



## 3D-UB Volummåling



**Norsk Virkesmåling**

**14.6.2008.**



## INNHOOLD

<b>1. Innledning</b>	3	Klavemåling mot 3D-UB	30
<b>2. Materialet</b>	3	Målepunkt fra toppen	31
Lengdemåling	4	Trendlinjer for gran	33
Diametermåling	4	Uttak av snap-filer fra normal innmåling for å finne minste diameter	34
Metode for barktrekk	4	Målested ved ulike dimensjoner Namsos	35
Svarte stokker	4	Snap-filer fra normal innmåling på Nidarå	35
Mye snø på stokkene	4	Målested ved ulike dimensjoner Nidarå	36
T-tester	4	Test av rammer med plaststokker	36
<b>3. Resultater fra Namsos</b>	4	Mulig korrigering av diametermålingen – eksempel fra Namsos	38
Avvik i diametermålingen	6	Volumberegning ulike metoder	39
Automatisk måling av diameter under bark – 3D-UB	7	<b>6. Konklusjoner</b>	40
Avvik i diametermålingen pr diameterklasse	7	Vedlegg 1. T-test av resultatene	
3D-UB og 3D på bark	10	Vedlegg 2. Figurer.	
Grafisk framstilling av variasjonskoeffisienten	12	Vedlegg 3. Sammenhengen mellom avvik i diameter og volum	
Ovalitet	14	Vedlegg 4. Metoder for barktrekk	
Korting	14	Vedlegg 5. Korting	
<b>4. Resultater fra Nidarå</b>	15	Vedlegg 6. Kommentarer fra Re-maControl	
Gran	15		
Automatisk måling av diameter under bark	17		
Avvikene for 3D-UB	17		
Furu	20		
Avvik i diameter	25		
Ovalitet på Nidarå	26		
<b>5. Repeterbarhetstester</b>	27		
Repeterbarhetstest på Namsos	27		
Repeterbarhetstest 3D-UB	27		
Klavemåling mot 3D-UB	28		
Repeterbarhetstest på Nidarå	29		
Repeterbarhetstest 3D-UB	30		



## 1. Innledning.

I dette notatet er det gitt en beskrivelse av systematikk og resultater fra undersøkelsene som er gjort av 3-dimensjonal måling av diameter ved automatanleggene i Namsos og på Nidarå. Undersøkelsen sammenlikner måling av diameter automatisk under bark (3D-UB), 3D-måling på bark med bruk av barkfunksjon (3D på bark), måling av diameter med ordinær envegsramme og barkfunksjon, og kontrollmåling med klave. Kontrollmåling med klave er definert som fasit i norsk tømmermåling.

Beregningene er gjort på brutto tall, det vil si at målerens avdrag på lengde og/eller diameter er holdt utenom. Volumberegningene er gjort etter vanlige regler i Norge, og er direkte sammenliknbare for alle tall. Kontrollmålingen er gjennomført av regionleder i tilknytning til vanlig metodekontroll. Metodekontrollen er underlagt vanlige regler for normering.

De framstillingene som er gjort og konklusjoner som er trukket i dette notatet bygger på beregning av innsamlet materiale. Resultatene forutsettes å være representative for de stedene som er med i undersøkelsen, og vil bli lagt til grunn også for andre målesteder.

Målerne på Nidarå opplyser at man i perioder har hatt visse driftsmessige problemer med 3D-målingen, men at disse startvanskene er løst. Målerresultatene er ikke påvirket av disse problemene.

Det bemerkes at resultatene i NVMs ordinære metodekontrollrapporter bygger på netto mål etter korting/avdrag for feil som betinger dette. Resultatene fra metodekontrollen kan derfor ikke sammenliknes direkte med resultater i denne rapporten.

## 2. Materialet.

Materialet på Namsos består av 856 kontrollstokker av gran, og materialet på Nidarå av 463 kontrollstokker av gran og 436 kontrollstokker av furu. Stokkene er trukket ut i perioden fra 18. september 2006 til 7. september 2007 på Namsos, og fra 7. august 2006 til 31. august 2007 på Nidarå.

Materialet er gjennomgått av lokalt ansvarlig på de to måleplassene før beregningene er utført slik at tastefeil og andre feil så langt som råd er luket ut.

Der data foreligger bygger beregningene og framstillingene på materialet som er målt 3D-UB, altså der anleggene har målt diameteren direkte under bark. Grunnlaget er angitt i hver enkelt beregning.

Metode for registrering av data er beskrevet i tabellen nedenfor.

	<b>Diameter</b>	<b>Bark</b>	<b>Lengde</b>
<b>Kontrollmåling</b>	Kryssklaving målt i millimeter, middel av største og minste diameter.	Konsekvent fjernet med bark-sag i denne undersøkelsen.	Målt i centimeter, rundet ned til nærmeste desimeter.
<b>Ordinær måling 9000 ramme</b>	Enveismålt i millimeter, vertikalt på stokken.	Barkfunksjon er benyttet som ved ordinær oppgjørsmåling.	Lengden fra kontrollen er brukt.
<b>3D-UB</b>	Aritmetisk gjennomsnitt av 36 diametre målt i millimeter.	Automatisk trekk for bark ved bruk av algoritmer.	Lengden fra kontrollen er brukt.
<b>3D på bark</b>	Aritmetisk gjennomsnitt av 36 diametre målt i millimeter på bark.	Barkfunksjon som ved ordinær oppgjørsmåling.	Lengden fra kontrollen er brukt.

Avrunding og volumberegning av dataene er håndtert likt for de forskjellige målemetodene.

Barkfunksjonene er beskrevet nærmere i vedlegg 4.



## Lengdemåling.

Lengden måles ved hjelp av fotoceller og pulsgiver som er bygd likt for ordinær ramme og 3D-ramme. Lengdemålingen må kalibreres jevnlig, spesielt som følge av slitasje på kjerratene. Forskjeller som er registrert i metodene kan skyldes ulike forhold, men har ingen interesse i denne undersøkelsen. Det vises til vedlagt notat fra RemaControl Norge AS (vedlegg 6).

Det er ikke signifikante forskjeller i lengdemålingen ved metodene, og man har valgt å ta utgangspunkt i den lengden som kontrollmålingen har kommet til for hver enkelt stokk. Volum er beregnet med utgangspunkt i dette, og ved bruk av vanlige regler for beregning av diameter, lengde og avsmaling.

## Diametermåling.

### *Ordinær envegsramme.*

Dataene fra ordinær 9000-ramme er kalt ordinær diameter, ordinær måling eller ordinær ramme, og er målt i millimeter vertikalt på stokken slik den går gjennom ramma. Bark trekkes ved bruk av funksjoner, og måleren angir om det skal trekkes tynn, middels, tykk eller ingen bark.

### *3D-ramme.*

3D-ramma måler diameter på to ulike måter. "3D-UB" måler og beregner diameteren direkte under bark som et middel av 36 diametermålinger rundt stokken på hvert målested. Dette gir en middeldiameter som tar hensyn til ovalitet.

Alternativt måler 3D-ramma diameteren utenpå bark, den er kalt "3D på bark". Også her beregnes diameteren som et middel av 36 diametre. Barken må trekkes ved bruk av funksjoner, jfr. beskrivelsen i vedlegg 4. I denne undersøkelsen er de vanlige barkfunksjonene brukt.

## Metode for barktrekk.

Det er 438 av totalt 856 stokker på Namsos som er målt 3D-UB av 3D-ramma. Figur 3 viser når på året 3D-UB har vært i funksjon på Namsos.

Det er 430 av 463 granstokker og 406 av 436 furustokker på Nidarå som er målt 3D-UB av 3D-ramma. Figur 20 og 28 viser fordelingen av dette materialet på Nidarå.

## Svarte stokker.

Tømmer som ligger under vanning vil med tiden ofte få svart overflate. Dersom slikt tømmer i tillegg er vått ved målingen, har anlegget vanskelig for å fungere 3D-UB. For å bøte på disse problemene dobles eksponeringstiden for hvert kamerabilde, og oppløsningen i lengderetningen halveres uten at målenøyaktigheten reduseres. Det vises til notat fra RemaControl Norge AS i vedlegg 6.

## Mye snø på stokkene.

Snø gir samme refleks på laserlyset som trakeider (vedfiber på barkrein overflate). Anlegget kan kompenkere for dette når det stilles inn på snøfunksjon, det vil da filtrere bort snøen og måle diameteren på bark. Bark må så trekkes ved bruk av barkfunksjoner. Det vises til notat fra RemaControl Norge AS i vedlegg 6.

## T-tester.

Det er gjennomført tester av om middeldiameteren ved ordinær diametermåling, ved 3D-UB, 3D på bark og kontrollmåling er signifikant forskjellige. Testene er nærmere beskrevet i vedlegg 1.

## 3. Resultater fra Namsos.

Som det framgår av tabell 1 er totalt 856 stokker av gran med i materialet fra Namsos. Som lengde er brukt kontrollens lengde for alle stokker, og gjennomsnittet er beregnet aritmetisk. Volumveid gjennomsnittsdiameter er beregnet for alle målemetodene, og inngår i volumberegningen etter vanlige reg-



ler. Gjennomsnittlig volum er totalvolum delt på antall stokker. Avvik i volum mellom ordinær måling og kontroll, og 3D-ramme og kontroll er oppgitt i prosent.

Tallene oppgitt i kolonnen for 3D-ramme gjelder både stokker som er målt 3D-UB, og stokker som er målt 3D på bark med barktrekk ved bruk av barkfunksjon. For seinere tabeller er det oppgitt hvilke data som er med.

Variasjonskoeffisienten for avvik i diameter på ordinær ramme er 3,70 %, og for 3D-ramme 2,94 %. Disse tallene gir oss avviket mellom ordinær ramme og kontroll, og avviket mellom 3D-ramme og kontroll. Lavere variasjonskoeffisient for 3D-ramme enn for ordinær ramme viser at 3D-ramma varierer mindre i forhold til kontrollen enn det den ordinære måleramma gjør.

Tilsvarende er det oppgitt variasjonskoeffisient for volumavvik mellom ordinær ramme og kontroll, og 3D-ramme og kontroll. Variasjonen er mindre mellom 3D-ramme og kontroll enn mellom ordinær ramme og kontroll, dette er som forventet. Variasjonskoeffisienten for volum er tilnærmet dobbelt så stor som for diameter fordi diameteren kvadreres når volumet beregnes.

