			Treff	Tot	Treff	Tot	Treff	Tot	Treff	Tot					
I	20	msfi	1	1	1	4	1	3	5	12	100 %	100 %	100 %	75 %	85 %
			0	1	1	4	1	3	5	12					
II	30	msfi	1	1	1	4	1	5	5	20	100 %	100 %	40 %	60 %	63 %
			0	1	1	4	1	5	5	20					
III	43	msfi	1	1	1	4	3	8	13	30	100 %	100 %	50 %	57 %	60 %



Tabell nr	Antall obs.	Data sett	Antall innenfor 95% intervall								Andel obs. hvor MSFI er en forbedring				
			Segment 1		Segment 2		Segment 3		Segment 4		Seg-ment 1	Seg-ment 2	Seg-ment 3	Seg-ment 4	Alle
			Treff	Tot	Treff	Tot	Treff	Tot	Treff	Tot					
		kalib	0	1	1	4	2	8	9	30					
IV	23	msfi	1	1	4	4	1	5	4	13	100 %	75 %	40 %	46 %	52 %
		kalib	0	1	1	4	1	5	3	13					
V	16	msfi	0	1	0	3	0	3	2	9	0 %	67 %	33 %	44 %	44 %
		kalib	0	1	0	3	1	3	1	9					
VI	17	msfi	1	1	2	3	0	4	3	9	100 %	67 %	25 %	56 %	53 %
		kalib	0	1	2	3	1	4	2	9					
VII	23	msfi	0	1	2	3	3	5	9	14	0 %	33 %	60 %	57 %	52 %
		kalib	0	1	1	3	0	5	6	14					
VIII	40	msfi	1	1	3	9	0	4	10	26	100 %	56 %	25 %	46 %	48 %
		kalib	0	1	2	9	1	4	9	26					
IX	35	msfi	1	1	1	5	1	5	10	24	100 %	60 %	40 %	71 %	66 %
		kalib	0	1	1	5	1	5	5	10					
X	42	msfi	1	1	6	9	1	5	15	27	100 %	56 %	40 %	48 %	50 %
		kalib	0	1	6	9	1	5	11	27					
XI	47	msfi	1	1	4	9	1	5	22	32	100 %	33 %	40 %	28 %	32 %
		kalib	0	1	5	9	1	5	26	32					
XII	51	msfi	1	1	6	9	1	5	23	36	100 %	56 %	40 %	19 %	29 %
		kalib	0	1	5	9	1	5	28	36					
XIII	15	msfi	0	1	1	4	1	2	4	8	0 %	50 %	50 %	63 %	53 %
		kalib	1	1	2	4	0	2	4	8					
XIV	30	msfi	0	1	1	4	3	5	12	20	0 %	75 %	40 %	45 %	47 %
		kalib	1	1	0	4	4	5	10	20					
XV	34	msfi	0	1	1	4	3	6	12	23	0 %	75 %	33 %	35 %	38 %
		kalib	1	1	0	4	5	6	9	23					
XVI	32	msfi	0	1	1	4	4	6	10	21	0 %	75 %	33 %	43 %	44 %
		kalib	1	1	0	4	5	6	8	21					
XVII	18	msfi	1	1	4	17					100 %	53 %			56 %
		kalib	0	1	3	17									
XVIII	30	msfi	1	1	1	5	1	5	3	19	100 %	40 %	80 %	47 %	53 %
		kalib	0	1	1	5	1	5	3	19					
XIX	27	msfi	0	1	3	3	1	6	5	17	100 %	67 %	33 %	35 %	41 %
		kalib	0	1	1	3	1	6	3	17					
XX	7	msfi	0	1	1	6					0 %	50 %			43 %
		kalib	1	1	1	6									
XXI	7	msfi	1	1	2	6					100 %	67 %			71 %
		kalib	0	1	1	6									
XXII	7	msfi	0	1	0	6					0 %	67 %			57 %
		kalib	0	1	1	6									
XXIII	7	msfi	0	1	2	6					0 %	67 %			57 %
		kalib	0	1	1	6									
XXIV	8	msfi	1	8							25 %				25 %
		kalib	1	8											
XXV	7	msfi	0	1	1	6					0 %	50 %			43 %
		kalib	0	1	1	6									
XXVI	7	msfi	0	1	2	6					0 %	67 %			57 %
		kalib	0	1	0	6									
XXVII	6	msfi	0	1	0	5					0 %	40 %			33 %

Tabell nr	Antall obs.	Data sett	Antall innenfor 95% intervall								Andel obs. hvor MSFI er en forbedring				
			Segment 1		Segment 2		Segment 3		Segment 4		Seg-ment 1	Seg-ment 2	Seg-ment 3	Seg-ment 4	Alle
			Treff	Tot	Treff	Tot	Treff	Tot	Treff	Tot					
		kalib	0	1	1	5									
XXVIII	6	msfi	0	1	2	5					0 %	60 %			50 %
		kalib	0	1	2	5									

I Tabell 11 har alle resultattabellene i Appendix blitt vurdert. Vurderingen er basert på marginalfordelingene (segment 2 eller 3). For arealfordeling over to variabler samtidig (segment 4) var alle resultatene klart forskjellig fra fasit. Det betyr at MSFI ikke har klart å kartlegge nøyaktig på et så detaljert nivå, e.g. gi arealstatistikk fordelt over både bonitet og hogstklasser samtidig. Det var ikke helt uventet. Derimot var det forventet at MSFI i flere tilfeller skulle klare å gi god arealstatistikk for enkeltvariabler (segment 2 og 3). Fra Tabell 11 ser vi at det er kun for *bestandstreslag*, *bestandsoverhøyde*, *treantall bartrær*, *totalt treantall*, og *middelhøyde bar- og lauvtrær* at MSFI har klart å gi et godt treff. Godt treff er her definert slik at minst 2/3 av observasjonene er innenfor 95% konfidensintervallet. Det samme gjelder for forbedring: minst 2/3 av observasjonene må være en forbedring. For treantall bartrær, totalt treantall, og middelhøyde bar- og lauvtrær er imidlertid MSFI ingen forbedring over hva vi fikk fra kalibreringsdatasettet alene. Det er derfor vanskelig å si om MSFI og satellittbildet vil gi et godt resultat med et annet kalibreringsdatasett. I flere tilfeller er MSFI-resultatet en klar forbedring men uten at man kan karakterisere resultatet som et godt treff. Dette gjelder for bonitet, bestandsform, bestandsjevnhet, blåbærdekningsprosent, volum gran, volum furu, og volum lauvtrær. For de resterende variablene er det verken godt treff eller forbedring.

For noen av variablene som ikke er oppgitt med bra treff vil en nærmere studie av resultattabellen i Appendix og søylediagrammet fortelle at MSFI-resultatet er i nærheten av fasiten. Et eksempel er blåbærdekningsprosent (se Figur 20 og Tabell XVIII). I andre tilfeller, som med hogstklasser, vil en se at ved en forenkling av klasseinndelingen så vil resultatene stemme ganske godt overens. Ved å legge sammen arealet for hogstklassene 2 og 3, og 4 og 5 stemmer MSFI-taksten godt overens med fasittaksten (se Figur 4 og Tabell II). Hogstklasser er være vanskelig å vurdere selv i felt, og det er derfor ikke uventet at det er problematisk å skille mellom alle hogstklassene i et satellittbilde. Særlig kan det være liten synlig forskjell mellom en gammel hogstklasse 2 og en ung hogstklasse 3, og likeledes mellom 4 og 5. Tettheten og høyden vil spille en viktig rolle siden pixelverdiene ikke er direkte relatert til hogstklasser og alder, men til biotiske faktorer knyttet til den overordnede fysiske strukturen til skogen.

I (Jakubauskas and Price 1997) ble sammenhengen mellom en rekke biofysiske bestandsparametre og TM's spektrale kanaler studert. Det ble konkludert med at flere bestandsparametre er mulig å estimere med fjernmålingsdata. Biotiske faktorer relatert til den overordnede fysiske strukturen til kronetaket (overhøyde, grunnflate, biomasse, kronetetthet) hadde best sammenheng med TM kanalene, mens faktorer som relaterer til busk- og marksjiktet hadde liten sammenheng og kunne i liten grad estimeres fra TM data. I (Danson and Curran 1993) ble det konkludert med at høyde sammen med diameter former en index for kronevolum, og denne kombinert med tetthet danner en index for bestandsvolum (*canopy volume*).

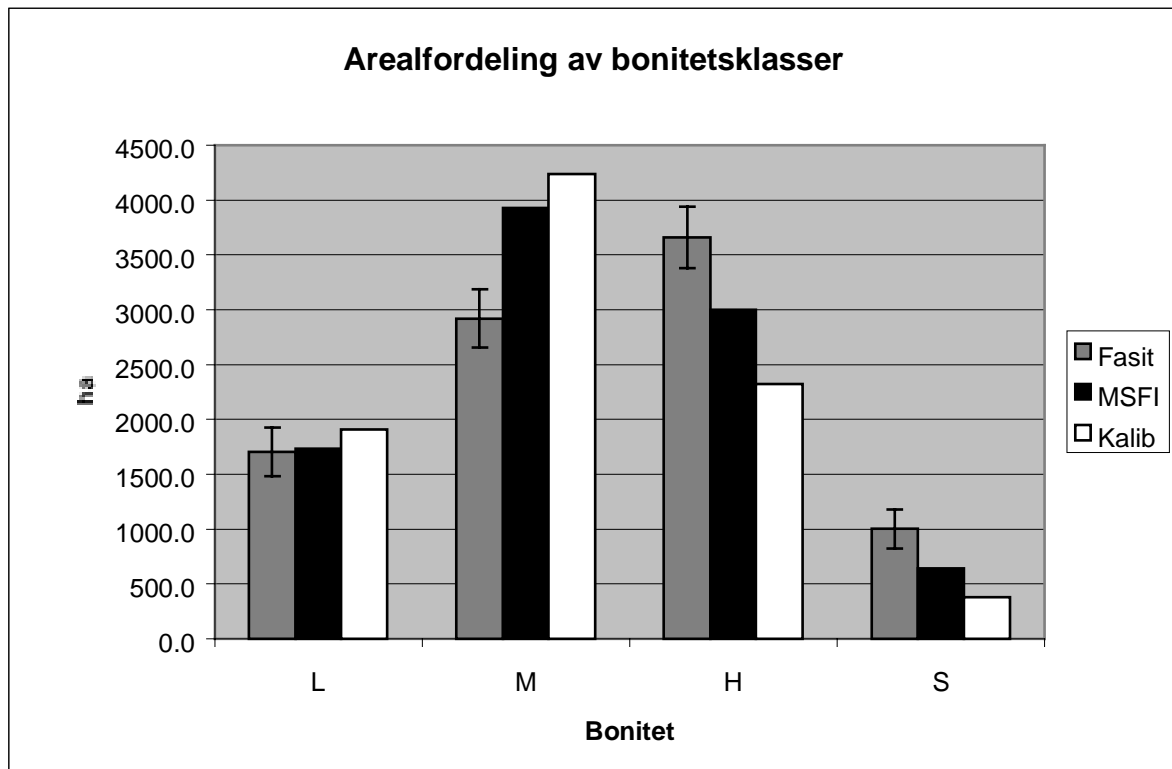
Resultatene til Jakubauskas og Price (1997) stemmer bra overens med resultatene her. Variabler som beskriver marksjiktet har ikke fått godt treff, og de som har fått godt treff beskriver tetthet og høyde til skogen. Unntatt fra dette er bestandstreslag. Noe overraskende er det at ikke volum stemte bedre: MSFI har overestimert volum: 1 245 715 m<sup>3</sup> mot 1 018 762 m<sup>3</sup>, en forskjell på 22%. For gran derimot stemmer MSFI estimatet godt: 743 596 m<sup>3</sup> mot 723 729 m<sup>3</sup>. Her er også MSFI estimatet en klar forbedring av estimatet basert på kalibre-

ringsdata: 590 836 m<sup>3</sup>. Men når volumet fordeles over hogstklasser blir det unøyaktig. Det skyldes selvsagt for en stor del at MSFI har overestimert arealet til hogstklassene 3 og 4 og underestimert arealet til hogstklasse 5. Slås hogstklassene 1 og 2, og 4 og 5 sammen blir resultatet bedre. Resultatene blir da for klasse 1\_2: 11513 m<sup>3</sup> mot 22553 m<sup>3</sup>, klasse 3: 155455 m<sup>3</sup> mot 143366 m<sup>3</sup>, klasse 4\_5: 556761 m<sup>3</sup> mot 577333 m<sup>3</sup> for hhv. kontrolltaksten og MSFI-taksten. Volum furu er klart overestimert: her har MSFI 330 603 m<sup>3</sup> mot fasit 201 143 m<sup>3</sup>. MSFI har faktisk økt volumet for furu i forhold til gjennomsnittstall for kalibreringsdataene (heretter referert til som kalibreringsdatataksten). Det var imidlertid en forholdsvis lav korrelasjon mellom TM kanalene og volum furu (Tabell 5). Det forklarer hvorfor volum av furu har blitt estimert mer unøyaktig. Lauvtrær er også blitt overestimert av MSFI: 171 274 m<sup>3</sup> mot 93 890 m<sup>3</sup>. Også for volum av lauvtrær var korrelasjonen med de spektrale variablene svak.

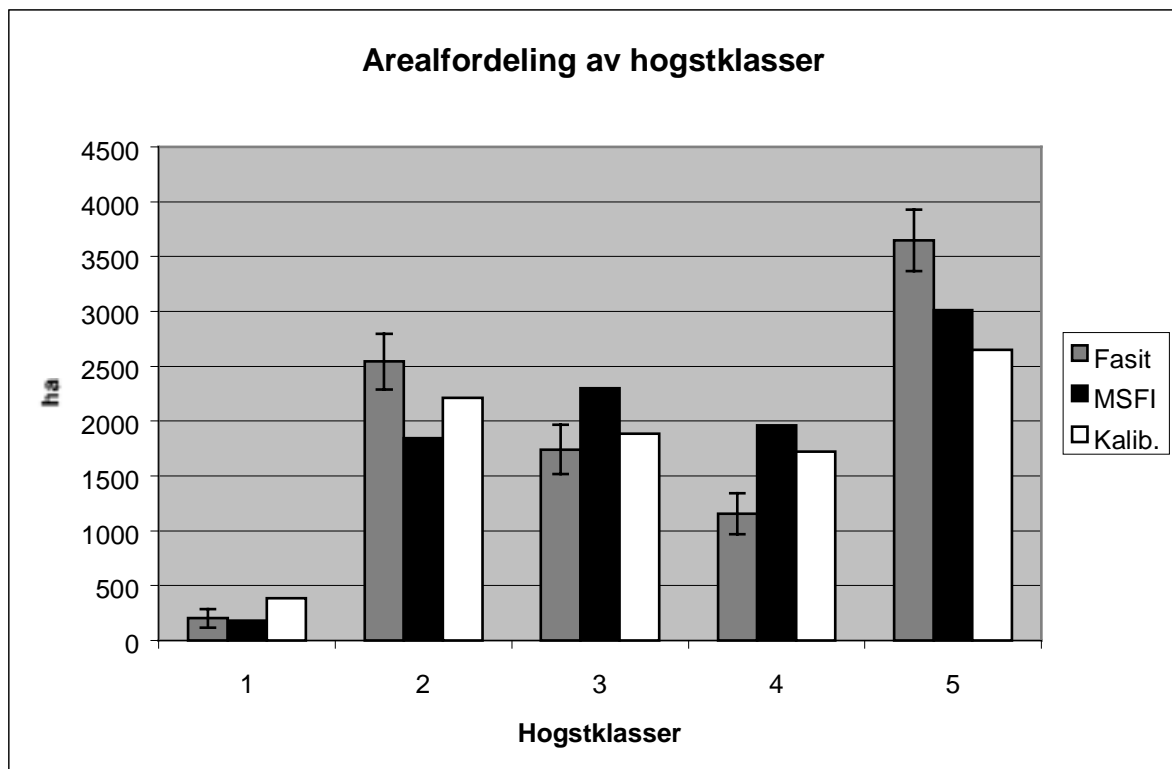
I tilfeller der korrelasjonen mellom en skogstype og de spektrale variablene er lav, vil det være helt eller delvis tilfeldig om MSFI for en gitt pixel velger et naboskapsområde som representerer skogstypen. I en slik situasjon, der satellittbildet ikke bidrar til å finne representative utvalg, vil derfor gjennomsnittstall for kalibreringsdatasettet i stor grad bestemme MSFI-resultatene. Siden volum av furu og lauvtrær var relativt større i kalibreringsdatasettet enn i kontrolldatasettet, samtidig som korrelasjonen med de spektrale variablene var lav, kan det forklare hvorfor volum furu og lauvtrær ble overestimert.

**Tabell 11. Vurdering av MSFI-estimatene for ulike variabler. Godt treff betyr at 2/3 (67%) eller flere av kategoriene er innenfor 95% konfidensintervallet til fasittaksten. Segment refererer til hvilket segment nr. i tabellen den angitte variabelen står oppført i.**

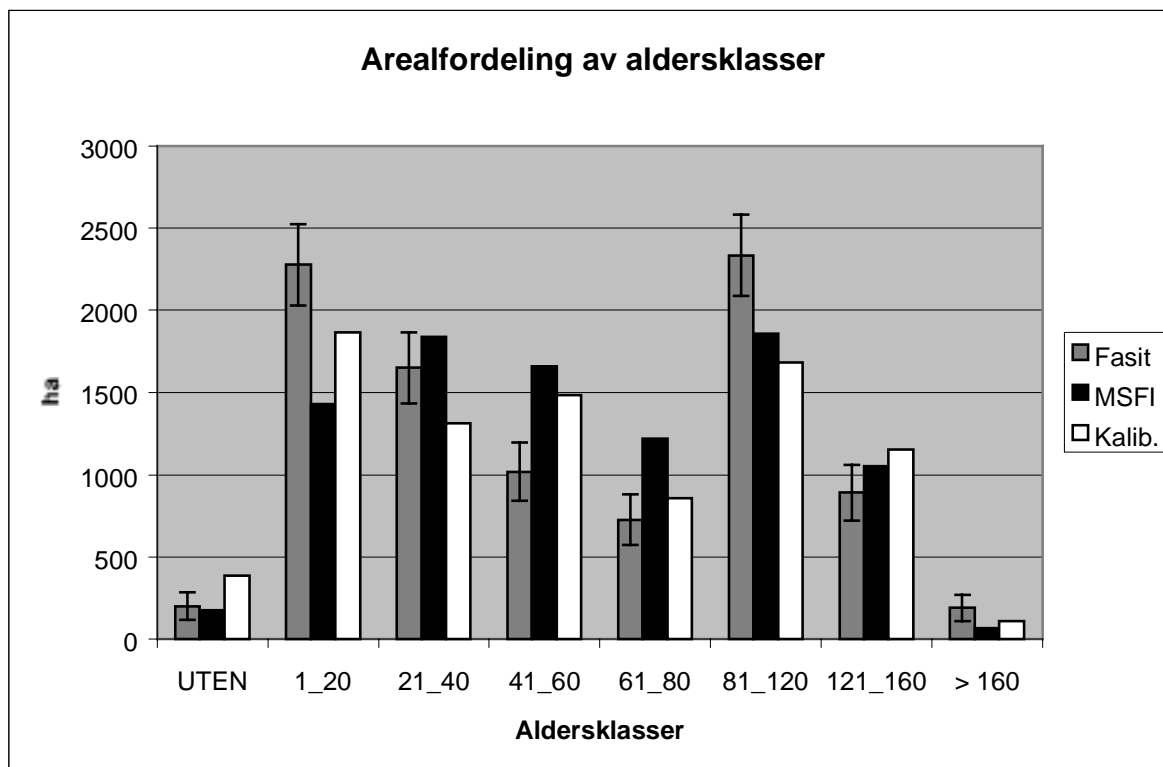
Tabell nr.	Variabel (segment)	Godt treff		Ikke godt treff	
		Forbedring	Ingen forbedring	Forbedring	Ingen forbedring
I	Areal bonitet (2)			X	
II	Areal hogstklasser (3)				X
III	Areal aldersklasser (3)				X
IV	<b>Areal bestandstreslag</b> (2)	X			
V	Areal bestandsform (2)			X	
VI	Areal bestandsjevnhet (2)			X	
VII	<b>Areal bestandsoverhøyde</b> (3)	X			
VIII	Areal bestandsskader (2)				X
IX	Areal kronedekningsklasser (2)				X
X	<b>Areal treantall bartrær</b> (2)		X		
XI	Areal treantall lauvtrær (2)				X
XII	<b>Areal totalt treantall</b> (2)		X		
XIII	Areal overstandere (frøtrær) (2)				X
XIV	Areal middelhøyde bartrær (3)				X
XV	Areal middelhøyde lauvtrær (3)				X
XVI	<b>Areal middelhøyde bar- og lauvtrær</b> (3)		X		
XVII	Areal vegetasjonstype (2)				X
XVIII	Areal blåbærdekningsprosent (3)			X	
XIX	Areal kronetthetsklasser (%) (3)				X
XX	Volum totalt over hogstklasser (2)				X
XXI	Volum gran over hogstklasser (2)			X	
XXII	Volum furu over hogstklasser (2)			X	
XXIII	Volum lauvtrær over hogstklasser (2)			X	
XXIV	Volum fordelt på lauvtreslag (2)				X
XXV	Tilvekst totalt over hogstklasser (2)				X
XXVI	Tilvekst gran over hogstklasser (2)				X
XXVII	Tilvekst furu over hogstklasser (2)				X
XXVIII	Tilvekst lauv over hogstklasser (2)				X



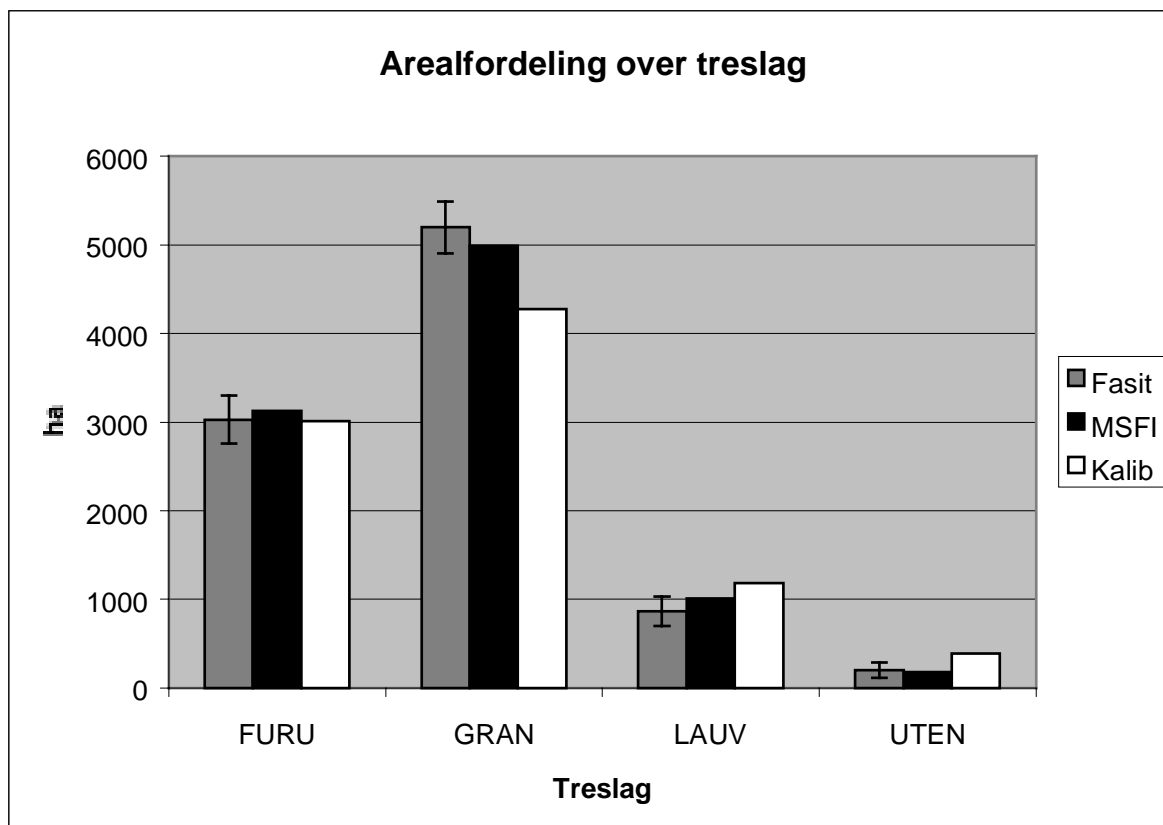
Figur 3. Arealfordeling (ha) over fire bonitetsklasser: L = lav bonitet, M = middels bonitet, H = høy bonitet, S = svært høy bonitet.



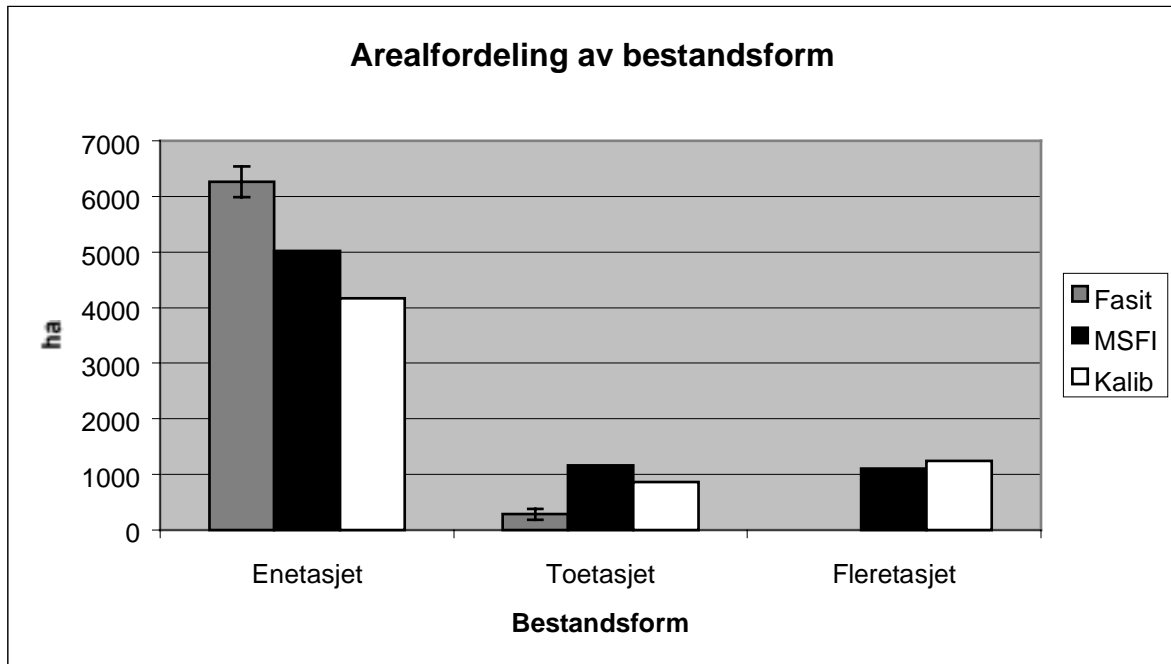
Figur 4. Arealfordeling (ha) over fem hogstklasser.



