



Prosjektet "Laser- og fototeknologi i virkesmålingen"

Sluttrapport fra utviklingsprosjektet
"Laser- og fototeknologi i virkesmålingen"

Gjennomført 2006-2008



Norsk Virkesmåling

1.12.2008.



Forord

Bruk av ny teknologi er en forutsetning for å oppnå en vesentlig mer rasjonell og effektiv tømmermåling i Norge, og derigjennom reduserte målekostnader. Innføring av laserteknologi og fotoweb-teknologi vil kunne bidra til dette gjennom hurtig og nøyaktig volummåling, og økt fleksibilitet på måleplatsene mht bemanning, åpningstider etc.

Forprosjektet "Laser- og fototeknologi i virkesmålingen" ble igangsatt i henhold til beskrevet milepælplan etter styremøte i Norsk Virkesmåling 2. desember 2005. Forstudien er gjennomført med henblikk på å vurdere ulike tekniske, kvalitets- og produktivitetmessige forhold ved bruk av laserramme Modus 2000 på Opsund måleplats, og fotoweb-teknologi på Braskereidfoss og Skogn måleplasser.

I et delprosjekt er det samlet inn og analysert data for volummåling med laserramme på Opsund. Laserramma beregner tømmervolum på grunnlag av registreringer i lagets overflate, og tømmerkvaliteten vurderes av tømmermåler.

I et annet delprosjekt er det samlet inn og analysert data for fotoweb-teknologi ved Skogn og Braskereidfoss måleplasser. Fotoweb bygger på FMB-målingens prinsipper, men måling og kvalitetsvurdering gjøres ved hjelp av bilder. Metoden vil være tids- og stedsuavhengig, og gir muligheter for økt fleksibilitet også for tømmertransporten.

En kombinasjon av laser- og fotoweb-teknologi vil kunne medføre ytterligere effektivisering av måleprosessen, og øke fleksibiliteten med hensyn til hvor og når kvalitetsvurderingen finner sted. Det er derfor naturlig å utrede muligheten for automatisk volumberegning ved lasermåling kombinert med fotografering og bildebehandling.

NVM ønsker med dette utgangspunkt å se nærmere på bruk av laserteknologi og vil gjøre dette gjennom et samarbeid med Codator Oy i Finland. Dette selskapet har erfaring med utvikling av laserverktøy (Modus 2000) for tømmermåling og automatisk volumberegning, og har bl.a. samarbeidet med flere selskaper i Finland og Sjødra Skog i Sverige.

Videre ønsker NVM å utrede muligheten for automatisk volumberegning via foto- og bildebehandling. Og deretter inngå et samarbeid med aktuell leverandør av slike systemer.

På grunn av at innsamling av data til prosjektet ble besluttet foretatt i første halvår 2008, har prosjektavslutningen blitt forskjøvet til høsten 2008.

Mange har på ulik måte og i forskjellige faser bidratt i forbindelse med prosjektet. For ikke å glemme noen - rettes det en generell takk til alle som har vært involvert i prosjektet på en eller annen måte!

Oslo/Skien, 1. desember 2008

Terje Sjøvaag
Prosjektleder



INNHold

	Side
1. Sammendrag	3
2. Bakgrunn for prosjektet	4
3. Prosjektorganisering	4
4. Hovedprosjekt og delprosjekt	5
4.1 Laserteknologi	5
4.2 Fotoweb-teknologi	6
5. Datainnsamling	6
5.1 Lasermåling	6
5.1.1 Forutsetninger datainnsamling.	6
5.1.2 Involverte måleplasser.	6
5.1.3 Materialet i undersøkelsen	6
5.1.4 Stokkvis måling av materialet	7
5.1.5 Beregninger	7
5.1.6 Svakheter i materialet	7
5.2 Fotoweb	8
5.2.1 Forutsetninger datainnsamling	8
5.2.2 Involverte måleplasser	8
5.2.3 Materialet i undersøkelsen	8
5.2.4 Stokkvis måling	9
5.2.5 Måling i bilder og beregninger	9
5.2.6 Svakheter i materialet	10
6. Resultater fra målingene.	11
6.1 Lasermåling	11
6.1.1 Tall fra laserramma	11
6.1.2 Repeterbarhetstester	11
6.2 Fotoweb	11
6.2.1 Måling av massevirke av gran	11
6.2.2 Måling av massevirke av furu	17
6.2.3 Måling av sagtømmer av gran	21
7. Vurdering av resultater	25
7.1 Lasermåling	25
7.1.1 Tekniske forhold og driftsstabilitet	25
7.1.2 Målingene	25
7.1.3 Dagens krav til middeltall og variasjon	25
7.2 Fotoweb-måling	25
7.2.1 Tekniske forhold og driftsstabilitet	25
7.2.2 Målingene	26
7.2.3 Dagens krav til middeltall og variasjon	27
8. Effektivisering og nytte/kostnad	28
8.1 Laserteknologi	28
8.2 Fotoweb-teknologi	29
8.3 Organisering	30
9. Konklusjoner	31
10. Forutsetninger for å kunne ta metodene i bruk	32
10.1 Lasermåling	32
11.2 Fotoweb-måling.	32
Vedlegg 1. Lasteinstruksjoner	34
Vedlegg 2. Måleplasser og kvantum	36
Vedlegg 3. Styrker og svakheter ved ulike organiseringsformer	38
Vedlegg 4. Riktig avstand til kameraer	39

1. Sammendrag

Norsk Virkesmåling har arbeidet med tre delprosjekter innen nye målemetoder som omtales i denne rapporten.

1. Utvikling og bruk av laserteknologi.
2. Utvikling og bruk av laserteknologi i kombinasjon med fotoweb.
3. Utvikling og bruk av foto- og webteknologi.

Laserteknologi er installert og prøvd på Opsund MP i Sarpsborg, og omfatter volummåling av massevirke til Borregaard. Denne teknologien er levert av det finske firmaet Codator Oy, og gir volum på eller under bark på grunnlag av lasermåling av overflaten på hvert enkelt lag.

Det er målt 28 lag massevirke av gran i fallende lengder, og 9 lag i faste lengder (kubb). Disse lagene er målt gjennom laserramma og lagt ut for stokkvis måling. Forsøkene viser at laserramma gir en systematisk undervurdering av volumet for fallende lengder på 5,6 %, med en variasjonskoeffisient på 5,48 %. Tilsvarende tall for kubb viser en overvurdering på 0,3 %, og variasjonskoeffisient på 3,21 %. Resultatene tyder på at dagens krav til målenøyaktighet vil kunne tilfredsstilles etter at nødvendige tiltak er gjennomført.

Innmålingene kan splittes på fallende lengder og kubb, og eventuelt på andre sortsgrupper dersom dette gir en økt nøyaktighet i måleresultatene. Kalibreringen gjøres for hver sortsgruppe.

Systemet laserteknologi i kombinasjon med fotoweb-teknologi er ikke undersøkt ennå. Denne delen av prosjektet må bygge på de konklusjoner man trekker om laserteknologi og fotoweb hver for seg, og avventer dette.

Laserramma har høy kapasitet ved volummåling, og metodens begrensning ligger i praksis på organisering av inntransporten. I kombinasjon med fototolking vil laserramma kunne gi stor effektiviseringsgevinst, og et gunstig nytte/kostnadsforhold.

Fotoweb-teknologi er prøvd ut på Skogn MP og Braskereidfoss MP. Det er samlet inn data for 77 lag massevirke av gran, 55 lag massevirke av furu, og 41 lag sagtømmer av gran.

Fotoweb-måling bygger i prinsippet på FMB-metoden, og delmålene finnes på bildene og ved bruk av registre. Fastmasseprosenten og tømmerkvaliteten bedømmes i bildene, og volumet og verdien beregnes etter samme regler som FMB. Lagene er fotografert med to bilder av hvert lag; ett fra siden og ett fra en av endene på laget.

Fotoweb-målingen er gjort av 10 målere, og viser overvurdering av både brutto og netto volum. Målerne på Skogn har gjennomgående mer trening i fototolking som følge av at de har trent på dette i kombinasjon med FMB-målingen. Dette opplegget viser at man forbedrer resultatene ved trening, og at man sannsynligvis vil klare kravene som stilles i dag til middeltall for FMB-måling. Variasjonskoeffisienten er større for fotoweb enn FMB, noe som sannsynligvis primært skyldes mindre detaljerte opplysninger om hvert lag.

For å kunne oppnå bedre resultater enn til nå må det legges vekt på bildekvaliteten og kalibreringen. Dette må gjøres ved å bygge måleplasser som er tilpasset fotoweb, der man tar hensyn til kameraplassering i forhold til måleobjektene, lyssetting, skjerming mot uønsket lys, snødrev etc. Bildene må også ha en tilstrekkelig god oppløsning og mulighet for zooming.

Det er sannsynlig at man klarer å oppnå tilfredsstillende resultater ved fotoweb-måling, og at metoden kan tas i bruk etter ytterligere arbeid og undersøkelser. Målingen vil kunne effektiviseres betydelig fra i dag, ha stor grad av fleksibilitet, og i prinsippet være tids- og stedsuavhengig.

Forholdet kostnad mot nytte vil kunne bli svært gunstig ved fotoweb-måling.

2. Bakgrunn for prosjektet.

Forutsetningene for tømmeromsetning i Norge i dag fører til at det er mange og til dels små måleplasser. Innkjøring av tømmer er spredt gjennom dagen, men ofte med periodiske opphopninger tidlig på morgenen, på formiddagen og på ettermiddagen. Dette mønsteret gjør det til en utfordring å sikre rasjonell måling samtidig som fleksibiliteten for partene opprettholdes i tilstrekkelig grad. Jfr. bl.a. sluttrapport Råvekt/volum-prosjektet:

"På grunn av lang åpningstid har mange måleplasser for massevirke i dag uforholdsmessig stort timeforbruk i forhold til målekvantum, noe som gir lav produktivitet. På noen av måleplassene kunne en med jevn innkjøring tatt i mot opp til det dobbelte kvantum uten bemanningsøkning."

Arbeidet med å forbedre produktiviteten har kommet videre etter at sluttrapporten for Råvekt/volum-prosjektet ble skrevet, og innmålt kvantum pr time er økt betydelig. Det vil likevel alltid være mulig å gjøre ytterligere forbedringer i målemetoder, organisering og tilrettelegging, og å øke de ansattes kompetanse.

Prosjektets visjon.

Ved bruk av ny teknologi i virkesmålingen vil målingen kunne gjøres mer rasjonell. Med dette som utgangspunkt er følgende **visjon** lagt til grunn for prosjektet:

- 1a. Utvikling og bruk av laserteknologi for virkesmåling i Norge skal bidra til at de store massevirkeklassene kan ha en økt fleksibilitet mht åpningstid og kapasitet. Herunder én måler til stede pr skift for å gjennomføre nødvendig mottakskontroll, kvalitetsfastsettelse på leveransen, håndtering av flis og evt. andre oppgaver. Teknologien skal også testes ut for volummåling av sagtømmer.*
- 1b. Utvikling og bruk av laserteknologi i kombinasjon med foto- og webteknologi skal bidra til mulighet for stedsuavhengig tolking av FMB-målingene på mellomstore måleplasser som ikke har krav om fysisk tilstedeværelse av måler for håndtering av flis og andre oppgaver og målemetoder.*
- 2. Utvikling og bruk av foto- og webteknologi skal bidra til mulighet for stedsuavhengig tolking av FMB-målingene på små måleplasser.*

For delprosjekt 2 (fotoweb) er visjonen presisert i løpet av arbeidet til å gjelde tids- og stedsuavhengig tolking av bilder, uavhengig av hvor stor måleplassene måtte være.

3. Prosjektorganisering.

Prosjekteier er Norsk Virkesmåling.

Prosjektet er finansiert av Norsk Virkesmåling, med betydelige tilskudd fra Skogtiltaksfondet, Utviklingsfondet for Skogbruk og Innovasjon Norge. Involverte aktører fra partene i tømmeromsetningen har bidratt i prosjektet.

Prosjektstyret har bestått av følgende personer:

Skogeierorganisasjonene:	Ole H. Bakke og Olav Sletbakk
Treforedlingsindustrien:	Øyvind Rognstad (leder) og Steinar Asakskogen
Trelastindustrien:	Hans Morten Sandbæk
Fra Norsk Virkesmåling:	Tanja Breyholtz og Roy R. Espenes

Kontaktpersoner på måleplassene:

Braskereidfoss MP:	Ole Søren Skybak
Skogn MP:	Ole Myhre
Opsund MP:	Terje Berby



Prosjektet "Laser- og fototeknologi i virkesmålingen"

Følgende har levert tjenester og bidratt til dokumentasjonen i ett eller flere av delprosjektene:

Codator Oy i Finland, leverandør av laserramme Modus 2000.

Skog-Data AS, leverandør av datatjenester.

Giant Leap Technologies AS, leverandør av kamerautstyr og systemer.

I funksjonen som prosjektleder har følgende fungert (fra Norsk Virkesmåling):

2005 til 1. mars 2008: Trygve Enger. Prosjektplan/-finansiering.

Fra 1. mars 2008: Terje Sjøvaag. Datainnsamling, analyse, prosjektavslutning.

Prosjektet vil bli revidert etter vilkår for offentlig tilskudd av NVMs ordinære revisor; Ernst & Young AS.

Regionlederne har i ulik grad vært involvert i arbeidet, og det er primært de ansvarlige for måleplassene på Skogn, Braskereidfoss og Opsund som har vært berørt. Måleplassene har hatt lokale kontaktpersoner på alle tre stedene, og disse har tatt seg av det aller meste av organiseringen og gjennomføringen av datainnsamlingen. Dette har fungert på en god måte.

4. Hovedprosjekt og delprosjekt.

Mål for prosjektet ble satt i forprosjektet, og er formulert i følgende **hovedmål**:

1. Dagens FMB-måling skal gjennomføres mer rasjonelt ved bruk av ny teknologi.
2. Det skal utvikles løsninger som gjør tolking av FMB-måling steds- og tidsuavhengig.

Prosjektet er delt inn i følgende delprosjekter med hvert sitt formulerte delmål:

4.1. Laserteknologi.

1a. Laserteknologi:

Laserteknologiprojektet omfatter utredning av mulighetene Modus 2000 gir når det tilpasses norske forhold. Volummålingen skal skje automatisk under norske forutsetninger og krav til volumberegning.

I prosjektet inngår montering av en laserramme Modus 2000 med tilbehør på Opsund i Sarpsborg. Laserrammen er kalibrert og tilpasset i en innkjøringsperiode, og deretter testet i en prøveperiode - parallelt med ordinær FMB-måling. Prosjektet omfatter også automatisk avlesing og integrering mot egne dataløsninger i Skog-Data AS. Delprosjektene ble definert med følgende **delmål**:

- Videreutvikle Modus 2000 slik at den kan benyttes for automatisk volummåling med norske forutsetninger.

Laserteknologien er ennå heller ikke utprøvd for volummåling av sagtømmer.

1b. Laserteknologi i kombinasjon med fotoweb-teknologi:

Man la i forprosjektet opp til et eget utviklingsarbeid som kombinerer laserteknologi med fotoweb-teknologi for å gjøre måling tids- og stedsuavhengig. Gjennomføring av dette arbeidet må bygge på de konklusjoner man trekker om laserteknologi og fotoweb-teknologi hver for seg, og avventer dette. Følgende **delmål** ble formulert:

- Utvikle en løsning som gjør det mulig å gjennomføre måling steds- og tidsuavhengig ved å benytte laserramme til volummåling i kombinasjon med fotoweb-teknologi for mottakskontroll og kvalitetsfastsettelse.

4.2. Fotoweb-teknologi.

Det skal utvikles en målemetode som bruker fotoweb-teknologi kombinert med prinsippene for FMB-måling der mottakskontroll, volum og kvalitetsfastsettelse kan gjøres steds- og tidsuavhengig. Følgende **delmål** ble formulert:

- Utvikle en løsning med bruk av fotoweb-teknologi for måling. Metoden er i prinsippet lik FMB-måling ved at delmålene, fastmasseprosenten og sortiments-sammensetningen måles og bedømmes på bilder av hvert måleobjekt. Løsningen innebærer at mottakskontroll, volum- og kvalitetsfastsettelse kan gjøres steds- og tidsuavhengig.

5. Datainnsamling.

5.1. Lasermåling.

5.1.1. Forutsetninger datainnsamling.

Laserteknologi bygger på scanning av bilbuntenes overflate ved bruk av laserrammer, og målingene skjer i utgangspunktet på bark. I prinsippet registrerer laserramma lengde, bredde, høyde og fastmasseprosent pr lag, registreringene tolkes elektronisk, og man beregner et fastvolum pr lag. Middeldiameter beregnes også av ramma.

Måleren må fastsette vrakvolumet og sortimentsfordelingen. Man må derfor enten være til stede å gjøre dette direkte, eller i ettertid ved bildetolkning.

Laserramma er kalibrert av Codator Oy på grunnlag av et antall lass med kjent volum før målingen settes i verk. Volumet på dette materialet er fastsatt ved stokkmåling av inspektør Asbjørn Skaug. Lassene er kjørt gjennom laserramma i jevn hastighet mellom 2 og 5 km pr time, og måleresultatet fra laserramme er kalibrert mot stokkmålingen.

Man grupperer måleobjektene etter kriterier som øker målenøyaktigheten, f.eks. som massevirke av gran i fallende lengder, og massevirke av gran i faste lengder. Det er fullt mulig å måle f.eks. massevirke av bjørk i faste eller fallende lengder, forutsatt at ramma er kalibrert for dette.