Tabell 1. <b>GRAN totalt</b>	Antall 856	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
Gjennomsnittlig volumveid diameter		23,08	23,12	23,46
Gjennomsnittlig lengde kontroll		-	-	46,78
Gjennomsnittlig volum		0,2072	0,2063	0,2109
Avvik i volum		-1,76 %	-2,22 %	-
Variasjonskoeffisient avvik diameter		3,70 %	2,94 %	-
Variasjonskoeffisient avvik volum		7,43 %	5,94 %	-

Gjennomsnittlig diameter og volum for alle 856 stokkene er signifikant forskjellig fra kontrollen både ved ordinær måling og ved 3D-ramme.

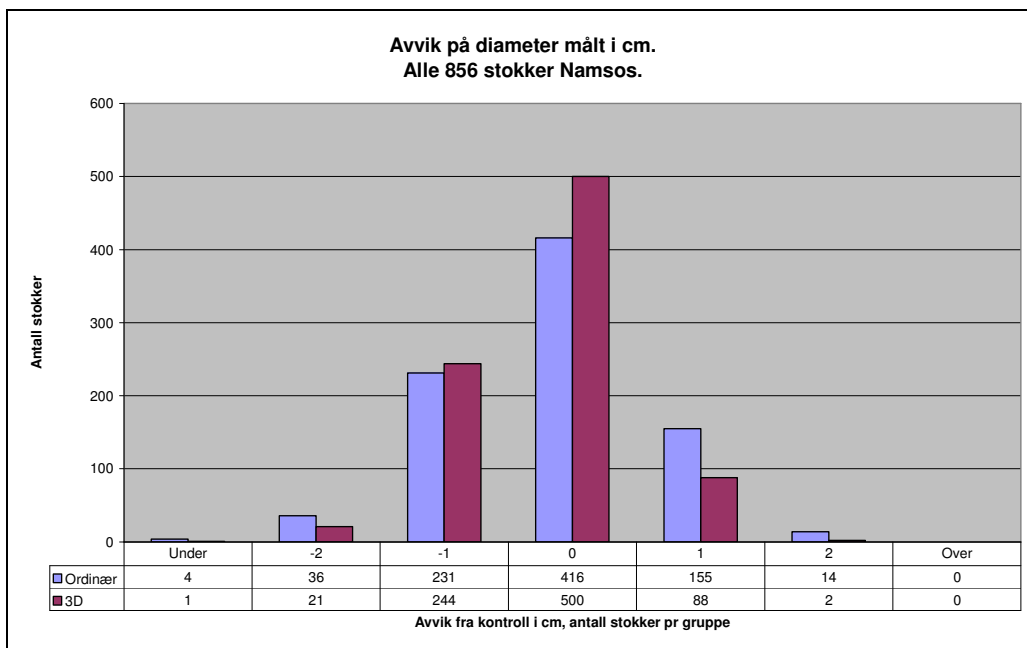
For at 3D-ramma skal måle automatisk under bark (3D-UB), må en tilstrekkelig andel av overflaten være uten bark. Tabellene under viser fordelingen av stokker som er målt 3D-UB, og 3D på bark med bruk av barkfunksjon:

Tabell 2. <b>GRAN 3D-UB</b>	Antall 438	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
Gjennomsnittlig volumveid diameter		23,57	23,70	24,17
Gjennomsnittlig lengde		-	-	47,13
Gjennomsnittlig volum		0,2138	0,2142	0,2208
Avvik i volum		-3,14 %	-2,97 %	-
Variasjonskoeffisient avvik diameter		3,90 %	2,86 %	-
Variasjonskoeffisient avvik volum		7,80 %	5,84 %	-

Tabell 3. <b>GRAN 3D på bark, barkfunksjon</b>	Antall 418	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
Gjennomsnittlig volumveid diameter		22,53	22,47	22,63
Gjennomsnittlig lengde		-	-	46,40
Gjennomsnittlig volum		0,2003	0,1979	0,2006
Avvik i volum		-0,16 %	-1,36 %	-
Variasjonskoeffisient avvik diameter		3,31 %	2,98 %	-
Variasjonskoeffisient avvik volum		6,79 %	5,98 %	-

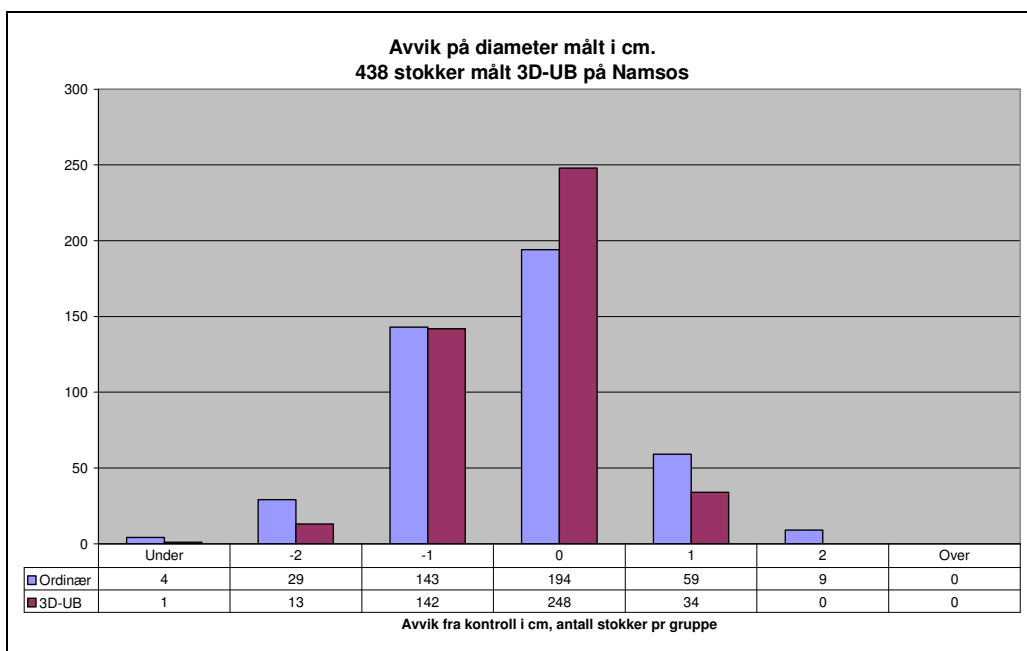
### Avvik i diametermålingen.

Diameteren måles i hele cm-klasser, og måles under bark slik det er beskrevet på side 1 og 2. Avvik mellom metodene er framstilt i figur 1 under, og viser hvordan fordelingen er ved bruk av ordinær ramme og 3D-ramme. For 3D-ramma gjelder resultatene her både 3D-UB og 3D på bark med bruk av barkfunksjon. Hele materialet på 856 stokker er med i figur 1.



Figur 1.

Figur 1 viser avvik i målt diameter for ordinær ramme og 3D-ramme, og angir antall stokker med avvik i cm. 3D-ramma har en litt bedre "treffprosent" på diameter en ordinær ramme. Middeltallene framgår av tabell 1.

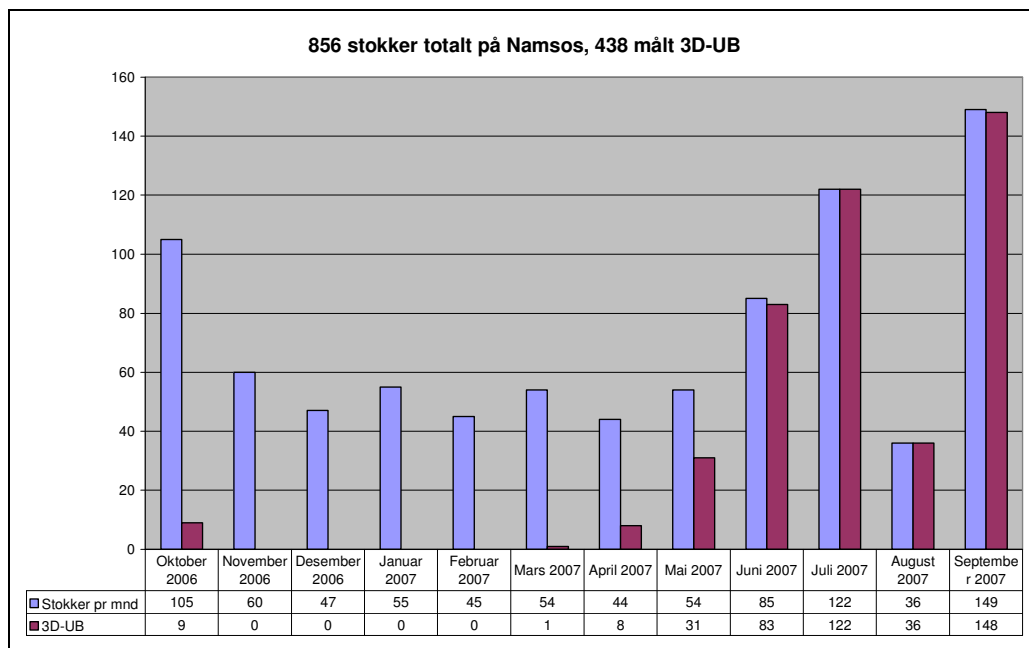


Figur 2.

Figur 2 viser avvik i målt diameter for de stokkene som er målt 3D-UB. Resultatet fra ordinær måleramme gjelder for de samme stokkene. 3D-ramma har en litt mindre spredning enn ordinær ramme.

### Automatisk måling av diameter under bark - 3D-UB.

Automatisk måling av diameter under bark (3D-UB) avhenger av at en tilstrekkelig andel av overflaten på stokken er fri for bark, angitt til å være i størrelsesorden 4 %, jfr. vedlegg 6. Andelen avslitt bark varierer mye gjennom året. Figuren under viser totalt antall stokker pr måned som er med i materialet, samt hvor mange av disse som er målt automatisk under bark.