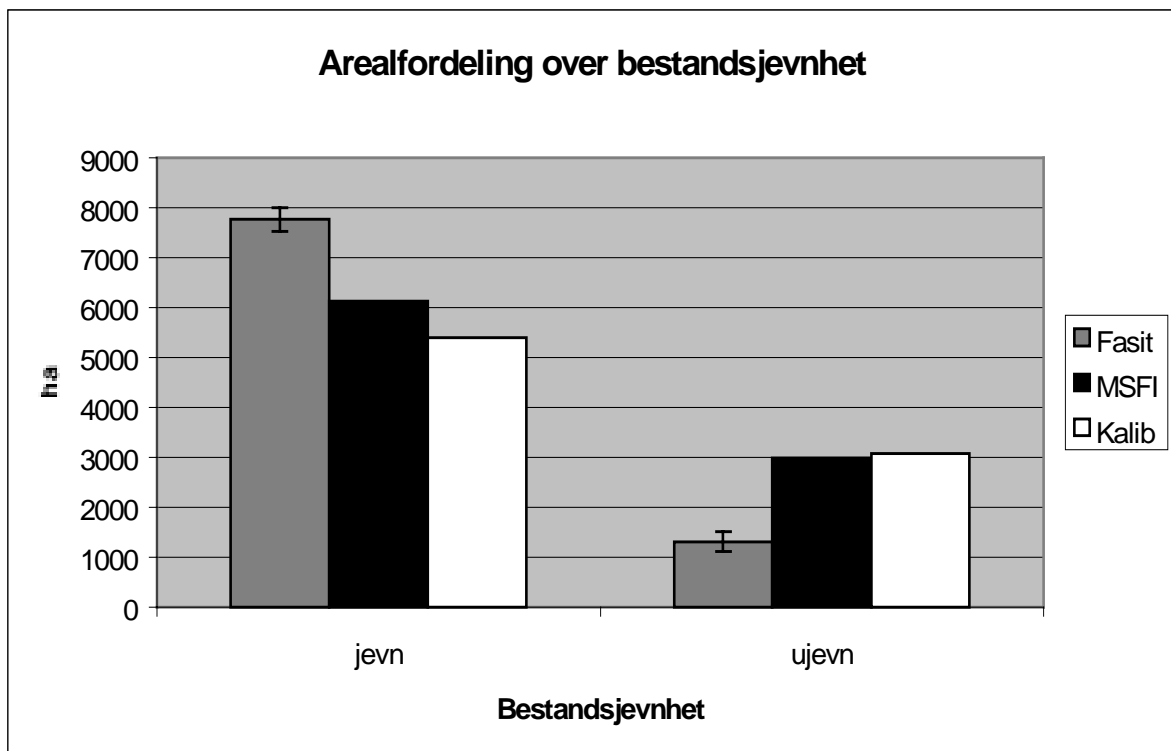
Figur 5. Arealfordeling (ha) over aldersklasser. Kategorien "UTEN" gjelder flater der det ikke er registrert alder, som for hogstklasse 1.



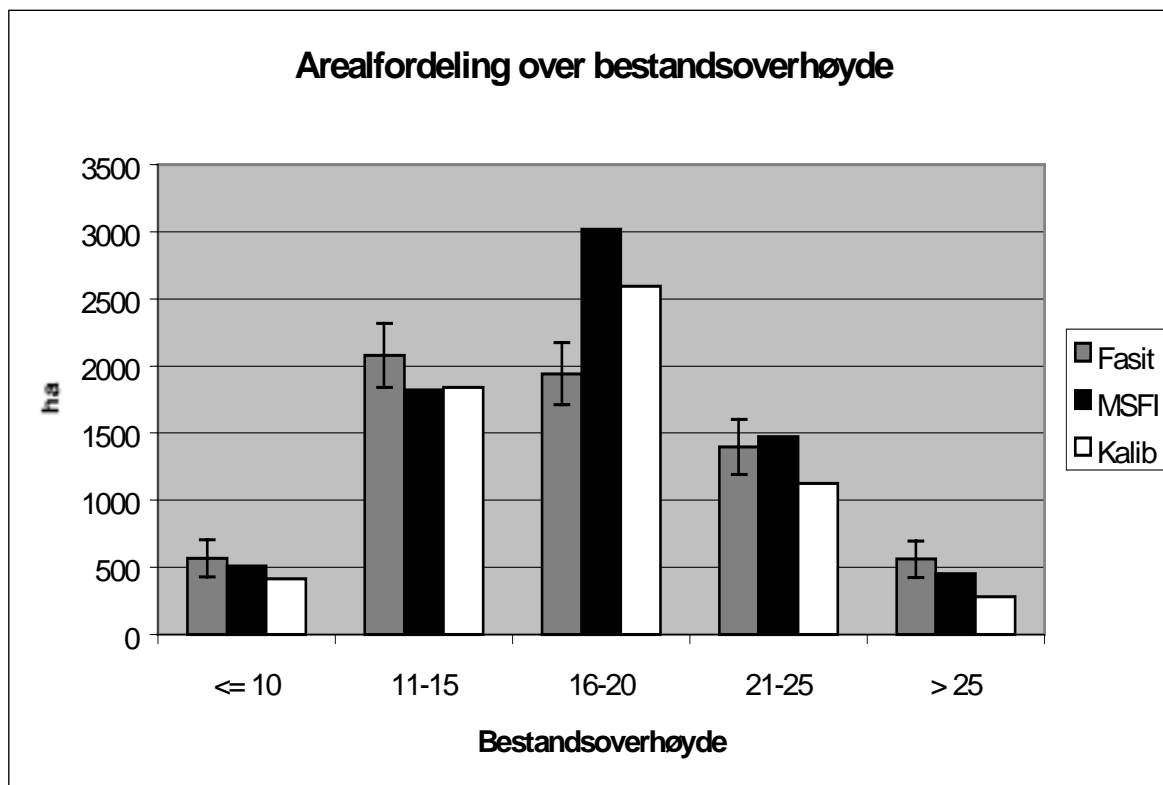
Figur 6. Arealfordeling (ha) over treslag. Kategorien "UTEN" gjelder for den delen av arealet der det ikke er registrert treslag; i.e. flater i hogstklasse 1.



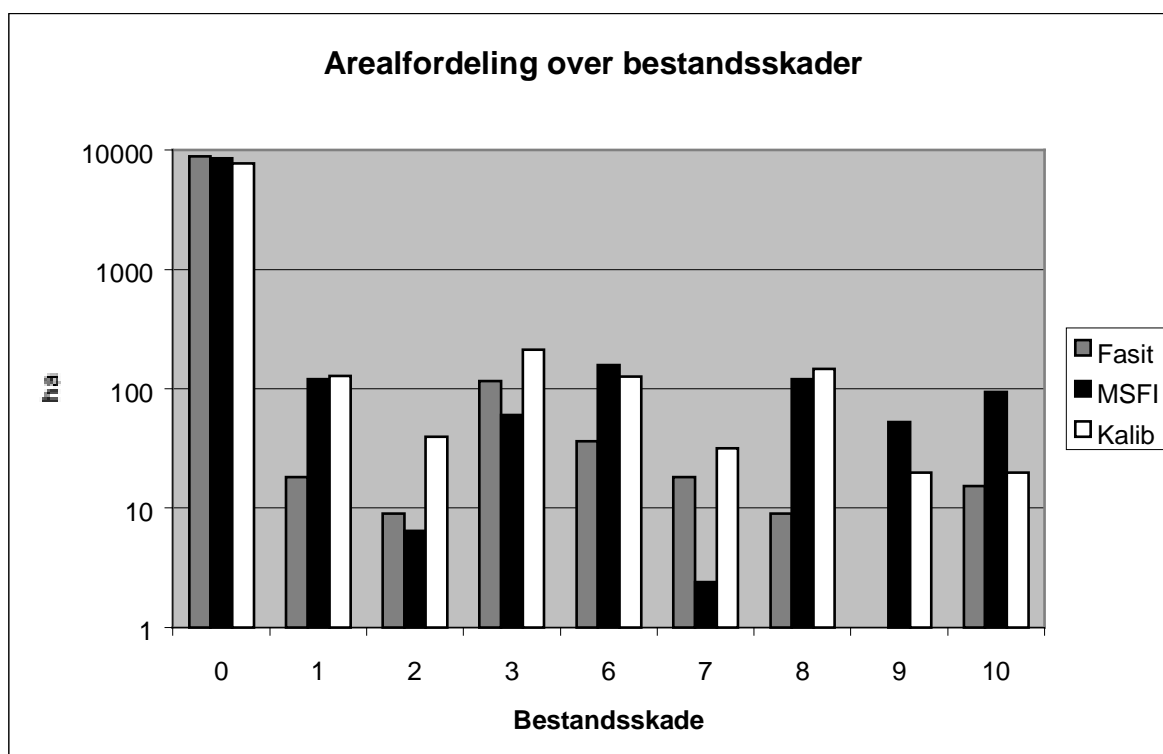
Figur 7. Arealfordeling (ha) over bestandsform.



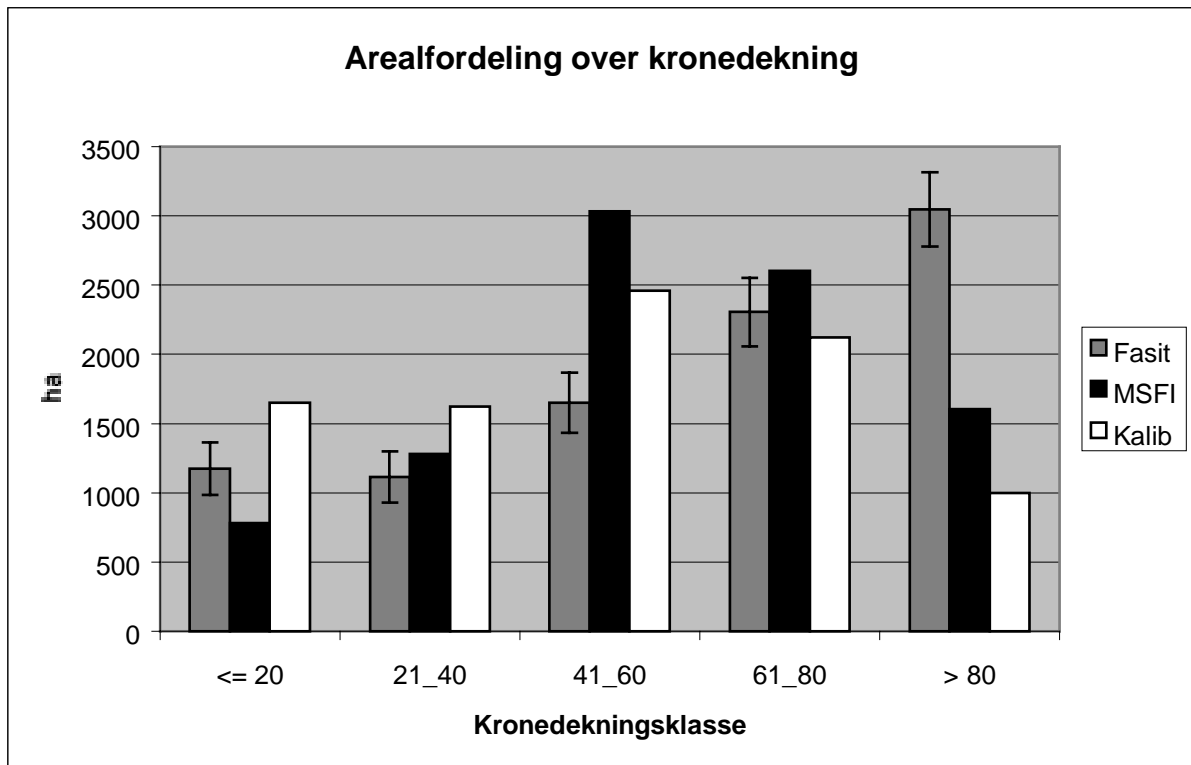
Figur 8. Arealfordeling (ha) over bestandsjevnhet.



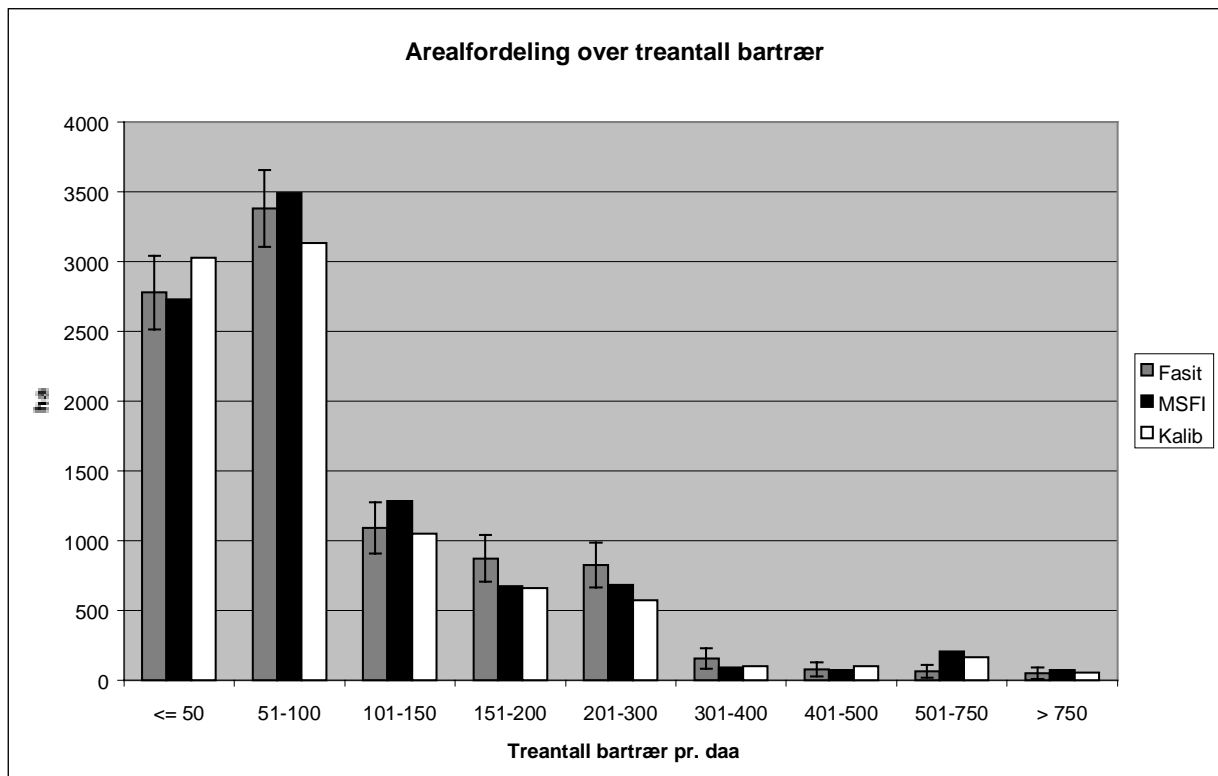
Figur 9. Arealfordeling over bestandsoverhøyde (m). Registreres for hogstklasse 3–5.



Figur 10. Arealfordeling over bestandsskader. Registrert for hogstklasser 2–5. Skadetyper: 0 = ingen skader, 1 = vindfall, 2 = mekaniske skader, 3 = beiteskader av hjortevilt, 4 = museskader, 5 = insektskader, 6 = barkbilleskader, 7 = råteskader, 8 = snøskader, 9 = tørkeskader, 10 = frostska-der.

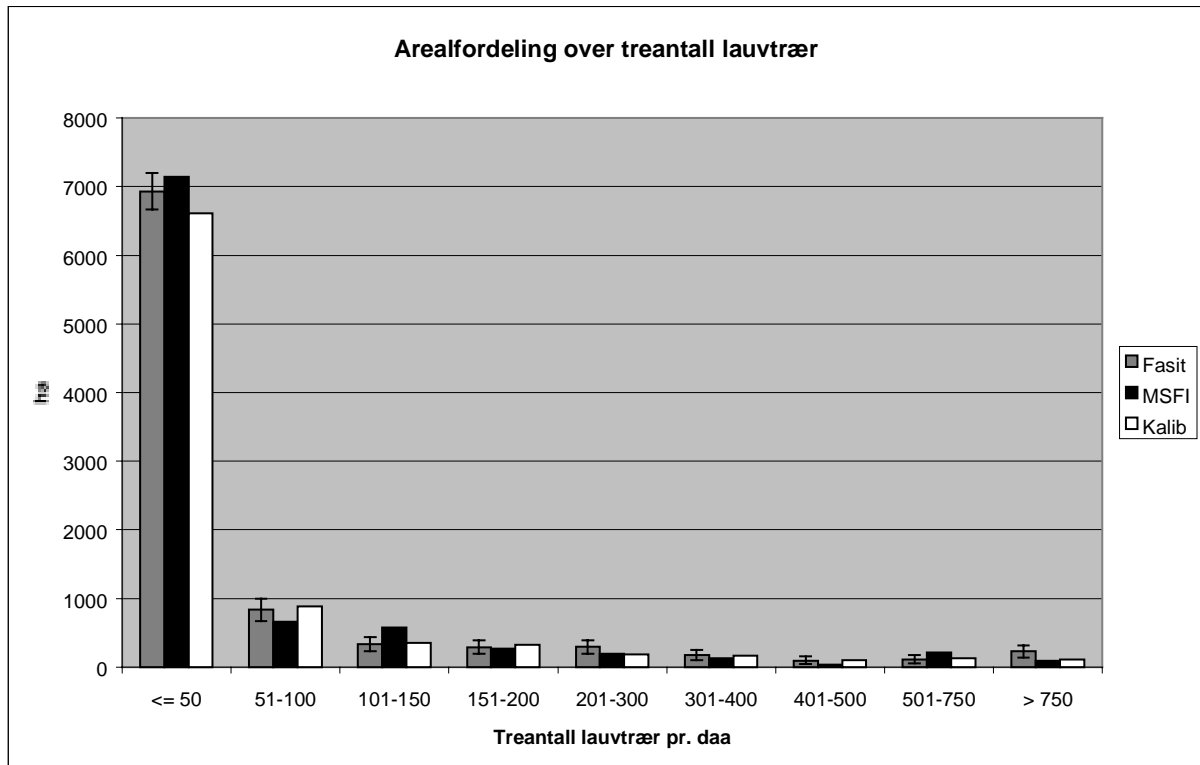


Figur 11. Arealfordeling over kronedekning i prosentklasser.

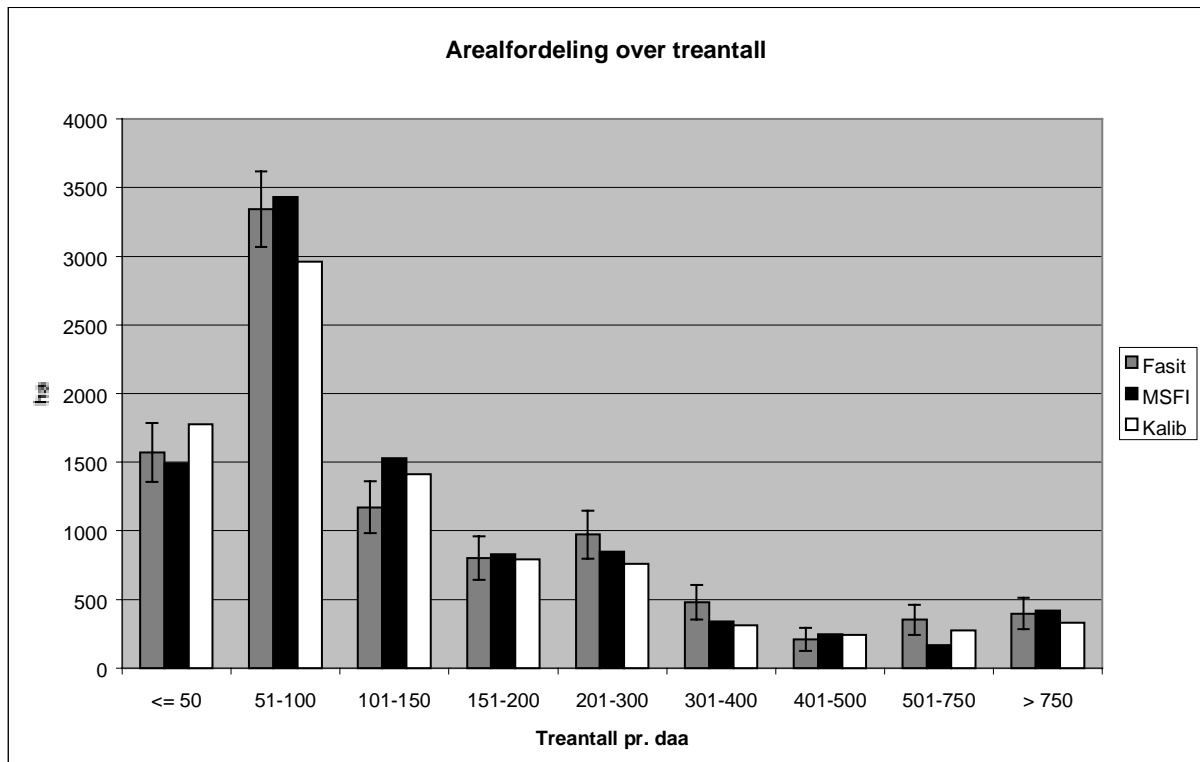


Figur 12. Arealfordeling over treantall bar og hogstklasser.

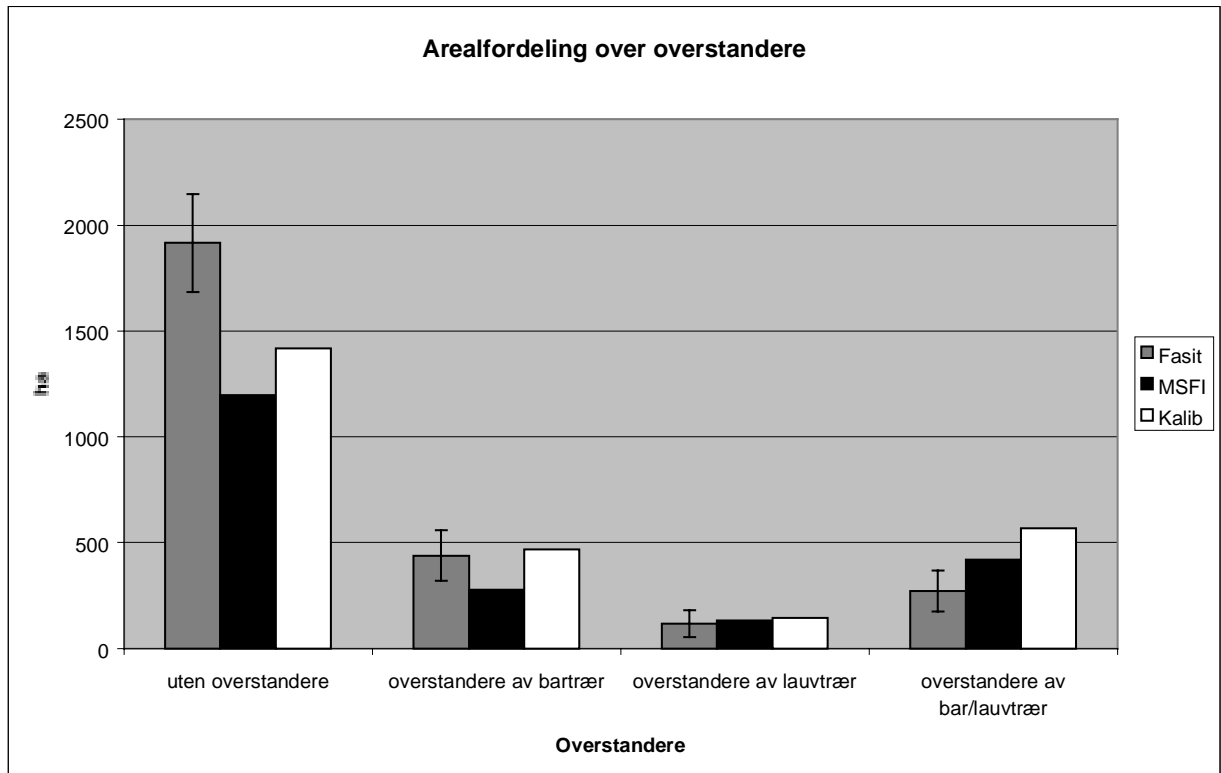




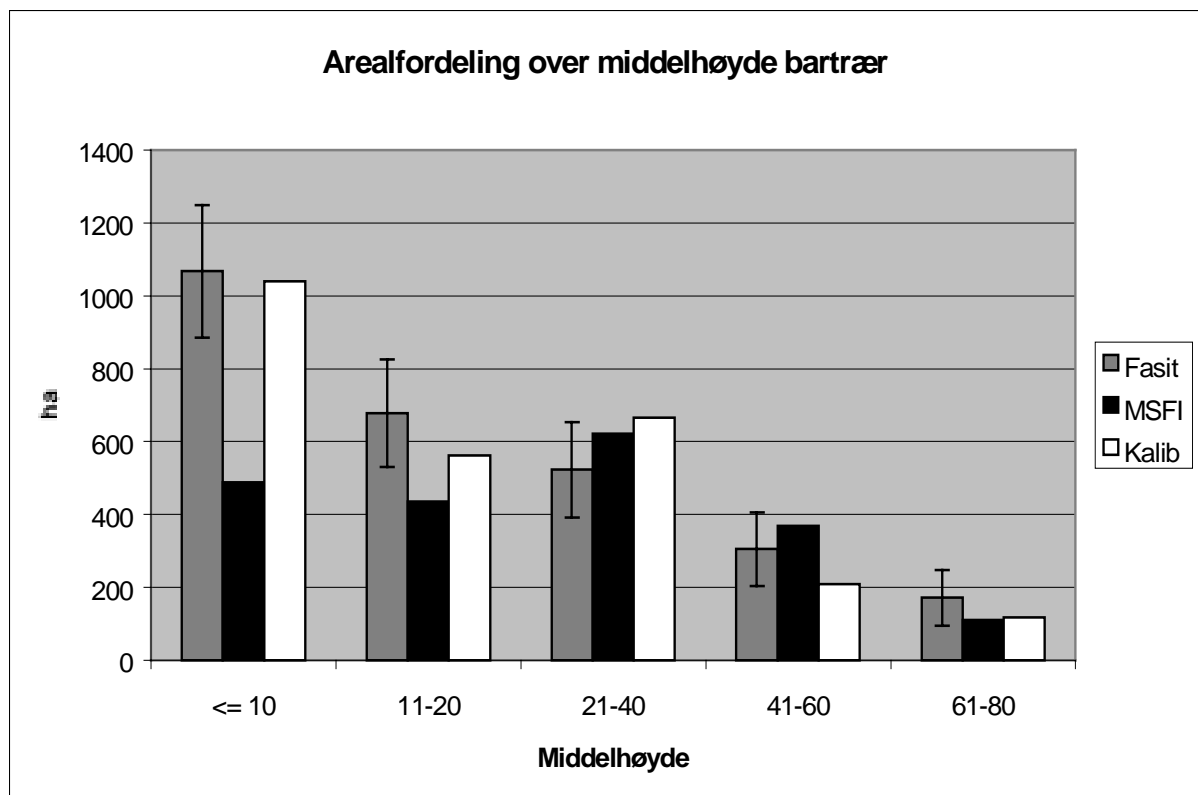
Figur 13. Arealfordeling over treantall lauv og hogstklasser.