Vedlagt som vedlegg 1 følger regler for lasting av biler som skal måles med Modus 2000.

5.1.2. Involverte måleplasser

Måleplassen på Opsund har deltatt i datainnsamlingen i delprosjekt 1a, lasermåling. Hittil er bare massevirke av gran med i datagrunnlaget.

5.1.3. Materialet i undersøkelsen.

Materialet består av totalt 37 lag massevirke av gran, hvorav 28 er i fallende lengder og 9 er kubb. Fallende lengder kan leveres i lengder fra 3 til 6 meter, med 2,90 og 6,10 m som vrakgrenser. Kubb er ikke definert som noe eget sortiment, men blir i realiteten kappet som 3 meters kubb i de aller fleste tilfeller som første stakk fra rota.

Transportørene har generell instruks om å laste i henhold til gjeldende regler for målestasjonen på Opsund, tilpasset lasermåling som en aktuell metode. Metoden forutsetter at lagets overflate representerer hele lagets innhold på en ensartet måte, og det er dermed en forutsetning at lasting skjer etter gitte retningslinjer.

Det har vist seg at laserrammens krav ikke alltid er tilfredsstillt ved normal lasting, bl.a. fordi lagene må være klart adskilt fra hverandre med en viss avstand. Av denne grunn er omtrent halvparten av lagene som inngår i materialet i undersøkelsen bestilt særskilt, og lastet deretter. Resten av lagene er valgt ut subjektivt blant lag som ved FMB-målingen så ut til å være

egnet til lasermåling. Hele materialet er kjørt inn av seks ulike transportører, og målt ved å ta med alle lag på hver bil og tilhenger når dette har vært mulig.

Lassene er kjørt gjennom laserramma to eller flere ganger, dette er gjort for å skaffe sikrest mulige data fra lasermålingen. Første kjøring brukes som laserresultat med mindre denne inneholder feil. I ett tilfelle ble bilen kjørt gjennom laserramma bare en gang.

Ved repeterte kjøringene gjennom laserramma kan avvik mellom kjøringene beregnes. Man finner hvor stabile målingene er, og hvilken repeterbarhet ramma viser. I tillegg er noen lass kjørt flere ganger som separat test av repeterbarheten.

5.1.4. Stokkvis måling av materialet.

Hele materialet er lagt ut for stokkvis måling etter lasermålingen. Stokkmålingen er gjennomført på normal måte, og registrert med volum på bark. Terje Berby har vært ansvarlig for stokkmålingen på Opsund.

5.1.5. Beregninger.

Modus 2000 måler og registrerer ulike parametre i hvert enkelt lag, og beregner volum på dette grunnlaget. Systemet beregner også lassets lengde, bredde, høyde og fastmasseprosent, og det er mulig å få disse opplysningene spesifisert. Delmålene er hver for seg ikke direkte sammenliknbare med tradisjonelle FMB-mål fordi beregningsmodellen avviker fra norsk FMB.

Barkvolumet er en direkte funksjon av barktykkelse og diameter, og beregnes ved FMB-måling på grunnlag av middeldimensjon og dobbel bark. Barken trekkes ved å redusere fastmasseprosenten.

Modus 2000 kan kalibreres for volummåling på bark eller under bark. Dersom man kalibrerer på volum utenpå bark, må barken trekkes separat på tilsvarende måte som ved FMB-måling for å finne volum under bark.

Dersom man kalibrerer på volum under bark, vil systemet beregne barkvolum på grunnlag av de parametre som laserramma måler. Det er sannsynlig at nøyaktigheten i beregning av volum under bark er like god ved kalibrering direkte under bark som ved kalibrering på bark med separat barkberegning.

5.1.6. Svakheter i materialet.

Det er en svakhet i materialet at man har vært nødt til å velge blant lass som er lastet etter kravene, eller avtale med enkelte transportører for å få inn tilfredsstillende lass på bestilling. Målemetoden forutsetter kalibrering mot registreringer på lassets overflate, med en klart mulig sammenheng mellom overflate og innhold.

Det forutsettes at lag ligger med en minste avstand på ca 15 cm i lengderetningen, og uten at de går over i hverandre. Dagens krav til maksimale lengder på bil og henger gjør det nødvendig å endre de bestemmelsene som gjelder om tømmerlengder.

Det er ennå ikke gjort forsøk ut over noen relativt få kjøringene av tilfeldige biler som viser hvor stort problemet med dagens lasting er. Materialet er for lite til å si noe om andelen biler som ikke holdet kravene til lasting.

Materialet er samlet inn i løpet av perioden fra 10. april til 20. oktober 2008. Dermed er vintersesongen ikke representert, og spesielle forhold som skyldes snø og is er ikke med i materialet.

5.2. Fotoweb.

5.2.1. Forutsetninger datainnsamling.

Tids- og stedsuavhengig måling innebærer fotografering av alle måleobjekter slik at målingen kan foregå uten at måleren er til stede på måleplassen når tømmer kjøres inn. Det er en forutsetning at transportøren normalt skal kunne kjøre tømmer direkte inn i produksjonen eller på lager etter fotografering, alternativt til utpekt plass for utlegging av kontrollobjekt.

Fotoweb bygger på FMB-måling som metode, men ved at man måler og bedømmer lassene på grunnlag av bilder. Lassets lengde og høyde registreres på bildene, bredden fastsettes fra tidligere registreringer for hver bil og henger, og fastmasseprosenten og sortimentsfordelingen bedømmes i bildene.

Fototolking har visse begrensninger i forhold til vanlig FMB-måling. Det foreligger bare to bilder av hvert lag; ett fra siden av bilen, og ett som er tatt på skrå inn mot den ene enden av laget. Det er normalt ingen mulighet for å undersøke tømmeret nærmere etter at fotograferingen er gjennomført og godkjent.

Lag som er trukket ut til prosjektet er fotografert, og bildene er lagret i systemet. Fotograferingen ble styrt av måleren, som også har kontrollert om bildene har tilstrekkelig kvalitet. Ved behov er det tatt nye bilder. Lagene er lagt ut for stokkmåling etter vanlige regler for kontroll og egentest.

Det legges opp til at sjåføren skal utføre det praktiske arbeidet knyttet til fotograferingen når metoden er ferdig utviklet. Sjåføren må sørge for og kontrollere at bil og henger står korrekt plassert i forhold til kameraer, at riktige grunnlagsdata er registrert, at bildene som tas er gode nok, og at eventuelle kontrolllass håndteres på fastsatt måte.

Målemetodens begrensninger utgjør en ekstra utfordring med hensyn til lasting, og det er en forutsetning at det man ser på bildene representerer hele laget på en tilfredsstillende måte.

Dersom man finner at fotoweb-måling gir tilfredsstillende måleresultater, er det mulig at de helt små målestedene kan utstyres med svært enkelt fotoutstyr med god oppløsning. Dette er verken testet eller grundig drøftet, men er i prinsippet fullt mulig.

5.2.2. Involverte måleplasser

Måleplassen på Braskereidfoss og på Norske Skog Skogn har deltatt i datainnsamlingen i delprosjekt 2. På Skogn er det samlet inn data for måling av massevirke av gran, på Braskereidfoss både måling av massevirke av gran og av furu, og sagtømmer av gran.

Systemet er prøvd på to av de største målestedene i dag, men vil i prinsippet være uavhengig av størrelsen på målestasjonen.

Målerne har erfaring som FMB-målere, men i noe ulik grad på de ulike treslag og sortimenter. Målerne har også i litt forskjellig grad fått anledning til å trene seg på fotoweb-måling, dette har i praksis bare vært mulig der man har målt tømmer ved FMB-måling og fotoweb-måling parallelt. Forholdene har ligget best til rette for slik parallell måling på Skogn.

5.2.3. Materialet i undersøkelsen.

Lag som er med i undersøkelsene på Skogn og Braskereidfoss er trukket ut tilfeldig gjennom PC- eller HT-trekk. Uttreksmetoden brukes for øvrig i kontrollmåling, og er tilpasset innkjørt kvantum på hver måleplass. Trekkfrekvensen i dette prosjektet er økt fra det ordinære uttaket av egenkontroller slik at antall lag som inngår er tilstrekkelig.



Materialet av massevirke av gran består totalt av 77 lass. 10 målere har deltatt i fotoweb-målingen av disse, og det er til sammen 695 godkjente målinger på bilder.

Materialet av massevirke av furu består totalt av 55 lass. 10 målere har deltatt i fotoweb-målingen av disse, og det er til sammen 511 godkjente målinger på bilder.

Materialet av sagtømmer av gran består totalt av 41 lass. 4 målere har deltatt i fotoweb-målingen av disse, og det er til sammen 162 godkjente målinger på bilder.

Innsamling av data for fotoweb på Skogn.

På Skogn er datainnsamlingen gjennomført i perioden fra 12. mars til 28. juli 2008, og totalt 58 lag er med. Trekket gir et representativt utvalg for måleplassen, og bare massevirke av gran inngår i materialet.

Alle lass er FMB-målt på vanlig måte som grunnlag for oppgjør. FMB-målingen er bare gjort en gang pr lass, og inngår i beregningene som FMB-måling.

Parallelt med innsamling av fotoweb-materialet har målerne på Skogn øvd seg på fototolkning ved å ta bilde av hvert 10. lass som kom inn til FMB-måling. FMB-målingen er sammenliknet med fotoweb-målingen, og man har opparbeidet erfaring med metoden.

Innsamling av data for fotoweb på Braskereidfoss.

Målestasjonen på Braskereidfoss FMB-måler både sagtømmer av gran, og massevirke av gran og furu. Alle tre sortimentsgruppene inngår i prosjektet, og det er trukket ut 41 lag sagtømmer av gran, 55 lag massevirke av furu, og 19 lag massevirke av gran. Antall lag massevirke av gran ses i sammenheng med lag trukket ut på Skogn. Data er samlet i perioden 13. mars til 1. juli.

Ordning for uttrekk og fotografering er identisk med ordningen på Skogn. Det har i praksis vist seg vanskelig å gjøre de samme ekstra øvelser med sammenlikning mot FMB-måling som på Skogn, spesielt fordi innkjøringen har vært stor i den aktuelle perioden.

Alle lass er FMB-målt på vanlig måte som grunnlag for oppgjør. FMB-målingen er bare gjort en gang pr lass, og inngår i beregningene som FMB-måling.

5.2.4. Stokkvis måling.

Stokkvis måling på Skogn er gjennomført av Ole Myhre, og håndteres likt fra lag til lag. Dobbel bark er målt etter et fastlagt system for å sikre riktig barktrekk. Det er brukt motorsag og/eller øks for å undersøke mulige vrakårsaker inngående. Volumet er fastsatt under bark.

Stokkvis måling av sagtømmer og massevirke av furu på Braskereidfoss er i hovedsak utført av Knut Hordvik. Han har i noen grad fått bistand fra andre målere på stedet. Måling av massevirke av gran er i hovedsak utført av de faste målerne på Braskereidfoss, men også i noen grad av Knut Hordvik. Dobbel bark er målt etter samme system som på Skogn, og det er likedan brukt øks og motorsag i nødvendig grad.

5.2.5. Måling i bilder og beregninger.

Målene tas i bildene. Hele materialet er lagt ut for klavemåling, og den ordinære FMB-målingen er tatt med i resultatene.

Lengden måles i bildet ved å bedømme middel av volumveid lengde i begge ender av hvert lag. Datasystemet er bygd slik at lengden framkommer automatisk når linjalen plasseres på riktig sted i begge ender på laget.

Høyden måles på samme måte ved å bedømme hvor nederste banke er, og hvor høyt laget er i gjennomsnitt. På samme måte som for lengden framkommer høyden automatisk.



Bredden kan ikke måles i bildene, men må hentes fra et register som inneholder data for hver enkelt bil og tilhenger. Bredden varierer noe fra lass til lass, med en variasjonskoeffisient som er beregnet til å ligge mellom 0,5 og 1,2 %.

Fastmasseprosenten bedømmes på samme måte som ved FMB-måling, og bygger på vurderingene som gjøres ved hjelp av faktortabellen.

Vrakuttaket skjer på grunnlag av det man ser i bildet, og i tillegg på den erfaring og lokalkunnskap måleren har. Erfaringstall for oppgangning av det vrakvolum man faktisk ser, vil inngå i fastsettelsen av vrak.

På grunnlag av de registreringer som er gjort i bildene beregnes brutto og netto volum.

5.2.6. Svakheter i materialet.

Det er visse vilkår som må legges til grunn for fotografering, og som ikke alltid har vært innfridd. Bil og henger må være riktig plassert i forhold til kameraene, jfr. vedlegg 4. Dersom avstanden mellom måleobjekt og kamera ikke stemmer med kalibreringen, vil mål som tas på bildene bli systematisk feil. Dersom man plasserer kameraer på begge sider av oppstillingsplassen for fotografering vil man sannsynligvis løse problemene som er knyttet til avstand mellom kameraer og måleobjekt.

Bredden på lagene er funnet fra den FMB-målingen som er gjort, og vil ikke være tilgjengelig ved vanlig fotoweb. Bredden må normalt fastsettes som et gjennomsnitt for hver bil og tilhenger, og hentes fra et register over bredder. Variasjonskoeffisienten for bredde er liten, og avvik i dette materialet betyr trolig lite.

I et par tilfeller er det registret større avvik mellom FMB-målt høyde og fotoweb-målt høyde enn man normalt vil finne. Det antas at dette skyldes feil plassering av bil og henger i forhold til kamerarigg. Grove feil vil man kunne unngå ved å sette tydelige merker på stakene f.eks. for hver halve meter fra bankene i bunnen.

Det har også i noen tilfeller vært vanskelige lysforhold, særlig ved skarpt motlys fra en lav ettermiddagssol på Braskereidfoss. Dette er forhold som bør la seg løse i et ferdig utviklet system, men kan i noen grad ha påvirket resultatene i undersøkelsen.

Noen resultater viser avvik som tyder på grove feil, f.eks. ved at lass er forbyttet, eller ved at delte lag er målt i sin helhet på bildet uten å være det ved stokkvis måling. Noen slike resultater kan være med i materialet fordi man ikke med sikkerhet kan si at de skal lukes ut.

Materialet er trukket ut i perioden fra 12. mars til 28. juli i 2008, og representerer dermed ikke i særlig grad vintersesong med mye snø og is i lassene. Dette er en svakhet i materialet som det må tas hensyn til ved vurderingen av videre arbeid, og gjelder for begge måleplassene.

6. Resultater fra målingene.

6.1. Lasermåling.

Lassene er kjørt gjennom laserramma som beskrevet over.

6.1.1. Tall fra laserramma.

Resultatene er gruppert som fallende lengder og kubb.

	FASIT	Modus 2000	Avvik %
Fallende lengder, 28 lag:			
Brutto volum (på bark)	14,72 m ³	13,90 m ³	-5,6 %
Variasjonskoeffisient brutto volum		5,48 %	
Kubb, 9 lag:			
Brutto volum (på bark)	12,41 m ³	12,45 m ³	0,3 %
Variasjonskoeffisient brutto volum		3,21 %	

Tabell 1. Resultater fra lasermålingen. Volumene er på bark.

Lengden, høyden, bredden og fastmasseprosenten måles ulikt for laserramma og FMB-målingen, og det har derfor liten interesse å sammenlikne disse målene. Volumet er målt under bark ved FMB-målingen, og kan derfor ikke sammenliknes med volumet fra laserramma og stokkmålt volum på bark. FMB-målingen er av den grunn ikke med i tabell 1.

Volumet er undervurdert med 5,6 % av laserramma ved fallende lengder, men er svært nær riktig for kubb. Codator forklarer avviket med at kalibreringsmaterialet ikke dekket hele dimensjonsspekteret som inngår i forsøksmaterialet, og at systemet "lærer" etter hvert som det brukes. Grunnlaget for kalibrering utvides når nye data kommer inn.

6.1.2. Repeterbarhetstester.

Alle lass som er med i materialet er kjørt 1 til 5 ganger gjennom laserramma, og det er beregnet hvor mye resultatene varierer fra kjøring til kjøring. Lassene er bare kjørt flere ganger slik de framstilles, og er ikke lastet om mellom kjøringene. Variasjonskoeffisienten for volum fra laserramma er på 1,0 % for fallende lengder, og 0,9 % for kubb. Dette viser at resultatene er stabile fra kjøring til kjøring.

Repeaterbarhetstestene sier ingenting om treff i forhold til fasit. Beregningen mot fasit framgår av tabell 1 over, og viser større variasjonskoeffisienter enn ved repeterbarhetstester.

6.2. FOTOWEB.

6.2.1. Måling av massevirke av gran.

Tabell 2 under gjelder massevirke av gran. Fasit gjelder resultatene fra den stokkvisse målingen. FMB-mål viser resultatene fra den FMB-målingen som er gjennomført for oppgjør, og er bare gjort en gang pr lag. Fotoweb er gjennomsnittstall for alle målingene som er gjort på bilder, i dette tilfellet av 10 målere.