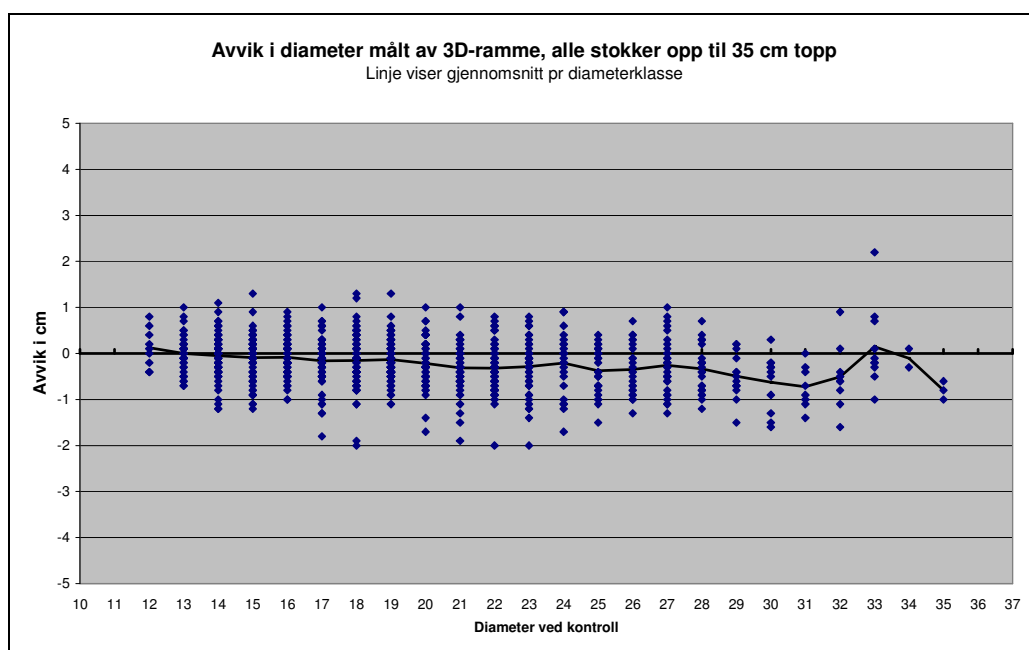


**Figur 3.**

Figur 3 viser når 3D-UB har vært i funksjon. Barken på Namsos er i stor grad intakt på vinteren, og kravet om minst 4 % avslitt bark er ikke oppfylt. I perioder med lite avslitt bark kjøres anlegget slik at diameteren måles 3D på bark, ellers stopper banen for hver stokk som har for lite avslitt bark.

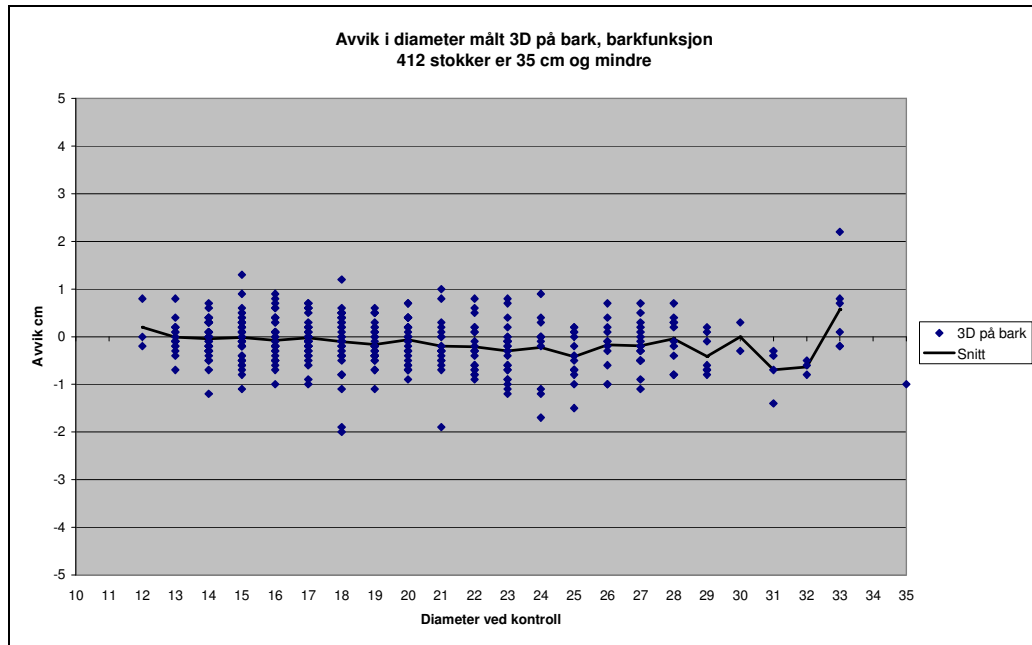
### Avvik i diametermålingen pr diameterklasse.

Diameteren er beregnet i millimeter for å kunne lage grafer som viser spredningen rundt kontrollens resultat for hver klasse. I tillegg til at stokkene er plottet i grafene er middelet for hver diameterklasse beregnet og lagt inn som en linje.



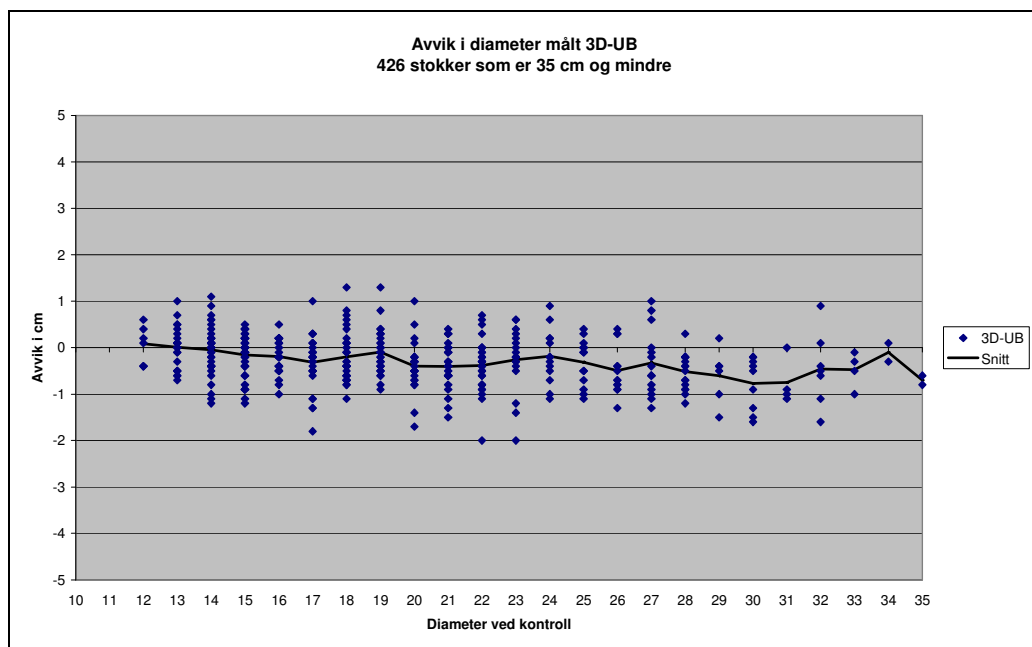
**Figur 4.**

Figur 4 viser fordelingen for alle stokker opp til 35 cm topp med mål fra 3D-ramma. Avvikene er beregnet i millimeter og plottet i dette diagrammet, i tillegg er middelverdien pr diameterklasse beregnet og framstilt som en linje. Snittet er beregnet på avvik i millimeter. Av totalt 856 stokker er 838 35 cm eller mindre i toppmål.



**Figur 5.**

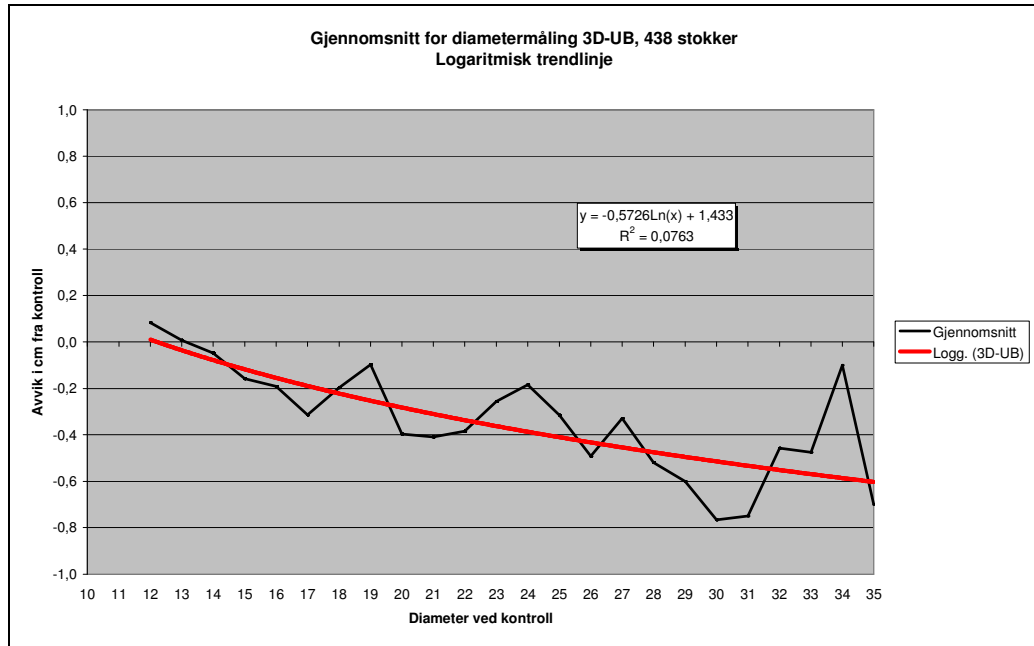
Figur 5 viser spredningen for alle stokker under 35 cm som er målt 3D på bark, og trukket for bark ved barkfunksjon. Av 418 stokker er 412 stk 35 cm eller mindre i toppen.