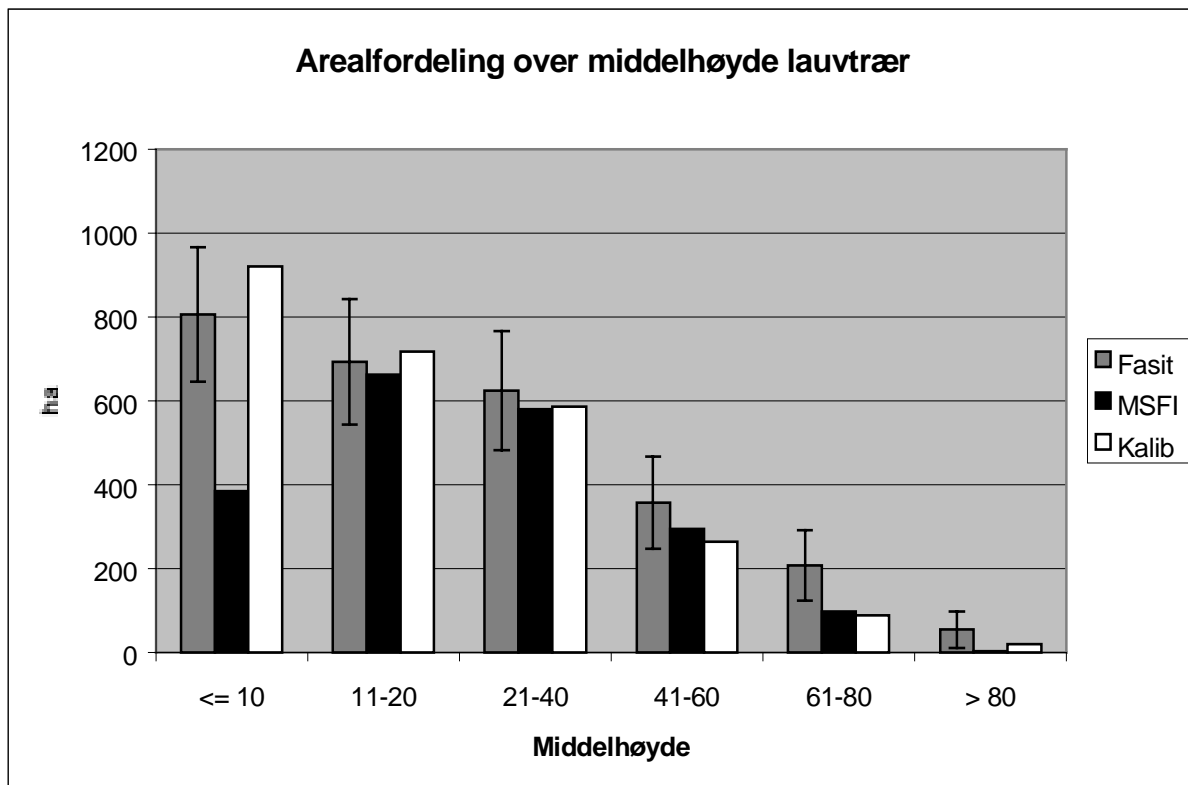
Figur 14. Arealfordeling over treantall/daa.



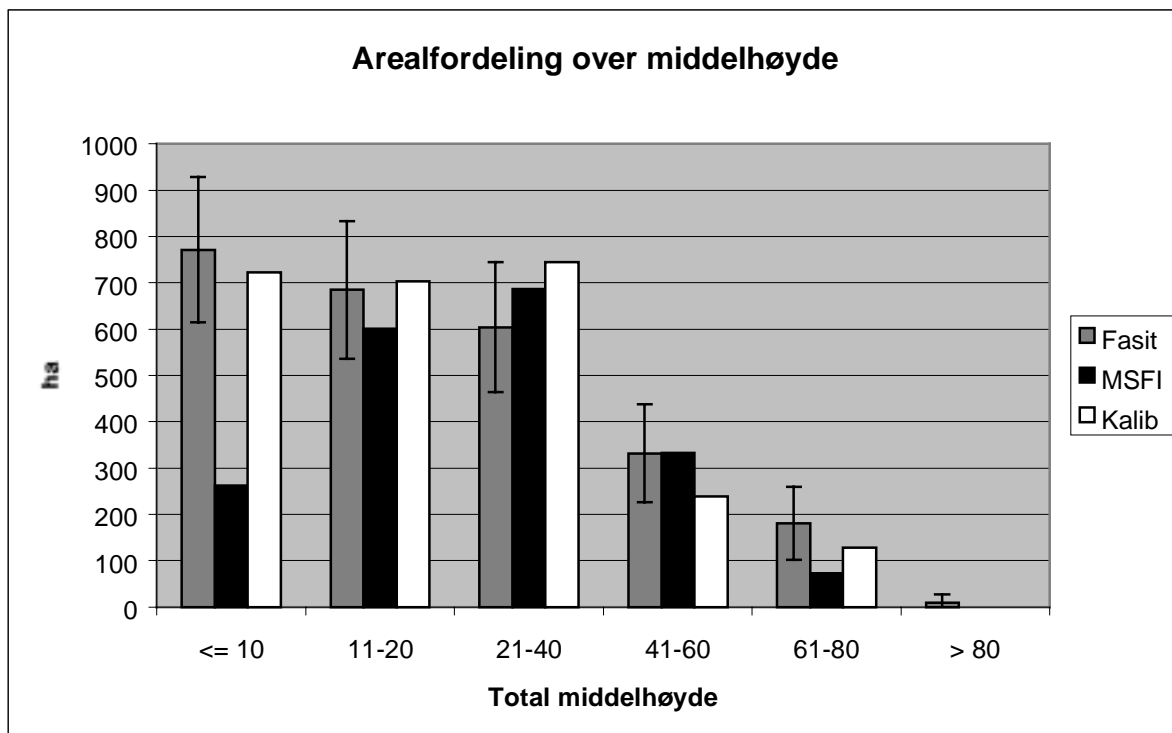
Figur 15. Arealfordeling over overstandere/frøtrær. Registrert for hogstklasse 1 og 2.



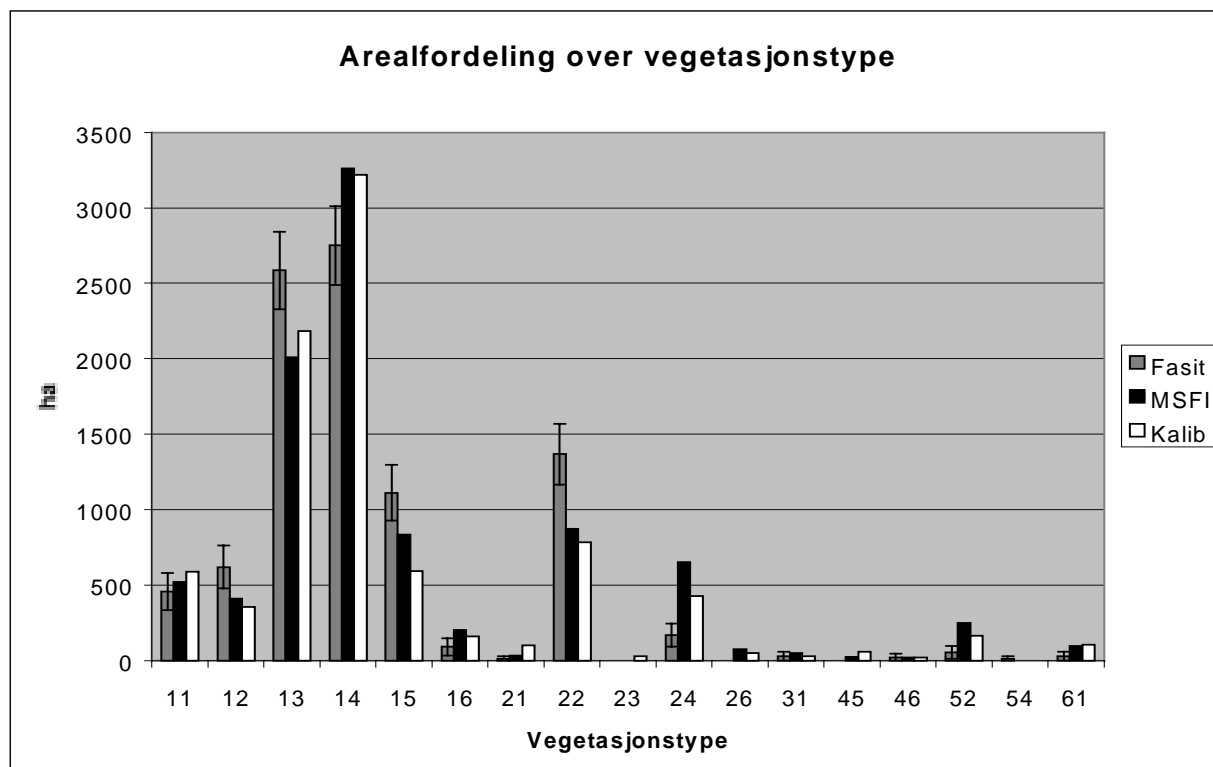
Figur 16. Arealfordeling over middelhøyde (dm) bartrær før regulering. Registreres for hogstklasse 1 og 2.



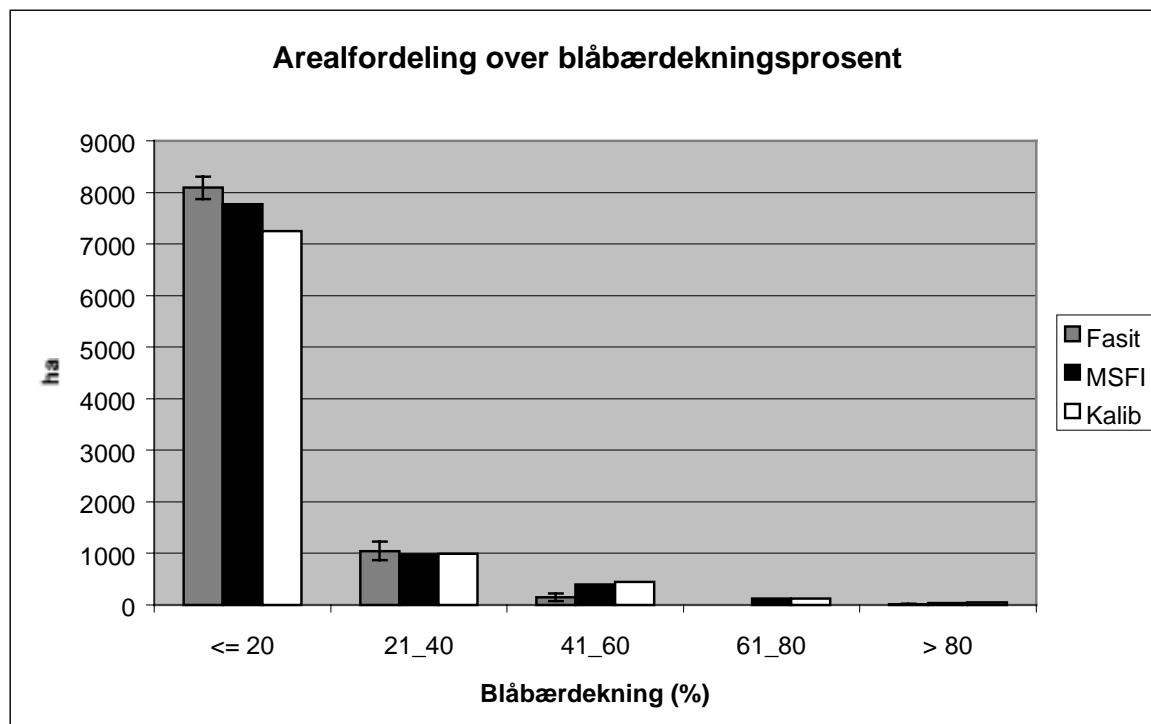
Figur 17. Arealfordeling over middelhøyde (dm) lauvtrær før regulering. Registreres for hogstklasse 1 og 2.



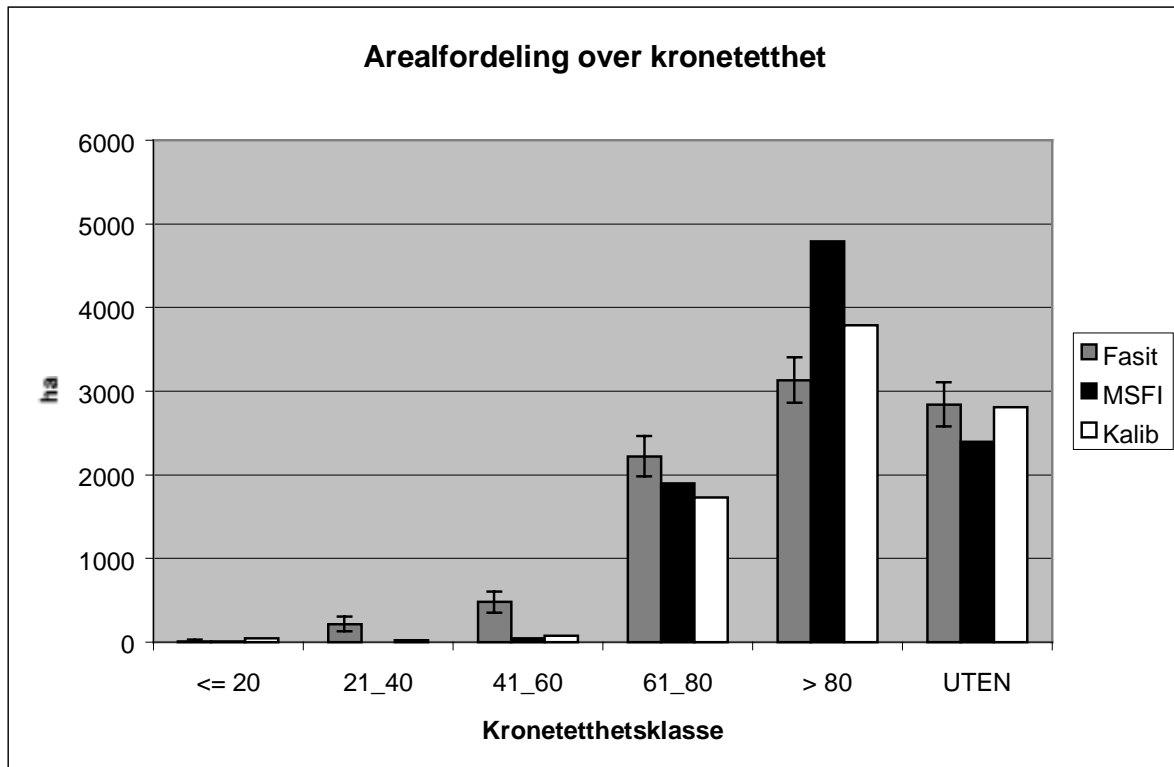
Figur 18. Arealfordeling over middelhøyde (dm) bartrær og lauvtrær.



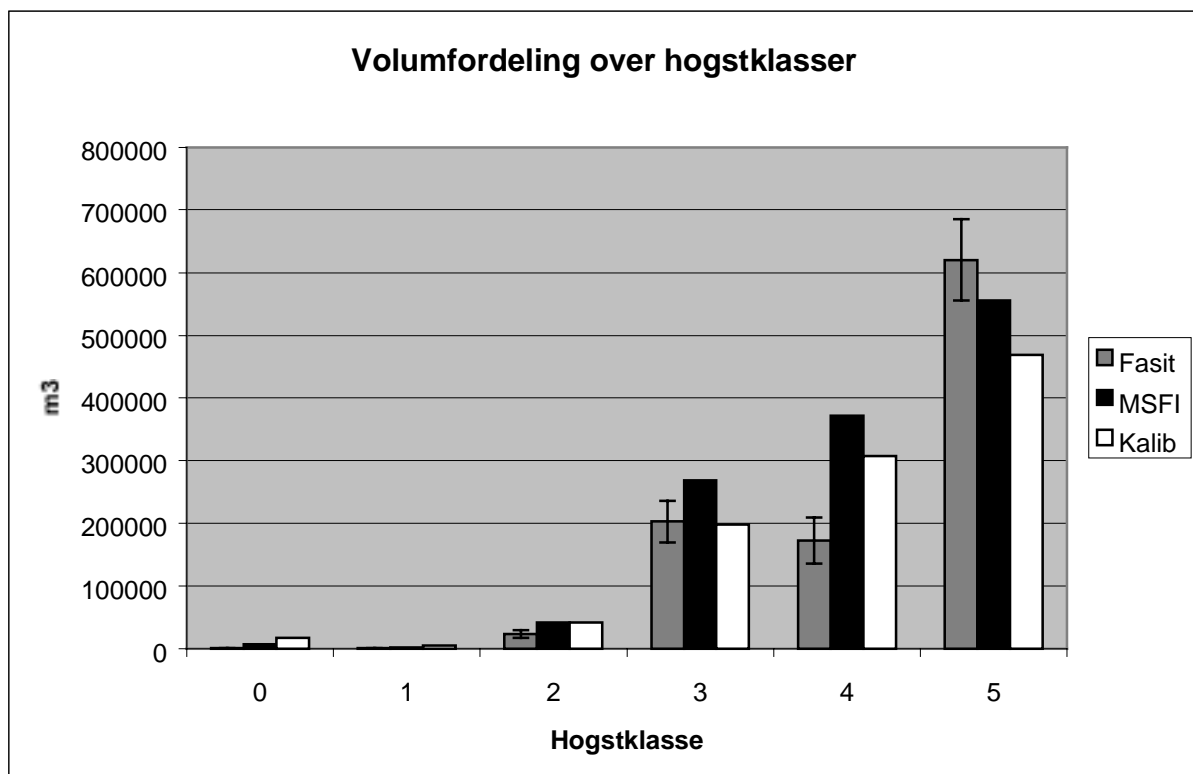
**Figur 19. Arealfordeling over vegetasjonstype.** Vegetasjonstyper: 11 = lavskog, 12 = røsslyng-blokkebærskog, 13 = bærlyngskog, 14 = blåbærskog, 15 = småbregneskog, 16 = storbregneskog, 21 = kalklågurtskog, 22 = lågurtskog, 23 = ?, 24 = høgstaudeskog, 26 = hagemarkskog, 31 = gråor-heggeskog, 45 = alm-lindeskog, 46 = or-askeskog, 52 = gran-bjørk-sumpskog, 54 = lauvvier-sumpskog, 61 = furumyrskog.



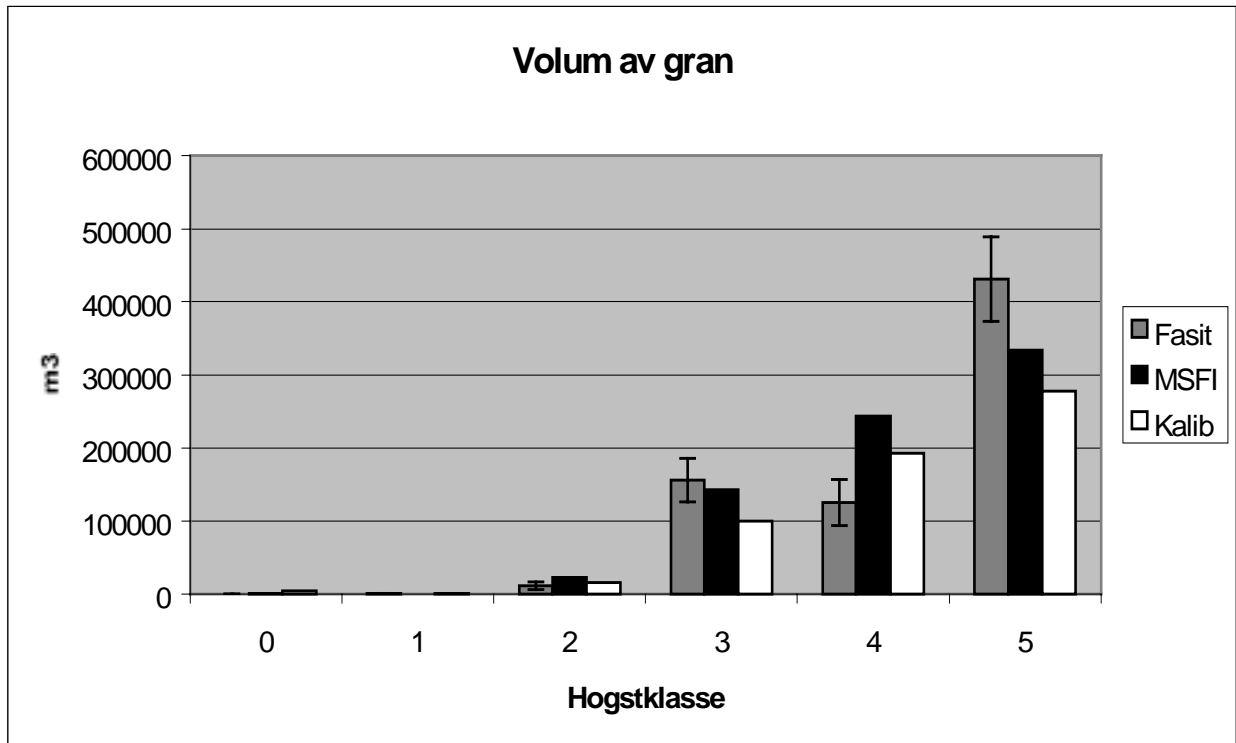
**Figur 20. Arealfordeling over blåbærdekningsprosent.**



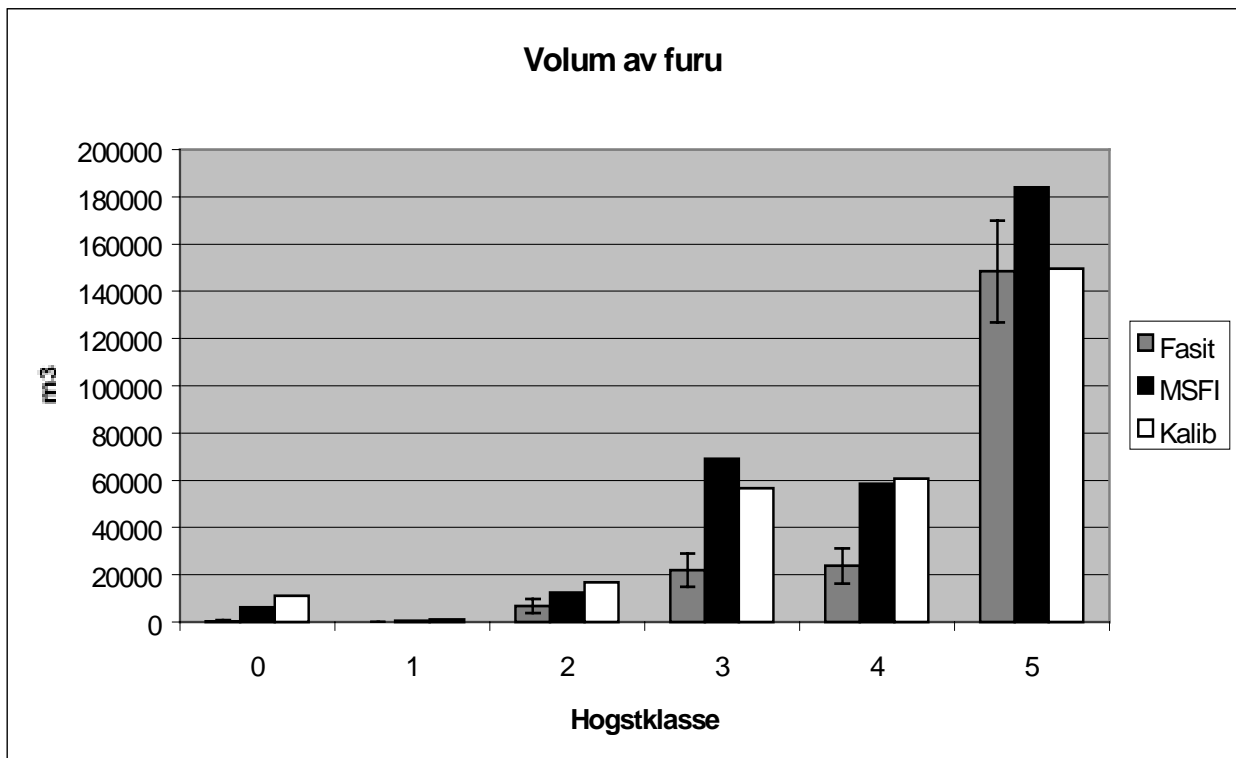
Figur 21. Arealfordeling over kronetetthetsklasser (angitt i prosent og gir andelen nåler, blader et tre har i forholdt til om det var fulltett).



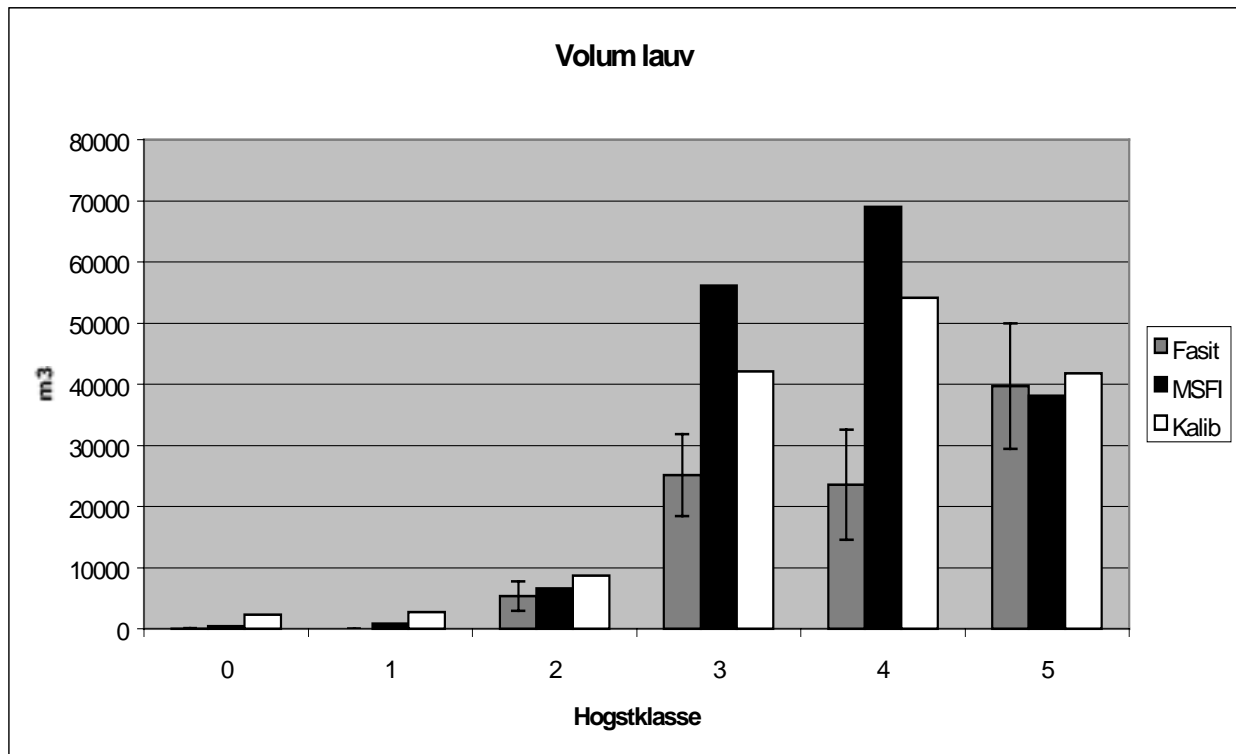
Figur 22. Volumfordeling over hogstklasser av totalvolum.