	FASIT	FMB-mål	Avvik %	Fotoweb	Avvik %
Volumveid middellengde	4,33 m	4,30 m	-0,7 %	4,37 m	0,9 %
Variasjonskoeff. for lengde		2,96 %		4,15 %	
Høyde fra FMB-målingen	2,43 m	2,43 m	0,0 %	2,43 m	0,0 %
Fastmasseprosent	56,3 %	57,0 %	1,2 %	57,3 %	1,8 %
Brutto volum	13,37 m ³	13,44 m ³	0,5 %	13,75 m ³	2,8 %
Var. koeff. brutto volum		5,63 %		7,44 %	
Vrakuttak	0,34 m ³	0,32 m ³	-6,0 %	0,35 m ³	2,2 %
Netto volum (verdi)	13,03 m³	13,12 m³	0,7 %	13,40 m³	2,9 %
Var. koeff. netto volum		5,85 %		7,64 %	

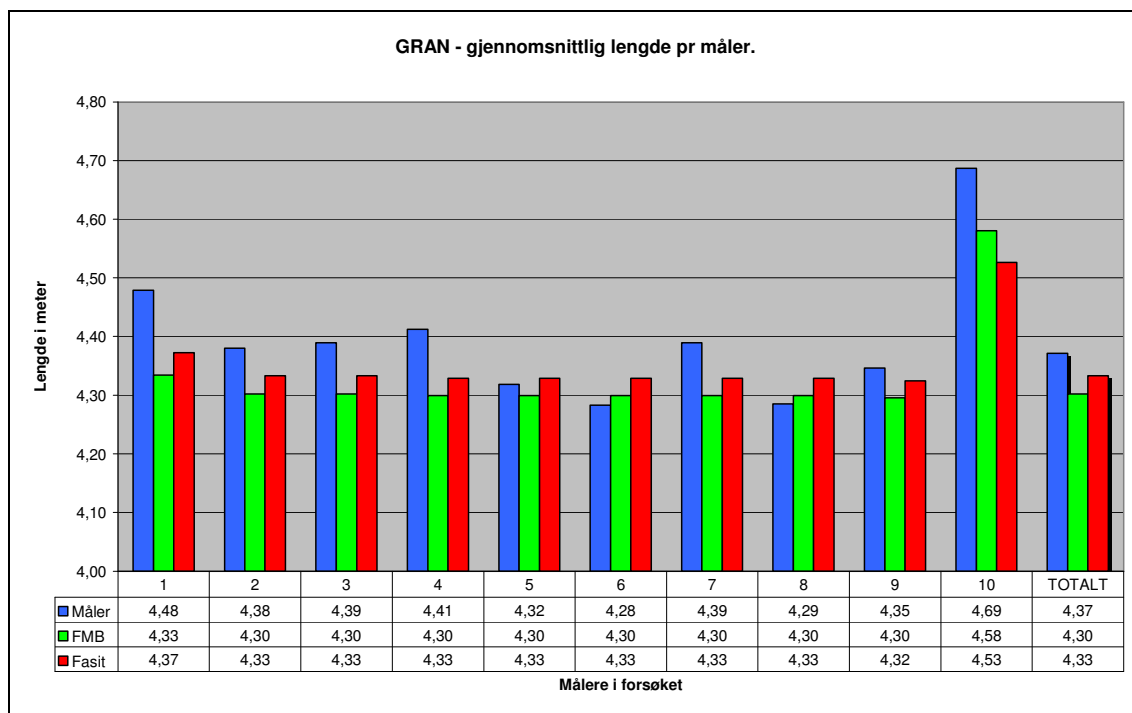
Tabell 2. Resultater for gran massevirke.

Lengde.

Variasjonskoeffisienten for lengden er funnet å være på 4,15 % ved fotoweb-måling, mot 2,96 % for FMB-måling.

Målerne som har vært med i prosjektet har fått noe ulik trening og erfaring med å måle lengde på bilder. Det er en generell oppfatning at resultatene blir bedre med økende rutine.

Figur 1 under viser resultatet av lengdemålingen for hver enkelt måler. Måler nr 10 avviker mye fra de andre, men dette skyldes at vedkommende bare har målt en del av hele materialet.



Figur 1. Blå søyler viser lengde målt ved fotoweb, individuelt vurdert av hver måler. Grønne søyler viser FMB-målt lengde, og røde søyler viser stokkmålt lengde. Det er bare ett FMB-målt og ett stokkmålt resultat pr lag, og for hver måler er resultatene beregnet for de lassene vedkommende har fotoweb-målt.

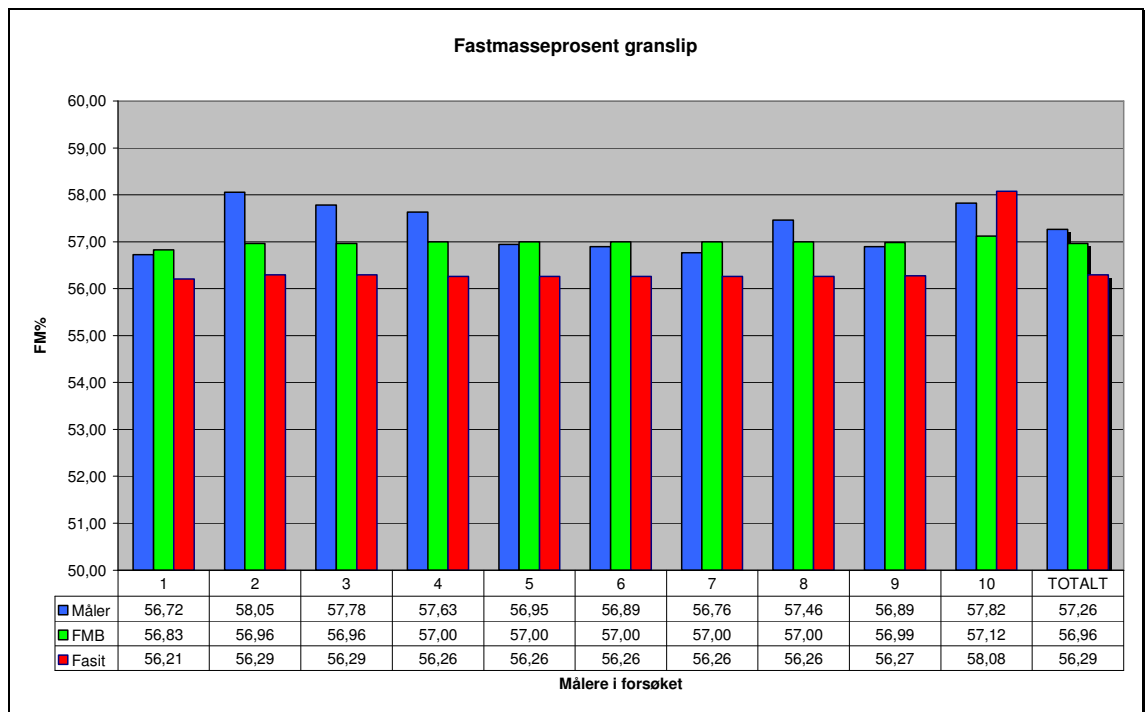
Høyde.

Høyden er i gjennomsnitt målt likt ved alle tre metodene, dog med en variasjonskoeffisient på 4,27 %. I denne beregningen forutsettes det at høyden målt ved FMB-målingen er korrekt, og at høyden ved fotoweb-målingen beregnes mot denne.

Fastmasseprosent.

Fastmasseprosenten fastsettes etter vanlige regler for FMB-måling, men informasjonen man har fra bildene er normalt mer begrenset enn ved FMB-måling. Resultatene viser at man ved fotoweb-måling i gjennomsnitt har overvurdert FM% med 1,0 prosentenheter, noe som slår ut med 1,8 % på volumet. Tilsvarende tall for FMB-målingen viser 0,7 prosentenheter, eller 1,2 % på volumet.

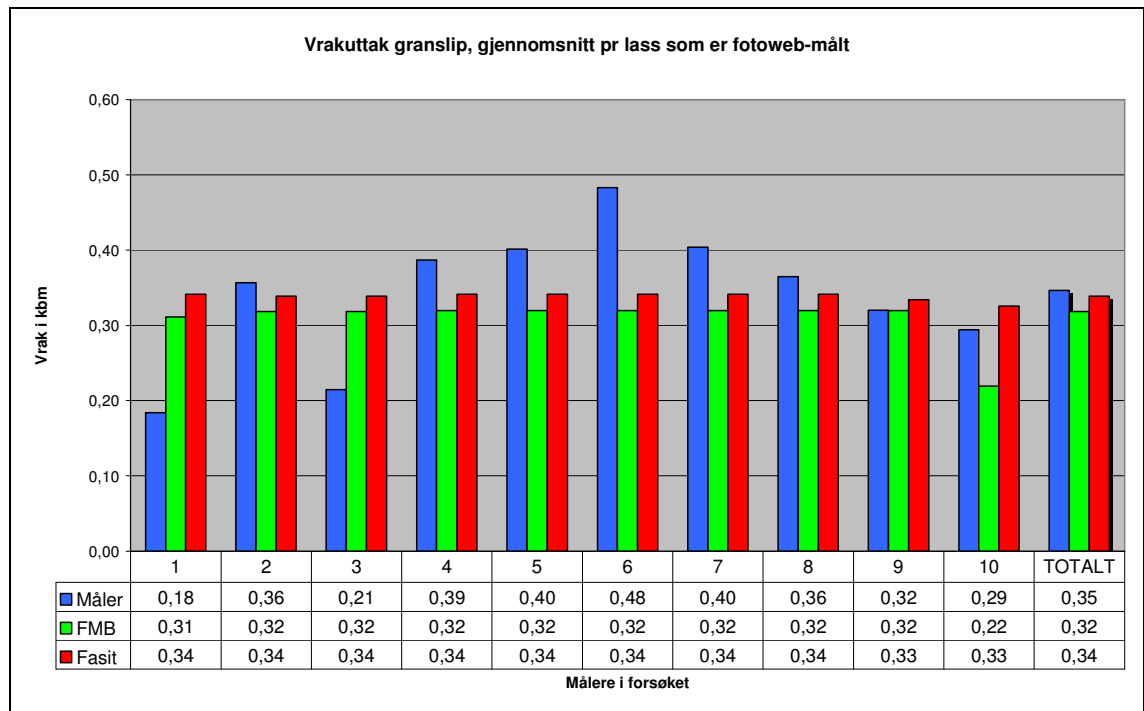
Figur 2 under framstiller fastmasseprosenten for hver måler i gjennomsnitt, slik den er bedømt ved fotoweb-måling. I tillegg er tatt med FM% fra FMB-måling av de samme lassene, og beregning på grunnlag av stokkmålt resultat. Ved stokkmålingen beregnes FM% ved hjelp av høyde og bredde fra FMB-målingen.



Figur 2. Blå søyler viser FM% bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser FMB-målingene, og røde søyler viser beregnet FM% på grunnlag av data fra stokkmåling av de samme lassene.

Vrakuttak.

Vrakuttaket er vanskelig ved fotoweb-måling. Målerne har ut fra en skjønsmessig vurdering angitt et sannsynlig vrakvolum for hvert enkelt lag. Dette volumet inngår i beregning av netto volum, og er sammenliknet med faktisk vrakvolum i tabell 1. Sammenhengen er i gjennomsnitt svært god ved at uttaket er nær 100 %.



Figur 3. Blå søyler viser vrakuttaket bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser vrak uttatt ved FMB-målingene, og røde søyler viser vrakvolumet ved stokkmåling av de samme lassene.

Som det framgår av figur 3 over er vrakvolumet ved FMB-målingen svært nær det reelle volumet ved stokkmåling (røde og grønne søyler). Vrakvolumet ved fotoweb-målingene (blå søyler) varierer noe fra måler til måler. Det er sannsynlig at denne vurderingen krever erfaring for å få en god sammenheng med virkelig vrakvolum.

Det er svært begrenset hva man kan se i bildene, og vrakingen er gjort på to ulike måter i undersøkelsen. Ut over en skjønnsmessig vurdering av vrakvolumet er det registrert hva måleren mener å se av vrak i lasset på bildene, dette viser seg å være 40,3 % av totalt vrak. Variasjonene her er store mellom målerne.

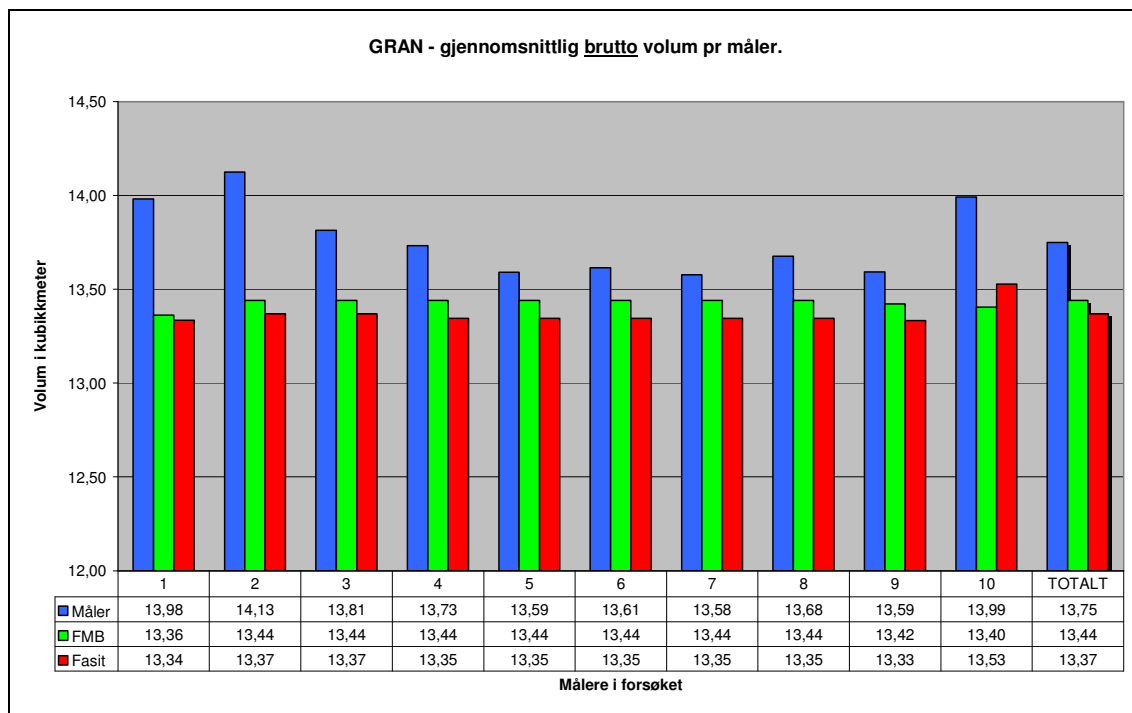
I et framtidig system må man ha oversikter som viser variasjon i vrakandeler for ulike treslag, sortimentsgrupper, geografiske områder etc. Slike oversikter må bygge på erfarings-tall, bl.a. fra kontrollmålingene, og vil være et viktig grunnlag for korrekt vurdering av vrakvolumet.

Volumfastsettelse.

Volumet ved fotoweb-måling framkommer som et resultat av delmålingene på samme måte som ved FMB-måling. Feil i enkeltmål vil gi feil i resultatet, men kan også bidra til å jevne ut feil i andre delmål.

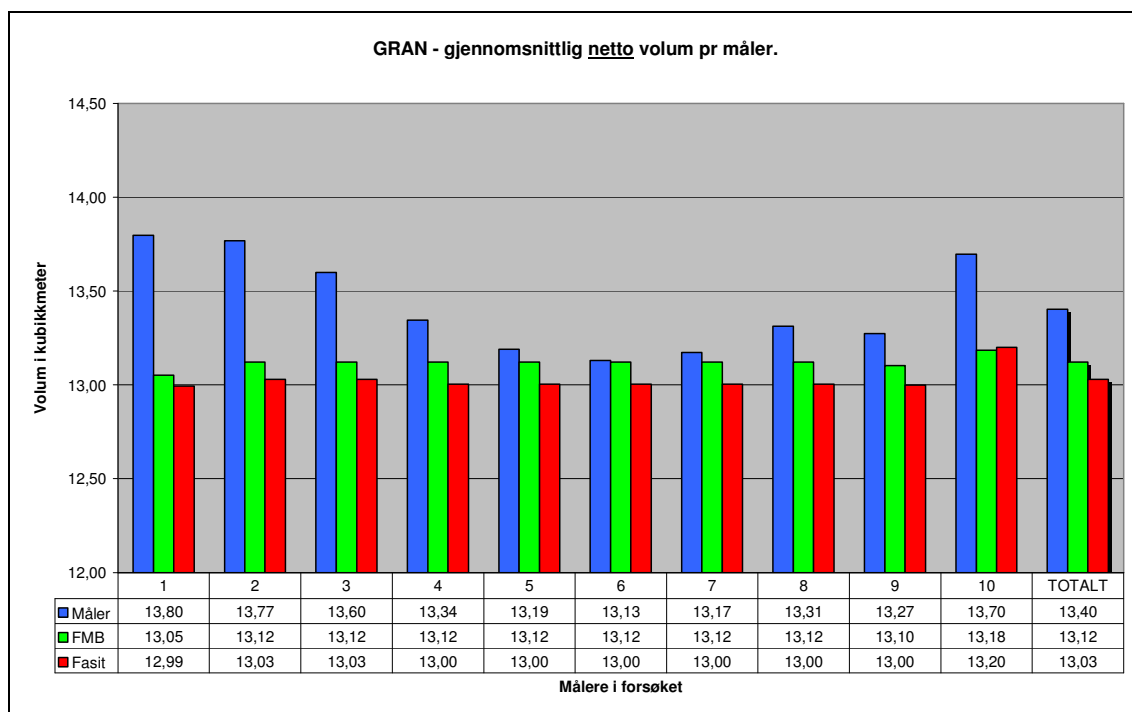
Volumet oppgis som bruttovolum og som nettovolum (brutto minus vrak). Begge volumene skal fastsettes så nøyaktig som mulig, og danner grunnlag for oppgjør mellom kjøper og selger, og mellom kjøper og transportør.