**Figur 6.**

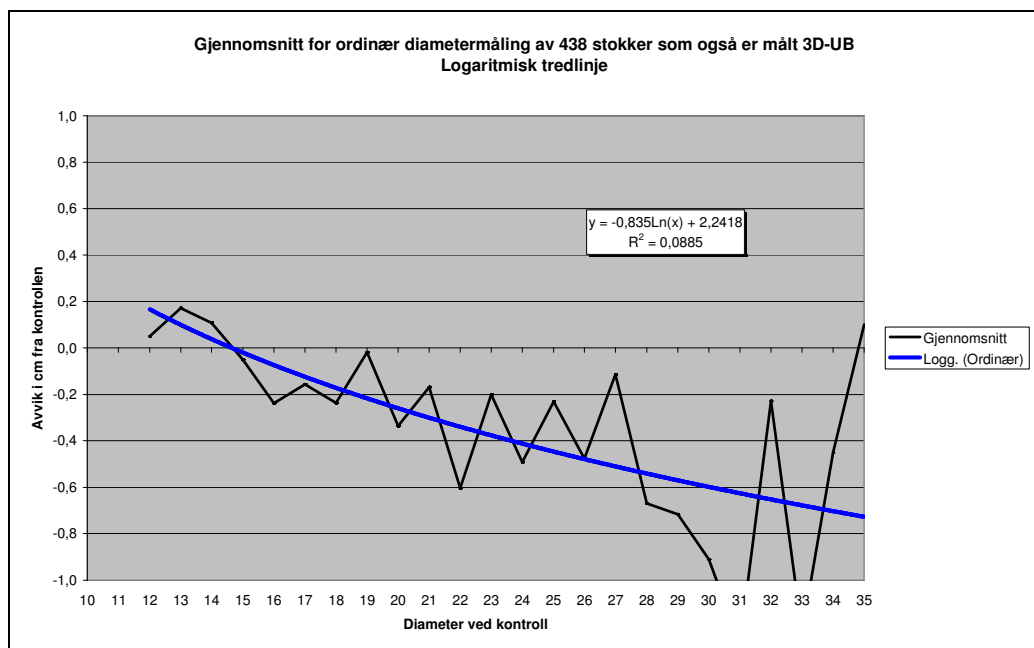
Figur 6 viser spredningen for alle stokker under 35 cm som er målt 3D-UB. Av de 438 stakkene som er målt 3D-UB er 426 stk 35 cm eller mindre i toppen.

Figurene 5 og 6 viser litt ulike tall, men viser samme tendens uavhengig av om man trekker bark ved bruk av funksjon, eller måler direkte under bark ved bruk av 3D-UB.



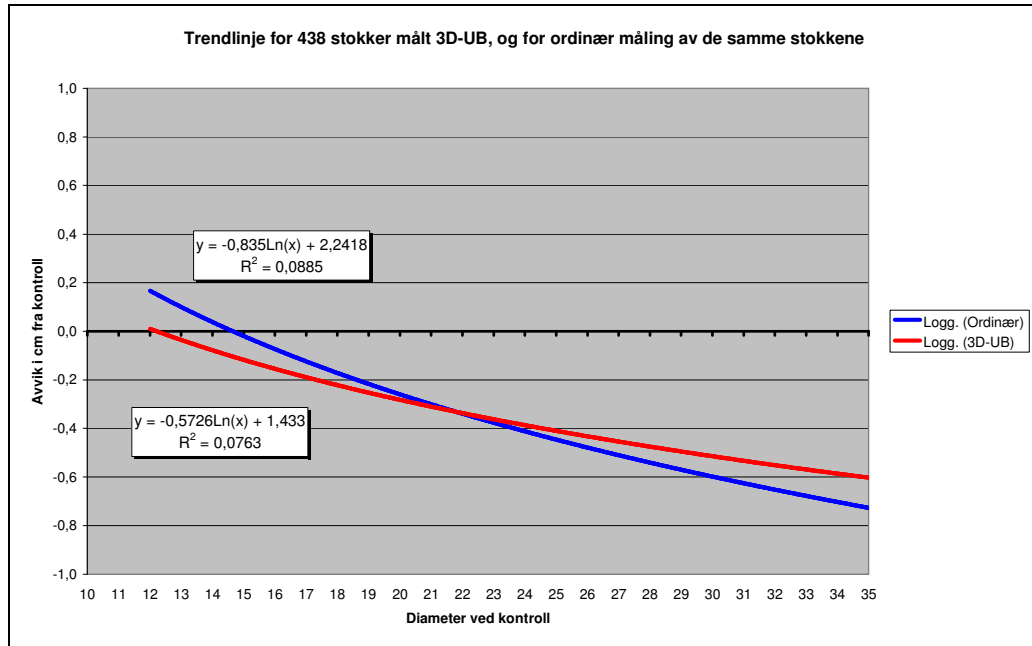
Figur 7.

Figur 7 viser gjennomsnittet for alle stokker under 35 cm som er målt 3D-UB. Den svarte linjen (gjennomsnitt) er den samme som i figur 6, men målestokken er en annen. I tillegg er det lagt inn en logaritmisk trendlinje som er markert med rødt. Formelen og  $R^2$  for denne trendlinjen framgår av ruten inni figuren. Trendlinjen er beregnet på grunnlag av alle 438 stokker.



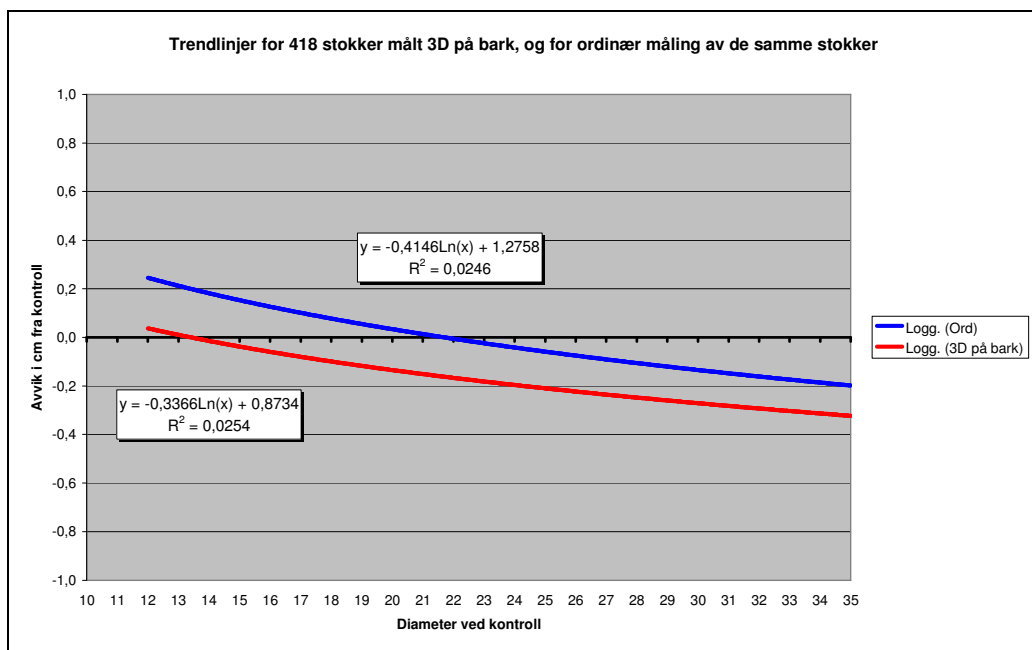
Figur 8.

Figur 8 gjelder for de samme stokkene som i figur 7, men viser gjennomsnittet ved ordinær måling. I tillegg er det lagt inn en logaritmisk trendlinje som er markert med blått. Formelen og  $R^2$  for denne trendlinjen framgår av ruten inni figuren. Trendlinjen er beregnet på grunnlag av alle 438 stokker.



Figur 9.

Figur 9 viser bare trendlinjene i figurene 7 og 8, og viser at tendensen er den samme for 3D-UB og ordinær måling i dette materialet. Materialet er de stokkene som er målt 3D-UB.



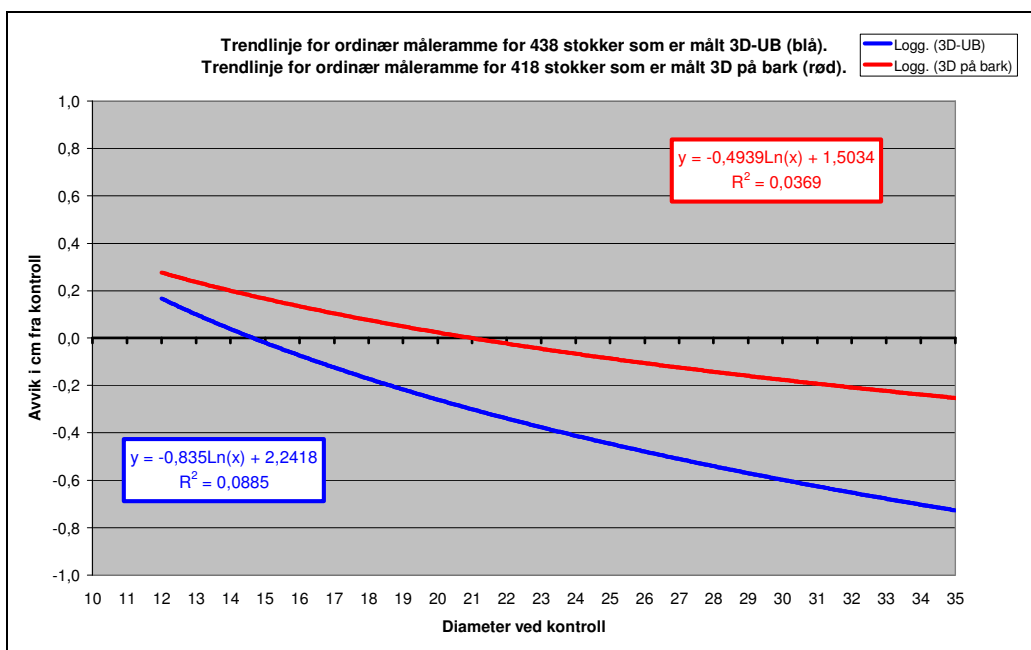
Figur 10.

Figur 10 viser trendlinjene for diameter under bark for stokker som er målt 3D på bark og trukket for bark ved bruk av funksjon. Rød linje viser når diameteren er målt med 3D-ramme, og blå viser når diameteren er målt med ordinær ramme. Figuren viser samme tendens og forløp for metodene, men nivået er forskjellig for ordinær ramme og 3D-ramme.