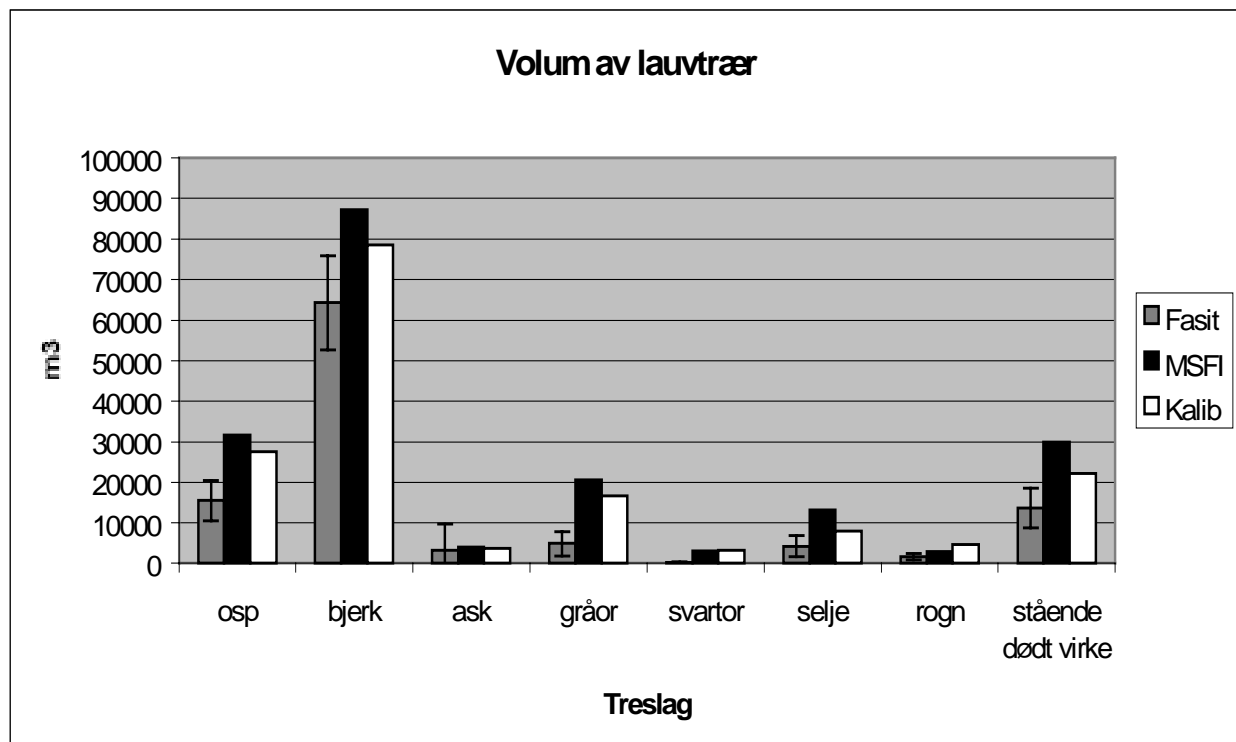
Figur 23. Volumfordeling av gran over hogstklasser.



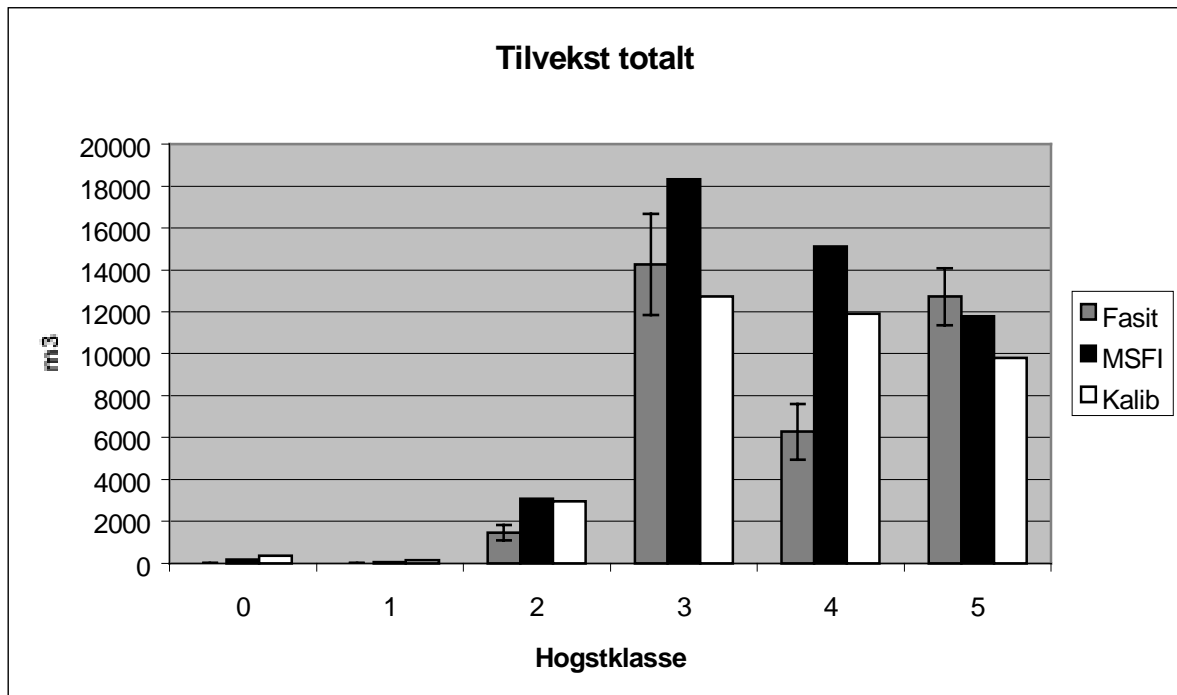
Figur 24. Volumfordeling av furu over hogstklasser.



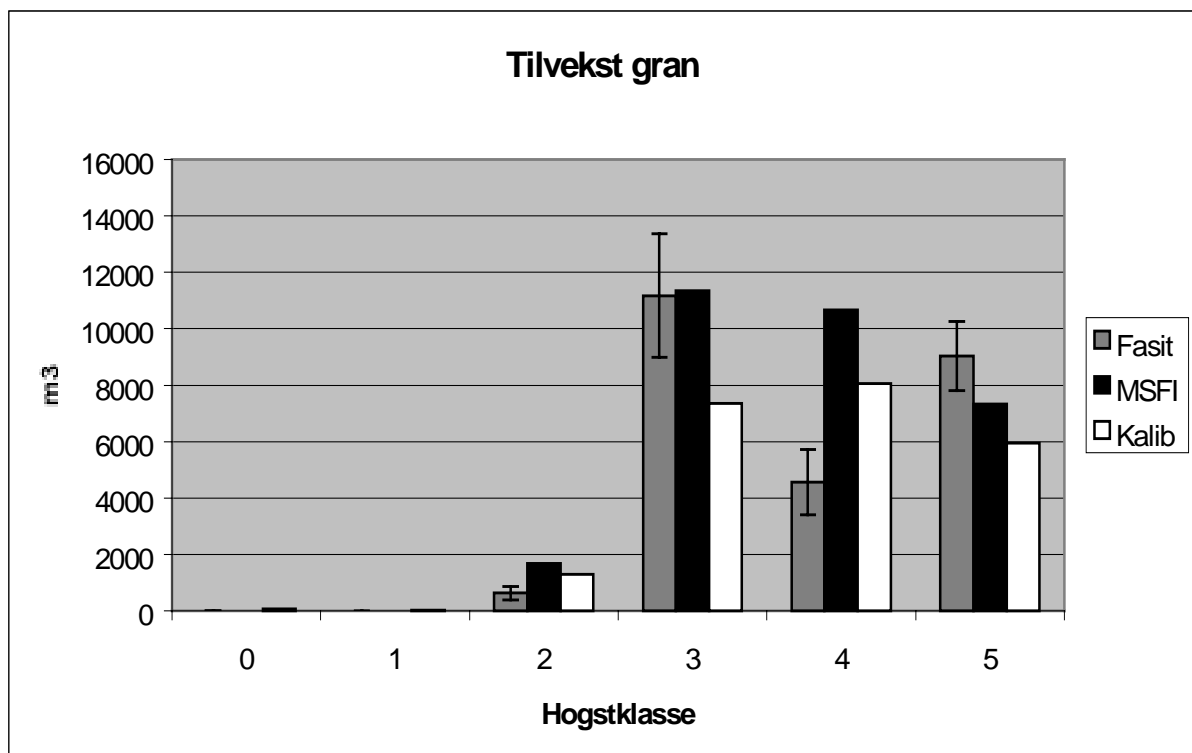
Figur 25. Volumfordeling av lauv over hogstklasser.



Figur 26. Volumfordeling av lauvtrær.

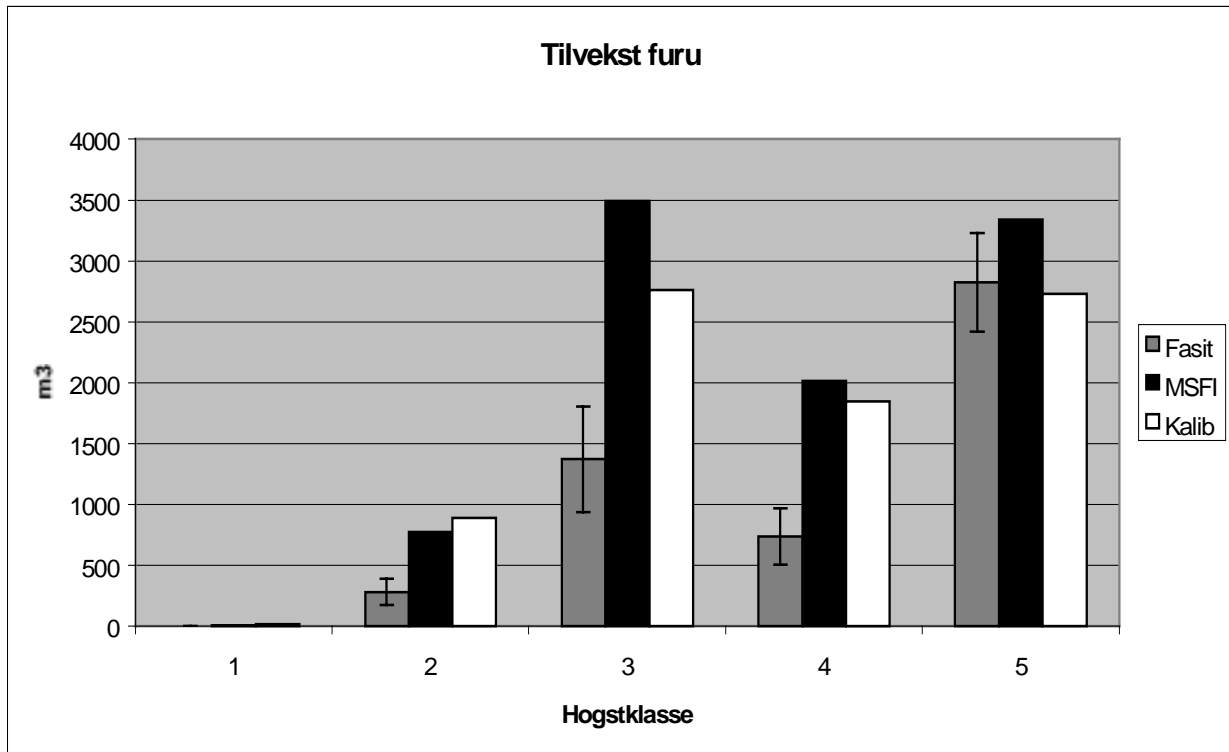


Figur 27. Tilvekst over alle treslag (totalt).

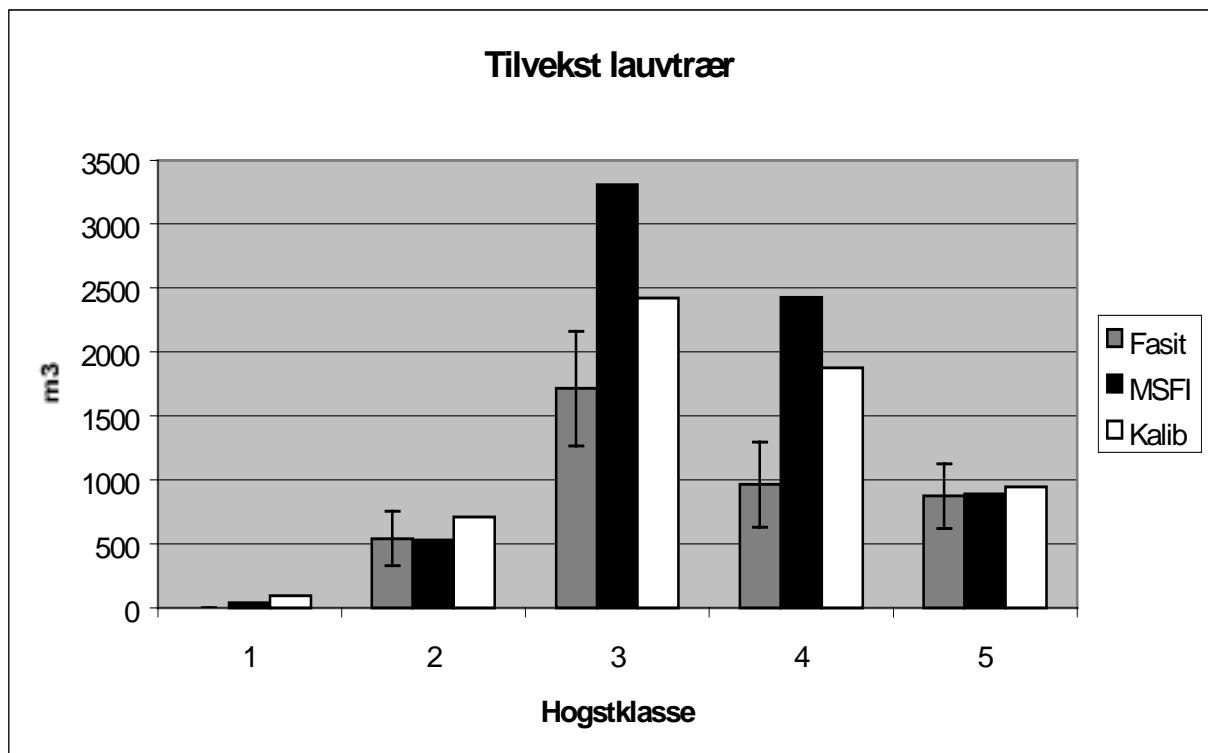


Figur 28. Tilvekst gran.





Figur 29. Tilvekst furu.



Figur 30. Tilvekst lauvtrær.

## Kart

### *Kartstatistikk basert på soneinndeling*

I Tabell 12 og Tabell 13 og Figur 31 og Figur 32 er hogstklassekartene sammenlignet. I den første er fordelingen over hogstklasser oppgitt i hektar og i den andre i prosent. De to siste radene er summen over alle fem sonene og viser statistikk for hele kartet. Vi ser at for hogstklasse 1 stemmer resultatene overens: 1.8% eller 146 ha i denne hogstklassen. Videre ser vi at MSFI-kartet har noe mindre areal i hogstklasse 2: 18.9% mot 23.7% eller 1521 ha mot 1906 ha. For hogstklasse 3 er det omvendt. Her har MSFI-kartet et større areal: 23.3% mot 18.7% eller 1877 ha mot 1507 ha. Hogstklasse 4 har dårligst treff. Her har MSFI-kartet 19.9% mot 10.5% eller 1603 ha mot 848 ha i bestandskartet. I hogstklasse 5 er det motsatt; her har MSFI-kartet underestimert noe: 33.2% mot 45.2% eller 2671 ha mot 3637 ha. Forenkler vi hogstklasseinndelingen og slår sammen 2 og 3, og 4 og 5 ser resultatet bedre ut. Da står vi igjen med tre klasser: hogstklasse 1, 2\_3, og 4\_5 som har hhv. 1.8% mot 1.8%, 42.2% mot 42.4%, 53.1% mot 55.7% eller 146 ha mot 146 ha, 3398 ha mot 3413 ha, 4274 ha mot 4485 ha.

I Tabell 14 og Figur 33 er alderskartene sammenlignet. Vi ser at for alder stemmer ikke kartene like godt overens som for hogstklasser. Det er tydelig at alder ofte er underestimert og at MSFI-kartet har relativt stort areal i alderskategorien mellom 50 og 100 år og relativt lite areal i kategorien over 100 år. I aldersklassen 100+ ser vi at i MSFI-kartet har 13% mens bestandskartet har hele 32%. Fra Tabell III i Appendix ser vi det samme trekket. I aldersklassene 41–60 og 61–80 år har MSFI en klar overestimering, mens klassen 80–120 er underestimert. Vi ser fra Tabell 5 at alder har en klart lavere korrelasjon med TM's spektrale kanaler enn hogstklasse for alle kanaler unntatt for kanal 4, hvor de er omtrent like. Alder er kun indirekte relatert til de biofysiske faktorene som beskriver skogens overordnede fysiske (Jakubauskas and Price 1997). Vi kan derfor ikke forvente et like godt resultat for alder som for variabler som mer direkte er relatert til den fysiske strukturen.

**Tabell 12. Arealfordeling (ha) i bestands- og MSFI-kartene fordelt over hogstklasser for fem takseringsområder (soner) og for hele kartet. Sonene er organisert fra nord til sør.**

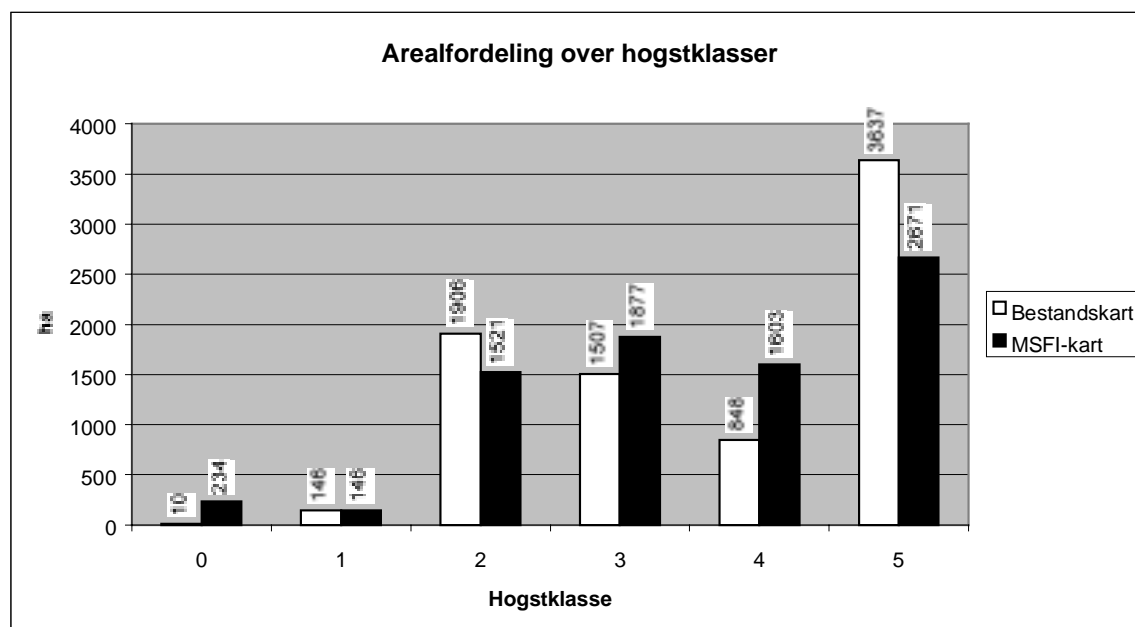
kart_sone	hkl						sum	1_2	2_3	4_5
	0	1	2	3	4	5				
best_s1	1	22	240	137	70	556	1025	262	377	626
msfi_s1	25	18	204	253	183	342	1025	223	457	525
best_s2	1	18	284	194	116	361	975	303	479	477
msfi_s2	20	24	231	244	211	242	972	255	475	453
best_s3	2	42	411	497	275	714	1940	453	907	989
msfi_s3	54	46	380	492	411	557	1941	426	872	969
best_s4	5	44	701	476	292	1387	2904	745	1177	1679
msfi_s4	93	46	526	648	551	1042	2904	571	1173	1593
best_s5	1	21	270	204	95	619	1208	290	473	714
msfi_s5	42	12	180	241	246	488	1209	192	420	734
best_alle	10	146	1906	1507	848	3637	8053	2052	3413	4485
msfi_alle	234	146	1521	1877	1603	2671	8051	1667	3398	4274

**Tabell 13. Arealfordeling (%) i bestands- og MSFI-kartene fordelt over hogstklasser for fem takseringsområder (soner) og for hele kartet. Sonene er organisert fra nord til sør.**

kart_sone	HKL								
	0	1	2	3	4	5	1_2	2_3	4_5
best_sone1	0.1	2.1	23.4	13.3	6.8	54.2	25.6	36.7	61.0
msfi_sone1	2.4	1.8	19.9	24.7	17.9	33.4	21.7	44.6	51.2
best_sone2	0.1	1.9	29.2	19.9	11.9	37.0	31.0	49.1	48.9
msfi_sone2	2.0	2.5	23.8	25.1	21.7	24.9	26.2	48.9	46.6
best_sone3	0.1	2.2	21.2	25.6	14.2	36.8	23.3	46.8	51.0
msfi_sone3	2.8	2.4	19.6	25.3	21.2	28.7	22.0	44.9	49.9
best_sone4	0.2	1.5	24.1	16.4	10.0	47.8	25.6	40.5	57.8
msfi_sone4	3.2	1.6	18.1	22.3	19.0	35.9	19.7	40.4	54.8
best_sone5	0.1	1.7	22.3	16.8	7.9	51.2	24.0	39.1	59.1
msfi_sone5	3.5	1.0	14.9	19.9	20.4	40.3	15.9	34.8	60.7
best_alle	0.1	1.8	23.7	18.7	10.5	45.2	25.5	42.4	55.7
msfi_alle	2.9	1.8	18.9	23.3	19.9	33.2	20.7	42.2	53.1

**Tabell 14. Arealfordeling over aldersklasser for hele kartet.**

Kart		Aldersklasser										
		0-25	26-50	51-75	76-100	100+	0-75	75+	0-50	51-100	100+	sum
bestand	ha	2267	1436	549	1188	2613	4252	3802	3703	1737	2613	8053
	%	28 %	18 %	7 %	15 %	32 %	53 %	47 %	46 %	22 %	32 %	100 %
msfi	ha	943	2390	2114	1544	1064	5447	2607	3333	3658	1064	8055
	%	12 %	30 %	26 %	19 %	13 %	68 %	32 %	41 %	45 %	13 %	100 %



**Figur 31. Arealfordeling over hogstklasser. Resultat fra hele bestands- og MSFI-kartene (alle sonene).**

### Kartstatistikk basert på bestandsfigurer

I Tabell 15 og Tabell 16 er resultatet av evalueringen av hogstklassekartene mot hverandre basert på bestandsfigurer presentert. Omtrent halvparten, 48%, av alle bestandene er riktig klassifisert. Ser vi på hver enkelt klasse ser vi at for en kartbrukers synspunkt (Brukers nøyaktighet) så er kun 7% av bestandene i hogstklasse 1 riktig. Sett fra produsentens synspunkt så er kun 4% riktig. For de andre hogstklassene er verdiene mye høyere, og best er resultatet for hogstklasse 5. Hogstklasse 1 er ofte forvekslet med hogstklasse 2, dette er forventet. Det er imidlertid uventet at hogstklasse 1 så ofte forveksles med hogstklasse 5. Dette kan hovedsakelig skyldes to ting: (1) bestandene har blitt helt eller delvis avvirket mellom tidspunktet for feltarbeid og satellittbildeopptak, (2) bestandene kan være gamle og glisne med lav bonitet. Vi kan anta den første typen feil vil forekomme for flere bestand, muligens de fleste av de i alt 35 som i bestandskartet er klassifisert til hogstklasse 1 og i MSFI er klassifisert til hogstklasse 5. Denne situasjonen kan oppstå hvis avvirkningen har foregått etter satellittbildeopptaket og før feltarbeidet. Sammenlignes marginalsommene mot hverandre blir bildet annerledes. Da ser vi at antallet bestand i de ulike hogstklassene er nær hverandre: hhv. 46 mot 85, 925 mot 953, 823 mot 764, 528 mot 406, og 958 mot 1072 for hogstklassene 1–5. Dette er et uttrykk for at selv om det ikke er høyt samsvar på enkeltbestandene så stemmer antallet i de ulike kategoriene bra overens. Indeksene Khat og Tau forteller at kartet er bedre en en tilfeldig klassifikasjon. Khat forteller for eksempel at kartet er 48% bedre enn hva en ville fått med de samme marginalfordelingene men med en helt tilfeldig tilordning.

For alderskartet ser vi av Tabell 17 at RMSE er 36 år. Vi bommer altså i gjennomsnitt med 36 år når vi anslår et bestands alder. Bias er omtrent lik null, og feilen skyldes i all hovedsak feilvariansen. Det er altså ikke noen systematisk over- eller underestimering av bestandsalder når vi ser alle bestandene under ett. Av Figur 34 ser vi at unge bestand har fått alder overestimert og eldre bestand alder underestimert. Deler vi bestandene inn i aldersklasser blir det klart at vi får en systematisk over- eller underestimering.

### MSFI-kart

I Figur 35 til Figur 39 presenteres noen kart over Hobøl kommune. Hogstklasse- og alderskartene fra MSFI og bestandstaksten kan sammenlignes visuelt. I tillegg er det tatt med et kart over bestandstreslag. Her hadde vi ikke noe tilsvarende kart fra bestandstaksten. En legger merke til at den grove fordelingen av ung og gammel skog gjenspeiler hverandre i de to kartene. Hvis en vil vite hvor den gamle og unge skogen befinner seg, eller hvor vi har de ulike hogstklassene, så kan en se dette ut fra MSFI-kartet. Slik informasjon kan vise seg nyttig til overordnet planlegging på kommunenivå og nivåer i enda mindre skala.