Variasjonskoeffisienten for FMB-måling er 5,63 %, og for fotoweb-måling 7,44 %. Dette tyder på at spredningen ved fotoweb-måling må forventes å være noe større enn ved FMB-måling. Selv om fotoweb-måling gir en høyere variasjonskoeffisient enn FMB-måling, er det sannsynlig at den enkelte måler vil oppnå mindre spredning med økende erfaring.



Figur 4. Blå søyler viser brutto volum bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser FMB-måling, og røde søyler stokkmåling av de samme lassene.

Noen av målerne har resultater som viser en klar overvurdering av volumet, dette har sammenheng med den trening hver enkelt måler har fått i løpet av undersøkelsen.

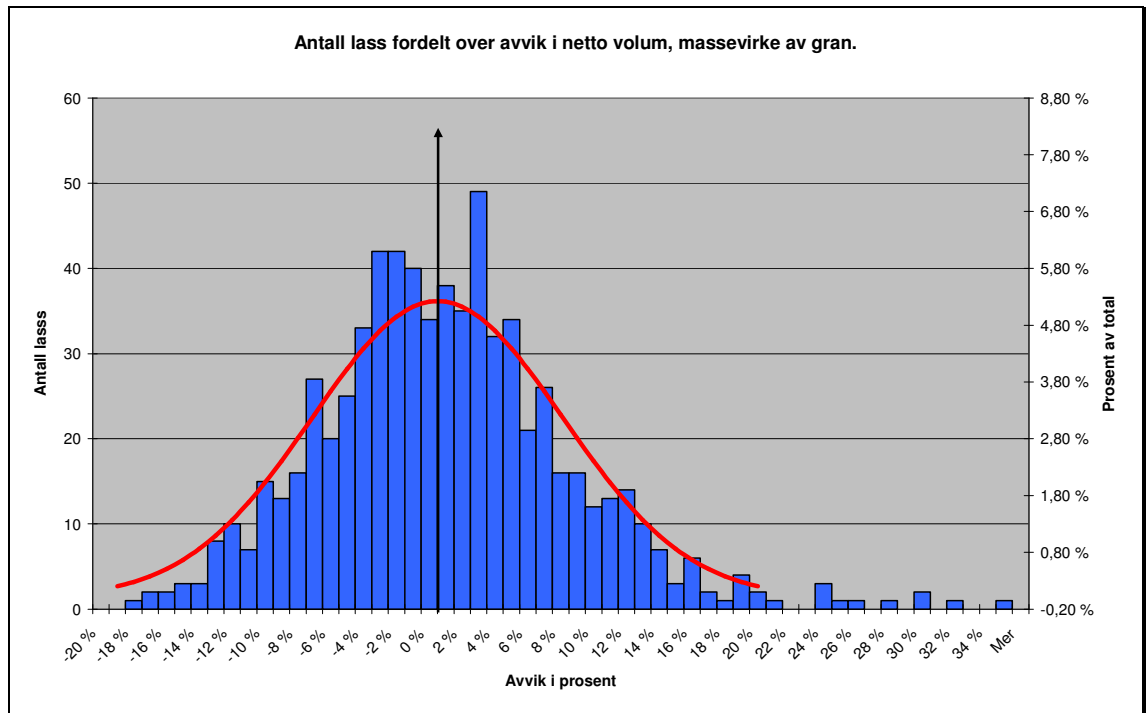


Figur 5. Blå søyler viser netto volum bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser FMB-måling, og røde søyler stokkmåling av de samme lassene.

Avvik i netto volum ved fotoweb-måling.

I figur 6 er alle lassene fordelt over avvik i netto volum i prosent mellom fasit og resultat fra fotoweb-målingen. Pilen angir null i avvik, og det er f.eks. 34 lass som ligger mellom 0 og -1 % avvik. Resultatene viser flere lass med stort plussavvik enn minusavvik. Rød linje

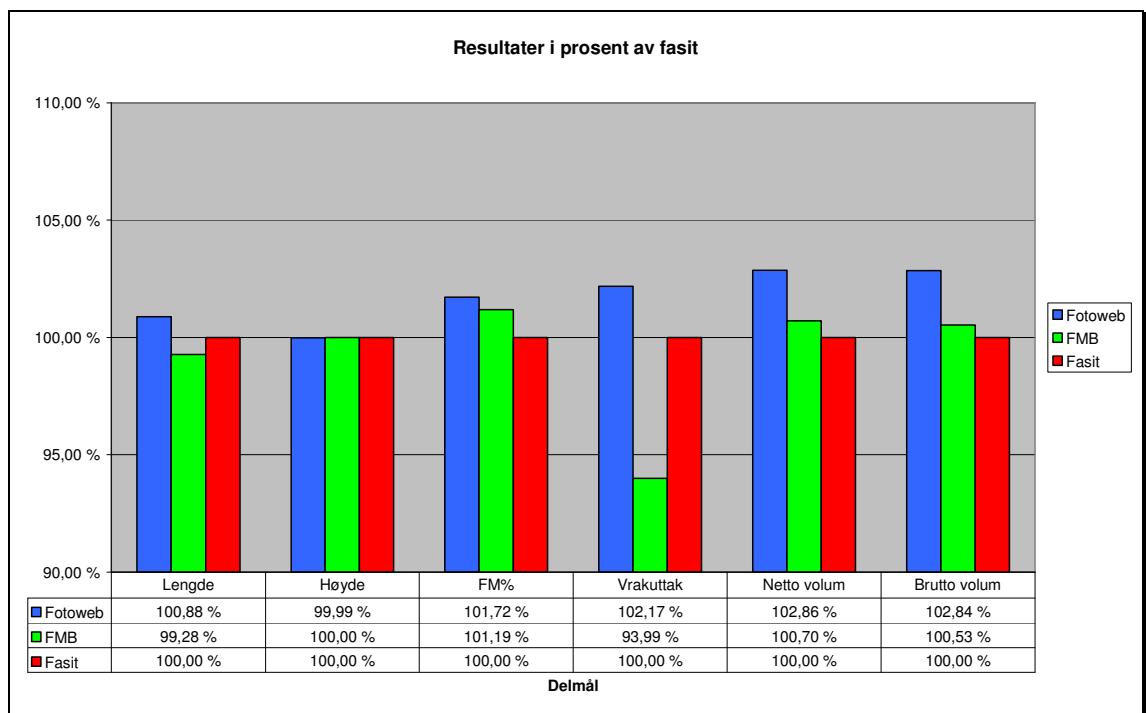
viser normalfordelingen etter teoretisk modell med variasjonskoeffisient som for netto volum ved fotoweb-måling, der den er på 7,64 %. Rød linje er plassert med middellavvik 0 %, men er i realiteten +0,53 % dersom man vekter alle lass like mye.



Figur 6. Fordeling over avvik mellom fasit og fotoweb-måling. Rød linje viser normalfordeling med variasjonskoeffisient 7,64 %.

Sammendrag for gran.

Figur 7 viser en oversikt over resultatene for massevirke av gran der fasit er satt til 100 % for alle delmål og beregninger.



Figur 7. Røde søyler viser fasit, og er regnet til 100 %. Blå søyler viser resultatene fra fotoweb-målingen i prosent av fasit, og grønne søyler viser det samme for FMB-måling. Hele materialet er med i disse resultatene.

6.2.2. Måling av massevirke av furu.

Materialet av furu består av 55 lass. De samme målerne som har fotoweb-målt massevirke av gran har fotoweb-målt massevirke av furu. Tabell 3 under viser resultatene:

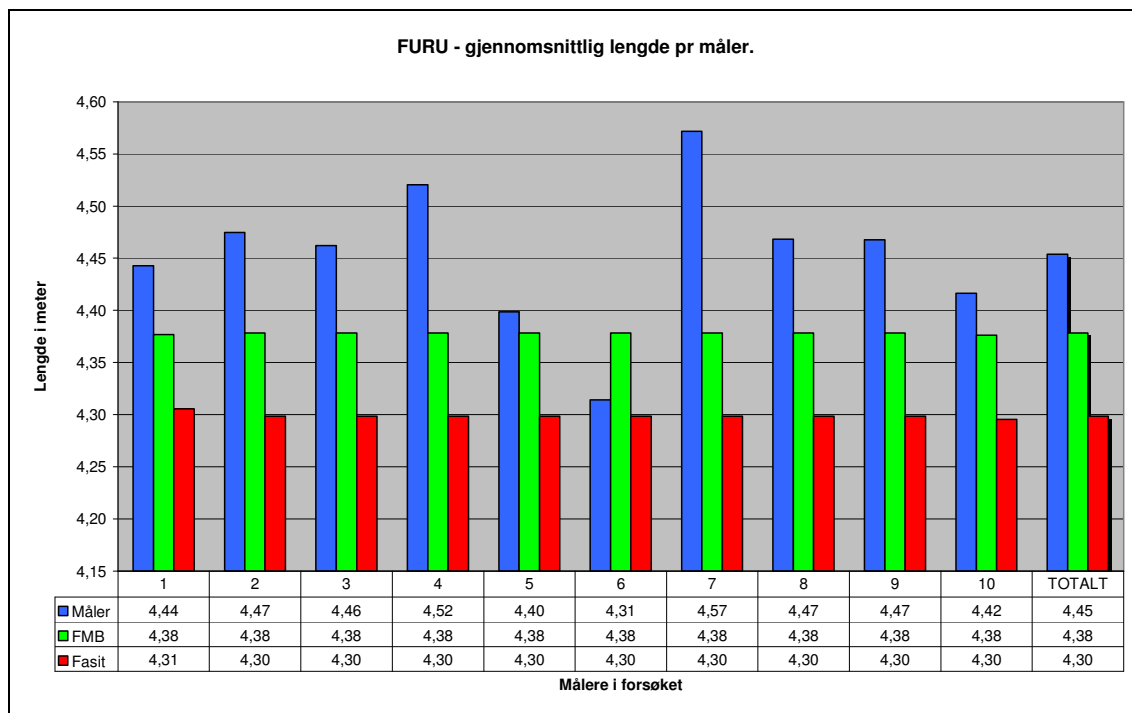
	FASIT	FMB-mål	Avvik %	Fotoweb	Avvik %
Volumveid middellengde	4,30 m	4,38 m	1,9 %	4,45 m	3,5 %
Variasjonskoeff. for lengde		2,74 %		4,36 %	
Høyde fra FMB-målingen	2,04 m	2,04 m	0,0 %	2,11 m	3,4 %
Fastmasseprosent	59,8 %	57,8 %	-3,3 %	58,2 %	-2,7 %
Brutto volum	11,87 m ³	11,69 m ³	-1,5 %	12,43 m ³	4,7 %
Var. koeff. brutto volum		4,33 %		10,27 %	
Vrakuttak	0,26 m ³	0,17 m ³	-34,6 %	0,08 m ³	-69,2 %
Netto volum (verdi)	11,61 m ³	11,44 m ³	-1,5 %	12,39 m ³	6,7 %
Var. koeff. netto volum		4,42 %		8,53 %	

Tabell 3. Resultater for furu massevirke.

Lengde.

Variasjonskoeffisienten for lengdemålingen er funnet å være på 4,36 % ved fotoweb-måling, mot 2,74 % for FMB-måling. Lengdemålingen viser samme tendens som for gran både ved fotoweb-måling og FMB-måling.

Figur 8 under viser resultatet av lengdemålingen for hver enkelt måler. Helt til høyre er oppgitt FMB-målt og stokkmålt lengde for hele materialet.



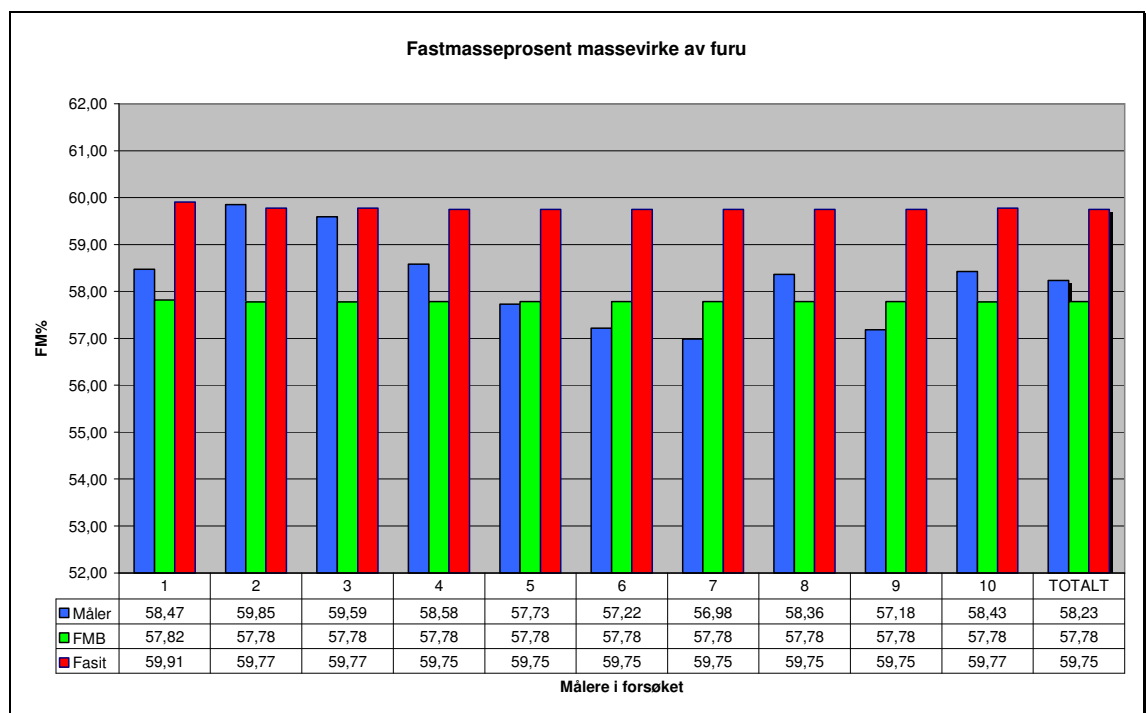
Figur 8. Blå søyler viser lengde målt ved fotoweb, individuelt for hver måler. Grønne søyler viser FMB-målingene, og røde søyler stokkmålt lengde av de samme lassene.

Høyde.

Høyden måles på bildene på samme måte som lengden. Som det framgår av tabell 3 over er høyden målt høyere på bildene enn ved FMB-måling, i gjennomsnitt med 8 cm. Variasjonskoeffisient for høyden er beregnet til 6,71 %.

Fastmasseprosent.

Resultatene viser at man ved fotoweb-måling av furu i gjennomsnitt har undervurdert FM% med 1,1 prosentenheter, noe som slår ut med 1,8 % på volumet. Tilsvarende tall for FMB-målingen viser 1,7 prosentenheter, eller 2,9 % på volumet.



Figur 9. Blå søyler viser FM% bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser FMB-målingene, og røde søyler viser beregnet FM% på grunnlag av data fra stokkmåling av de samme lassene.

Vrakuttak.

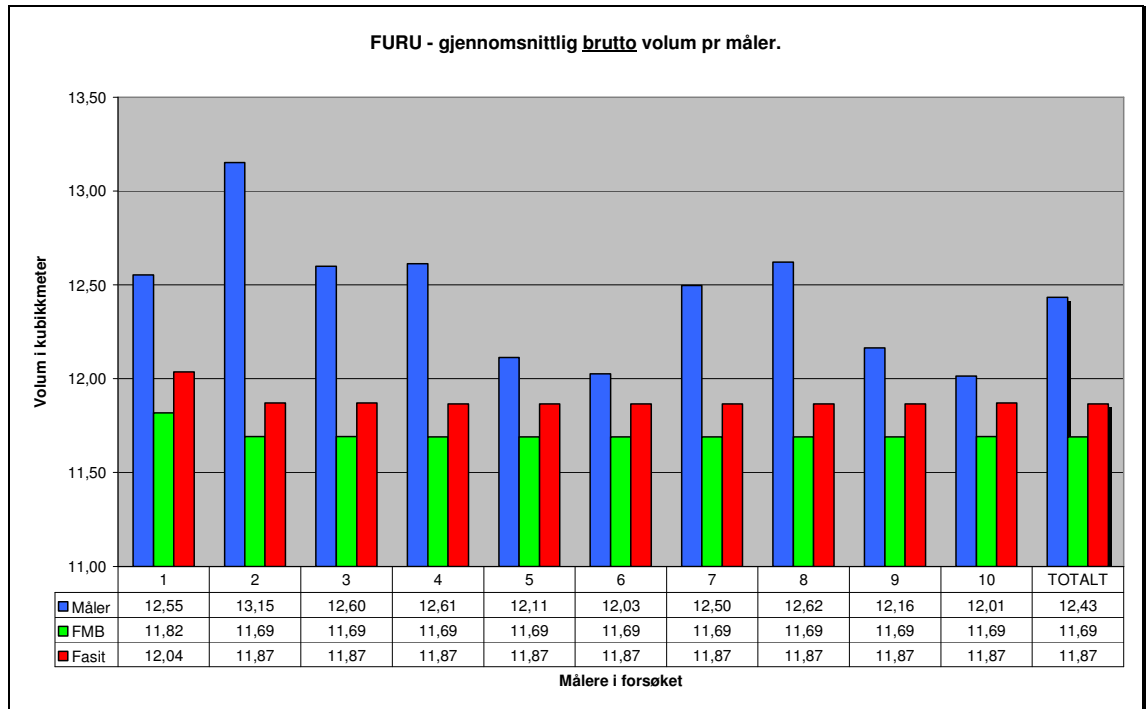
Råte som vrakårsak for gran er i en del tilfeller synlig i bilder. Det er mer tilfeldig hva man ser av vrak i bilder av furu, og uttaket må i stor grad bygge på erfaring og et generelt inntrykk av leveransen.