### 3D-UB og 3D på bark.

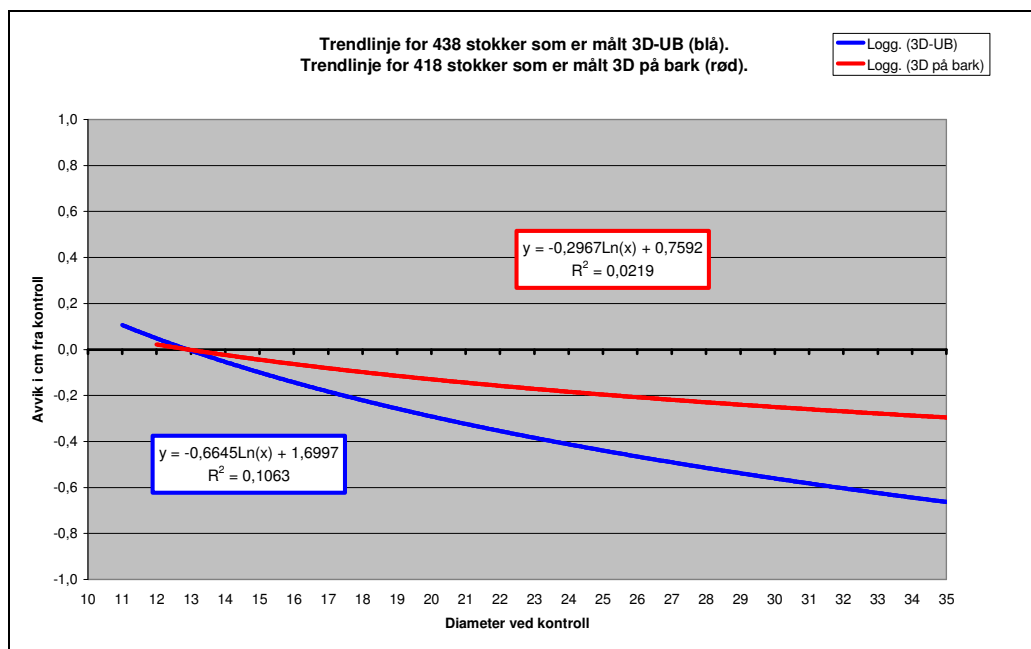
Anlegget forutsetter at minst 4 % av stokken er fri for bark for å måle 3D-UB. Dette er normalt ikke noe problem ved plussgrader, men kan være vanskelig på vinterstid. Når andelen avslitt bark blir for liten på den enkelte stokk, stanser kjerraten og varsler at 3D-UB ikke fungerer. Under forhold da dette skjer ofte, stilles anlegget inn på måling 3D på bark for å opprettholde en tilstrekkelig kontinuerlig drift.

Det er laget grafer som viser hvordan resultatene er når anlegger måler 3D-UB og 3D på bark. Grafene i de to følgende figurene er de samme som i figurene 9 og 10, men gjelder den ordinære måleramme i figur 11, og 3D-ramma i figur 12.



Figur 11.

Figur 11 viser resultatene fra ordinær måleramme. Rød trendlinje viser resultatene for de 418 stokkene som er målt 3D på bark, altså når 3D-UB ikke har vært i bruk på grunn av for lite avslitt bark. Dette skjer normalt på vinteren når barken er frosset, og er kalt "3D på bark" i figuren. Blå trendlinje viser resultatene for 438 stokker som er målt 3D-UB, og er kalt "3D-UB" i figuren.



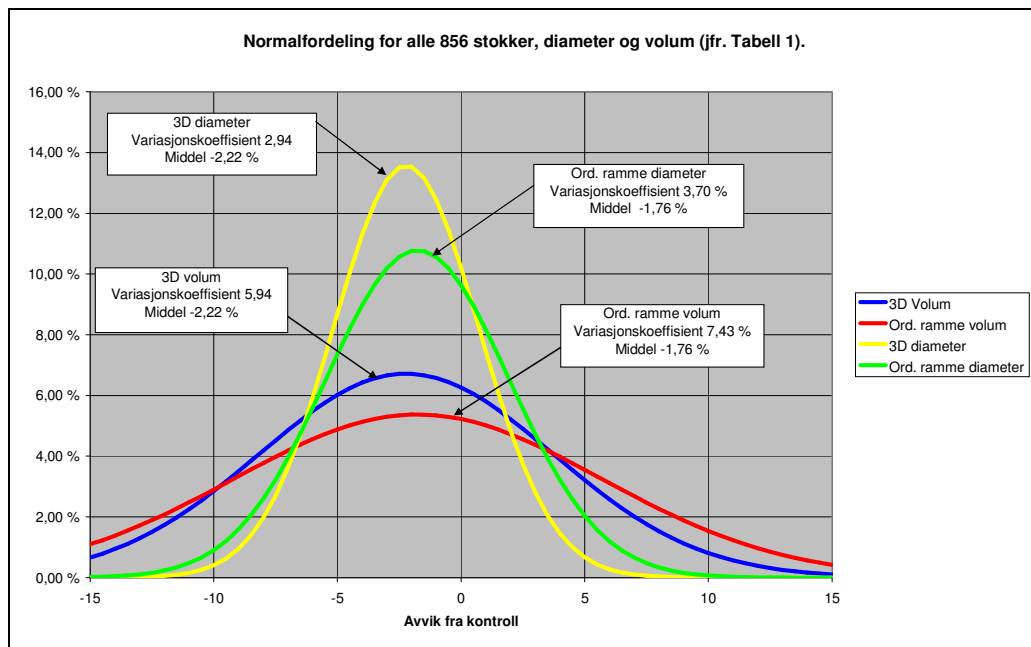
Figur 12.

Figur 12 viser samme forhold som figur 11, men i dette tilfellet for 3D-ramme fordelt på 3D-UB og 3D på bark.

### Grafisk framstilling av variasjonskoeffisienten.

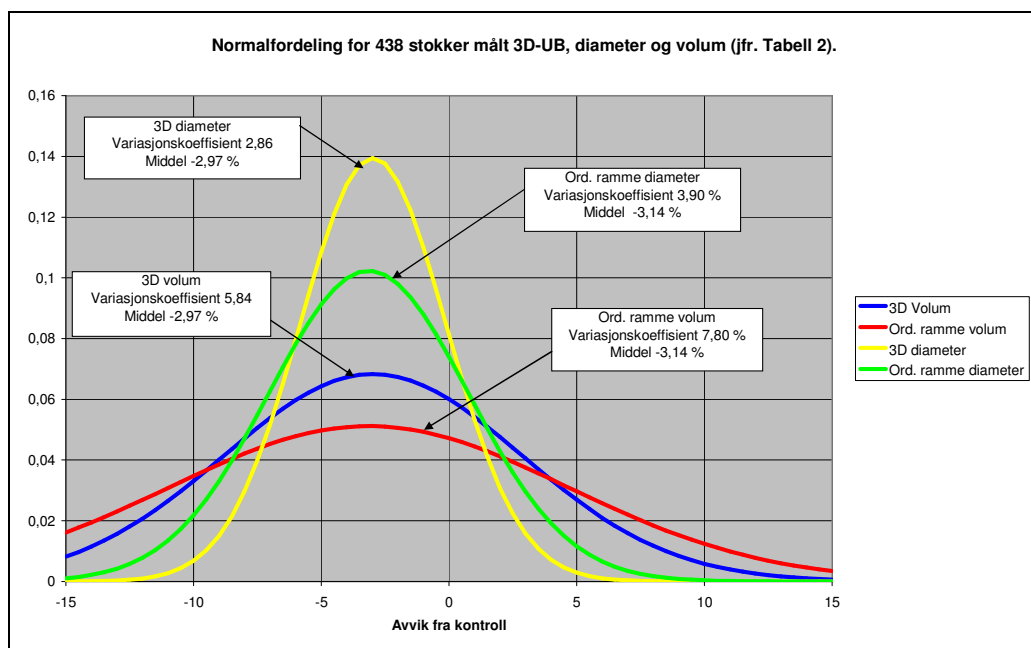
Figur 13 viser variasjonskoeffisientene i tabell 1 framstilt grafisk. I denne figuren forutsettes det at resultatene er normalfordelte, og den bygger dermed på en teoretisk modell. Ordinær måleramme viser et volumavvik på -1,76 %, og grafene for volum og diameter fra denne ramma er lagt med dette avviket. For 3D-ramma er avviket -2,22 %, og grafene er lagt slik.

Figurene 13, 14, 15 og 16 forutsetter at resultatene er normalfordelt.



Figur 13.

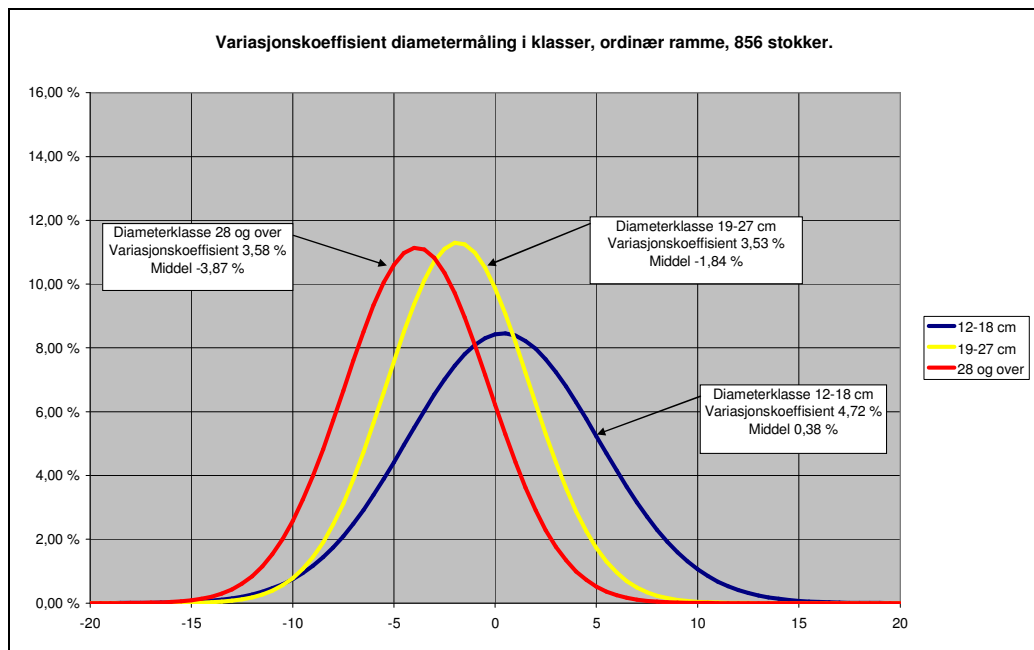
Figur 14 viser variasjonskoeffisientene i tabell 2 framstilt grafisk, og gjelder 438 stikker målt 3D-UB på Namsos. Ordinær måleramme viser et volumavvik på -3,14 %, og grafene for volum og diameter fra denne ramma er lagt med dette avviket. For 3D-ramma er avviket -2,97 %, og grafene er lagt slik.