**Tabell 15. Forvirringsmatrise for hogstklasser basert på bestandsfigurer fra bestandskart. Bestandsfigurene har blitt gitt hogstklasser fra MSFI-kartet gjennom en modal klassifikator (hyppigst forekommende klasse).**

		Bestandskart					Rekke sum
		HKL	1	2	3	4	
MSFI-kart	1	3	37	2	1	3	46
	2	39	530	195	69	92	925
	3	5	183	294	140	201	823
	4	3	77	195	105	148	528

	5	35	126	78	91	628	958
Kolonne							
sum	85	953	764	406	1072	3280	

---

**Tabell 16. Statistikk for Tabell 15.**

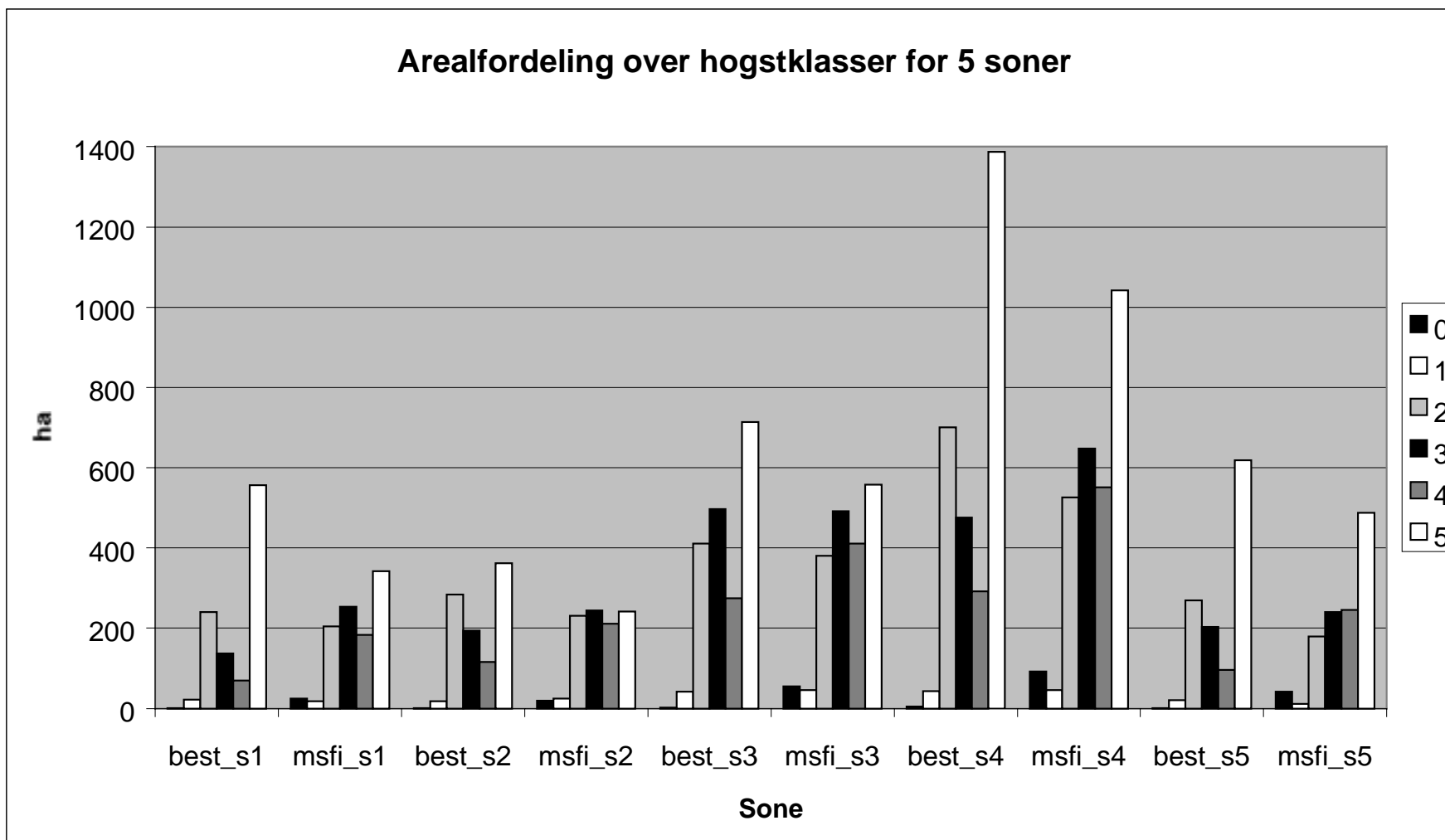
<i>HKL</i>	<i>Produsentens nøyaktighet</i>	<i>Brukers nøyaktighet</i>	<i>Global nøyaktighet</i>
1	4 %	7 %	48%
2	56 %	57 %	
3	38 %	36 %	
4	26 %	20 %	
5	59 %	66 %	
KHAT	0.48		
TAU	0.34		

---

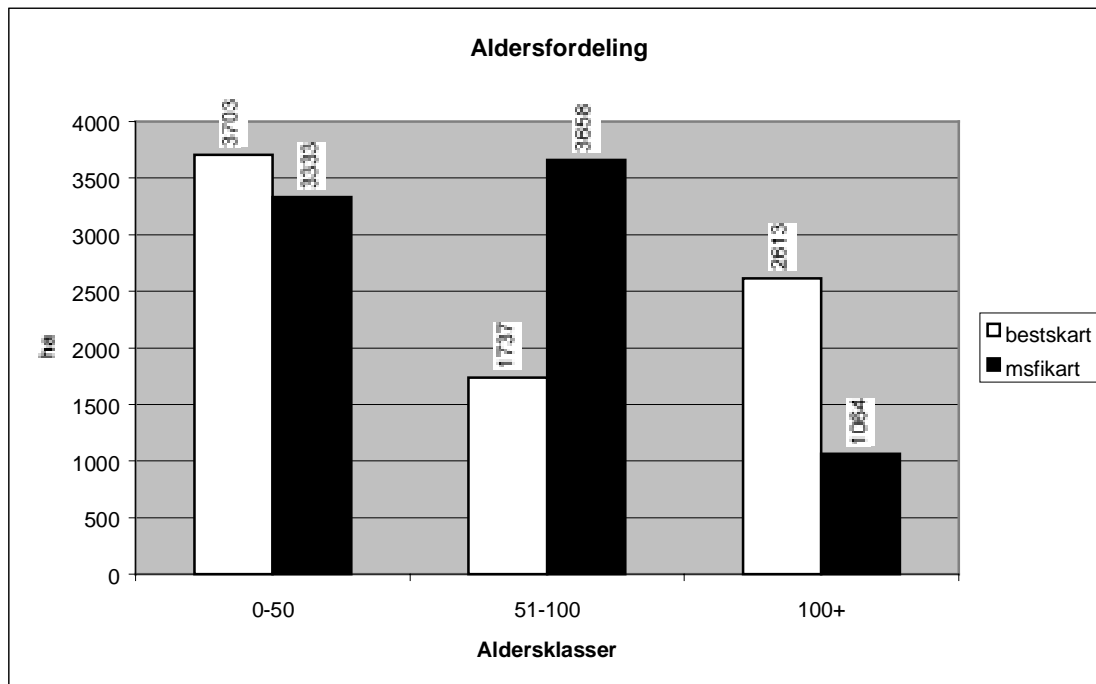
**Tabell 17. Nøyaktighet i antall år for bestandsalderkart. Statistikk basert på bestandsfigurer fra bestandskart.**

<i>Statistikk</i>	<i>Verdi</i>
Bias:	-0.5809
feilvarians:	36.2662
RMSE:	36.2709

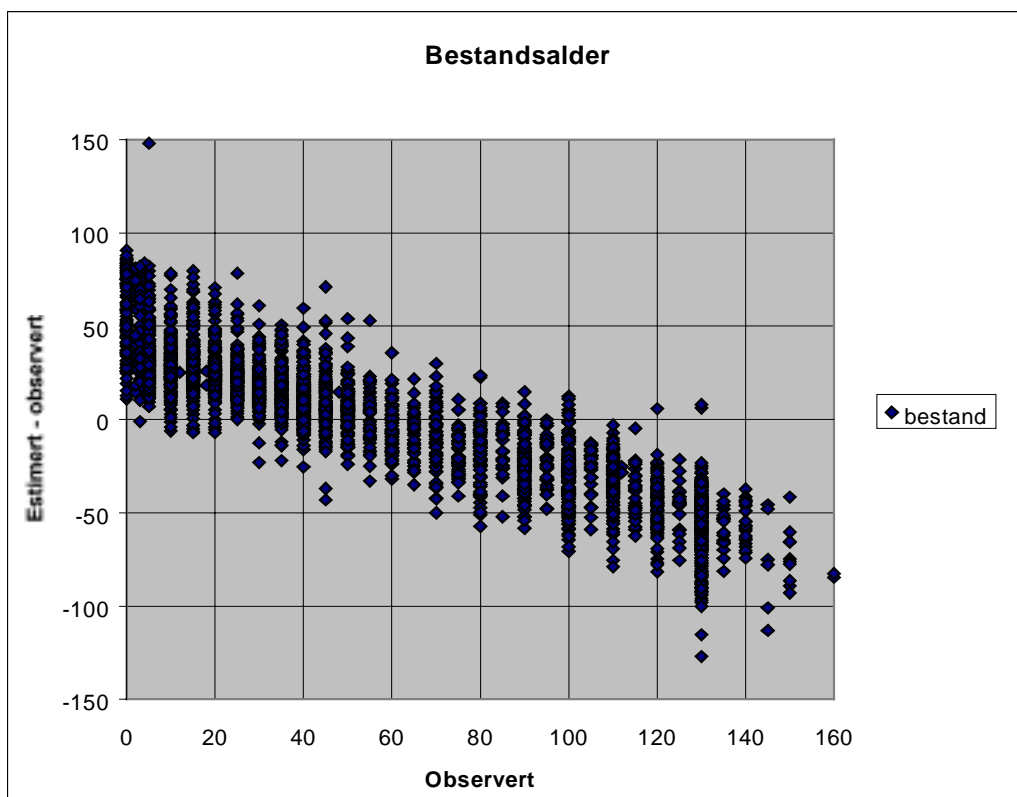
---



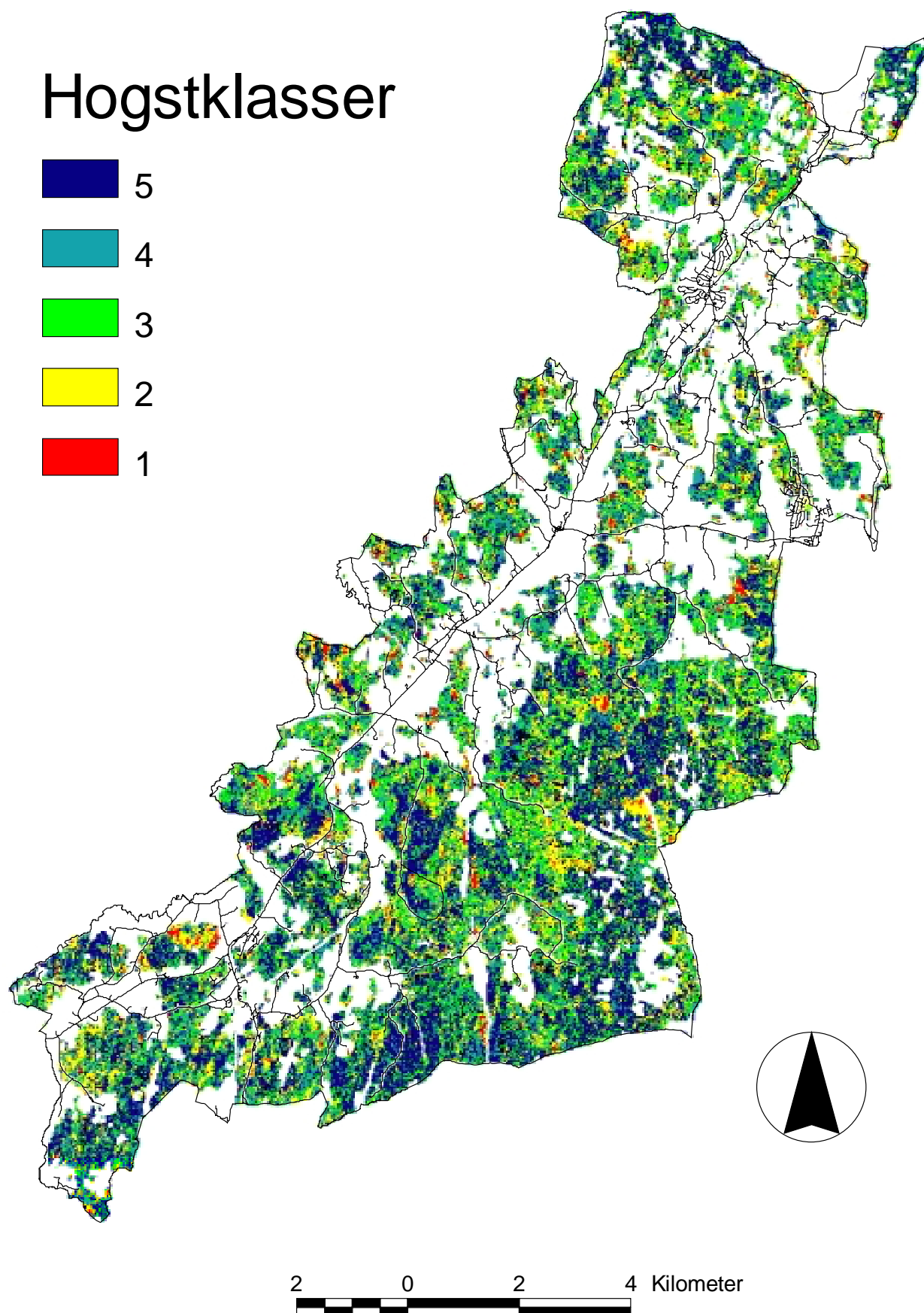
Figur 32. Arealfordeling over hogstklasser for fem soner. Resultat fra bestands- og MSFI-kartene.



Figur 33. Arealfordeling (ha) over aldersklasser over hele kartet. Resultat fra bestands- og MSFI-kartene.

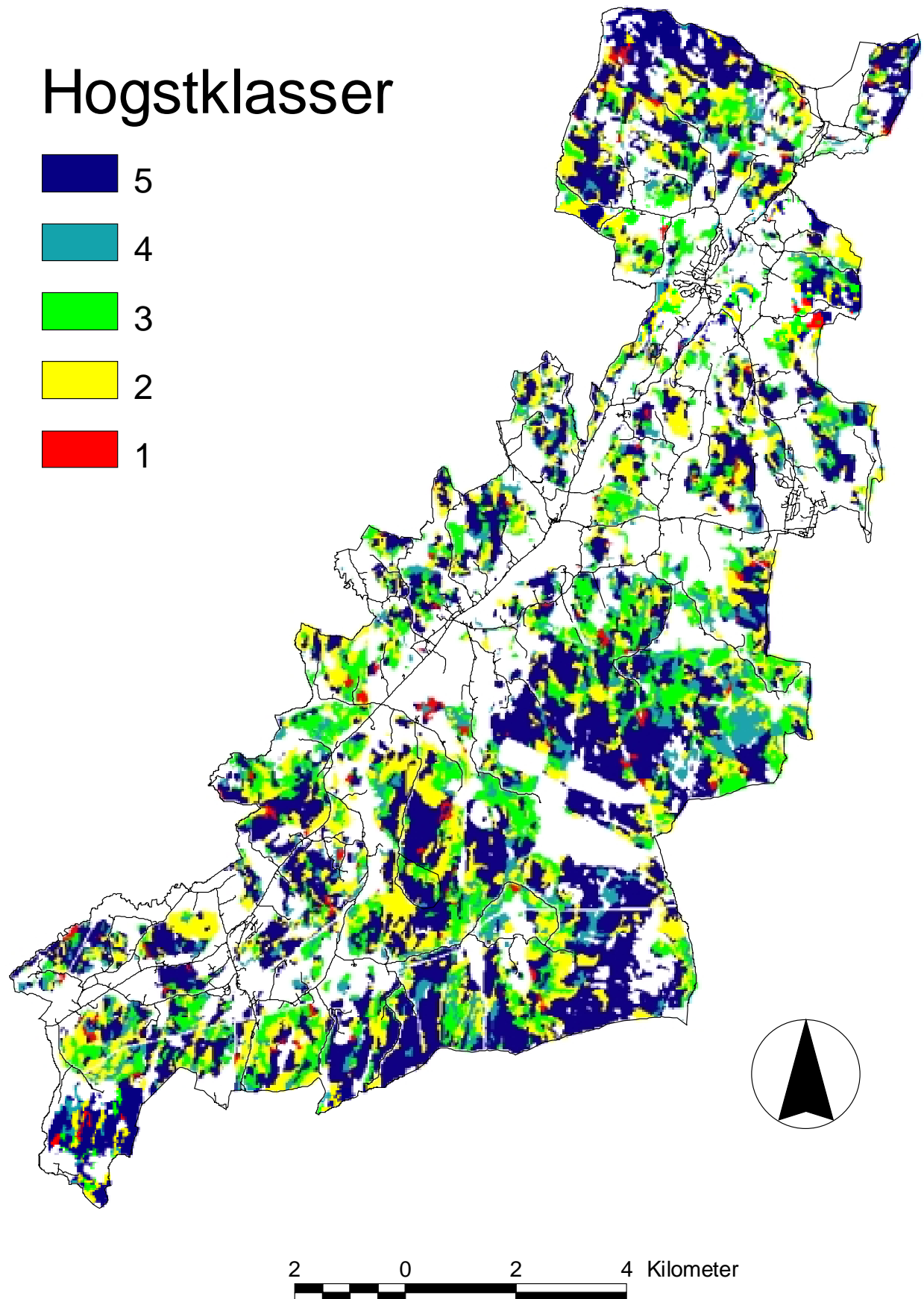


Figur 34. Feil i estimert alder for bestand som funksjon av observert bestandsalder (i.e. bestandskartet).

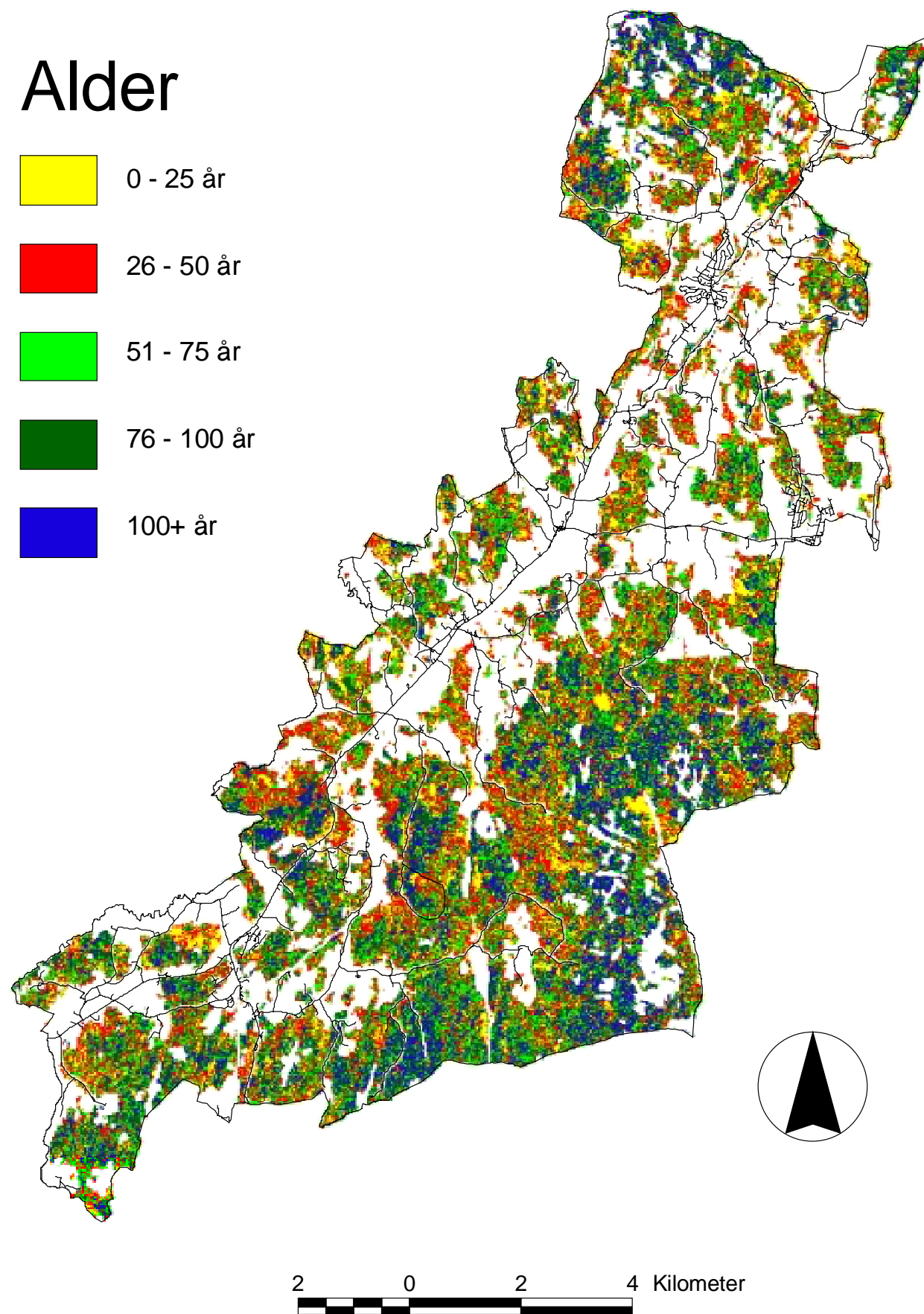


Figur 35. Hogstklassekart produsert med MSFI.

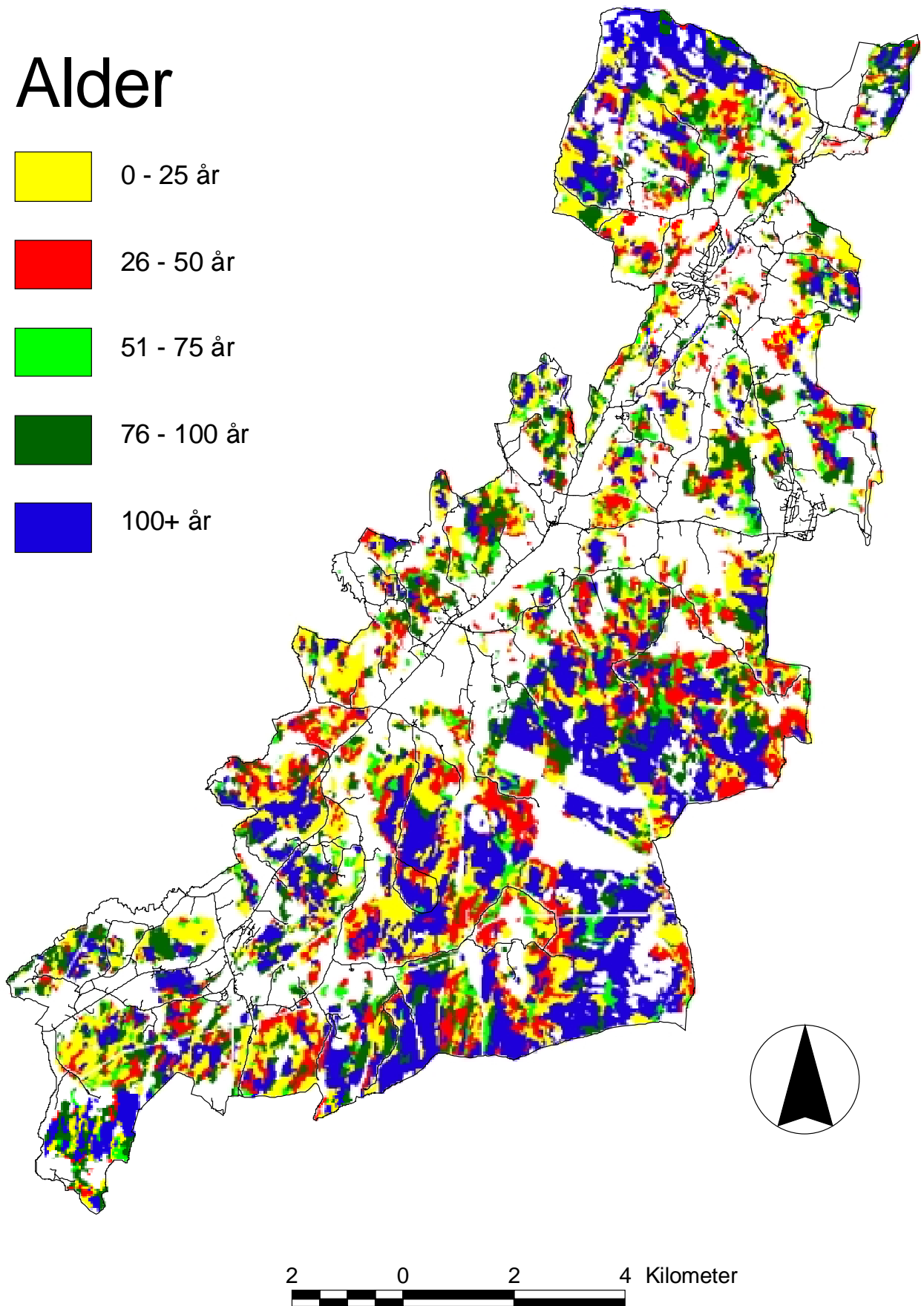




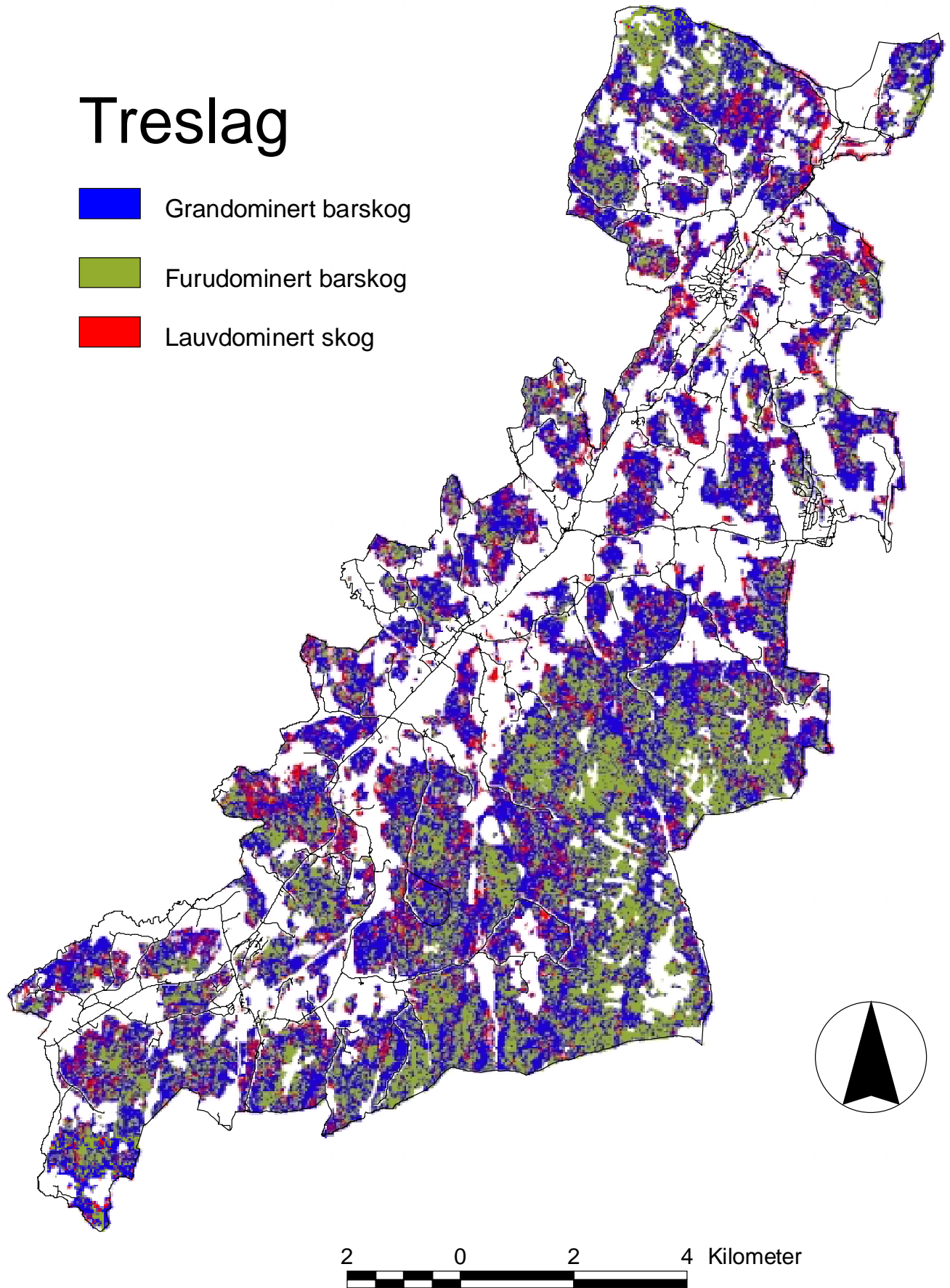
Figur 36. Hogstklassekart fra bestandskartet fra Nedre Glommen Skogeierforening.