Tabell 3 viser at målerne har funnet 68 % av vraket i furu ved FMB-målingen, men ikke mer enn 32 % av vrakvolumet ved fotoweb-målingen. Vrakvolumet i furu er i gjennomsnitt litt mindre enn i gran; 2,1 % mot 2,5 %.

Volumfastsettelse.

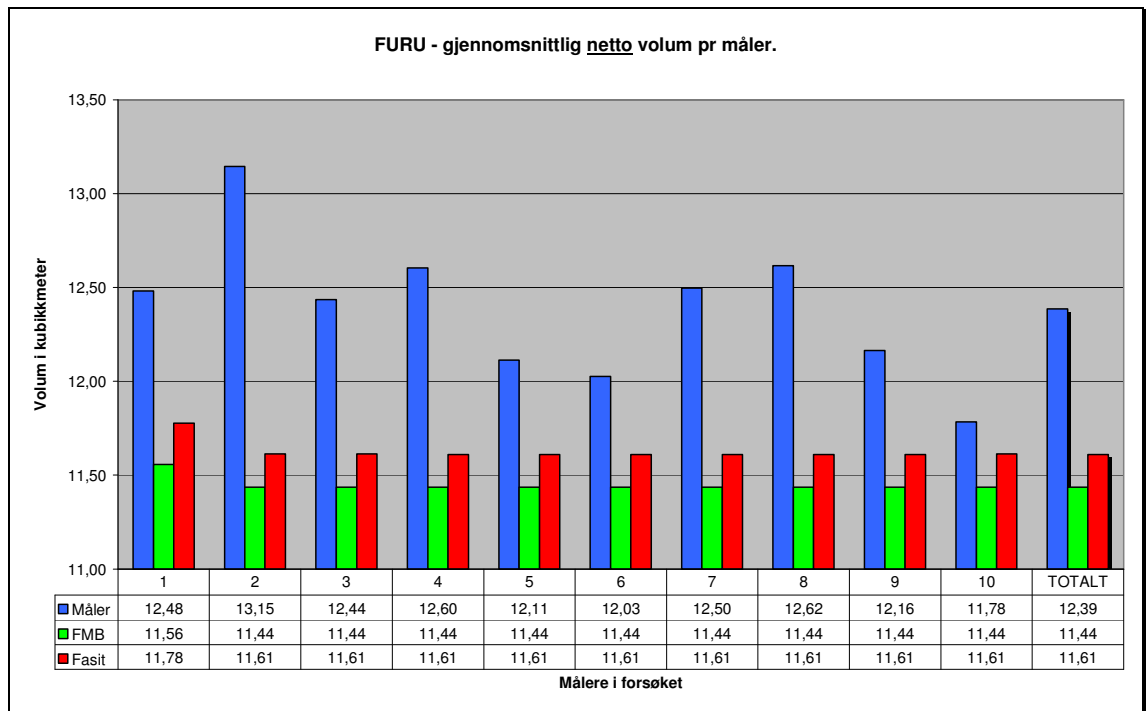
Som det framgår av tabell 3 er brutto volum undervurdert med 1,5 % ved FMB-målingen, og overvurdert med 4,7 % ved fotoweb-målingen. Variasjonskoeffisienten for FMB-måling er 4,33 %, og for fotoweb-måling 10,27 %. Dersom alle lass med avvik over 30 % tas ut av materialet går variasjonskoeffisienten ned til 8,58 %.

Resultatene tyder på at spredningen ved fotoweb-måling også for furu må forventes å være noe større enn ved FMB-måling.



Figur 10. Blå søyler viser brutto volum bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser FMB-måling, og røde søyler ved stokkmåling av de samme lassene.

Figur 10 over viser at noen av målerne klart overvurderer brutto volum i dette materialet, noe som har sammenheng med den trening hver enkelt måler har fått i løpet av undersøkelsen. Tendensen er den samme for netto volum.

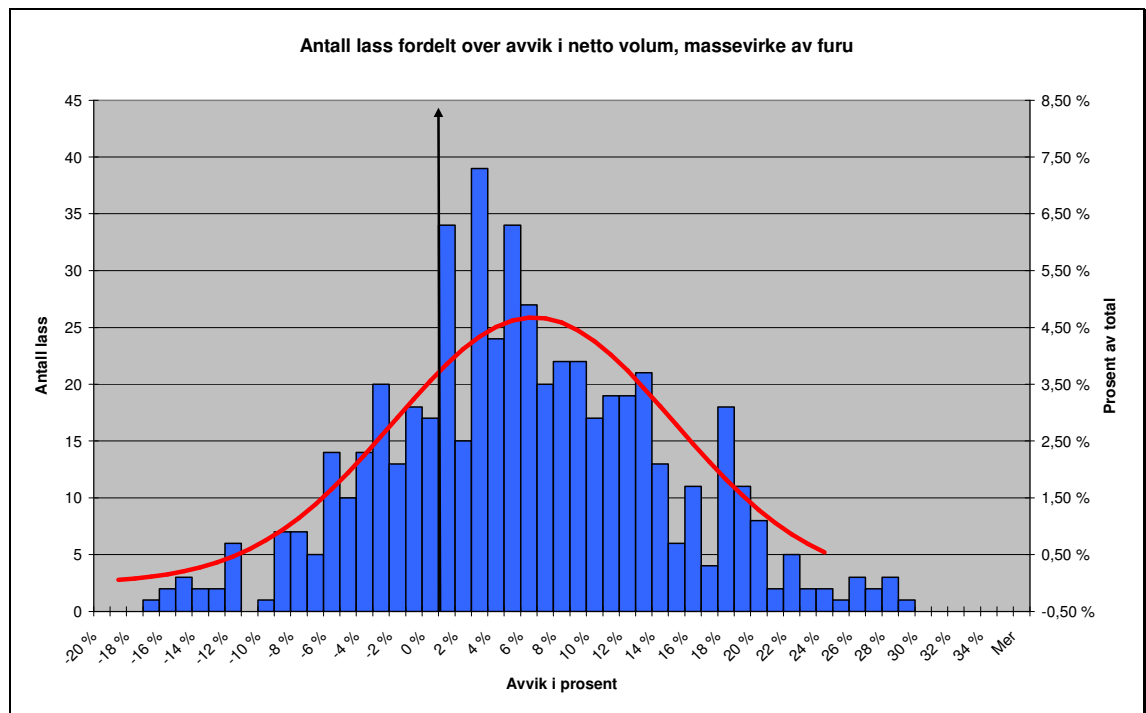


Figur 11. Blå søyler viser netto volum bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser FMB-måling, og røde søyler ved stokkmåling av de samme lassene.

Fordeling for netto volum ved fotoweb-måling.

I figur 12 er materialet fordelt på avvik i prosent mellom fasit og resultat fra fotoweb-målingen. Pilen angir null i avvik, og den systematiske overvurderingen framkommer tydelig av figuren. For furu er lass med avvik over 30 % tatt ut i denne figuren.

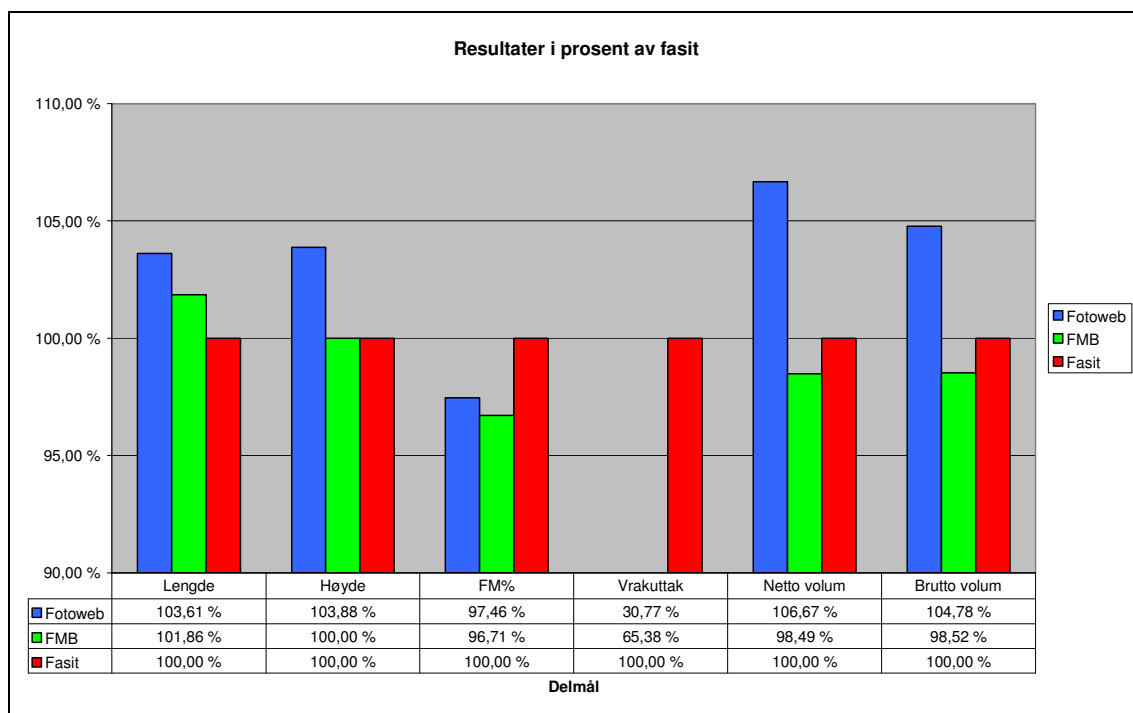
Rød linje viser normalfordelingen etter teoretisk modell med variasjonskoeffisient som for netto volum ved fotoweb-måling, der den er på 8,58 %. Den er forskjøvet mot middelet, som er beregnet til 6,7 % for netto volum.



Figur 12. Fordeling over avvik mellom fasit og fotoweb-måling. Rød linje viser normalfordeling med variasjonskoeffisient 8,58 %. Lass med avvik over 30 % er utelatt i denne figuren.

Sammendrag for furu.

Figur 13 viser en oversikt over resultatene for massevirke av furu der fasit er satt til 100 % for alle delmål og beregninger.



Figur 13. Røde søyler viser fasit, og er regnet til 100 %. Blå søyler viser resultatene fra fotoweb-målingen i prosent av fasit, og grønne søyler viser det samme for FMB-måling. Hele materialet er med i disse resultatene. Vrakuttaket er under 90 % av fasit både ved FMB- og fotoweb-måling, og framkommer ikke i figuren.

6.2.3. Måling av sagtømmer av gran.

Materialet av sagtømmer av gran består av 41 lass. 4 målere har deltatt i fotoweb-målingen av disse, og det er til sammen 162 godkjente målinger på bilder. Disse 4 målerne er erfarne FMB-målere av sagtømmer, men har liten erfaring med fotoweb-måling av sagtømmer. Det har ikke vært mulig å trene på fotoweb parallelt med FMB for sagtømmer, og man har ikke fått korrigert sitt skjønn undervegs.

Målene tas i bildene, og er begrenset til volummålingen. Kvalitetsbedømmelsen av sagtømmer er ikke med i denne undersøkelsen, og må undersøkes nærmere for å analysere verdifastsettelsen. Hele materialet er lagt ut for klavemåling, og den ordinære FMB-målingen er tatt med i resultatene. Tabell 4 under kan settes opp for massevirke av gran:

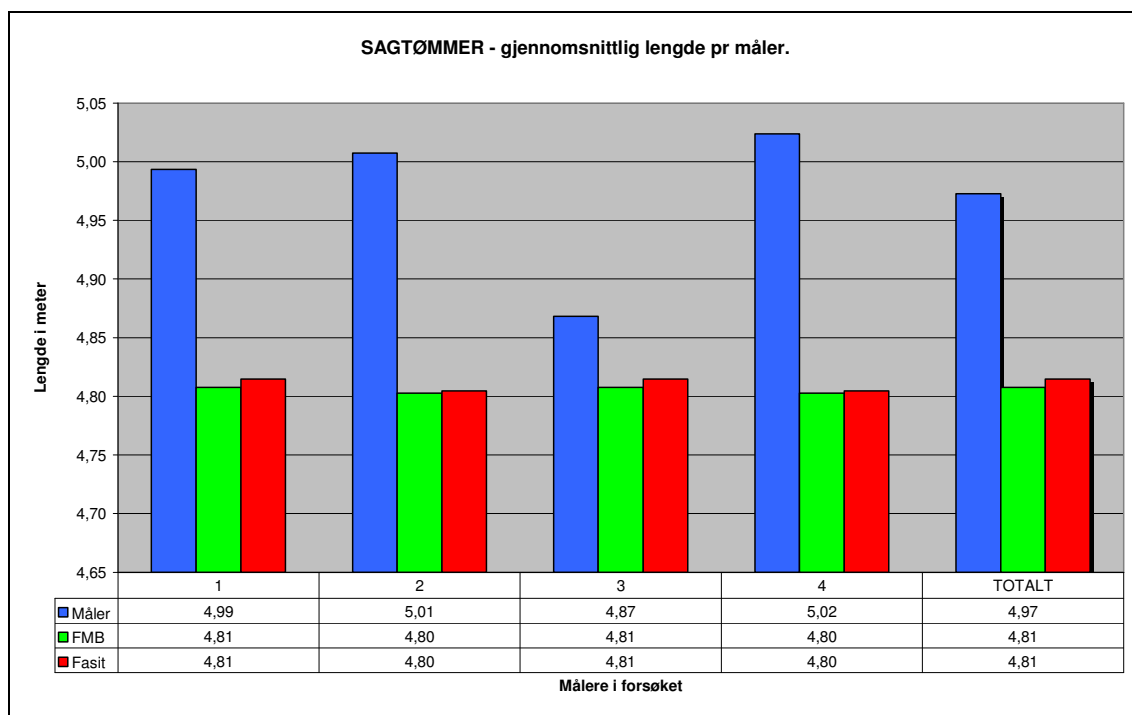
	FASIT	FMB-mål	Avvik %	Fotoweb	Avvik %
Volumveid middellengde	4,81 m	4,81 m	-0,0 %	4,97 m	3,3 %
Variasjonskoeff. lengde		2,68 %		4,25 %	
Høyde fra FMB-målingen	2,01 m	2,01 m	0,0 %	2,08 m	3,5 %
Fastmasseprosent	65,7 %	64,6 %	-1,7 %	64,8 %	-1,4 %
Brutto volum	14,44 m ³	14,19 m ³	-1,7 %	15,00 m ³	3,9 %
Var. koeff. brutto volum		4,90 %		9,91 %	

Tabell 4. Resultater for sagtømmer av gran.

Lengde.

Variasjonskoeffisienten for lengdemålingen er funnet å være på 4,25 % ved fotoweb-måling, mot 2,68 % for FMB-måling. Dette viser at lengdemålingen ved fotoweb-måling gir litt større variasjon enn ved FMB-måling, noe som må sies å være forventet også for sagtømmer.

Figur 14 under viser resultatet av lengdemålingen for hver enkelt måler. Lengdemålingen ved fotoweb-metoden viser klart en overvurdering i dette materialet.



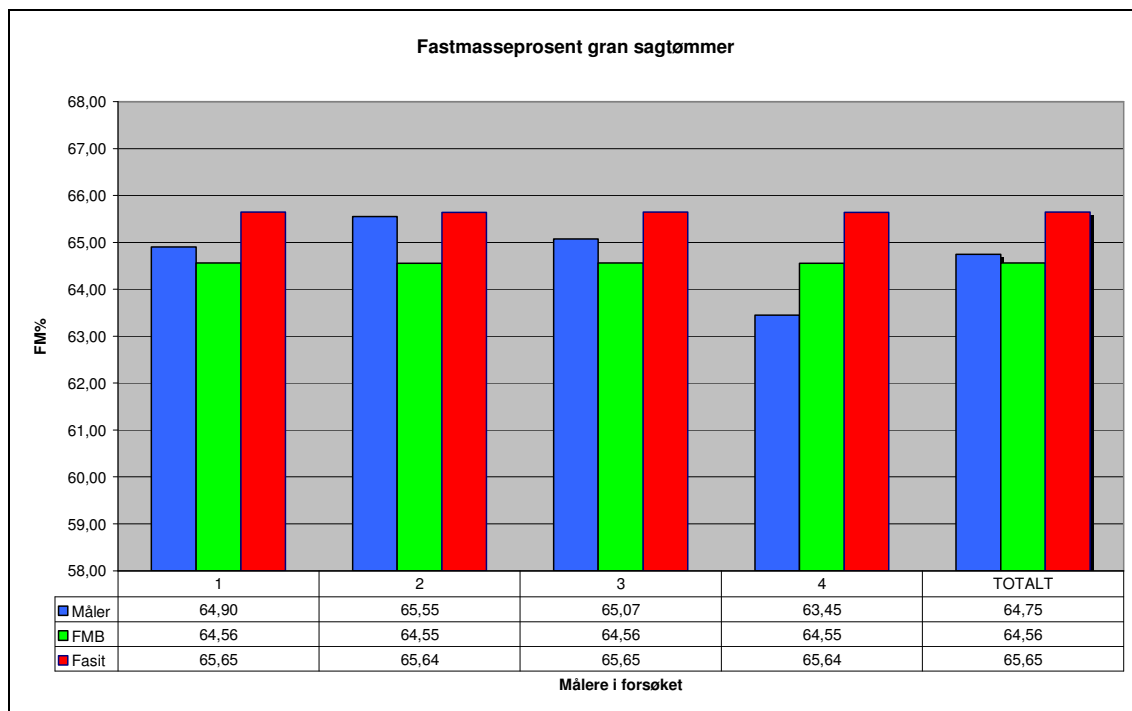
Figur 14. Blå søyler viser lengde målt ved fotoweb, individuelt for hver måler. Grønne søyler viser FMB-målingene, og røde søyler stokkmålt lengde av de samme lassene.