Figur 14.

Fordelingen slik den er framstilt i figurene 13 og 14 kan beregnes for hver diameterklasse, men materialet er ikke så stort at dette vil illustrere sammenhengene entydig. Derimot er materialet delt inn i

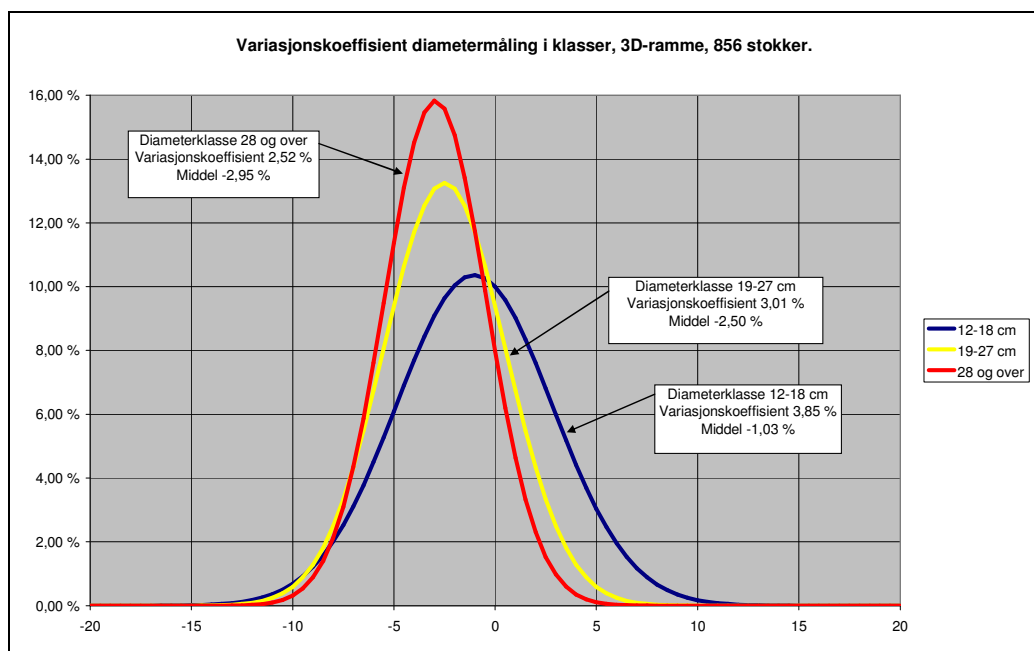
klassene 12-18 cm, 19-27 cm, og 28 cm og større. Kurvene for disse klassene ligger ulikt plassert i forhold til 0-avvik slik at over- eller undervurdering av diameteren framkommer. Kurvens form er også noe forskjellig i ulike diameterklasser.



Figur 15.

Figur 15 viser variasjonskoeffisienten for klassene 12-18 cm, 19-27 cm og 28 cm og større. Variasjonskoeffisienten og middelet er angitt i tekstboksene i figuren. Framstillingen gjelder alle 856 stokker på Namsos, og måleresultatene for diameter fra ordinær måleramme.

Resultatene viser at diameterklassene 12-18 cm er overvurdert 0,38 %, at diameterklassene 19-27 cm er undervurdert 1,84 %, og at diametre 28 cm og større er undervurdert 3,87 %. Dette samsvarer med tendensen i figurene 4 til 10.



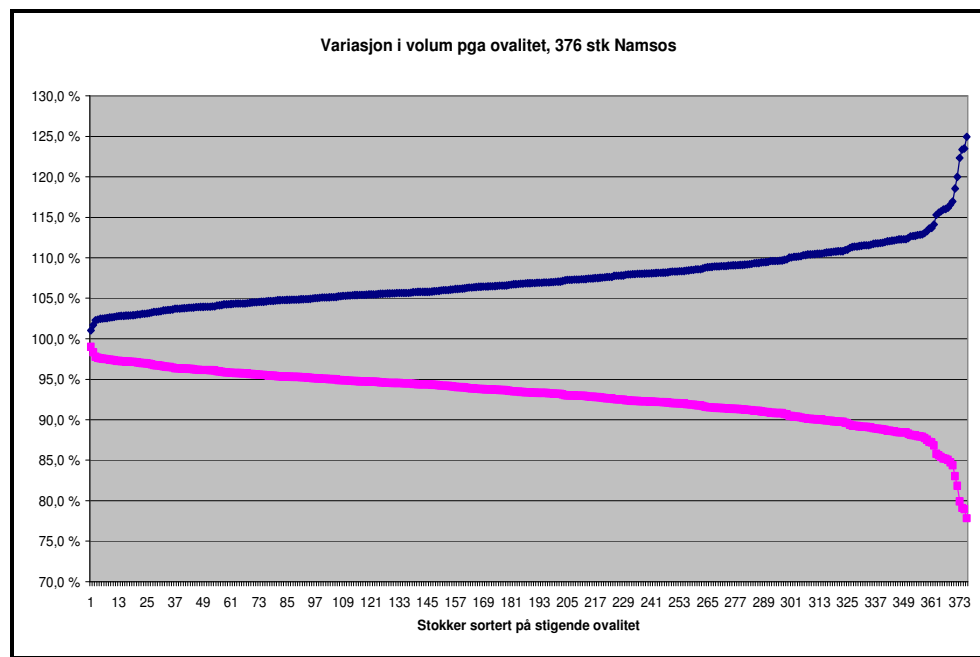
Figur 16.

Figur 16 viser på samme måte som figur 15 variasjonskoeffisienten for klassene 12-18 cm, 19-27 cm og 28 cm og større. Også her gjelder framstillingen alle 856 stokker på Namsos, men måleresultatene er for diameter fra 3D-ramma. Tallene gjelder både 3D-UB og 3D på bark med bruk av barkfunksjon.

### Ovalitet.

Ovalitet er målt på 376 stokker på Namsos. Målingen er gjennomført ved å oppsøke minste diameter på målestedet i toppen av stokken, for så i tillegg å måle diameteren vinkelrett på denne.

Ovaliteten er i gjennomsnitt 13,2 millimeter, eller 6,4 % i materialet fra Namsos. Største (breikant) og minste (smalkant) volum er beregnet og summert på alle 376 stakkene, og avviket er på hele 15,2 %. Systematisk tillegging av tømmeret med hensyn til ovaliteten vil kunne medføre betydelige avvik i volumfastsettelsen.



Figur 17.

Figur 17 viser den variasjon i volum man kan få som følge av ovalitet. Beregningene er gjort for alle 376 stakkene i materialet. Volumet er beregnet på middels diameter i millimeter (100%), og på største diameter (mørk blå kurve), og minste diameter (rosa kurve). I denne figuren er materialet sortert på avvik i prosent med økende avvik mot høyre i figuren.

Ovaliteten er større i Namsos enn på Nidarå.

### Korting.

Korting/avdrag på diameter og/eller lengde er ikke tatt med i beregningene i denne undersøkelsen. For likevel å få et inntrykk av hvilken betydning korting har, er det gjort en separat beregning av dette for alle 856 stokker på Namsos. Denne beregningen viser at målerens korting reduserer volumet med 0,18 %, mens kontrollens korting reduserer volumet med 1,09 %. Dette er nærmere omtalt i vedlegg 5.



## 4. Resultater fra Nidarå.

### GRAN.

Resultatene fra Nidarå er beregnet for gran og furu hver for seg, og framstilt pr treslag. Materialet utgjøres av kontrollstokkene i den aktuelle perioden.

Tallene i de følgende tabeller er framstilt på samme måte som for Namsos, og beskrivelsen tidligere i dette notatet kan legges til grunn.

Tabell 4. Antall <b>463</b>	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
<b>GRAN totalt</b>			
Gjennomsnittlig volumveid diameter	22,16	22,29	22,48
Gjennomsnittlig lengde kontroll	-	-	48,57
Gjennomsnittlig volum	0,2064	0,2080	0,2109
Avvik i volum	-2,14 %	-1,37 %	-
Variasjonskoeffisient avvik diameter	3,38 %	3,23 %	-
Variasjonskoeffisient avvik volum	6,53 %	6,54 %	-

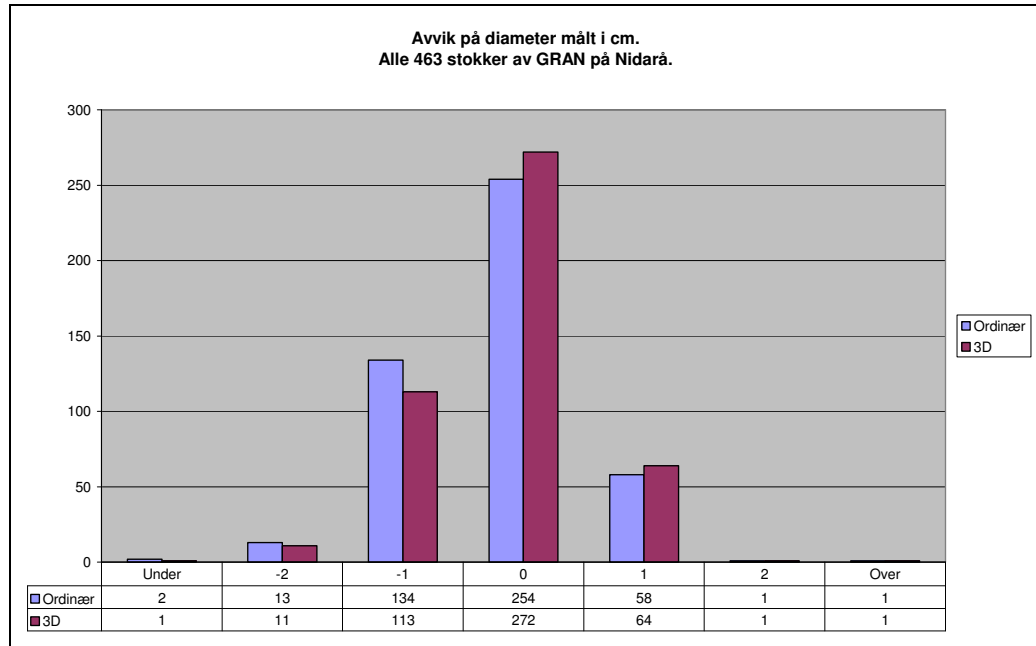
Det er skilt mellom 3D-UB og 3D på bark med barkfunksjon. Materialet ser slik ut:

Tabell 5. Antall <b>430</b>	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
<b>GRAN 3D-UB</b>			
Gjennomsnittlig volumveid diameter	22,06	22,21	22,38
Gjennomsnittlig lengde kontroll	-	-	48,56
Gjennomsnittlig volum	0,2048	0,2066	0,2093
Avvik i volum	-2,14 %	-1,29 %	-
Variasjonskoeffisient avvik diameter	3,41 %	3,23 %	-
Variasjonskoeffisient avvik volum	6,54 %	6,53 %	-

Tabell 6. Antall <b>33</b>	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
<b>GRAN 3D på bark, barkfunksjon</b>			
Gjennomsnittlig volumveid diameter	23,35	23,26	23,66
Gjennomsnittlig lengde	-	-	48,70
Gjennomsnittlig volum	0,2266	0,2262	0,2316
Avvik i volum	-2,15 %	-2,34 %	0

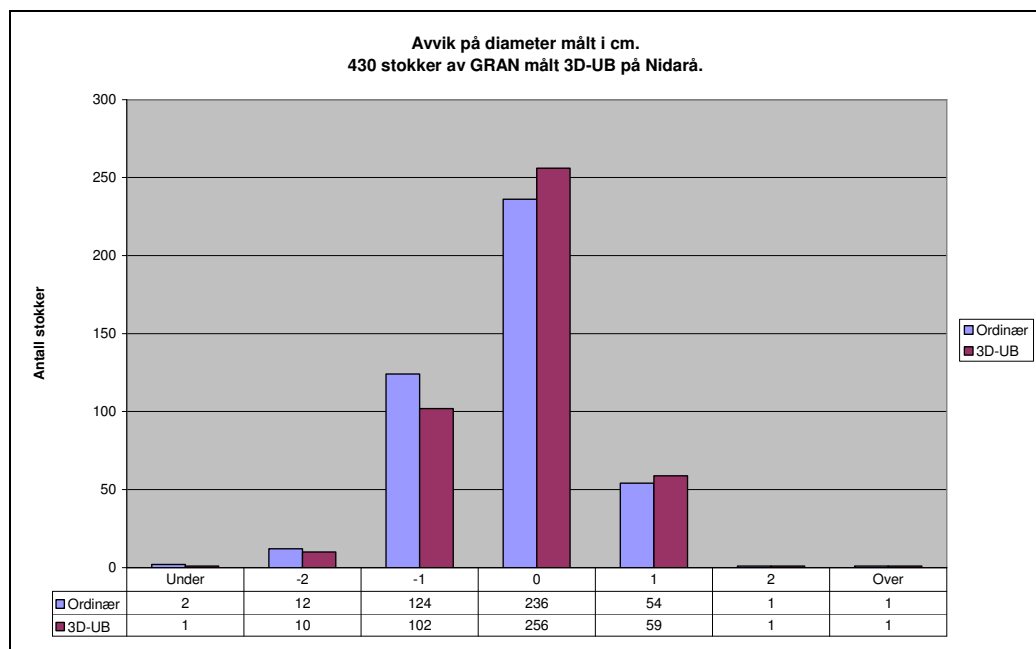
Antall stokker som er målt 3D på bark er så lite at variasjonskoeffisientene ikke er beregnet.

Avvik i diametermålingen er beregnet på samme måte som for Namsos.



**Figur 18.**

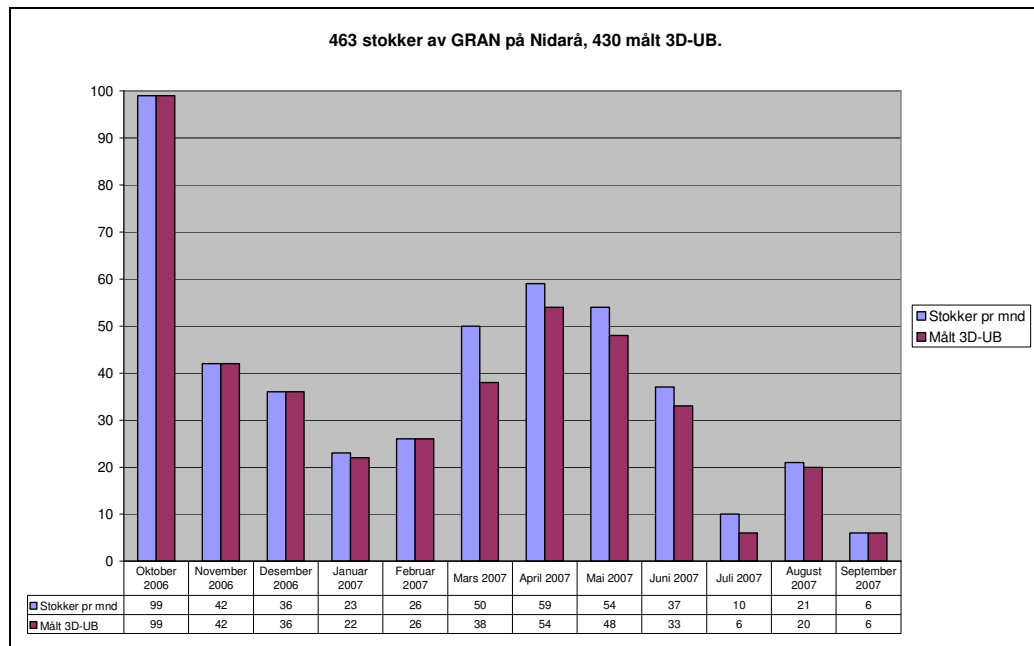
Figur 18 viser avvik mellom kontroll, ordinær måling og 3D-ramme for diameter på gran på Nidarå. Det er ikke klare forskjeller mellom metodene, men 3D-ramma gir en fordeling som er en aning bedre enn ordinær måleramme.



**Figur 19.**

Avvik mellom kontrollmåling, ordinær måling og 3D-måling for de stakkene av gran som er målt 3D-UB. Materialet utgjør 430 stokker, jfr. tabell 5.

## Automatisk måling av diameter under bark.

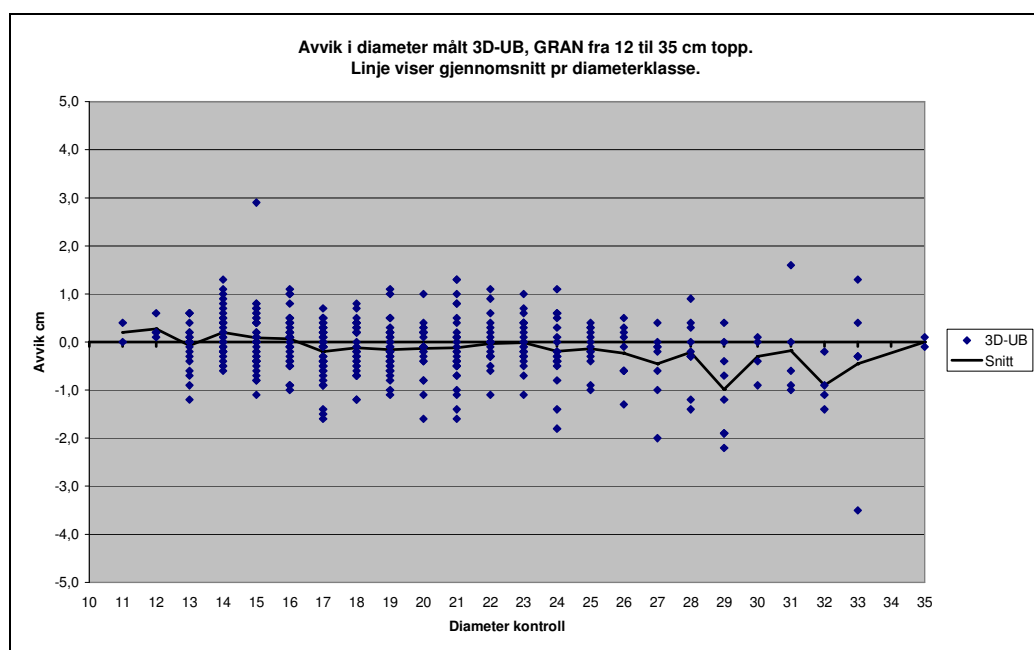


**Figur 20.**

Figur 20 viser antall kontrollstokker av gran pr måned, og hvor mange som er målt 3D-UB. Som det framgår av figuren er et stort antall av stokkene målt automatisk under bark, totalt 430 av 463. Materialet tyder ikke på at behovet for måling på bark og bruk av barkfunksjon er like stort på Nidarå som på Namsos.

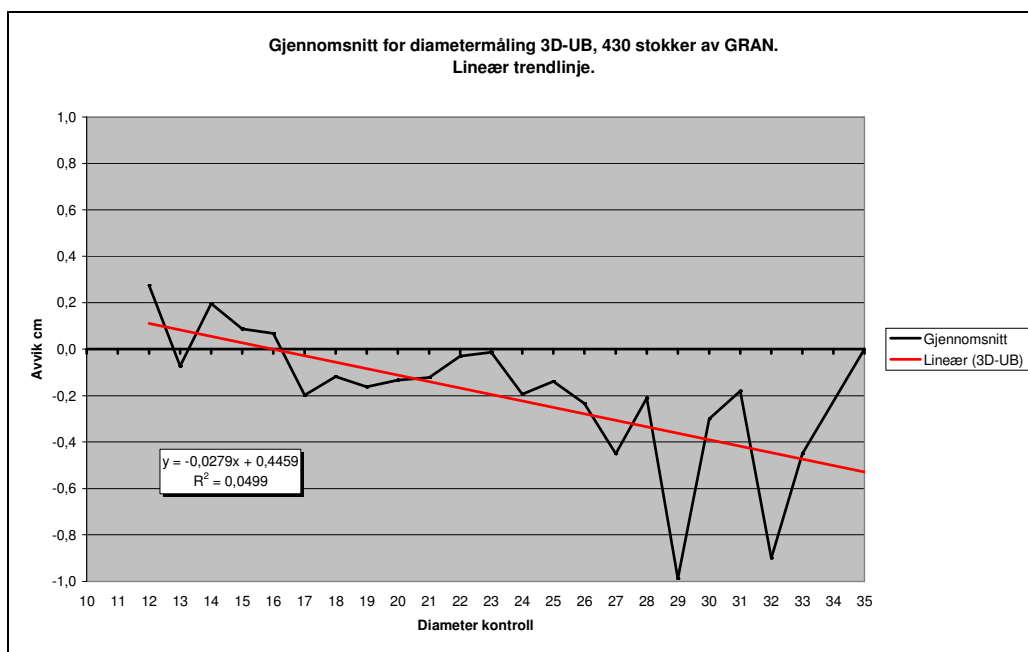
### Avvikene for 3D-UB.