Figur 37. Aldersklassekart produsert med MSFI.



Figur 38. Aldersklassekart fra bestandskartet fra Nedre Glommen Skogeierforening.



Figur 39. Treslagskart produsert med MSFI.

## Konklusjon

Resultatene for i alt 28 ulike variabler har blitt presentert og analysert. Arealstatistikken ble presentert i form av krysstabeller hvor arealet ble fordelt over to variabler samtidig; arealstatistikken for enkeltvariablene ble framstilt som marginalfordelinger i tabellene og som søylediagram. Volumstatistikken ble presentert for enkeltvariabler og fordelt over hogstklasser. I alt har det blitt presentert 19 tabeller med arealstatistikk og 9 tabeller med volumstatistikk.

I hver tabell ble tre ulike takstresultater presentert: (a) kontrolltaksten, (b) MSFI, og (c) kalibreringsdatataksten. (a) Kontrolltaksten ble basert på et systematisk utvalg på 1019 prøveflater fordelt over det produktive skogsarealet i Hobøl. Kontrolltaksten ble presentert som estimater med tilhørende middelfeil og 95% konfidensintervaller som uttrykk for usikkerheten. (b) MSFI-estimatene, som ble basert på 491 av Landsskogtakseringens permanente prøveflater i et kalibreringsområde rundt Hobøl (kalibreringsdatasettet), ble vurdert mot konfidensintervallene fra kontrolltaksten. Der MSFI-estimatet falt innenfor intervallet ble det konkludert med at MSFI hadde klart å estimere variabelen med tilfredsstillende nøyaktighet og var innenfor den på forhånd oppgitte toleransen. (c) Kalibreringsdatataksten var en konvensjonell takst basert på gjennomsnittstall for kalibreringsdatasettet. Taksten tjente som en kontroll på om MSFI var en forbedring, i.e. om informasjonen fra satellittbildet har bidratt til å øke nøyaktigheten.

Resultatene for arealstatistikken viste at det ikke ble gitt nøyaktige estimater for arealet fordelt på to variabler samtidig. For enkeltvariabler var situasjonen noe bedre, og for fem av variablene var MSFI-estimatet tilfredsstillende utfra valgte kriterier. Disse variablene var som følger:

- bestandstreslag
- bestandsoverhøyde
- treantall bartrær
- treantall totalt
- middelhøyde bar- og lauvtrær

For de tre siste variablene var imidlertid også kalibreringsdatataksten tilfredsstillende i følge samme kriterium, og det er derfor usikkert om bruken av satellittbildet gir forbedring: Med et annet kalibreringsdatasett som ikke er representativt mht. disse variablene er det derfor ikke sikkert at MSFI ville gitt tilsvarende godt resultat. For bestandstreslag og bestandsoverhøyde er resultatet mer entydig; her har MSFI gitt et mer nøyaktig estimat enn estimatet basert på gjennomsnittstall fra kalibreringsdatasettet.

Ved å slå sammen arealene for hogstklassene 1 og 2, og for 4 og 5 kom arealfordelingen basert på MSFI-estimatet mye nærmere kontrolltaksten. Resultatet forteller at ved bruk av satellittbilledata kan man skille mellom hovedsakelig tre utviklingstrinn i skogen: (1) skog i etableringsfasen og hogstflater; (2) ungskog; og (3) eldre skog.

Resultatene for volum fordelt over hogstklasser henger sammen med arealestimatene for hogstklasser: når arealet for de enkelte hogstklassene er feil så vil også volumet for hogstklassene bli feil. Estimatet for gran er innenfor toleransen når en ser alle hogstklassene under ett; for furu og lauvtrær har MSFI klart overestimert volum også når hogstklassene ses under ett. Undersøkelsen gir ikke grunnlag for å fastslå om denne feilen er systematisk eller tilfeldig; og en kan derfor ikke forutsi om metoden ved et annet tilfelle også vil overestimere tilsvarende. Fordeles volum gran over hogstklassene er resultatet ikke innenfor toleransen, men slås

hogstklassene 1 og 2 sammen, og 4 og 5, så kom resultatene svært nær fasiten. For furu og lauvtrær får vi ingen tilsvarende forbedring.

For flere av variablene har MSFI vært en forbedring i forhold til kalibreringsdatataksten (Tabell 11). Dette tyder på at MSFI vil kunne øke presisjonen for disse variablene for et takseringsområde tilsvarende for eksempel et fylke ved å bruke alle prøveflatene innenfor fylket og i tillegg prøveflater i en randsone rundt fylket.

Resultatene tyder på at det kan være vanskelig å kartlegge skogtyper som forekommer sjelden i skognaturen med MSFI. Det kan være to grunner til det: (1) skogtypen, dvs. de variablene som definerer denne, er ikke korrelert med data fra satellittbildet; (2) skogtypen er svakt representert i kalibreringsdatasettet. I det første tilfellet er det ingen sammenheng mellom spektrale data fra satellittbildet og skogtypen, dvs. at spektral likhet—som MSFI bruker som kriterium for å velge og vekte  $k$  prøveflater—ikke nødvendigvis betyr biotisk eller skoglig likhet. I det andre tilfellet er skogtypen representert med få eller ingen prøveflater i kalibreringsdatasettet. Fins det ingen representative prøveflater i kalibreringsdatasettet, er det klart at MSFI ikke kan kartlegge skogtypen. Fins det kun få representative prøveflater for en skogstype er det viktig om antallet er flere eller færre enn  $k$ . Siden MSFI alltid velger og veker  $k$  prøveflater, vil det i det siste tilfellet alltid bli lagt vekt på noen flater som ikke representerer skogtypen; i det første tilfellet vil MSFI ideelt sett kunne velge  $k$  prøveflater som representerer skogtypen. Imidlertid vil variasjon i ytre abiotiske faktorer, som for eksempel terrengets helningsretning og helningsgrad, påvirke refleksjonen og dermed spektral likhet. I tillegg vil korrelasjonen ikke være 100%, slik at det vil være en grad av tilfeldighet i MSFI's valg av prøveflater fra kalibreringsdatasettet. Få flater for en skogstype betyr en relativt mindre sannsynlighet for at akkurat disse også skal være spektralt sett nærmest en tilfeldig pixel som tilhører denne skogtypen. MSFI's suksess i å kartlegge en skogstype er en funksjon av (1) korrelasjonen mellom skogtypen og spektrale data fra satellittbildet og (2) i hvilken grad skogtypen er representert i kalibreringsmaterialet.

To kart som viser fordelingen av hogstklasse og alder ble produsert med MSFI og sammenlignet mot tilsvarende kart fra en uavhengig bestandstakst. Kartene ble sammenlignet kvantitativt på bestandsnivå og for fem ikke-overlappende soner, som til sammen dekket hele arealet. På bestandsnivå var nøyaktigheten som ventet ikke høy, verken for hogstklasser eller alder. På sonenivå var derimot arealfordelingen over hogstklasser mer lik. Ved en forenkling av hogstklasseinndelingen ble arealfordelingen svært lik hverandre for de to kartene. Denne analysen støtter den visuelle sammenligningen av kartene hvor en tydelig ser at de grove trekkene stemmer overens. Hogstklassekartet basert på MSFI gir god informasjon om hvordan de ulike utviklingstrinnene fordeler seg over kommunen. For alder er resultatene tilsvarende. Alder er noe underestimert, og det henger sammen med at MSFI har forvekslet hogstklasse 4 og 5 i stor grad. Skog over 100 år har fått for lite areal i forhold til bestandskartet, mens skog mellom 51–100 år har fått for mye. Visuell sammenligning av kartene viser likevel at hovedtrekkene i arealfordelingen over kommunen er samsvarende. Dette er ikke uventet, da det er en nær sammenheng mellom alder og hogstklasse.

Resultatene viser at kartene basert på MSFI kan gi informasjon om den geografiske fordelingen av skogens utviklingstrinn og treslag. Slike kart vil kunne være til nytte i ulike typer arealanalyser, arealovervåking, og arealplanlegging, for eksempel:

- analyse av skogens fragmentering i samband med biologisk mangfold;
- visualisering og analyse av landskapsregioner og landskapsområder der skogen er en viktig landskapskomponent;

- analyse av skogssituasjonen i kombinasjon med annen kartinformasjon (e.g. DMK, DTM) i samband med ressursforvaltning og næringsvirksomhet; e.g. kombinert analyse av skogens utviklingstrinn og bonitet;
- veiplanlegging.

En eventuell framtidig bruk av MSFI vil kunne konsentreres omkring ett eller flere av disse geografiske nivåene:

- kommuner,
- regioner eller områder uavhengig av administrative grenser (e.g. landskapsområder), og
- fylker.

For hvert nivå er det mulig å (a) estimere skogstatistikk og (b) framstille skogskart.

Kart og statistikk kan kun framstilles og estimeres med tilfredsstillende nøyaktighet for utvalgte og til dels forenklete bestandsvariabler. Hva som er tilfredsstillende nøyaktighet er avhengig av bruksområdet. Kommuner kan raskt få grove oversikter over hele skogarealet i kommunen i tidsrommet mellom to områdetakster; skogindustrien og planleggere kan likeledes få grove og enhetlige oversikter over områder uavhengig og på tvers av administrative grenser; planleggere på fylkesnivå kan få enhetlig og forenklet framstilling av skogsituasjonen som ellers kan være vanskelig og kostbart å anskaffe.

En sammenligning av MSFI med tradisjonelle metoder kan oppsummeres i følgende punkter:

- fordeler
  - store områder (kommuner, regioner, fylker) kan registreres med relativt begrensede kostnader;
  - oppdateringer kan foretas raskt (kort omdreivstid);
  - metoden er ikke avhengig av direkte adkomst til området som skal kartlegges;
  - metoden kartlegger områder på tvers av administrative grenser på en enhetlig form og til et felles tidspunkt (øyeblikksbilde), og dekker hele skogarealet;
  - metoden kan gjennomføres på kort varsel.
- ulemper
  - metoden gir kun akseptabelt resultat for noen få bestandsvariabler (egenskaper);
  - det er foreløpig ingen kjent metode for teoretisk beregning av usikkerheten til metoden; tallfesting av usikkerheten må derfor baseres på erfaring;
  - tilgangen på skyfrie satellittbildeopptak fra sommersesongen er varierende fra år til år; fra enkelte år vil det ikke være egnede opptak.

Følgende punkter antas å være sentrale for å øke nøyaktigheten på MSFI-estimatene:

- utnytte informasjonen om bonitet i DMK: I dette prosjektet ble DMK kun brukt til å lage ei skogmaske innenfor kartleggingsområdet (i.e. kommunen); i framtiden kan bonitet brukes i prosessen for å bestemme naboskapsområdet for hvert pixel. For eksempel kan en for pixler på lav bonitet begrense søket etter de  $k$  prøveflatene som spektralt sett er nærmest til flater som også ligger på lav bonitet.
- øke størrelsen på kalibreringsdatasettet: Nøyaktigheten til MSFI er en funksjon av i hvilken grad ulike skogstyper er representert, og et større antall flater vil øke sannsynligheten

for at de spektralt sett  $k$  nærmeste flatene til et vilkårlig pixel tilhører samme skogstype som pikelet.

- nye jordressurssatellitter bedre tilpasset forholdene over de boreale skogsområdene: Nøyaktigheten til MSFI er en funksjon av korrelasjonen mellom en skogstype og de spektrale kanalene til det bildedannende instrumentet (sensoren); og med ny sensorteknologi som er bedre tilpasset de boreale skogsområdene — som har relativt liten solinnstråling (lav solvinkel) og refleksjon (mørke objekter) — vil korrelasjonen mellom bildedata og ulike bestandsvariabler kunne økes og dermed også nøyaktigheten til MSFI-estimatene.



## Referanser

- Ardö, J. (1992). "Volume quantification of coniferous forest compartments using spectral radiance recorded by Landsat Thematic Mapper." International Journal of Remote Sensing **13**(9): 1779-1786.
- Cohen, W. B. and T. A. Spies (1992). "Estimating structural attributes of Douglas-fir, Western Hemlock forest stands from Landsat and SPOT imagery." Remote Sensing of Environment **41**(1): 1-17.
- Danson, F. M. and P. J. Curran (1993). "Factors affecting the remotely sensed response of coniferous forest plantations." Remote Sensing of Environment **43**: 55-65.
- Hagner, O. (1990). Computer aided forest stand delineation and inventory based on satellite remote sensing. SNS/IUFRO Workshop.
- Hardin, P. J. (1994). "Parametric and Nearest-Neighbor Methods For Hybrid Classification - a Comparison of Pixel Assignment Accuracy." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing **60**(12): 1439-1448.
- Jakubauskas, M. E. and K. P. Price (1997). "Empirical relationships between structural and spectral factors of Yellowstone Lodgepole Pine forests." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing **63**(12): 1375-1381.
- Jensen, J. R. (1996). Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. New Jersey, Prentice Hall.
- Jaakkola, S. and O. Hagner (1988). Multi-sensor remote sensing for forest monitoring. IUFRO Satellite imageries for forest inventory and monitoring; experiences, methods, perspectives, Helsinki, Finland, University of Helsinki.
- Jaakkola, S., S. Poso, et al. (1988). "Satellite Remote Sensing for Forest Inventory: Experiences in Nordic Countries." Scandinavian Journal for Forest Research **3**: 545--567.
- Lillesand, T. M. and R. W. Kiefer (1994). Remote sensing and image interpretation. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Næsset, E. (1996). "Conditional tau coefficient for assessment of producer's accuracy of classified remotely sensed data." ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing **51**: 91-98.
- Olsson, H. (1994). Monitoring of Local Reflectance Changes in Boreal Forests using Satellite Data. Remote Sensing Laboratory. Umeå, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Poso, S., M. Karlsson, et al. (1990). A system for combining data from remote sensing, maps and field measurements for forest planning purposes. Helsinki, Department of Forest Resource Management: 40.
- Schowengerdt, R. A. (1997). Remote sensing, models and methods for image processing. San Diego, Academic Press.
- Sletnes, A. I. (1995). Prosjektbeskrivelse: Bruk av satellittdata i kombinasjon med feltdata i den 8. landstakst - utarbeide metode for utprøving. Ås, NIJOS.
- Strand, G.-H. (1996). Beskrivelse av den finske Riksskogtakseringens Multi Source Forest Inventory (MSFI). Ås, NIJOS.

Tokola, T., J. Pitkanen, et al. (1996). "Point accuracy of a non-parametric method in estimation of forest characteristics with different satellite materials." International Journal of Remote Sensing **17**(12): 2333-2351.

Tomppo, E. (1995). "Finnish national forest inventory." Paper and Timber **77**(6-7): 374-378.

Tomppo, E. (1996). Multi-source forest inventory of Finland. EFI Proceedings No. 7 New thrusts in forest inventory, European Forest Institute.

Tomppo, E. and M. Katila (1991). Satellite Image-Based National Forest Inventory of Finland. 1991 International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.

# Appendix

## Liste over tabeller

Tabell I. Arealfordeling (ha) over aktuelt bonitetstre og aktuell bonitet.....	58
Tabell II. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og aktuell bonitet.....	59
Tabell III. Arealfordeling (ha) over aldersklasser og aktuell bonitet.....	60
Tabell IV. Arealfordeling (ha) over dominerende bestandstreslag og hogstklasser.....	62
Tabell 5. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og bestandsform.....	63
Tabell VI. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og bestandsjevnhet.....	64
Tabell VII. Arealfordeling (ha) over bestandsoverhøyde (m) og treslag.....	65
Tabell VIII. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og bestandsskader.....	66
Tabell IX. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og kronedekningsklasser (prosent).....	67
Tabell X. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og treantall bartrær pr. daa.....	68
Tabell XI. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og treantall lauvtrær pr. daa.....	69
Tabell XII. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og totalt treantall pr. daa.....	71
Tabell XIII. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og overstandere/frøtrær.....	72
Tabell XIV. Arealfordeling (ha) over middelhøyde (dm) av bartrær før regulering og aktuell bonitet.....	73
Tabell XV. Arealfordeling (ha) over middelhøyde (dm) av lauvtrær før regulering og aktuell bonitet.....	74
Tabell XVI. Arealfordeling (ha) over total middelhøyde (dm) og aktuell bonitet.....	75
Tabell XVII. Arealfordeling (ha) over vegetasjonstyper.....	76
Tabell XVIII. Arealfordeling (ha) over blåbærdekningsprosent og hogstklasser.....	77
Tabell XIX. Arealfordeling (ha) over kronetetthetsklasser og treslag.....	78
Tabell XX. Volumfordeling totalt (u/bark) (m3) over hogstklasser.....	79
Tabell XXI. Volumfordeling gran (u/bark) (m3) over hogstklasser.....	79
Tabell XXII. Volumfordeling furu (u/bark) (m3) over hogstklasser.....	79
Tabell XXIII. Volumfordeling lauvtrær (u/bark) (m3) over hogstklasser.....	80
Tabell XXIV. Volumfordeling lauvtreslag (m3).....	80
Tabell XXV. Tilvekst totalt (m3) over hogstklasser.....	80
Tabell XXVI. Tilvekst gran (m3) over hogstklasser.....	81
Tabell XXVII. Tilvekt furu (m3) over hogstklasser.....	81
Tabell XXVIII. Tilvekst lauvtrær (m3) over hogstklasser.....	81

## Forklaring til tabellene

Tabellene presenterer resultatene for alle variablene som var med i undersøkelsen. Resultatene fra fasittaksten, MSFI-taksten, og taksten basert kun på kalibreringsdatasettet (Kalib.) er presentert i alle tabellene i nevnte rekkefølge. Under kolonnene merket "Fasit" er det foruten fasittaksten oppgitt et 95% konfidensintervall, samt middelfeilen (MFEIL) som dette intervallet er beregnet ut i fra. Under kolonnene merket "MSFI" er det foruten MSFI-taksten oppgitt forskjellen mellom MSFI-takst og fasittakst i hektar (eller volum) og prosentvis. Kolonnen er merket "Est. – Obs." Under kolonnen "Kalib." står taksten basert på kalibreringsdataene og tjener som en kontroll på om satellittbildet har vært til nytte i MSFI. Under kolonnene "Statistikk" er det tre parametre: "MSFI treff" forteller om MSFI-taksten ligger innenfor 95% konfidensintervallet, "Kalib. treff" om kalibreringstaksten ligger innenfor, og "Forbedring" om MSFI-taksten ligger nærmest fasiten.

Tabellene som gir statistikk for to variabler samtidig (krystabeller), er delt inn i segmenter markert med horisontale linjer for å adskille de to marginalfordelingene og selve krystabuleringen. Rader der en av variablene er merket med "alle" er i et segment som viser en av marginalfordelingene. I tabellene der første rad er merket med "alle, alle" viser arealstatistikken hvor mye skog som er registrert for den skogtypen hvor begge variablene er registrert. Bestandsoverhøyde og treslag er for eksempel ikke registrert for alle hogstklasser.

## Tabeller

**Tabell I. Arealfordeling (ha) over aktuelt bonitetstre og aktuell bonitet.**

**Bonitetskoder: L = lav bonitet, M = middels bonitet, H = høy bonitet, S = særlig høy bonitet.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib.</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>BONITETS-TRE</i>	<i>BONITET</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>	<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbedring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>							
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	H	3662	144	3381	3944	3003	-659	-18 %	2323	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	L	1706	113	1485	1926	1731	26	2 %	1910	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	M	2922	136	2655	3188	3929	1007	34 %	4241	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	S	1002	90	825	1178	641	-361	-36 %	381	NEI	NEI	JA
1	<b>Alle</b>	5874	145	5591	6158	5396	-478	-8 %	4851	NEI	NEI	JA
2	<b>Alle</b>	3209	139	2936	3482	3206	-3	0 %	3241	JA	JA	JA
3	<b>Alle</b>	208	43	124	292	701	493	237 %	762	NEI	NEI	JA
1	H	3391	141	3114	3668	2595	-796	-23 %	1914	NEI	NEI	JA
1	L	63	24	17	110	115	51	81 %	231	NEI	NEI	JA
1	M	1507	107	1296	1717	2094	587	39 %	2345	NEI	NEI	JA
1	S	913	87	744	1083	593	-320	-35 %	362	NEI	NEI	JA
2	H	145	36	74	215	147	3	2 %	142	JA	JA	NEI
2	L	1642	111	1424	1860	1517	-125	-8 %	1557	JA	JA	NEI
2	M	1397	104	1193	1601	1542	145	10 %	1543	JA	JA	JA
2	S	25	15	-4	55		-25	-100 %		JA	JA	NEI
3	H	127	34	61	192	261	135	106 %	267	NEI	NEI	JA
3	L			0	0	100	100		123	NEI	NEI	JA
3	M	18	13	-7	43	293	275	1519 %	354	NEI	NEI	JA
3	S	63	24	17	110	47	-16	-25 %	20	JA	JA	JA

**Tabell II. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og aktuell bonitet.**
**Bonitetskoder: L = lav bonitet, M = middels bonitet, H = høy bonitet, S = særlig høy bonitet.**

Klasser		Fasit				MSFI			Kalib.	Statistikk		
HKL	BONITET	AREAL	MFEIL	95% intervall		AREAL	ha	%	AREAL	MSFI treff	Kalib treff	Forbedring
				nedre	øvre							
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	H	3662	144	3381	3944	3003	-659	-18 %	2323	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	L	1706	113	1485	1926	1731	26	2 %	1910	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	M	2922	136	2655	3188	3929	1007	34 %	4241	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	S	1002	90	825	1178	641	-361	-36 %	381	NEI	NEI	JA
1	<b>Alle</b>	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
2	<b>Alle</b>	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
3	<b>Alle</b>	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	<b>Alle</b>	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	<b>Alle</b>	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
1	H	147	36	76	218	32	-116	-78 %	103	NEI	JA	NEI
1	L	0	0	0	0	18	18		59	NEI	NEI	JA
1	M	44	20	5	84	91	47	105 %	170	NEI	NEI	JA
1	S	9	9	-9	27	36	27	296 %	53	NEI	NEI	JA
2	H	1317	101	1118	1515	525	-791	-60 %	452	NEI	NEI	JA
2	L	208	43	124	292	147	-61	-29 %	344	JA	NEI	JA
2	M	836	83	673	998	1176	340	41 %	1416	NEI	NEI	JA
2	S	184	40	104	263	0	-184	-100 %	0	NEI	NEI	NEI
3	H	862	84	697	1027	958	97	11 %	678	JA	NEI	JA
3	L	0	0	0	0	64	64		121	NEI	NEI	JA
3	M	424	61	305	543	1022	598	141 %	980	NEI	NEI	NEI
3	S	456	63	333	579	259	-196	-43 %	105	NEI	NEI	JA
4	H	475	64	349	600	694	219	46 %	545	NEI	JA	NEI
4	L	217	44	131	303	141	-76	-35 %	273	JA	JA	NEI
4	M	271	49	176	367	844	573	211 %	727	NEI	NEI	NEI
4	S	191	41	110	271	285	94	49 %	178	NEI	JA	NEI
5	H	862	84	697	1027	794	-68	-8 %	545	JA	NEI	JA
5	L	1281	100	1084	1477	1362	81	6 %	1114	JA	JA	JA
5	M	1347	102	1146	1547	796	-551	-41 %	948	NEI	NEI	NEI
5	S	163	38	88	237	61	-102	-62 %	45	NEI	NEI	JA

**Tabell III. Arealfordeling (ha) over aldersklasser og aktuell bonitet.**
**Aldersklasser i kategorien "UTEN" har ikke noen alder; alle flater på hogstklasse 1 har ikke fått registrert alder. Bonitetskoder: L = lav bonitet, M = middels bonitet, H = høy bonitet, S = særlig høy bonitet.**

Klasser	BONITET	Fasit				MSFI			Kalib.	Statistikk		
		95% intervall				Est. – Obs.				AREAL	MSFI treff	Kalib treff
ALDERSKLASSE		AREAL	MFEIL	nedre	øvre	AREAL	ha	%				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	H	3662	144	3381	3944	3003	-659	-18 %	2323	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	L	1706	113	1485	1926	1731	26	2 %	1910	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	M	2922	136	2655	3188	3929	1007	34 %	4241	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	S	1002	90	825	1178	641	-361	-36 %	381	NEI	NEI	JA
UTEN	<b>Alle</b>	892	86	724	1059	1052	160	18 %	1154	JA	NEI	JA
1_20	<b>Alle</b>	2277	126	2031	2523	1429	-848	-37 %	1865	NEI	NEI	NEI
21_40	<b>Alle</b>	1650	111	1432	1868	1840	189	11 %	1316	JA	NEI	JA
41_60	<b>Feil!</b>	1020	91	842	1198	1660	640	63 %	1483	NEI	NEI	NEI
	<b>Ugyldig kobling</b>											
61_80	<b>Feil!</b>	728	78	575	881	1221	494	68 %	857	NEI	JA	NEI
	<b>Ugyldig kobling</b>											
81_120	<b>Feil!</b>	2334	127	2086	2582	1857	-477	-20 %	1685	NEI	NEI	JA
	<b>Ugyldig kobling</b>											
121_160	<b>Feil!</b>	190	41	110	270	68	-122	-64 %	111	JA	NEI	JA
	<b>Ugyldig kobling</b>											
> 160	<b>Alle</b>	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	NEI	JA	NEI
121_160	H	18	13	-7	43	0	-18	-100 %	20	JA	JA	NEI
121_160	L	458	63	335	581	829	371	81 %	798	NEI	NEI	NEI
121_160	M	416	60	298	534	223	-193	-46 %	336	NEI	JA	NEI
1_20	H	1267	100	1071	1463	525	-742	-59 %	460	NEI	NEI	JA
1_20	L	172	39	95	248	120	-52	-30 %	290	JA	NEI	JA
1_20	M	637	73	493	780	784	147	23 %	1114	NEI	NEI	JA
1_20	S	202	42	119	285	0	-202	-100 %		NEI	NEI	NEI
21_40	H	779	81	621	936	721	-58	-7 %	433	JA	NEI	JA
21_40	L	27	16	-3	58	29	2	6 %	61	JA	NEI	JA
21_40	M	398	59	283	513	758	360	90 %	678	NEI	NEI	NEI
21_40	S	447	62	325	568	332	-114	-26 %	144	JA	NEI	JA
41_60	H	541	68	408	674	761	220	41 %	678	NEI	NEI	NEI
41_60	L	9	9	-9	27	15	6	64 %	53	JA	NEI	JA
41_60	M	289	50	190	387	673	385	133 %	614	NEI	NEI	NEI
41_60	S	182	40	103	261	212	30	16 %	138	JA	JA	JA
61_80	H	384	58	271	498	497	112	29 %	265	JA	NEI	JA
61_80	L	78	26	26	130	191	114	146 %	107	NEI	JA	NEI
61_80	M	130	34	63	197	472	342	263 %	441	NEI	NEI	NEI