Høyde.

Høyden måles på bildene på samme måte som lengden. Som det framgår av tabell 4 over er høyden i gjennomsnitt overvurdert ved fotoweb-målingen, og med en variasjonskoeffisient for høyden på 8,55 %.

Fastmasseprosent.

Figur 15 under framstiller fastmasseprosenten for hver måler i gjennomsnitt, slik den er bedømt ved fotoweb-måling. I tillegg er tatt med FM% fra FMB-måling av de samme lassene, og beregning på grunnlag av stokkmålt resultat. Ved stokkmålingen beregnes FM% ved hjelp av høyde målt ved FMB-målingen.



Figur 15. Blå søyler viser FM% bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser FMB-målingene, og røde søyler viser beregnet FM% på grunnlag av data fra stokkmåling av de samme lassene.

Vrakuttak.

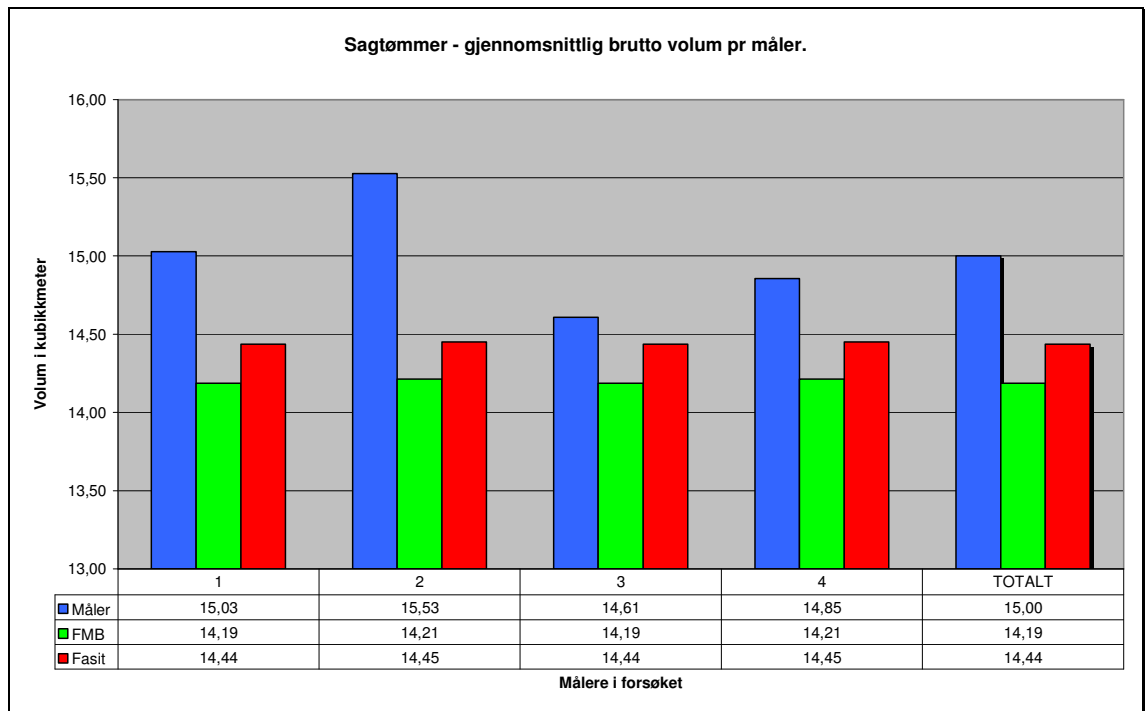
Vrakvolumet ved sagtømmermåling er normalt svært lite, og det er bare registrert vrak i ett lass i dette materialet.

Volumfastsettelse.

Volumet oppgis som brutto volum for sagtømmer, dette følger av at vrakvolumet er lite.

Variasjonskoeffisienten for FMB-måling er 4,90 %, og for fotoweb-måling 9,91 %. Selv om fotoweb-måling gir en høyere variasjonskoeffisient enn FMB-måling, er det sannsynlig at den enkelte måler vil oppnå mindre spredning med økende erfaring med fotoweb-måling.

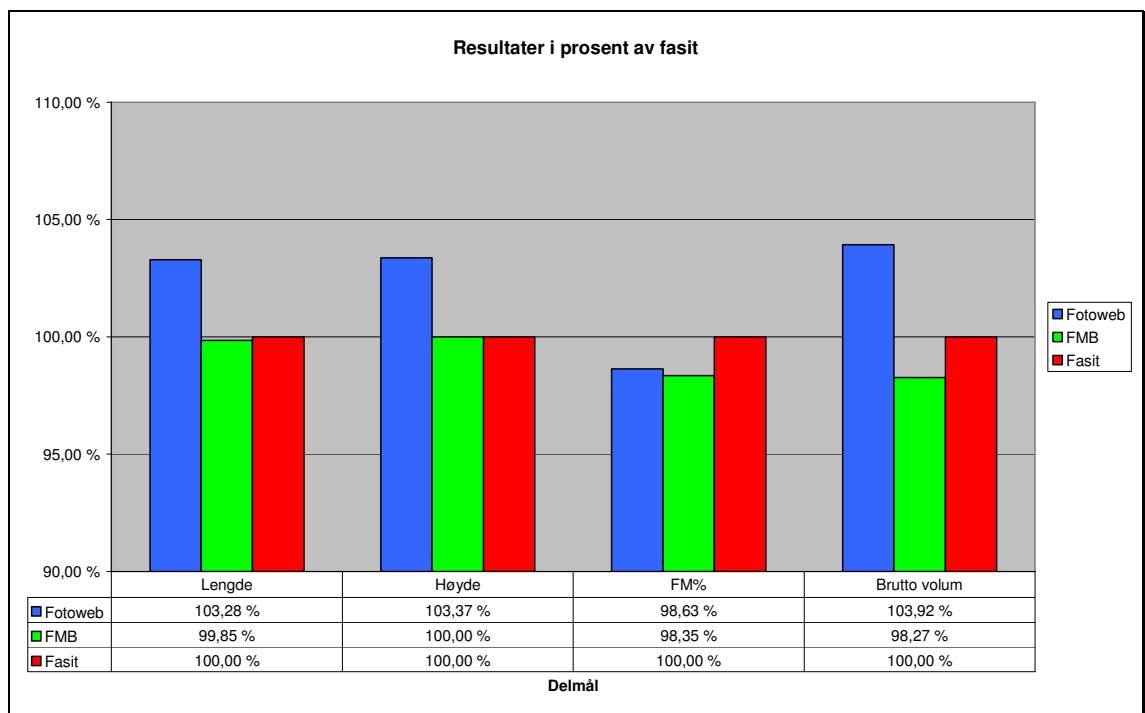
Figur 16 under viser brutto volum pr måler ved fotoweb-måling av sagtømmer, samt FMB-måling og stokkmåling av de samme lassene. Målerne har resultater som viser en overvurdering i dette materialet.



Figur 16. Blå søyler viser brutto volum bedømt ved fotoweb. Grønne søyler viser FMB-måling, og røde søyler ved stokkmåling av de samme lassene.

Sammendrag for sagtømmer.

Følgende figur viser en oversikt over resultatene for sagtømmer der fasit er satt til 100 % for alle delmål og beregninger.



Figur 17. Røde søyler viser fasit, og er regnet til 100 %. Blå søyler viser resultatene fra fotoweb-målingen i prosent av fasit, og grønne søyler viser det samme for FMB-måling. Hele materialet er med i disse resultatene. Vrak utgjør et så lite volum at det ikke er tatt med i denne figuren, og netto volum er nær identisk med brutto volum.

7. Vurdering av resultater.

7.1. Lasermåling.

7.1.1. Tekniske forhold og driftsstabilitet.

Laserramma har vist ustabil drift på Opsund i en periode fra starten. Den hadde problemer som følge av hastighetsmålingen, og fungerte ikke etter hensikten. Disse problemene ser ut til å være løst ved testperiodens slutt, og målingen har gått relativt greit. Det må gjøres ytterligere forsøk for å stadfeste at lysreguleringen og hastighetsmålingen fungerer som forutsatt.

Laserramma har hatt problemer med en av bilene som er valgt ut til å kjøre inn tømmer etter bestilling, og dette skyldes en sort og uvanlig blank førerhytte. Laserramma leser ikke tilstrekkelige refleksjoner fra denne hytta, og det må gjøres tiltak for å løse dette.

7.1.2. Målingene.

Resultatene av laserrammes målinger i dette materialet viser at volumet av tømmer i fallende lengder er noe undervurdert, og at volumet av faste lengder (kubb) avviker lite fra fasit. Avvik kan justeres inn ved kalibrering, forutsatt at systemet kan skille mellom faste og fallende lengder. Variasjonskoeffisienten for volum på bark er funnet å være under 5,48 % for fallende lengder, og 3,21 % for faste lengder.

Modus 2000 registrerer overflaten av hver bunt slik den framstilles, registrert i 90° på kjøretningen, på toppen og på begge sider av laget. Dermed må hele lagets innhold beregnes på grunnlag av overflaten på tre av fire sider. Endeflatenes utseende tas ikke hensyn til ut over de stokkene som ligger i siden på laget. Varierende lasting vil dermed kunne påvirke måleresultatet. Dette er testet på et begrenset materiale ved å laste opp tre lag tømmer tre ganger, og så kjøre lagene gjennom laserramma flere ganger for hver lasting. Resultatene av dette viser variasjonskoeffisienter mellom 1,5 og 2,2 %.

Produktiviteten ved lasermålingen er god med hensyn til volumfastsettelse. Men måleren må vurdere vrakuttak og eventuell reduksjon for snø og is. Det er dermed sannsynlig at potensialet i produktivitet først vil kunne tas ut for fullt når systemet er utviklet for måling under bark, og i kombinasjon med fotoweb.

7.1.3. Dagens krav til middeltall og variasjon.

Det stilles i dag krav til systematisk avvik og variasjonskoeffisienter ved all måling, og det er naturlig å ta utgangspunkt i kravene til FMB-måling av massevirke og sagtømmer. Systematisk avvik for volum skal ikke være over +/- 1,0 %, og for verdi +/- 2,0 %.

Kalibrering av laserramma er gjort utenpå bark, og uten at nettovolum etter trekk for bark og vrak er fastsatt. Dermed er grunnlaget for å vurdere måleresultatene mot gjeldende krav vanskelig, men de tyder på at volumet for fallende lengder ikke tilfredsstillende kravene. Resultatene tyder videre på at kravene tilfredsstillende for faste lengder, men materialet er begrenset til bare 9 lag.

Dagens krav til variasjonskoeffisient for FMB-måling er +/- 5,0 % for volum og +/- 6,0 % for verdi. Variasjonskoeffisienten for volum er beregnet til 5,5 % og lavere.

7.2. Fotoweb-måling.

7.2.1. Tekniske forhold og driftsstabilitet.

Teknisk har systemet fungert tilfredsstillende for forsøket, men det er flere forhold som må forbedres før systemet kan tas i bruk. Det er nødvendig å fastsette regler for utforming av måleplasser slik at kameraene plasseres i riktig avstand og vinkel i forhold til bil og til-

henger. I tillegg må bilene kjøre inn på et fast spor med minst mulig variasjon sidevegs, og med en tydelig markering av stoppunkt i lengderetningen.

Det må utvikles et system som gjør det enkelt for transportørene å sørge for fotograferingen, og koble bildene mot de ID-data som skal til for å måle og avregne den enkelte leveranse.

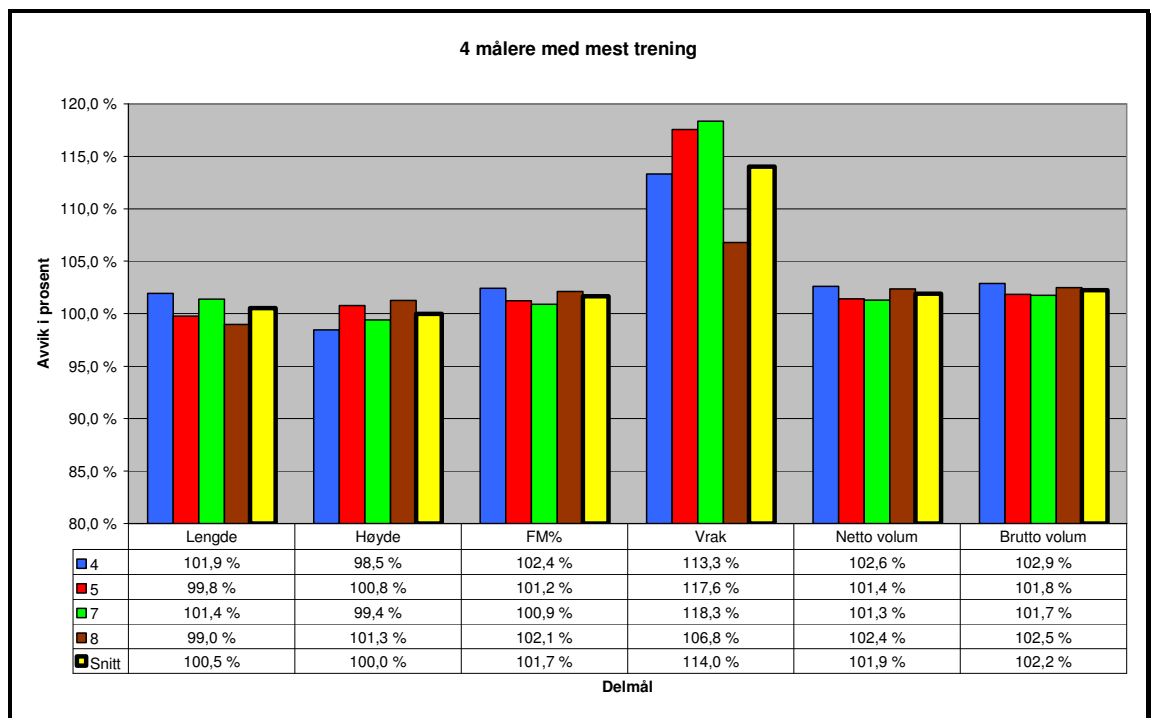
Det er også nødvendig å løse problemer med lav sol, dårlig lys, og spesielle værforhold, f.eks. tett snødrev. Disse problemene må løses på hver enkelt måleplass ved skjerming og lyssetting. Behovet for kunstig lys vil variere med kamerateknikken, og bør undersøkes særskilt som en egen problemstilling. Den teknologiske utviklingen innen fotografering går fort, og det er sannsynlig at bildekvaliteten framover øker uten at kostnadene øker tilsvarende.

7.2.2. Målingene.

Resultatene i undersøkelsen viser at lengden gjennomgående er overvurdert ved fotoweb-målingen for alle sortimenter. Dette kan forbedres ved trening, og ved at måler får jevnlig tilbakemelding på egen lengdemåling. Høyden måles på bildene, og skal i likhet med lengden kunne fastsettes riktig ved tilstrekkelig trening og tilbakemelding.

Volumberegningen viser i gjennomsnitt en overvurdering i dette forsøket, og med en variasjonskoeffisient som er større enn for FMB-måling. Det er sannsynlig at det systematiske avviket kan reduseres til akseptabelt nivå, og at variasjonskoeffisienten vil kunne bli lavere enn i forsøket. Likevel er det sannsynlig at variasjonen blir noe større enn for FMB-måling.

Kvalitetsfastsettelsen for sagtømmer er ikke prøvd ved fotoweb. Det er sannsynlig at dette kan være utfordrende ved vanlig sortimentsfordeling i prima, sekunda og utlegg, og eventuelt andre spesielle eller lokale sortimenter.



Figur 18. Resultater for de 4 mest trente målerne. Resultatene gjelder massevirke av gran, og gule søyler viser gjennomsnittet for disse 4 målerne.

I figur 18 vises en oversikt over resultatene for de målerne som har mest trening med fotoweb-måling. Erfaringen gjelder massevirke av gran, og begrenses til dette.

Fra Skogn inngår bare massevirke av gran. Ingen av målerne på Skogn har erfaring med FMB-måling av furu, men alle har likevel fotoweb-målt furumaterialet. Bare en av målerne på Skogn har erfaring med FMB-måling av sagtømmer, og har deltatt i denne delen av prosjektet.

Analyser viser at de mest trente fotoweb-målerne treffer best i forhold til kontrollen. Dersom man får god opplæring og oppfølging på hvordan metoden fungerer og resultatene stemmer med kontrollen, er det grunn til å anta at målerresultatene vil bli tilfredsstillende.