61_80	S	136	35	67	204	61	-74	-55 %	45	NEI	NEI	JA
81_120	H	517	67	387	648	468	-49	-10 %	365	JA	NEI	JA
81_120	L	818	82	656	979	500	-318	-39 %	470	NEI	NEI	JA
81_120	M	972	89	798	1146	890	-82	-8 %	849	JA	JA	JA
81_120	S	27	16	-3	58	0	-27	-100 %	0	JA	JA	NEI
> 160	H	9	9	-9	27	0	-9	-100 %	0	JA	JA	NEI
> 160	L	145	36	74	215	30	-115	-79 %	71	NEI	NEI	NEI
> 160	M	36	18	1	72	39	2	6 %	40	JA	JA	JA
UTEN	H	147	36	76	218	32	-116	-78 %	103	NEI	JA	NEI
UTEN	L	0	0	0	0	18	18		59	NEI	NEI	JA
UTEN	M	44	20	5	84	91	47	105 %	170	NEI	NEI	JA
UTEN	S	9	9	-9	27	36	27	296 %	53	NEI	NEI	JA

**Tabell IV. Arealfordeling (ha) over dominerende bestandstreslag og hogstklasser.**

Klasser		Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
HKL	TRE-SLAG	AREAL	MFEIL	95% interval		AREAL	Est. -Obs.		AREAL	MSFI-treff	Kalib-treff	Forbedring
				nedre	øvre		ha	%				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	FURU	3028	137	2759	3296	3126	98	3 %	3012	JA	JA	NEI
<b>Alle</b>	GRAN	5197	148	4907	5486	4991	-206	-4 %	4276	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	LAUV	866	85	701	1032	1010	144	17 %	1181	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	UTEN	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
1	<b>Alle</b>	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
2	<b>Alle</b>	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
3	<b>Alle</b>	1742	114	1519	1965	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	<b>Alle</b>	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	<b>Alle</b>	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
1	UTEN	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
2	FURU	564	69	429	700	504	-60	-11 %	682	JA	JA	JA
2	GRAN	1362	103	1160	1564	900	-462	-34 %	840	NEI	NEI	JA
2	LAUV	618	72	476	759	444	-174	-28 %	691	NEI	JA	NEI
3	FURU	308	52	206	409	775	468	152 %	602	NEI	NEI	NEI
3	GRAN	1285	100	1088	1482	1234	-51	-4 %	1019	JA	NEI	JA
3	LAUV	149	36	78	221	294	145	97 %	261	NEI	NEI	NEI
4	FURU	371	57	260	482	230	-141	-38 %	363	NEI	JA	NEI
4	GRAN	693	76	543	842	1583	890	129 %	1211	NEI	NEI	NEI
4	LAUV	90	29	35	146	151	60	67 %	148	NEI	NEI	NEI
5	FURU	1785	115	1560	2010	1617	-168	-9 %	1365	JA	NEI	JA
5	GRAN	1857	117	1629	2086	1274	-583	-31 %	1207	NEI	NEI	JA
5	LAUV	9	9	-9	27	121	112	1246 %	81	NEI	NEI	NEI



**Tabell 5. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og bestandsform.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>HKL</i>	<i>BEST-ANDS-FORM</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>Est. - Obs.</i>		<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbedring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>		<i>ha</i>	<i>%</i>				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	6547	139	6275	6819	7279	732	11 %	6258	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	1	6263	142	5985	6541	5019	-1244	-20 %	4166	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	2	284	50	186	382	1157	873	307 %	853	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	3			0	0	1104	1104		1239	NEI	NEI	JA
3	<b>Alle</b>	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	<b>Alle</b>	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	<b>Alle</b>	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
3	1	1687	112	1467	1908	1580	-107	-6 %	1244	JA	NEI	JA
3	2	54	22	11	98	252	197	363 %	198	NEI	NEI	NEI
3	3			0	0	472	472		441	NEI	NEI	NEI
4	1	1100	94	916	1284	1249	149	14 %	1039	JA	JA	NEI
4	2	54	22	11	98	336	282	519 %	253	NEI	NEI	NEI
4	3			0	0	378	378		431	NEI	NEI	JA
5	1	3476	142	3198	3754	2190	-1286	-37 %	1882	NEI	NEI	JA
5	2	175	40	98	253	569	393	224 %	403	NEI	NEI	NEI
5	3			0	0	254	254		367	NEI	NEI	JA

**Tabell VI. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og bestandsjevnhet.**
**1 = trærne jevnt fordelt over arealet; 2 = trærne ujevnt fordelt over arealet; 7 = feil kode.**

Klasser		Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
HKL	JEVN- HET	AREAL	MFEIL	95% intervall		AREAL	Est. – Obs.		AREAL	MSFI treff	Kalib treff	Forbe- dring
				nedre	øvre		ha	%				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9091	72	8950	9231	9127	36	0 %	8470	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	1	7765	118	7533	7997	6132	-1633	-21 %	5396	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	2	1317	101	1118	1515	2995	1678	127 %	3074	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	7	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
2	<b>Alle</b>	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
3	<b>Alle</b>	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	<b>Alle</b>	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	<b>Alle</b>	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
2	1	1856	117	1627	2084	1052	-803	-43 %	1288	NEI	NEI	NEI
2	2	679	76	531	827	796	117	17 %	924	JA	NEI	JA
2	7	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
3	1	1455	106	1248	1662	1521	66	5 %	1233	JA	NEI	JA
3	2	287	50	188	385	783	496	173 %	650	NEI	NEI	NEI
4	1	1034	91	854	1213	1309	275	27 %	1031	NEI	JA	NEI
4	2	120	33	56	185	655	534	444 %	691	NEI	NEI	JA
5	1	3421	142	3144	3698	2251	-1170	-34 %	1845	NEI	NEI	JA
5	2	231	45	142	319	762	531	230 %	808	NEI	NEI	JA

**Tabell VII. Arealfordeling (ha) over bestandsoverhøyde (m) og treslag.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>BESTANDS- OVER- HØYDE</i>	<i>TRE- SLAG</i>	<i>95% intervall</i>				<i>Est. – Obs.</i>			<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbe- dring</i>
		<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>nedre</i>	<i>øvre</i>	<i>AREAL</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	6547	139	6275	6819	7279	732	11 %	6258	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	FURU	2463	129	2211	2716	2622	159	6 %	2331	JA	JA	NEI
<b>Alle</b>	GRAN	3835	145	3551	4119	4091	256	7 %	3437	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	LAUV	249	47	157	340	566	317	128 %	490	NEI	NEI	NEI
<= 10	<b>Alle</b>	568	70	432	704	508	-60	-10 %	417	JA	NEI	JA
11-15	<b>Alle</b>	2079	122	1841	2317	1824	-255	-12 %	1839	NEI	NEI	NEI
16-20	<b>Alle</b>	1943	119	1711	2176	3022	1078	55 %	2594	NEI	NEI	NEI
21-25	<b>Alle</b>	1396	104	1192	1600	1472	75	5 %	1126	JA	NEI	JA
> 25	<b>Alle</b>	561	69	425	696	454	-107	-19 %	283	JA	NEI	JA
<= 10	FURU	138	35	70	207	167	29	21 %	178	JA	JA	JA
<= 10	GRAN	402	59	287	518	322	-80	-20 %	219	JA	NEI	JA
<= 10	LAUV	27	16	-3	58	19	-9	-32 %	20	JA	JA	NEI
11-15	FURU	1350	103	1149	1551	1001	-349	-26 %	938	NEI	NEI	JA
11-15	GRAN	598	71	458	737	645	47	8 %	680	JA	JA	JA
11-15	LAUV	131	34	64	198	177	46	35 %	221	JA	NEI	JA
16-20	FURU	873	85	707	1039	1204	331	38 %	1073	NEI	NEI	NEI
16-20	GRAN	998	90	822	1175	1475	477	48 %	1314	NEI	NEI	NEI
16-20	LAUV	72	26	22	122	343	270	374 %	207	NEI	NEI	NEI
21-25	FURU	93	29	36	150	249	156	168 %	142	NEI	JA	NEI
21-25	GRAN	1285	100	1088	1482	1195	-90	-7 %	942	JA	NEI	JA
21-25	LAUV	18	13	-7	43	28	10	52 %	42	JA	JA	JA
> 25	FURU	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
> 25	GRAN	552	69	417	686	454	-98	-18 %	283	JA	NEI	JA

**Tabell VIII. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og bestandsskader.**

Skadetyper: 0 = ingen skader, 1 = vindfall, 2 = mekaniske skader, 3 = beiteskader av hjortevilt, 4 = muse-skader, 5 = insektskader, 6 = barkebilleskader, 7 = råteskader, 8 = snøskader, 9 = tørkeskader, 10 = frost-skader.

Klasser		Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
HKL	BESTANDS- SKADE	AREAL	MFEIL	95% intervall		AREAL	ha	%	AREAL	MSFI treff	Kalib treff	Forbe- dring
				nedre	øvre							
Alle	Alle	9091	72	8950	9231	9127	36	0 %	8470	JA	NEI	JA
Alle	0	8869	83	8707	9031	8511	-358	-4 %	7745	NEI	NEI	JA
Alle	1	18	13	-7	43	121	103	567 %	128	NEI	NEI	JA
Alle	2	9	9	-9	27	6	-3	-29 %	40	JA	NEI	JA
Alle	3	116	32	53	179	61	-55	-48 %	213	JA	NEI	JA
Alle	6	36	18	1	72	159	123	339 %	126	NEI	NEI	NEI
Alle	7	18	13	-7	43	2	-16	-87 %	32	JA	JA	NEI
Alle	8	9	9	-9	27	120	111	1236 %	146	NEI	NEI	JA
Alle	9			0	0	53	53		20	NEI	NEI	NEI
Alle	10	15	12	-8	39	94	79	512 %	20	NEI	JA	NEI
2	Alle	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
3	Alle	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	Alle	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	Alle	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
2	0	2419	128	2168	2670	1805	-614	-25 %	1987	NEI	NEI	NEI
2	1	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
2	2	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
2	3	98	30	40	156	38	-60	-62 %	196	NEI	NEI	JA
2	8			0	0	6	6		30	NEI	NEI	JA
2	10	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
3	0	1706	113	1485	1926	2174	468	27 %	1774	NEI	JA	NEI
3	1	9	9	-9	27	3	-7	-72 %	20	JA	JA	JA
3	3	18	13	-7	43	21	3	15 %	10	JA	JA	JA
3	7			0	0		0		20	JA	NEI	JA
3	8	9	9	-9	27	106	97	1079 %	59	NEI	NEI	NEI
4	0	1136	95	949	1322	1769	633	56 %	1596	NEI	NEI	NEI
4	1			0	0	18	18		20	NEI	NEI	JA
4	6	9	9	-9	27	74	65	717 %	40	NEI	NEI	NEI
4	7	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
4	8			0	0	9	9		47	NEI	NEI	JA
4	10			0	0	94	94		20	NEI	NEI	NEI
5	0	3609	143	3329	3889	2763	-846	-23 %	2388	NEI	NEI	JA
5	1			0	0	100	100		89	NEI	NEI	NEI
5	2			0	0	6	6		40	NEI	NEI	JA
5	3			0	0	2	2		8	NEI	NEI	JA
5	6	27	16	-3	58	85	58	215 %	87	NEI	NEI	JA
5	7	9	9	-9	27	2	-7	-73 %	12	JA	JA	NEI
5	8			0	0		0		10	JA	NEI	JA
5	9			0	0	53	53		20	NEI	NEI	NEI
5	10	6	8	-9	21		-6	-100 %		JA	JA	NEI

**Tabell IX. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og kronedekningsklasser (prosent).**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>KRONE- HKL DEKNINGS- KLASSE</i>		<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>ha</i>	<i>Est. - Obs.</i>	<i>AREAL</i>	<i>MSFI- treff</i>	<i>Kalib- treff</i>	<i>Forbe- dring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>			<i>%</i>				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	<= 20	1173	97	984	1362	783	-390	-33 %	1651	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	21_40	1114	94	929	1299	1283	168	15 %	1622	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	41_60	1652	111	1434	1870	3034	1382	84 %	2461	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	61_80	2307	126	2060	2554	2602	295	13 %	2123	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	> 80	3046	137	2776	3315	1603	-1443	-47 %	998	NEI	NEI	JA
1	<b>Alle</b>	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
2	<b>Alle</b>	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
3	<b>Alle</b>	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	<b>Alle</b>	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	<b>Alle</b>	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
1	<= 20	189	41	109	269	141	-48	-25 %	314	JA	NEI	JA
1	21_40	9	9	-9	27	7	-2	-20 %	40	JA	NEI	JA
1	41_60			0	0	29	29		32	NEI	NEI	JA
1	61_80	3	5	-7	13		-3	-100 %		JA	JA	NEI
2	<= 20	768	80	611	925	397	-371	-48 %	980	NEI	NEI	NEI
2	21_40	498	65	370	626	402	-96	-19 %	529	JA	JA	NEI
2	41_60	522	67	391	653	488	-34	-7 %	369	JA	NEI	JA
2	61_80	416	60	298	534	397	-19	-5 %	233	JA	NEI	JA
2	> 80	340	55	233	447	165	-176	-52 %	101	NEI	NEI	JA
3	<= 20	30	16	-2	62	90	60	202 %	99	NEI	NEI	JA
3	21_40	45	20	6	85	222	177	392 %	298	NEI	NEI	JA
3	41_60	226	45	138	314	490	264	117 %	462	NEI	NEI	NEI
3	61_80	362	56	252	472	885	523	145 %	622	NEI	NEI	NEI
3	> 80	1079	93	896	1261	616	-463	-43 %	401	NEI	NEI	JA
4	<= 20	45	20	6	85	22	-23	-51 %	81	JA	JA	JA
4	21_40	63	24	17	110	142	79	124 %	207	NEI	NEI	JA
4	41_60	235	46	146	324	843	608	259 %	555	NEI	NEI	NEI
4	61_80	331	54	226	436	485	154	46 %	549	NEI	NEI	JA
4	> 80	479	64	353	605	471	-8	-2 %	330	JA	NEI	JA
5	<= 20	141	36	72	211	132	-9	-6 %	178	JA	JA	JA
5	21_40	498	65	370	626	509	11	2 %	547	JA	JA	JA
5	41_60	669	75	522	816	1185	515	77 %	1043	NEI	NEI	NEI
5	61_80	1196	97	1005	1386	836	-360	-30 %	719	NEI	NEI	JA
5	> 80	1148	96	960	1335	351	-797	-69 %	166	NEI	NEI	JA

**Tabell X. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og treantall bartrær pr. daa.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>HKL</i>	<i>TRE- ANTALL</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>ha</i>	<i>Est. - Obs.</i>	<i>AREAL</i>	<i>MSFI</i>	<i>Kalib</i>	<i>Forbe-</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>			<i>%</i>		<i>treff</i>	<i>treff</i>	<i>dring</i>
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	<= 50	2778	134	2515	3040	2731	-47	-2 %	3026	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	51-100	3382	141	3105	3659	3493	111	3 %	3131	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	101-150	1090	94	906	1273	1283	194	18 %	1051	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	151-200	873	85	707	1039	674	-199	-23 %	658	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	201-300	826	83	664	987	682	-143	-17 %	573	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	301-400	154	37	81	226	91	-63	-41 %	101	JA	JA	NEI
<b>Alle</b>	401-500	76	26	25	127	72	-4	-6 %	99	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	501-750	63	24	17	110	206	142	225 %	164	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	> 750	51	21	9	92	73	22	44 %	53	JA	JA	NEI
1	<b>Alle</b>	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
2	<b>Alle</b>	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
3	<b>Alle</b>	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	<b>Alle</b>	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	<b>Alle</b>	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
1	<= 50	165	38	90	239	157	-8	-5 %	292	JA	NEI	JA
1	51-100	36	18	1	72	20	-16	-44 %	79	JA	NEI	JA
1	101-150			0	0		0		14	JA	NEI	JA
2	<= 50	186	41	107	266	237	51	27 %	267	JA	NEI	JA
2	51-100	407	59	290	523	163	-244	-60 %	352	NEI	JA	NEI
2	101-150	438	62	317	558	159	-279	-64 %	259	NEI	NEI	NEI
2	151-200	515	66	385	646	395	-121	-23 %	504	JA	JA	NEI
2	201-300	663	75	516	809	454	-209	-32 %	415	NEI	NEI	JA
2	301-400	145	36	74	215	91	-54	-37 %	101	JA	JA	NEI
2	401-500	76	26	25	127	72	-4	-6 %	99	JA	JA	JA
2	501-750	63	24	17	110	206	142	225 %	164	NEI	NEI	NEI
2	> 750	51	21	9	92	73	22	44 %	53	JA	JA	NEI
3	<= 50	254	47	161	347	346	92	36 %	423	JA	NEI	JA
3	51-100	504	66	375	632	881	377	75 %	733	NEI	NEI	NEI
3	101-150	500	66	372	628	601	101	20 %	474	JA	JA	NEI
3	151-200	312	52	209	415	248	-64	-20 %	115	JA	NEI	JA
3	201-300	163	38	88	237	227	64	39 %	138	JA	JA	NEI
3	301-400	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
4	<= 50	468	64	344	593	615	147	31 %	689	NEI	NEI	JA
4	51-100	543	68	409	676	981	438	81 %	800	NEI	NEI	NEI
4	101-150	116	32	53	179	335	219	190 %	174	NEI	JA	NEI
4	151-200	27	16	-3	58	31	4	14 %	40	JA	JA	JA
4	201-300			0	0	1	1		20	NEI	NEI	JA
5	<= 50	1705	113	1484	1925	1376	-329	-19 %	1355	NEI	NEI	JA
5	51-100	1893	117	1663	2123	1449	-444	-23 %	1167	NEI	NEI	JA
5	101-150	36	18	1	72	188	152	419 %	130	NEI	NEI	NEI
5	151-200	18	13	-7	43		-18	-100 %		JA	JA	NEI

**Tabell XI. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og treantall lauvtrær pr. daa.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>HKL</i>	<i>TRE-ANTALL</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>Est. - Obs.</i>		<i>AREAL</i>	<i>MSFI-treff</i>	<i>Kalib-treff</i>	<i>Forbedring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>		<i>ha</i>	<i>%</i>				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	<= 50	6932	134	6670	7194	7142	210	3 %	6611	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	51-100	834	83	671	996	659	-174	-21 %	887	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	101-150	335	54	229	440	577	242	72 %	352	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	151-200	289	50	191	388	264	-26	-9 %	322	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	201-300	292	51	193	391	197	-95	-33 %	184	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	301-400	176	40	99	254	127	-50	-28 %	166	JA	JA	NEI
<b>Alle</b>	401-500	96	29	38	153	32	-64	-66 %	99	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	501-750	111	32	49	173	214	102	92 %	128	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	> 750	226	45	138	314	93	-133	-59 %	107	NEI	NEI	NEI
1	<b>Alle</b>	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
2	<b>Alle</b>	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
3	<b>Alle</b>	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	<b>Alle</b>	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	<b>Alle</b>	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
1	<= 50	114	32	51	176	177	63	55 %	371	NEI	NEI	JA
1	51-100	27	16	-3	58		-27	-100 %		JA	JA	NEI
1	151-200	12	10	-8	32		-12	-100 %		JA	JA	NEI
1	201-300	18	13	-7	43		-18	-100 %	14	JA	JA	NEI
1	301-400	3	5	-7	13		-3	-100 %		JA	JA	NEI
1	401-500	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
1	501-750	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
1	> 750	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
2	<= 50	877	85	711	1044	587	-290	-33 %	766	NEI	JA	NEI
2	51-100	499	65	371	627	299	-200	-40 %	494	NEI	JA	NEI
2	101-150	211	43	126	295	183	-28	-13 %	134	JA	JA	JA
2	151-200	205	43	122	289	195	-11	-5 %	227	JA	JA	JA
2	201-300	199	42	117	281	139	-60	-30 %	130	JA	JA	JA
2	301-400	147	36	76	217	106	-41	-28 %	126	JA	JA	NEI
2	401-500	87	28	32	141	32	-54	-63 %	99	JA	JA	NEI
2	501-750	102	30	43	161	214	111	109 %	128	NEI	JA	NEI
2	> 750	217	44	131	303	93	-124	-57 %	107	NEI	NEI	NEI
3	<= 50	1284	100	1087	1481	1597	313	24 %	1383	NEI	JA	NEI
3	51-100	223	44	136	309	309	86	39 %	207	JA	JA	NEI
3	101-150	88	28	33	143	274	186	212 %	138	NEI	JA	NEI
3	151-200	63	24	17	110	45	-18	-29 %	75	JA	JA	NEI
3	201-300	66	24	18	114	58	-8	-12 %	40	JA	JA	JA
3	301-400	18	13	-7	43	21	3	15 %	40	JA	JA	JA
4	<= 50	1063	93	882	1245	1809	746	70 %	1511	NEI	NEI	NEI
4	51-100	54	22	11	98	36	-19	-34 %	132	JA	NEI	JA
4	101-150	18	13	-7	43	94	76	420 %	59	NEI	NEI	NEI
4	151-200	9	9	-9	27	24	15	167 %	20	JA	JA	NEI
4	201-300	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
5	<= 50	3594	143	3313	3874	2971	-622	-17 %	2580	NEI	NEI	JA
5	51-100	31	17	-2	63	16	-15	-49 %	53	JA	JA	JA
5	101-150	18	13	-7	43	26	8	41 %	20	JA	JA	NEI

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>HKL</i>	<i>TRE- ANTALL</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>	<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbe- dring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>							
5	301-400	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI



**Tabell XII. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og totalt treantall pr. daa.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>HKL</i>	<i>TRE-ANTALL</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>ha</i>	<i>Est. - Obs.</i>	<i>AREAL</i>	<i>MSFI-treff</i>	<i>Kalib-treff</i>	<i>Forbedring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>			<i>%</i>				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	<= 50	1570	109	1356	1784	1489	-81	-5 %	1774	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	51-100	3342	141	3066	3618	3433	91	3 %	2961	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	101-150	1171	97	982	1360	1528	357	30 %	1414	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	151-200	800	82	641	960	830	30	4 %	792	JA	JA	NEI
<b>Alle</b>	201-300	972	89	798	1146	848	-124	-13 %	759	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	301-400	481	64	355	607	341	-140	-29 %	312	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	401-500	208	43	124	292	248	40	19 %	241	JA	JA	NEI
<b>Alle</b>	501-750	351	55	243	459	167	-184	-53 %	273	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	> 750	396	59	281	511	421	25	6 %	330	JA	JA	JA
1	<b>Alle</b>	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
2	<b>Alle</b>	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
3	<b>Alle</b>	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
4	<b>Alle</b>	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
5	<b>Alle</b>	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
1	<= 50	69	25	20	117	157	88	128 %	292	NEI	NEI	JA
1	51-100	45	20	6	85	14	-31	-69 %	59	JA	JA	NEI
1	101-150	18	13	-7	43	6	-12	-67 %	20	JA	JA	NEI
1	151-200	12	10	-8	32		-12	-100 %		JA	JA	NEI
1	201-300	27	16	-3	58		-27	-100 %		JA	JA	NEI
1	401-500	12	10	-8	32		-12	-100 %	14	JA	JA	NEI
1	501-750	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
1	> 750	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
2	<= 50	27	16	-3	58		-27	-100 %		JA	JA	NEI
2	51-100	116	32	53	179	71	-45	-39 %	164	JA	JA	JA
2	101-150	233	45	144	322	167	-67	-29 %	207	JA	JA	NEI
2	151-200	303	52	202	404	218	-85	-28 %	344	JA	JA	NEI
2	201-300	602	72	462	742	357	-245	-41 %	474	NEI	JA	NEI
2	301-400	374	57	262	485	203	-171	-46 %	213	NEI	NEI	NEI
2	401-500	169	39	93	245	245	76	45 %	207	NEI	JA	NEI
2	501-750	333	54	227	438	167	-166	-50 %	273	NEI	JA	NEI
2	> 750	387	58	273	501	421	34	9 %	330	JA	JA	JA
3	<= 50	51	21	9	92	12	-39	-76 %	34	JA	JA	NEI
3	51-100	298	51	198	399	671	373	125 %	618	NEI	NEI	NEI
3	101-150	529	67	397	661	549	20	4 %	518	JA	JA	NEI
3	151-200	413	60	296	531	467	53	13 %	350	JA	JA	JA
3	201-300	334	54	228	440	464	130	39 %	245	NEI	JA	NEI
3	301-400	90	28	34	145	138	48	54 %	99	JA	JA	NEI
3	401-500	18	13	-7	43	2	-16	-87 %	20	JA	JA	NEI
3	501-750	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
4	<= 50	241	46	150	331	267	27	11 %	369	JA	NEI	JA
4	51-100	590	71	451	728	933	344	58 %	715	NEI	JA	NEI
4	101-150	260	48	167	354	591	330	127 %	500	NEI	NEI	NEI
4	151-200	45	20	6	85	145	100	222 %	99	NEI	NEI	NEI
4	201-300	9	9	-9	27	27	18	199 %	40	NEI	NEI	JA
4	401-500	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>HKL</i>	<i>TRE-ANTALL</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>Est. - Obs.</i>		<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbedring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>		<i>ha</i>	<i>%</i>				
5	<= 50	1183	97	993	1373	1054	-129	-11 %	1079	JA	JA	NEI
5	51-100	2293	126	2047	2540	1744	-550	-24 %	1404	NEI	NEI	JA
5	101-150	130	34	63	197	215	85	65 %	170	NEI	JA	NEI
5	151-200	27	16	-3	58		-27	-100 %		JA	JA	NEI
5	301-400	18	13	-7	43		-18	-100 %		JA	JA	NEI

**Tabell XIII. Arealfordeling (ha) over hogstklasser og overstandere/frøtrær.**

1 = uten overstandere, 2 = overstandere av bartrær, 3 = overstandere av lauvtrær, 4 = overstandere av bar/lauvtrær.