Forholdene på Braskereidfoss er vesentlig annerledes enn på Skogn når det gjelder antall oppdragsgivere og sortimenter, og det har vist seg vanskelig å trene på fotoweb-måling på samme måten som på Skogn.

Det anses som en fordel at målingen skjer på en måte og på et tidspunkt da sjåføren ikke er tilstede. I dag opplever målerne tidvis at sjåførene kommenterer målingen eller måleresultatet, og at eget arbeid blir forsøkt påvirket på en uheldig måte.

Det framholdes som en fordel at bilder forefinnes etter at målingen er gjort. Dermed er det mulig å hente fram måleobjektene etter at målingen har skjedd dersom det skulle oppstå spørsmål eller uenighet om målingen.

I tabell 5 under framkommer de mest trente målernes resultater i gjennomsnitt, samt gjennomsnittet for de øvrige 6 målerne.

	Lengde	Høyde	FM%	Vrak	Netto volum	Brutto volum
4 mest trente	+ 0,5 %	0,0 %	+ 1,7 %	+ 14,0 %	+ 1,9 %	+ 2,2 %
6 øvrige målere	+ 1,3 %	+ 0,7 %	+ 1,4 %	- 8,3 %	+ 3,8 %	+ 3,5 %

Tabell 5. Resultater for sagtømmer av gran for de mest trente.

Lokalkunnskap.

I tillegg til å se særskilt på de som har mest trening med fotoweb-måling er det gjort noen beregninger på materialet fra egen målestasjon mot materiale fra den andre målestasjonen i undersøkelsen. Resultatene viser ikke store forskjeller, og er ikke signifikant forskjellige. Dette er ikke analysert inngående.

Regionlederne på Skogn og Braskereidfoss understreker at de mener at man i utgangspunktet må legge vekt på og vil ha fordeler av å bruke erfarne FMB-målere til fotoweb-måling. Betydningen av dette forholdet må undersøkes nærmere i framtidige forsøk, spesielt for å avklare hvorvidt stedsuavhengig måling gir tilfredsstillende resultater.

7.2.3. Dagens krav til middeltall og variasjon.

Det stilles i dag krav til systematisk avvik og variasjonskoeffisienter ved all måling, og det er naturlig å ta utgangspunkt i kravene til FMB-måling av massevirke og sagtømmer. Systematisk avvik for volum skal ikke være over +/- 1,0 %, og for verdi +/- 2,0 %.

Dette kravet til volumavvik tilfredsstilles ikke ved fotoweb-måling verken for massevirke av gran, massevirke av furu eller sagtømmer av gran i denne undersøkelsen.

Dersom man forutsetter at verdien av massevirke av gran beregnes med en pris pr m³, vil kravet om +/- 2,0 % for verdi være tilfredsstilt for de mest trente målerne, se tabell 5 over.

Dagens krav til variasjonskoeffisient for FMB-måling er +/- 5,0 % for volum og +/- 6,0 % for verdi. Variasjonskoeffisienten er beregnet til å være i området 7,5 % for massevirke av

gran (jfr. tabell 2), og noe høyere for øvrige sortimenter. Fotoweb-måling tilfredsstiller dermed ikke disse kravene.

Det er rimelig å anta at man ved videre utvikling av systemet, og ved økt erfaring for målerne kan klare kravene til systematisk avvik. Det er også sannsynlig at man vil oppnå en lavere variasjonskoeffisient enn i dette materialet, men at tilfeldige avvik vil være større enn for FMB-måling.

Videre utvikling av kamera- og datateknikk vil sannsynligvis øke mulighetene for å måle med større nøyaktighet enn i dag. Likedan vil det være mulig å legge til grunn erfaringstall for ulike måleparametere, og på denne måten "kalibrere" målerne mot et riktig resultat.

8. Effektivisering og nytte/kostnader.

8.1. Laserteknologi.

For at den totale investeringen i laserteknologi skal kunne forsvares må nytten være tilstrekkelig stor ved økt produktivitet i forhold til alternative metoder. Fleksibilitet, stabilitet og nøyaktighet er momenter som også kommer inn i vurderingen i denne sammenheng.

I forbindelse med innkjøp av laserramme på Opsund ble det gjennomført en vurdering av hvilken nytteeffekt laserramma vil gi. Forutsatt uendrede åpningstider (kl.06.00 – kl.22.00) og måling av alt rundvirke gjennom laserramma, ble innsparingen vurdert til to årsverk. Etter endrede åpningstider ved måleplassen er dette redusert til ett årsverk, forutsatt at alt rundvirke måles gjennom laserramma.

Produktiviteten på Opsund ble i forprosjektet beregnet til 57,1 m³ pr time. Tiltak som er satt i verk etter dette har økt produktiviteten vesentlig, og den er ved utgangen av prosjektperioden registrert til 99 m³ pr time.

Codator Oy oppgir at Modus 2000 trenger ca 90 sekunder for å måle en bil, beregne volumet, og overføre resultatet til videre databehandling. Når dette er gjort må måleren vurdere vrakandel, sortimentsfordeling og eventuell trekk for snø og is. Hele operasjonen med måling og påfølgende vurdering er antatt å ta inntil 6 minutter, og det er mulig å rekke 10 biler pr time. Dette utgjør i størrelsesorden 350 m³ pr time, og forutsetter at det kommer biler inn til måling uten ventetid mellom målingene. I tillegg til dette kommer tid til kontrollmåling.

Codator Oy oppgir videre at fabrikken i Varkaus i Finland er en av de største som bruker Modus 2000, og at de daglig kjører ca 200 biler gjennom laserramma på to skift (15 timer). En tilfeldig dag (7.11.2008) ble det kjørt 19 biler gjennom ramma mellom kl 08.00 og kl 09.00. Laserramma kan volummåle inntil 30 biler pr time, og utgjør neppe noen praktisk begrensning for kapasiteten i systemet.

Investeringen i laserramme Modus 2000 er angitt til i størrelsesorden kr 1,6 mill. Man får ikke full nytte av dette før kvalitetsvurderingen også kan gjøres ved bruk av bilder, noe som krever en ytterligere investering i kamerautstyr, lys etc. Totalt kan investeringene settes til kr 2,0 mill i videre beregninger.

På Opsund måles i størrelsesorden 300.000 m³ tømmer på bil gjennom målestasjonen pr år, og i tillegg måles et tilsvarende eller litt større kvantum på jernbane. Det gjøres også en del andre oppdrag for bedriften, og den totale bemanning er på om lag 5 årsverk.

Dersom man regner en produktivitet på 350 m³ pr time når laser kombineres med fotoweb, vil det med god margin være mulig å måle hele årskvantumet på 300.000 m³ på bil med ett årsverk. Selv om man regner en bemanningsreduksjon på bare en person fra dagens 5, vil besparelsen være kr 345,-/time * 1950 timer ≈ kr 670.000,-. En investering på kr 2,0 mill

vil betale seg i løpet av vel 3 år. Bedre organisering og større innsparing i timeverk gir raske inntjening av investeringen.

8.2. Fotoweb-teknologi.

Dagens FMB-måling av massevirke har i gjennomsnitt for hele NVM en produktivitet på 72 m³ pr time (sagtømmer 65 m³/t) inkludert tid medgått til måling av egentestlass, og til noen tilleggsoppgaver for oppdragsgiverne. Målerne som har deltatt i prosjektet har anslått at tømmerbil med tilhenger kan måles på 10 minutter, dvs. at man måler 6 tømmerbillass i løpet av en time. Med et gjennomsnitt på 35 m³ pr billass blir produktiviteten vel 200 m³ pr time for fotoweb-måling.

Det kan generelt forventes at målerne vil bli mer effektive med økende trening. Men bare tiden kan vise hva normal produktivitet over tid for en erfaren fotoweb-måler vil være.

I utgangspunktet synes det naturlig at fotoweb-måling bør kombineres med en viss nærhet til tømmer og FMB-måling for at måleren skal opprettholder sin fagkompetanse på volum- og kvalitetsfastsettelse. I tillegg til medgått tid til bildetolking, dataregistrering etc. knyttet til metoden, må det derfor regnes tid til måling av egentestlass og / eller eventuelt andre kontrollopplegg. Dette er ikke kvantifisert, og vil avhenge av hvor effektivt dette kan gjøres. Få og sentraliserte måleplasser med få målere vil medføre mer tid til reising mellom kontrolloppdragene enn hvis man opprettholder en viss bemanning også på noe mindre måleplasser.

Produktivitetspotensialet er ovenfor vurdert til vel 200 m³ pr t for måling av massevirke ved fotoweb. Totalt FMB-måler NVM ca. 3,8 mill m³ norsk massevirke og ca. 0,7 mill m³ norsk sagtømmer, og i utgangspunktet er alt dette tømmeret aktuelt for fotoweb. I tillegg vil det være naturlig å tilby måling av virke som i dag måles av sjåfør, og eventuelt andre og nye sortimenter og volumer som f.eks. biobrensel.

Tømmervolumet som er aktuelt for fotomåling vil også være påvirket av eventuell innføring av laserteknologi. Dersom én eller flere målestasjoner tar i bruk denne teknologien vil volumet som er aktuelt for fotomåling avta tilsvarende. Likevel kan laser- og fotoweb-teknologi bli aktuelt i kombinasjon i noen grad.

En produktivitetsøkning på nivå med den man ser for seg vil kunne gi betydelige innsparinger selv når man tar hensyn til eventuelt økte reisekostnader knyttet til kontroll av målingen og oppfølging av teknisk utstyr. I dag benyttes mellom 35 og 40 årsverk til FMB-måling av massevirke inkl. egentest. Med en produktivitet tilsvarende 200 m³ pr time vil bemanningsbehovet bli redusert til 15 til 17 årsverk ved optimal organisering, avhengig av kontrollomfanget.

Det understrekes at opplegget og omfanget av kontrollen må vurderes mot effekten på måleresultatene. Kontrollomfanget vil innvirke på produktiviteten for metoden totalt sett, og må med i det totale regnestykket. Imidlertid skal en heller ikke se bort fra at produktiviteten kan bli høyere i framtida enn det som er anslått her.

Kostnaden for å montere en fotoweb-løsning på en måleplass er foreløpig estimert til ca. kr 400 000,- - 500 000,-. Kostnaden kan variere avhengig av forutsetningene på måleplassene, bl.a. behov for framføring av strøm og datakabler, skjerming mot uønsket lys, kunstig lyssetting etc. Det vil være behov for å investere i fotoweb-utstyr på ca 20 måleplasser for å kunne måle ved de måleplasser som det i dag kommer inn ca. 4 mill m³ massevirke.

Investeringenes nytteeffekt vil derfor være svært gunstige sammenholdt med mulig besparelse tilsvarende ca 15 årsverk. Kostnaden er i dag ca. kr 500 000,- pr årsverk. Dette vil derfor kunne gi en årlig besparelse tilsvarende investeringskostnaden.

Sagtømmer som i dag måles ved FMB-måling er opplistet i egen oversikt som vedlegg 2. Produktiviteten ved FMB-måling av sagtømmer varierer mellom 50 m³ pr time og 95 m³ pr time. Teoretisk kan man anta at fotomåling av sagtømmer kan gjennomføres med tilsvarende produktivitet som for massevirke. Fotomåling vil derfor kunne gi en betydelig produktivitetsforbedring også for måleplasser som i dag FMB-måler sagtømmer. Systemet kan også tilrettelegge for at sagtømmer som periodevis FMB-måles kan kjøres innom en måleplass hvor kamera er installert. Dette vil ytterligere kunne forbedre produktiviteten.

Det kan også tenkes en mulighet for at FMB-måling av sagtømmer blir så kostnadseffektivt at det utkonkurrerer automatmålingen. Dette må i så tilfelle vurderes i forhold til de øvrige oppgaver som gjøres ved mange av dagens automatstasjoner. I tillegg må man også vurdere kostnaden ved sortering i etterkant.

Fleksibiliteten for tømmertransporten vil bli betydelig forbedret ved å kunne ha åpne måleplasser 24 timer i døgnet. Det er derfor viktig å vurdere de rasjonaliseringsgevinster man får i forbindelse med inntransport av virket. Da NVM ikke har ansvar for inntransport av virke er det ikke gjort økonomiske beregninger av denne effekten. Gevinsten vil trolig variere avhengig av hvilke åpningstider som i dag er tilgjengelig på de ulike steder. De økonomiske besparelsene for transportleddet bør derfor beregnes av de enkelte oppdragsgivere.

8.3. Organisering.

Framtidig målbilde for organisering av målefunksjonen må vurderes ut fra flere forhold. Målemetoden må være effektiv og fleksibel, og bygge på et kvalitetsmessig godt grunnlag som gjør det mulig å oppnå tilfredsstillende måleresultater. I tillegg er det viktig med riktig og tilstrekkelig kompetanse i organisasjonen, samt gode avtaler med underleverandører av produkter og tjenester. Grensesnittet mellom intern og ekstern kompetanse må avklares, hvor sårbarhet og risiko for å kunne gjennomføre oppdragene er sentralt.

Det må etableres alternative metoder (backup-rutine) som tas i bruk når laserramma eller fotoweb svikter.

Lasermåling forutsetter enten at måleren er til stede og kan foreta en kvalitetsvurdering straks etter måling, eller at det tas bilde av lasset for seinere kvalitetsvurdering. Med dette systemet vil man enten kunne bruke ordinær FMB-måling som backup, eller benytte fotoweb-metoden i ettertid.

Fotoweb forutsetter at bildene som tas er av tilstrekkelig kvalitet og blir lagret. Systemet må svare entydig at disse forutsetningene er oppfylt, hvis ikke må man velge alternativ måling. Alternativet kan være FMB-måling, eventuelt utført av sjåfør. Det er også mulig å tenke seg fotoweb ved bruk av vanlige kameraer dersom systemet tilpasses et slikt alternativ.

Alternative organiseringsformer:

Det kan være flere mulige måter å organisering laser- og fotoweb-måling på:

- Fototolking gjennomføres på dagens måleplasser.
- Noen få tolkingsstasjoner i Norge – baser på de større målestasjonene.
- Én tolkingsstasjon i Norge.

Dersom lasermåling og fototolking skal gjøres på dagens måleplasser vil man i hovedsak måtte opprettholde en bemanning som i dag, i hvert fall på dagtid. Lokalkunnskap og nærhet til tømmer og teknisk utstyr vil være en positiv side ved en slik organisering, samt at dagens tilleggsoppgaver kan løses som til nå. Det vil imidlertid bli svært vanskelig å få nødvendig nytteeffekt av en slik organiseringsmodell da løsningen langt på vei vil kreve en

tilstedeværelse på nivå med dagens bemanning. Alternativet forfølges derfor ikke i den videre vurdering her.

Det faktum at laser- og fotoweb-løsningen gjør målingen stedsuavhengig gir nye muligheter og større frihet enn tradisjonelt. Fototolking kan sågar gjennomføres i utlandet av andre enn norske tømmermalere, kostnadmessig er en slik tanke interessant. Men før en slik tanke kan forfølges videre må spørsmål om teknisk løsning og kvalitet, nærhet til kundene, produktet og tjenesten, språk, formidling, kontroll og oppfølging av resultater være løst. Alternativet forfølges derfor ikke i den videre vurdering her.

De to alternativene som synes mest nærliggende å vurdere nærmere er derfor enten én, eller noen få tolkingsstasjoner i Norge. Begge disse alternativer vil gjøre det mulig å oppnå en god nytteeffekt. Med et mål bilde for NVM om å utføre all FMB-måling i Norge ved bruk av 15-20 årsverk, oppfattes det som avgjørende at man klarer å organisere et godt, produktivt og utviklende arbeidsmiljø for målerne.

Styrker og svakheter ved én tolkingsstasjon, eventuelt et begrenset antall tolkingsstasjoner er nærmere omtalt i vedlegg 3.

NVM ønsker å ivareta oppdrag som flismåling og andre øvrige oppdrag knyttet til de større FMB-måleplassene. Disse oppdragene fyller ikke alltid hele årsverk, men må tas med i vurderingen av organisasjonsform for å få en optimal effekt for oppdragsgiverne. Man bør trolig tilrettelegge for bildetolking på de største FMB-måleplassene der det også er noen tilleggsoppdrag. Bemanningmessig vil det da være mulig å etablere miljøer hvor 3-5 malere er lokalisert på samme sted. Dette vil imidlertid gi et noe mindre fagmiljø på hvert sted enn hva man vil få hvis tolkingen sentraliseres til ett sted.

Organiseringsform kan utvikles i flere faser og trinn. Det synes naturlig at man i første fase av en eventuell implementering konsentrerer bildetolkingen til noen måleplasser for fortsatt å kunne ivareta øvrige arbeidsoppgaver. Hvis det i framtiden er rasjonelt å sentralisere målemetoden ytterligere, bør det gjøres på grunnlag av en grundig evaluering.

9. Konklusjoner.

Modus 2000.

Modus 2000 viser gjennomsnittresultater og variasjonskoeffisienter som ikke tilfredsstiller dagens krav til målenøyaktighet for FMB-måling, men som tyder på at kravene kan tilfredsstilles. Det er også sannsynlig at man kan oppnå en produktivitet som forsvarer investeringene i laserramme, og det anses som interessant å arbeide videre med metoden.

Det har vært visse tekniske problemer med laserramma i forsøksperioden, og det er for tidlig å konkludere med at disse er løst. Bare videre drift vil avklare om lysreguleringen, hastighetsmålingen og dataoverføringen fungerer tilfredsstillende.

Fotoweb.

Fotoweb viser gjennomsnittresultater og variasjonskoeffisienter som hittil ikke er tilfredsstillende i henhold til dagens krav. Resultatene viser likevel at man med ytterligere arbeid og undersøkelser bør kunne utvikle rutiner og opparbeide kunnskaper som gjør metoden anvendelig i målingen.

De investeringene som er nødvendige på hver enkelt måleplass er betydelige, men vil sannsynligvis føre til så stor produktivitetsøkning at nytte/kostnadsforholdet er svært positivt. Videre utvikling av metoden og oppbygging av kompetanse oppfattes derfor som svært interessant.

10. Forutsetninger for å kunne ta metodene i bruk.

10.1. Lasermåling.

Undersøkelsene som er gjort til nå er ikke tilstrekkelige for å kunne godkjenne Modus 2000 for oppgjørsmåling med dagens krav til nøyaktighet. Det er derfor nødvendig med ytterligere målinger før en eventuell godkjenning.

I det videre arbeidet må følgende tiltak gjennomføres:

- Codator som leverandør av laserramma må kalibrere denne på nytt, og på volum under bark, for fallende og fast lengder.
- Ny testperiode i henhold til beskrivelse fra Codator.
- Metoden må utprøves på alle eller tilfeldig utvalgte lass som framstilles for måling i dag for å avklare hvilke krav laserramma i praksis stiller til lasting.
- Lengdebestemmelsene for massevirke må gjennomgås for å sikre at laserrammes krav til lasting tilfredsstilles samtidig som gjeldende bestemmelser om lasslengder overholdes.
- Systemet som henter data fra laserramma inn i Skog-Datas system må utvikles videre for å øke effektiviteten og sikkerheten, samt redusere behovet for manuelle tiltak fra målerens side.
- Systemet for hastighetskontroll ved gjennomkjøring av laserramma må kvalitetssikres.
- Det er til nå ikke gjort forsøk med å kombinere laserramme og fotoweb-måling. Det er naturlig å tenke seg en kombinasjon ved å la bilene kjøre gjennom laserramma for volummåling, for så å gjøre en vurdering av kvalitet, snø, is, tendensiøs lasting etc. i ettertid. Dette arbeidet bør igangsettes når man har tilfredsstillende måleresultater for volum fra laserramma.

10.2. Fotoweb-måling.

- Metoden må testes ytterligere for å sikre data fra vinterperioden.
- Det materialet som allerede foreligger kan brukes til å trene målere i å tolke bilder, og til å framskaffe erfaringstall for ulike måleparametre. Det bør lages et opplegg og en plan for kompetansebygging.
- Det må lages gode regler for lessing og framstilling for måling. I tillegg må det kontrolleres at disse reglene følges, og at systematisk feillessing påtales og får konsekvenser for transportøren.
- Det må finnes en tilfredsstillende løsning på leverandørens merking av tømmer.
- Det må gjøres tester av datarutine for transportørens PDA.
- Det må bygges opp en database som inneholder opplysninger om hver enkelt bil og tilhenger, eventuelt knyttet til andre målbare kriterier for å finne bredden på en sikrest mulig måte.
- Krav til måleplasser som skal benytte fotoweb må beskrives.
- Det må utarbeides rutiner for kontroll og kvalitetssikring.
- Det må utarbeides en plan for innføring av fotoweb, og for etablering av en eller flere tolkingssentraler. I planen må inngå ressursbehov og tidsbruk.



Prosjektet "Laser- og fototeknologi i virkesmålingen"

- Spørsmålet om alternativt måleopplegg (backup-rutine) når fotoweb-målingen svikter må avklares. I denne sammenheng må både metoden og behovet avklares så langt som mulig.

Skien/Oslo, 1.12.2008

Måleprinsipp

Målingen skjer ved at tømmerbilen kjører gjennom laserrammen, og laserne samler informasjon om høyde, bredde og lengde pr lag og beregner volumet pr lag. Deretter multipliseres dette med fastmasseprosenten, som programmet har regnet ut og fastvolum pr lag blir utregnet.

Det er lagt inn forskjellige lastningskoeffisienter pr treslag og undergrupper. For eksempel fallende lengder eller standardlengder.

Programvaren regner ut snittdiameter og diameter på trærne i lagene eller de delte lagene.



Lasteinstruksjoner

Mellomrommet må være minimum 15 cm mellom alle lag både på sidene og i midten av lasset.

- Stokker med ulik lengde og diameter skal være jevnt fordelt i laget (både på sidene og i midten).
- Kranen tas ut fra gropen og lasset jevnes ut før måling (kranen legges på midten av lasset).
- Største høyde er 480 cm bakken.
- Hvert sortiment må skilles i forskjellige lag/dellag.
- Minste målbare høyde for et dellag som ligger nederst er 70cm, ellers i lasset er det 30cm.
- Det kan være maksimalt 5 dellag pr hele lag.
- Lass som ikke er lesset iht instruks kan kreves omlesset av måler før måling

Målekriterier- Lengde

Lastning av fallende lengder

Stokker med ulike lengder skal fordeles jevnt i laget, både på sidene og i midten av laget.

Godkjente kombinasjoner av lag

1. Stokker med samme mål i samme lag
2. Nederst 2 lag med 3 m stokker og oppå 1 lag med fallende lengder.
Husk 15cm mellomrom og minimumshøyde 70cm for de nederste lagene.



3. 1 lag med 3 m stokker oppå 1 lag med fallende lengder

Delte lag

1. Delte lag må markeres på målestasjonen før måling med en dellag separator på høyreside av bilen.
2. Dellag separatoren plasseres på bilens støtter, slik at separatorens øvre kant er i flukt med øvre kant på dellaget.

Kranen

1. Kranen må tas bort fra gropen og laget må jevnes ut på toppen.
2. Kranen må ligge oppå tømmeret i samme retning som bilen før måling.
3. Kranen må ikke befinne seg i eller under laget, men så lavt som mulig. Kranens høyde får være maksimalt være 480cm fra bakken.

Støttene

1. Mellomrommet mellom støttene må være minimum 40cm
2. Støttene skal være matte og ikke være sorte.
3. Støttenes tykkelse skal være maksimalt 15cm nederst og 10cm øverst.

Kjørebestemmelser

- Målingen skjer ved 3 sektorlasere og 2 hastighetskamerar som er festet i laserrammen.
 - Kjøringen gjennom laserrammen kan starte når det grønne lyset før laserrammen lyser.
 - Kjørelinjen må være rett og i midten av laserrammen under hele målingen. Et grønt lys etter laserrammen blinker langsomt når måling pågår.
1. Bilen må kjøre jevnt og under 1,5 m/s (ca. 5 km/h) gjennom målerammen.
 2. Når bilen har kjørt gjennom laserammen, begynner det grønne lyset etter laserrammen å blinke hurtigere og maskinen beregner måleresultatet. Ved vellykket måling så lyser det grønt. Om målingen har vært misslykket lyser det rødt.
 3. Når måling pågår må biler som ikke måles stoppe minimum 5 meter fra laserrammen.

Måleplasser og kvantum.

Oversikt over de ulike måleplasser fordelt på innmålt volum er satt opp under.

Måleplasser massevirke.

Sted	Måleplass < 20' m ³	Måleplass 20' - 50' m ³	Måleplass 50' - 150' m ³	Måleplass > 150' m ³	Svensk import m ³
Formofoss			60 000		
Hattfjelldal	17 000				
Holandsvika	10 000				
Auma	10 000				
Skogn				230 000	100 000
Orkanger		35 000			
Surna	6 000				
Surnadal	17 000				
Mandal		50 000			
Vafos				180 000	
Eydehavn	15 000				
Vennesla			65 000		
Porsgrunn			70 000		
Hellefoss					
Follum				500 000	
Lier				550 000	
Norsenga				330 000	
Vestmo				320 000	
Hovemoen				100 000	
Sørli				170 000	
Braskereidfoss				240 000	
Koppang			80 000		
Kasa				90 000	170 000
Opsund				400 000	280 000
Moss				110 000	60 000
Sum	75 000	85 000	275 000	3 220 000	610 000

Måleplasser sagtømmer.

Sted	Måleplass < 20' m ³	Måleplass 20'- 50' m ³	Måleplass 50' – 150' m ³		
Verdal			90 000		
Støren			50 000		
Fossum			130 000		
Bruvoll		45 000			
Vikodden		45 000			
Eidsskog		35 000			
Våler		??			
Gausdal		30 000			
Årbakk	15 000				
Hellenæs		33 000			
Sokna		20 000			
Kirkenær	15 000				
Brandval	15 000				
Sum	45 000	000	270 000		

Styrker og svakheter ved ulike organiseringsformer.

Ulike måter å organisere fototolkningen på har ulike styrker og svakheter. Det er mulig å fotografere og tolke bilder på alle målestasjoner der det måles tømmer, men da vil man ikke dra nytte av den stedsuavhengigheten systemet gir. I dette vedlegget er bare de alternativene som både er tids- og stedsuavhengige omtalt.

1. En tolkningsstasjon i Norge

Styrke:

- Maksimal produktivitetseffekt i målingen.
- God kompetanse på bildetolking, data og teknologi.
- Kompetansen samles på ett sted – god mulighet for vikarer – lav risiko.
- Oppfølging av praktisk-tekniske forhold på måleplass.
- Kontroll – gjennomføring på bilder, alternativ ambulerende kontrollør.
- Effektiv administrasjon.

Svakhet:

- Manglende nærhet til tømmeret.
- Får ikke utnyttet bemanning til andre oppdrag på de forskjellige måleplasser.
- Krever avklaring av funksjoner NVM i dag løses på måleplass der det ikke blir bemannet.
- Desentralisert vedlikehold av teknisk utstyr på måleplass.
- Må håndtere lokale og geografiske variasjoner i tømmeret.
- Lang avstand til måler dersom systemet svikter.

2. Et begrenset antall tolkningsstasjoner i Norge

Styrke:

- God produktivitetseffekt i målingen og andre måleoppgaver.
- Kompetanse på bildetolking, data og teknologi samles på noen få områder.
- Geografisk kompetansespredning.
- Oppfølging av praktisk-tekniske forhold på måleplass.
- Kontroll – gjennomføring på bilder, alternativ ambulerende kontrollør.
- Forholdsvis effektiv administrasjon – krever noe geografisk fordeling.
- Relativt nærhet til tømmer.
- Fagmiljø for måler.

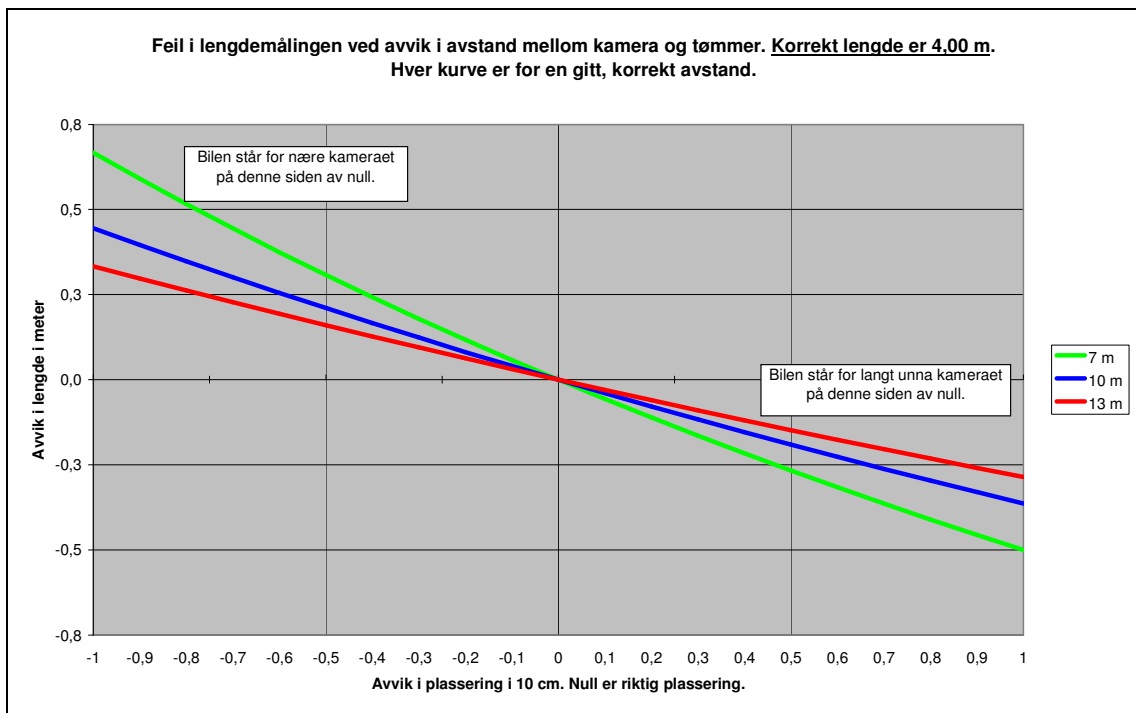
Svakhet:

- Krever avklaring av funksjoner NVM i dag løses på måleplass der det ikke blir bemannet.
- Desentralisert vedlikehold av teknisk utstyr på måleplass.
- Mindre kompetansegrupper.
- Fleksibilitet.

Riktig avstand til kameraer.

Måling på bilder bygger på geometriske beregninger, og det er avgjørende at avstanden mellom kameraene og måleobjektene er riktig i forhold til kalibreringen til enhver tid. Figuren under viser betydningen av feil i avstand når kameraene er kalibrert på henholdsvis 7, 10 og 13 meter. Figuren angir feil i målt lengde ved ulike avvik i plassering. Prinsippet og avviket er det samme for høydemålingen.

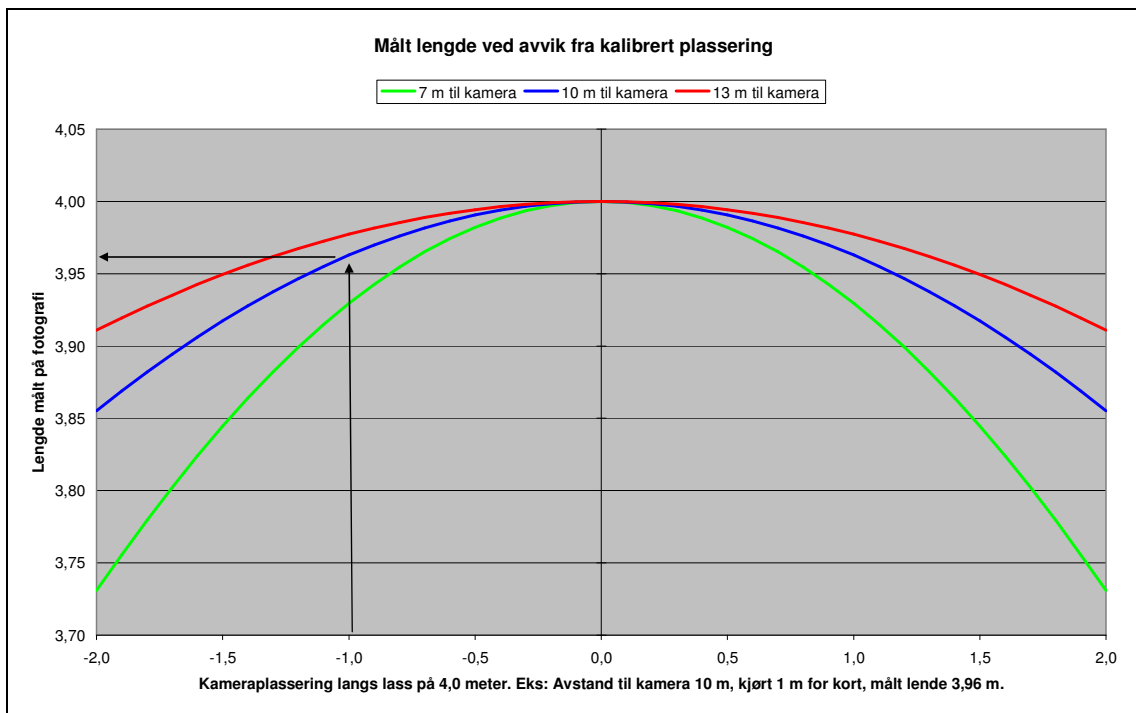
Problemet med riktig plassering kan løses på flere måter. Det mest nærliggende er å sørge for at hver bil kjører inn i et smalest mulig spor, f.eks. ved å sette opp sperrer på sidene. Alternativt kan man sette opp kameraer på begge sider av bilen slik at avvik mellom disse utlikner hverandre. Kameraer på begge sider vil i tillegg gi mer informasjon om lasting, kvalitet etc., og bør vurderes nærmere på store måleplasser.



Riktig plassering i lengderetningen.

Kalibreringen er gjort på lass som står plassert slik at midten på laget kommer mest mulig midt i bildet for hvert lag. Dette vil nødvendigvis variere noe fra bil til bil, men små avvik har liten betydning.

Figuren under viser avvik i måling av lengde dersom bilen stanser feil i forhold til kalibrert plassering, altså kjører for kort eller langt fram. Også her er kalibreringen gjort på 7, 10 og 13 meters avstand mellom bil og kamera.



Skissene under viser prinsippet i denne sammenheng. Kalibreringen er gjort på lass som i eksempel 1. Dersom man måler lengden på lass i eksempel 2, vil lengden bli undervurdert. Det er det samme om bilen har kjørt for kort eller for langt fram.