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>HKL</i>	<i>OVER-STAND-ERE</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>Est. - Obs.</i>		<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbedring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>		<i>ha</i>	<i>%</i>				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	2745	133	2483	3006	2025	-720	-26 %	2597	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	1	1915	118	1684	2146	1196	-719	-38 %	1418	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	2	440	62	319	560	277	-163	-37 %	468	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	3	119	33	55	182	132	14	12 %	144	JA	JA	JA
<b>Alle</b>	4	271	49	176	367	420	148	55 %	567	NEI	NEI	JA
1	<b>Alle</b>	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
2	<b>Alle</b>	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
1	1	162	38	88	236	117	-45	-28 %	223	JA	JA	JA
1	2	27	16	-3	58	6	-21	-77 %	20	JA	JA	NEI
1	3	3	5	-7	13	36	33	1219 %	83	NEI	NEI	JA
1	4	9	9	-9	27	18	9	102 %	59	JA	NEI	JA
2	1	1753	114	1530	1977	1080	-674	-38 %	1195	NEI	NEI	NEI
2	2	412	60	295	530	271	-142	-34 %	448	NEI	JA	NEI
2	3	116	32	53	179	97	-19	-17 %	61	JA	JA	JA
2	4	262	48	168	356	401	139	53 %	508	NEI	NEI	JA

**Tabell XIV. Arealfordeling (ha) over middelhøyde (dm) av bartrær før regulering og aktuell bonitet. Bonitetskoder: L = lav bonitet, M = middels bonitet, H = høy bonitet, S = særlig høy bonitet.**

Klasser		Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
MIDDEL- HØYDE	BONI- TET	AREAL	MFEIL	95% inter- vall nedre øvre		AREAL	Est. - Obs. ha %		AREAL	MSFI treff	Kalib treff	Forbe- dring
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	2744.5	133.4	2483	3006	2024.8	-720	-26 %	2597.4	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	<b>H</b>	1464.0	106.0	1256	1672	557.1	-907	-62 %	555.0	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>L</b>	208.0	42.9	124	292	165.1	-43	-21 %	402.9	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>M</b>	879.9	85.1	713	1047	1266.9	387	44 %	1586.1	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>S</b>	192.6	41.3	112	274	35.6	-157	-82 %	53.3	NEI	NEI	NEI
<= 10	<b>Alle</b>	1067.1	92.7	885	1249	489.1	-578	-54 %	1040.9	NEI	JA	NEI
11-20	<b>Alle</b>	678.2	75.5	530	826	435.6	-243	-36 %	562.9	NEI	JA	NEI
21-40	<b>Alle</b>	522.7	66.9	392	654	622.1	99	19 %	665.7	JA	NEI	JA
41-60	<b>Alle</b>	304.7	51.7	203	406	367.8	63	21 %	209.4	JA	JA	JA
61-80	<b>Alle</b>	171.8	39.1	95	248	110.2	-62	-36 %	118.5	JA	JA	NEI
<= 10	<b>H</b>	589.6	70.8	451	728	176.9	-413	-70 %	280.5	NEI	NEI	NEI
<= 10	<b>L</b>	36.2	18.1	1	72	32.5	-4	-10 %	160.0	JA	NEI	JA
<= 10	<b>M</b>	350.9	55.3	243	459	279.7	-71	-20 %	586.6	JA	NEI	JA
<= 10	<b>S</b>	90.4	28.5	35	146		-90	-100 %	13.8	NEI	NEI	NEI
11-20	<b>H</b>	375.3	57.1	263	487	32.7	-343	-91 %	65.2	NEI	NEI	NEI
11-20	<b>L</b>	117.6	32.4	54	181	89.2	-28	-24 %	169.9	JA	JA	JA
11-20	<b>M</b>	167.3	38.6	92	243	285.2	118	70 %	308.1	NEI	NEI	JA
11-20	<b>S</b>	18.1	12.8	-7	43	28.5	10	57 %	19.8	JA	JA	NEI
21-40	<b>H</b>	230.6	45.1	142	319	233.4	3	1 %	148.1	JA	JA	JA
21-40	<b>L</b>	36.2	18.1	1	72	43.4	7	20 %	59.3	JA	JA	JA
21-40	<b>M</b>	208.0	42.9	124	292	338.1	130	63 %	438.5	NEI	NEI	JA
21-40	<b>S</b>	47.9	20.8	7	89	7.2	-41	-85 %	19.8	JA	JA	NEI
41-60	<b>H</b>	187.2	40.7	107	267	114.1	-73	-39 %	61.2	JA	NEI	JA
41-60	<b>L</b>	9.0	9.0	-9	27		-9	-100 %	13.8	JA	JA	NEI
41-60	<b>M</b>	90.4	28.5	35	146	253.6	163	181 %	134.3	NEI	JA	NEI
41-60	<b>S</b>	18.1	12.8	-7	43		-18	-100 %		JA	JA	NEI
61-80	<b>H</b>	81.4	27.0	28	134		-81	-100 %		NEI	NEI	NEI
61-80	<b>L</b>	9.0	9.0	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
61-80	<b>M</b>	63.3	23.8	17	110	110.2	47	74 %	118.5	NEI	NEI	JA
61-80	<b>S</b>	18.1	12.8	-7	43		-18	-100 %		JA	JA	NEI

**Tabell XV. Arealfordeling (ha) over middelhøyde (dm) av lauvtrær før regulering og aktuell bonitet. Bonitetskoder: L = lav bonitet, M = middels bonitet, H = høy bonitet, S = særlig høy bonitet.**

Klasser		Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
MIDDEL- HØYDE	BONI- TET	AREAL	MFEIL	95% intervall		AREAL	Est. - Obs.		AREAL	MSFI treff	Kalib treff	Forbe- dring
				nedre	øvre		ha	%				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	2745	133	2483	3006	2025	-720	-26 %	2597	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	<b>H</b>	1464	106	1256	1672	557	-907	-62 %	555	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>L</b>	208	43	124	292	165	-43	-21 %	403	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>M</b>	880	85	713	1047	1267	387	44 %	1586	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>S</b>	193	41	112	274	36	-157	-82 %	53	NEI	NEI	NEI
<= 10	<b>Alle</b>	807	82	646	967	385	-421	-52 %	921	NEI	JA	NEI
11-20	<b>Alle</b>	694	76	544	843	663	-31	-4 %	717	JA	JA	NEI
21-40	<b>Alle</b>	625	73	482	767	580	-45	-7 %	587	JA	JA	NEI
41-60	<b>Alle</b>	357	56	248	467	296	-62	-17 %	265	JA	JA	JA
61-80	<b>Alle</b>	208	43	124	292	98	-111	-53 %	89	NEI	NEI	JA
> 80	<b>Alle</b>	54	22	11	98	3	-51	-94 %	20	NEI	JA	NEI
<= 10	<b>H</b>	406	59	290	522	145	-262	-64 %	215	NEI	NEI	NEI
<= 10	<b>L</b>	72	26	22	122	51	-21	-29 %	144	JA	NEI	JA
<= 10	<b>M</b>	292	51	193	391	182	-110	-38 %	527	NEI	NEI	JA
<= 10	<b>S</b>	36	18	1	72	7	-29	-80 %	34	JA	JA	NEI
11-20	<b>H</b>	355	56	246	463	101	-254	-72 %	121	NEI	NEI	NEI
11-20	<b>L</b>	45	20	6	85	87	41	91 %	130	NEI	NEI	JA
11-20	<b>M</b>	262	48	168	356	476	214	81 %	466	NEI	NEI	NEI
11-20	<b>S</b>	32	17	-2	65		-32	-100 %		JA	JA	NEI
21-40	<b>H</b>	364	56	254	475	272	-93	-25 %	158	JA	NEI	JA
21-40	<b>L</b>	54	22	11	98	27	-27	-50 %	115	JA	NEI	JA
21-40	<b>M</b>	190	41	110	270	281	91	48 %	314	NEI	NEI	JA
21-40	<b>S</b>	16	12	-7	40		-16	-100 %		JA	JA	NEI
41-60	<b>H</b>	194	42	113	276	40	-154	-79 %	61	NEI	NEI	NEI
41-60	<b>L</b>	27	16	-3	58		-27	-100 %	14	JA	JA	NEI
41-60	<b>M</b>	109	31	48	169	227	118	109 %	170	NEI	NEI	NEI
41-60	<b>S</b>	27	16	-3	58	29	1	5 %	20	JA	JA	JA
61-80	<b>H</b>	127	34	61	192		-127	-100 %		NEI	NEI	NEI
61-80	<b>L</b>	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
61-80	<b>M</b>	18	13	-7	43	98	79	439 %	89	NEI	NEI	NEI
61-80	<b>S</b>	54	22	11	98		-54	-100 %		NEI	NEI	NEI
> 80	<b>H</b>	18	13	-7	43		-18	-100 %		JA	JA	NEI
> 80	<b>M</b>	9	9	-9	27	3	-6	-62 %	20	JA	JA	JA
> 80	<b>S</b>	27	16	-3	58		-27	-100 %		JA	JA	NEI

**Tabell XVI. Arealfordeling (ha) over total middelhøyde (dm) og aktuell bonitet.**
**Bonitetskoder: L = lav bonitet, M = middels bonitet, H = høy bonitet, S = særlig høy bonitet.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i>				<i>MSFI</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>MIDDEL- HØYDE</i>	<i>BONI- TET</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>95% intervall</i>		<i>AREAL</i>	<i>Est. - Obs.</i>		<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbe- dring</i>
				<i>nedre</i>	<i>øvre</i>		<i>ha</i>	<i>%</i>				
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	2582	131	2325	2838	1955	-627	-24 %	2538	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	<b>H</b>	1389	104	1186	1592	557	-832	-60 %	555	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>L</b>	190	41	110	270	165	-25	-13 %	403	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>M</b>	815	82	654	976	1197	382	47 %	1527	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	<b>S</b>	188	41	108	268	36	-153	-81 %	53	NEI	NEI	NEI
<= 10	<b>Alle</b>	771	80	614	928	263	-509	-66 %	723	NEI	JA	NEI
11-20	<b>Alle</b>	685	76	536	833	601	-84	-12 %	703	JA	JA	NEI
21-40	<b>Alle</b>	604	72	464	744	686	82	14 %	745	JA	NEI	JA
41-60	<b>Alle</b>	332	54	226	437	333	1	0 %	239	JA	JA	JA
61-80	<b>Alle</b>	181	40	102	259	73	-108	-60 %	128	NEI	JA	NEI
> 80	<b>Alle</b>	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
<= 10	<b>H</b>	407	59	290	523	96	-311	-76 %	209	NEI	NEI	NEI
<= 10	<b>L</b>	36	18	1	72	33	-4	-10 %	105	JA	NEI	JA
<= 10	<b>M</b>	283	50	185	381	134	-149	-53 %	395	NEI	NEI	NEI
<= 10	<b>S</b>	45	20	6	85		-45	-100 %	14	NEI	JA	NEI
11-20	<b>H</b>	370	57	259	481	156	-214	-58 %	121	NEI	NEI	JA
11-20	<b>L</b>	100	30	41	158	89	-10	-10 %	196	JA	NEI	JA
11-20	<b>M</b>	197	42	115	279	356	159	81 %	387	NEI	NEI	JA
11-20	<b>S</b>	18	13	-7	43		-18	-100 %		JA	JA	NEI
21-40	<b>H</b>	326	53	221	430	265	-61	-19 %	164	JA	NEI	JA
21-40	<b>L</b>	36	18	1	72	43	7	20 %	89	JA	NEI	JA
21-40	<b>M</b>	208	43	124	292	371	163	78 %	472	NEI	NEI	JA
21-40	<b>S</b>	34	18	0	69	7	-27	-79 %	20	JA	JA	NEI
41-60	<b>H</b>	187	41	107	267	40	-147	-79 %	61	NEI	NEI	NEI
41-60	<b>L</b>	9	9	-9	27		-9	-100 %	14	JA	JA	NEI
41-60	<b>M</b>	90	29	35	146	264	174	192 %	144	NEI	JA	NEI
41-60	<b>S</b>	45	20	6	85	29	-17	-37 %	20	JA	JA	JA
61-80	<b>H</b>	90	29	35	146		-90	-100 %		NEI	NEI	NEI
61-80	<b>L</b>	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
61-80	<b>M</b>	36	18	1	72	73	36	100 %	128	NEI	NEI	JA
61-80	<b>S</b>	45	20	6	85		-45	-100 %		NEI	NEI	NEI
> 80	<b>H</b>	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI

**Tabell XVII. Arealfordeling (ha) over vegetasjonstyper.**

**Vegetasjonstyper: 11 = lavskog, 12 = røsslyng-blokkebærskog, 13 = bærlyngskog, 14 = blåbærskog, 15 = småbregneskog, 16 = storbregneskog, 21 = kalklågurtskog, 22 = lågurtskog, 23 = ?, 24 = høgstaudeskog, 26 = hagemarkskog, 31 = gråor-heggeskog, 45 = alm-lindeskog, 46 = or-askeskog, 52 = gran-bjørk-sumpskog, 54 = lauv-vier-sumpskog, 61 = furumyrskog.**

Klasser VEGETA- SJONS- TYPE	Fasit 95% intervall				MSFI Est. - Obs.			Kalib AREAL	Statistikk		
	AREAL	MFEIL	nedre	øvre	AREAL	ha	%		MSFI treff	Kalib treff	Forbe- dring
<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
11	457	63	334	580	519	63	14 %	587	JA	NEI	JA
12	619	72	477	760	411	-208	-34 %	356	NEI	NEI	JA
13	2584	131	2328	2841	2010	-574	-22 %	2183	NEI	NEI	NEI
14	2750	134	2488	3012	3260	510	19 %	3218	NEI	NEI	NEI
15	1111	94	926	1295	834	-277	-25 %	595	NEI	NEI	JA
16	90	29	35	146	202	111	123 %	158	NEI	NEI	NEI
21	9	9	-9	27	31	22	246 %	99	NEI	NEI	JA
22	1368	103	1166	1570	872	-496	-36 %	784	NEI	NEI	JA
23			0	0	1	1		28	NEI	NEI	JA
24	168	39	92	244	650	482	286 %	429	NEI	NEI	NEI
26			0	0	76	76		47	NEI	NEI	NEI
31	27	16	-3	58	47	20	75 %	28	JA	JA	NEI
45			0	0	25	25		59	NEI	NEI	JA
46	18	13	-7	43	19	0	2 %	20	JA	JA	JA
52	54	22	11	98	250	196	360 %	164	NEI	NEI	NEI
54	9	9	-9	27		-9	-100 %		JA	JA	NEI
61	27	16	-3	58	98	71	262 %	103	NEI	NEI	JA

**Tabell XVIII. Arealfordeling (ha) over blåbærdekningsprosent og hogstklasser.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i> <i>95% intervall</i>				<i>MSFI</i> <i>Est. - Obs.</i>			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>BLÅ- BÆR- DEKN- ING</i>	<i>HKL</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>nedre</i>	<i>øvre</i>	<i>AREAL</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>	<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbe- dring</i>
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	9292	59	9175	9408	9304	12	0 %	8855	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	1	201	42	118	284	177	-24	-12 %	385	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	2	2544	130	2288	2799	1848	-696	-27 %	2212	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	3	1742	114	1519	1964	2303	562	32 %	1882	NEI	JA	NEI
<b>Alle</b>	4	1154	96	966	1342	1963	809	70 %	1722	NEI	NEI	NEI
<b>Alle</b>	5	3652	144	3370	3933	3013	-639	-17 %	2653	NEI	NEI	JA
<= 20	<b>Alle</b>	8095	110	7880	8311	7778	-317	-4 %	7255	NEI	NEI	JA
21_40	<b>Alle</b>	1043	92	863	1222	973	-69	-7 %	994	JA	JA	NEI
41_60	<b>Alle</b>	145	36	74	215	397	252	174 %	439	NEI	NEI	JA
61_80	<b>Alle</b>			0	0	121	121		128	NEI	NEI	JA
> 80	<b>Alle</b>	9	9	-9	27	34	25	279 %	40	NEI	NEI	JA
<= 20	1	2466	129	2213	2719	159	-2307	-94 %	314	NEI	NEI	NEI
<= 20	2	1669	112	1450	1888	1810	140	8 %	2048	JA	NEI	JA
<= 20	3	1091	94	907	1274	1978	887	81 %	1566	NEI	NEI	NEI
<= 20	4	2669	132	2409	2928	1550	-1118	-42 %	1308	NEI	NEI	JA
<= 20	5	9	9	-9	27	2281	2272	25247 %	2019	NEI	NEI	NEI
21_40	1	63	24	17	110	13	-50	-79 %	40	NEI	JA	NEI
21_40	2	72	26	22	122	35	-37	-51 %	119	JA	JA	JA
21_40	3	63	24	17	110	265	202	319 %	217	NEI	NEI	NEI
21_40	4	844	84	680	1007	237	-606	-72 %	273	NEI	NEI	NEI
21_40	5	15	11	-8	37	422	408	2812 %	346	NEI	NEI	NEI
41_60	1			0	0	5	5		32	NEI	NEI	JA
41_60	2	130	34	63	197	3	-127	-98 %	45	NEI	NEI	NEI
41_60	3			0	0	43	43		59	NEI	NEI	JA
41_60	4			0	0	92	92		113	NEI	NEI	JA
41_60	5	201	42	118	284	255	54	27 %	190	JA	JA	NEI
61_80	3			0	0	18	18		40	NEI	NEI	JA
61_80	4			0	0	84	84		30	NEI	NEI	NEI
61_80	5			0	0	20	20		59	NEI	NEI	JA
> 80	5			0	0	34	34		40	NEI	NEI	JA

**Tabell XIX. Arealfordeling (ha) over kronetethetsklasser og treslag.**

<i>Klasser</i>		<i>Fasit</i> 95% intervall				<i>MSFI</i> Est. - Obs.			<i>Kalib</i>	<i>Statistikk</i>		
<i>KRONE- TETT- HETS- KLASSE</i>	<i>TRE- SLAG</i>	<i>AREAL</i>	<i>MFEIL</i>	<i>nedre</i>	<i>øvre</i>	<i>AREAL</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>	<i>AREAL</i>	<i>MSFI treff</i>	<i>Kalib treff</i>	<i>Forbe- dring</i>
<b>Alle</b>	<b>Alle</b>	8901	81	8741	9060	9127	226	3 %	8470	NEI	NEI	JA
<b>Alle</b>	FURU	2991	137	2723	3260	3126	135	4 %	3012	JA	JA	NEI
<b>Alle</b>	GRAN	5043	148	4753	5333	4991	-52	-1 %	4276	JA	NEI	JA
<b>Alle</b>	LAUV	866	85	701	1032	1010	144	17 %	1181	JA	NEI	JA
<= 20	<b>Alle</b>	9	9	-9	27	9	0	-1 %	47	JA	NEI	JA
21_40	<b>Alle</b>	217	44	131	303		-217	-100 %	20	NEI	NEI	NEI
41_60	<b>Alle</b>	476	64	350	601	42	-434	-91 %	79	NEI	NEI	NEI
61_80	<b>Alle</b>	2223	125	1979	2467	1893	-330	-15 %	1728	NEI	NEI	JA
> 80	<b>Alle</b>	3133	139	2862	3405	4788	1655	53 %	3785	NEI	NEI	NEI
UTEN	<b>Alle</b>	2843	135	2579	3107	2396	-447	-16 %	2811	NEI	JA	NEI
<= 20	FURU			0	0	9	9		20	NEI	NEI	JA
<= 20	GRAN	9	9	-9	27		-9	-100 %	28	JA	NEI	JA
<= 20	LAUV			0	0		0			JA	JA	NEI
21_40	LAUV			0	0		0		20	JA	NEI	JA
21_40	FURU	81	27	28	134		-81	-100 %		NEI	NEI	NEI
21_40	GRAN	136	35	67	204		-136	-100 %		NEI	NEI	NEI
41_60	FURU	235	46	146	324		-235	-100 %	20	NEI	NEI	NEI
41_60	GRAN	241	46	150	331	42	-199	-83 %	59	NEI	NEI	NEI
61_80	FURU	1019	91	841	1197	748	-271	-27 %	749	NEI	NEI	NEI
61_80	GRAN	1204	98	1012	1395	1017	-187	-16 %	921	JA	NEI	JA
61_80	LAUV			0	0	128	128		59	NEI	NEI	NEI
> 80	FURU	969	89	795	1143	1679	710	73 %	1296	NEI	NEI	NEI
> 80	GRAN	2101	122	1861	2340	2837	736	35 %	2311	NEI	JA	NEI
> 80	LAUV	63	24	17	110	272	209	330 %	178	NEI	NEI	NEI
UTEN	FURU	686	76	538	835	690	3	0 %	928	JA	NEI	JA
UTEN	GRAN	1354	103	1153	1555	1096	-258	-19 %	958	NEI	NEI	JA
UTEN	LAUV	803	82	643	963	610	-193	-24 %	924	NEI	JA	NEI



**Tabell XX. Volumfordeling totalt (u/bark) (m3) over hogstklasser.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				VU_T	MSFI treff	Kalib treff
HKL	VU_T	MFEIL	nedre	øvre	VU_T	m3	%	VU_T			
<b>Alle</b>	1018762	35134	949900	1087625	1245715	226953	22 %	1038904	NEI	JA	NEI
0	320	285	-238	879	6910	6589	2057 %	17607	NEI	NEI	JA
1	274	291	-295	843	1299	1025	374 %	4758	NEI	NEI	JA
2	23337	3375	16722	29952	41814	18477	79 %	41468	NEI	NEI	NEI
3	202569	17228	168803	236336	268414	65845	33 %	198353	NEI	JA	NEI
4	172496	18703	135838	209154	371398	198902	115 %	307497	NEI	NEI	NEI
5	619766	33041	555005	684526	555880	-63886	-10 %	469221	JA	NEI	JA

**Tabell XXI. Volumfordeling gran (u/bark) (m3) over hogstklasser.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				VUG	MSFI treff	Kalib treff
HKL	VUG	MFEIL	nedre	øvre	VUG	m3	%	VUG			
<b>Alle</b>	723729	33345	658374	789084	743596	19867	3 %	590836	JA	NEI	JA
0	0	0	0	0	345	345		4077	NEI	NEI	JA
1	274	291	-295	843	7	-267	-97 %	950	JA	NEI	JA
2	11239	2557	6227	16251	22545	11307	101 %	15658	NEI	JA	NEI
3	155455	15234	125597	185313	143366	-12089	-8 %	99684	JA	NEI	JA
4	125214	16157	93547	156881	243550	118336	95 %	192708	NEI	NEI	NEI
5	431547	29516	373696	489399	333783	-97765	-23 %	277759	NEI	NEI	JA

**Tabell XXII. Volumfordeling furu (u/bark) (m3) over hogstklasser.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				VUF	MSFI treff	Kalib treff
HKL	VUF	MFEIL	nedre	øvre	VUF	m3	%	VUF			
<b>Alle</b>	201143	11692	178226	224059	330603	129460	64 %	295983	NEI	NEI	NEI
0	290	253	-207	786	6108	5818	2008 %	11172	NEI	NEI	JA
1	0	0	0	0	419	419		1086	NEI	NEI	JA
2	6696	1503	3750	9641	12499	5803	87 %	16857	NEI	NEI	JA
3	21982	3579	14968	28996	68962	46980	214 %	56577	NEI	NEI	NEI
4	23713	3826	16215	31212	58535	34822	147 %	60642	NEI	NEI	JA
5	148462	10990	126922	170002	184080	35618	24 %	149650	NEI	JA	NEI

**Tabell XXIII. Volumfordeling lauvtrær (u/bark) (m3) over hogstklasser.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				VUL	MSFI treff	Kalib treff
HKL	VUL	MFEIL	nedre	øvre	VUL	m3	%				
<b>Alle</b>	93890	7633	78930	108851	171274	77383	82 %	151988	NEI	NEI	NEI
0	31	35	-37	99	485	455	1486 %	2378	NEI	NEI	JA
1	0	0	0	0	867	867		2722	NEI	NEI	JA
2	5403	1242	2968	7837	6623	1220	23 %	8790	JA	NEI	JA
3	25132	3434	18401	31863	56169	31038	123 %	42080	NEI	NEI	NEI
4	23569	4595	14562	32576	69006	45437	193 %	54161	NEI	NEI	NEI
5	39757	5244	29479	50034	38123	-1633	-4 %	41857	JA	JA	JA

**Tabell XXIV. Volumfordeling lauvtreslag (m3).**
**32 = osp, 39 = bjerk, 42 = ask, 50 = gråor, 51 = svartor, 52 = selje, 53 = rogn, D = stående døde trær.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				VOL	MSFI treff	Kalib treff
Treslag	VOL	MFEIL	nedre	øvre	VOL	m3	%				
32	15450	2555	10443	20457	31747	16297	105 %	27513	NEI	NEI	NEI
39	64288	5905	52714	75861	87210	22922	36 %	78531	NEI	NEI	NEI
42	3270	3293	-3185	9725	4089	819	25 %	3753	JA	JA	NEI
50	4867	1541	1848	7887	20564	15697	323 %	16537	NEI	NEI	NEI
51	163	166	-162	489	3041	2878	1763 %	3267	NEI	NEI	JA
52	4197	1316	1618	6776	13245	9048	216 %	7988	NEI	NEI	NEI
53	1655	419	834	2477	2895	1240	75 %	4616	NEI	NEI	JA
D	13679	2511	8757	18601	29870	16191	118 %	22214	NEI	NEI	NEI

**Tabell XXV. Tilvekst totalt (m3) over hogstklasser.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				TV_T	MSFI treff	Kalib treff
HKL	Tilvekst	MFEIL	nedre	øvre	TV_T	m3	%				
<b>Alle</b>	34716	1329	32111	37322	48553	13837	40 %	37881	NEI	NEI	NEI
0	6	6	-5	17	164	158	2584 %	352	NEI	NEI	JA
1	6	7	-7	19	49	43	687 %	134	NEI	NEI	JA
2	1449	189	1080	1819	3083	1634	113 %	2937	NEI	NEI	NEI
3	14258	1228	11851	16665	18348	4090	29 %	12744	NEI	JA	NEI
4	6265	677	4937	7592	15114	8849	141 %	11903	NEI	NEI	NEI
5	12732	696	11369	14095	11796	-937	-7 %	9811	JA	NEI	JA

**Tabell XXVI. Tilvekst gran (m3) over hogstklasser.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				TVG	MSFI treff	Kalib treff
HKL	Tilvekst	MFEIL	nedre	øvre	TVG	m3	%	TVG			
<b>Alle</b>	25399	1279	22893	27906	31058	5659	22 %	22765	NEI	NEI	NEI
0	0	0	0	0	5	5		79	NEI	NEI	JA
1	6	7	-7	19	0	-6	-100 %	20	JA	NEI	JA
2	627	127	379	875	1692	1065	170 %	1288	NEI	NEI	NEI
3	11173	1118	8982	13364	11350	177	2 %	7358	JA	NEI	JA
4	4562	591	3404	5719	10676	6114	134 %	8075	NEI	NEI	NEI
5	9032	628	7801	10262	7335	-1697	-19 %	5946	NEI	NEI	JA

**Tabell XXVII. Tilvekt furu (m3) over hogstklasser.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				TVF	MSFI treff	Kalib treff
HKL	Tilvekst	MFEIL	nedre	øvre	TVF	m3	%	TVF			
<b>Alle</b>	5216	304	4619	5813	9626	4410	85 %	8251	NEI	NEI	NEI
1	0	0	0	0	6	6		20	NEI	NEI	JA
2	281	54	175	388	772	491	175 %	889	NEI	NEI	JA
3	1370	221	936	1804	3494	2124	155 %	2763	NEI	NEI	NEI
4	739	119	505	972	2014	1275	173 %	1847	NEI	NEI	NEI
5	2826	206	2422	3230	3341	515	18 %	2732	NEI	JA	NEI

**Tabell XXVIII. Tilvekst lauvtrær (m3) over hogstklasser.**

Klasser	Fasit				MSFI			Kalib	Statistikk		
	95% intervall				Est. - Obs.				TVL	MSFI treff	Kalib treff
HKL	Tilvekst	MFEIL	nedre	øvre	TVL	m3	%	TVL			
<b>Alle</b>	4095	314	3479	4711	7192	3098	76 %	6050	NEI	NEI	NEI
1	0	0	0	0	43	43		95	NEI	NEI	JA
2	541	109	327	754	529	-12	-2 %	711	JA	JA	JA
3	1715	228	1268	2162	3305	1591	93 %	2424	NEI	NEI	NEI
4	965	170	631	1298	2428	1464	152 %	1875	NEI	NEI	NEI
5	875	129	621	1128	887	13	1 %	946	JA	JA	JA