De fleste kontrollstokkene på Nidarå er målt automatisk under bark (3D-UB), jfr. figur 20. Dette materialet er analysert nærmere, og viser samme tendens som for materialet totalt. De 33 stokkene som er målt på bark og trukket for bark ved bruk av barkfunksjon er så få at de ikke er framstilt grafisk.



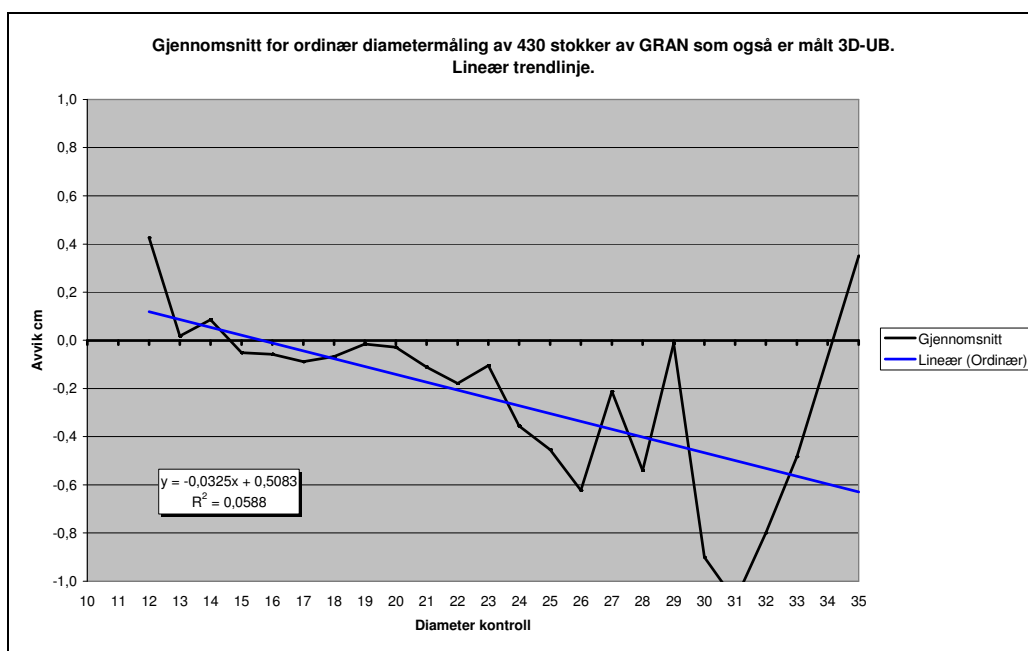
**Figur 21.**

Figur 21 viser spredningen for alle stokker av gran mellom 12 og 35 cm som er målt 3D-UB. Enkeltstokkene er plottet inn i diagrammet, og det er i tillegg lagt inn en linje som viser gjennomsnittet for hver diameterklasse. Som det framgår av figuren er det noen få stokker i materialet som viser unormalt stort avvik mellom kontrollen og 3D-UB, men disse er kontrollert av måleren på stedet uten av feil er konstatert. Enkeltstokker påvirker resultatene relativt lite i et såpass stort materiale som vi opererer med her.



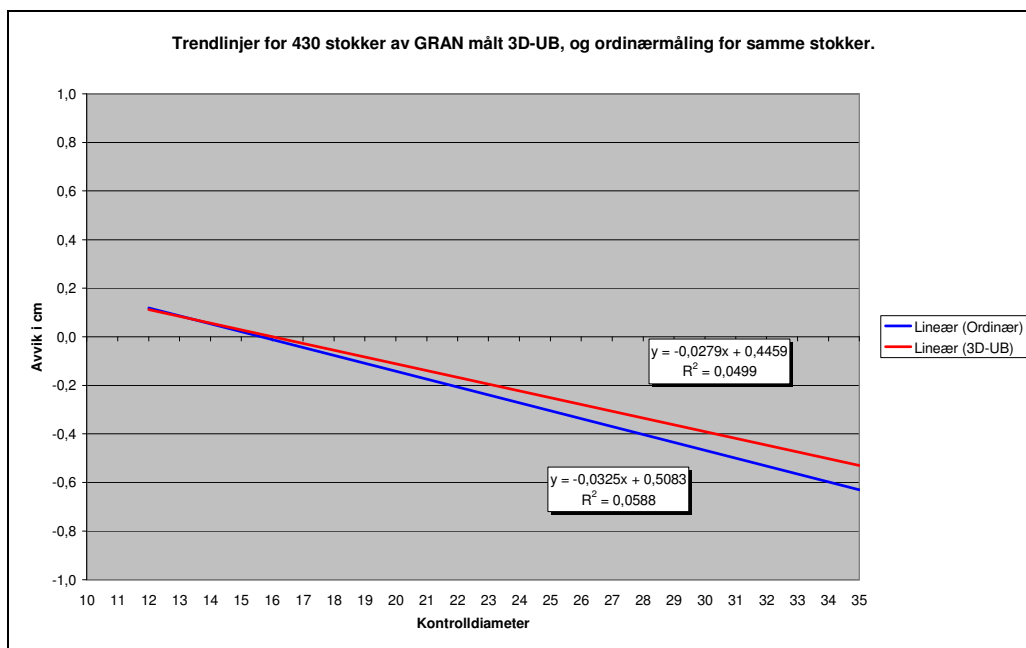
Figur 22.

Figur 22 viser forløpet av gjennomsnittet for diametermålingen 3D-UB for gran på Nidarå som er den samme som i figur 21. Det er her lagt inn en lineær trendlinje. Trendlinjen bygger på alle 430 observasjonene i materialet.



Figur 23.

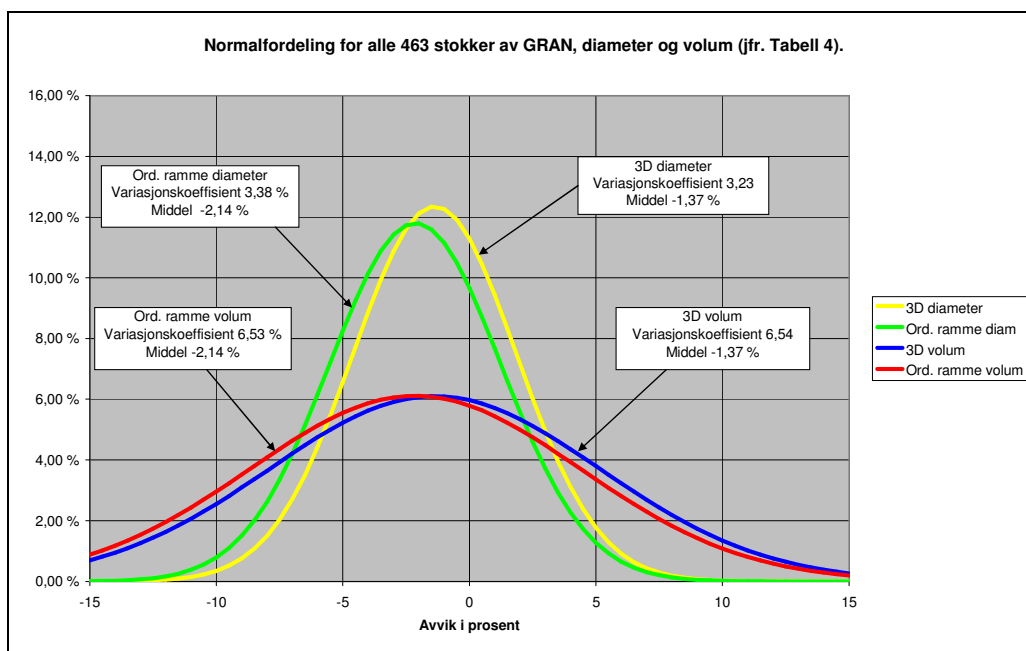
Figur 23 viser forløpet av gjennomsnittet fra ordinær måleramme for de granstokkene som også er målt 3D-UB på Nidarå. Trendlinja er beregnet på grunnlag av alle de 430 samme stokkene, og er li-nær.



Figur 24.

Figur 24 viser trendlinjene i figurene 22 og 23. Disse viser samme tendens.

Materialet viser ikke store forskjeller mellom målemetodene på Nidarå, men det tyder på at variasjonskoeffisienten for diametermålingen er lavere for 3D-ramme enn ordinær ramme. Disse variasjonskoeffisientene kan framstilles grafisk som en normalfordeling, dette er gjort i figur 25.



Figur 25.

Tabell 4 viser at variasjonskoeffisienten for volum er 6,66 % for ordinær ramme, og 6,68 % for 3D-ramme. Disse ser svært like ut, men er forskjøvet i forhold til hverandre på grunn av ulike gjennomsnitt.



## FURU.

Resultatene fra Nidarå er beregnet for gran og furu hver for seg, og framstilt pr treslag. Materialet utgjøres av kontrollstokkene i den aktuelle perioden.

Tallene og figurene i det følgende er i hovedsak de samme som for gran, men beskrivelser som er felles for begge treslag er i noen grad forenklet for furu.

Tabell 7. Antall <b>436</b>	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
<b>FURU totalt</b>			
Gjennomsnittlig volumveid diameter	22,87	22,66	23,29
Gjennomsnittlig lengde kontroll	-	-	44,88
Gjennomsnittlig volum	0,2049	0,2017	0,2118
Avvik i volum	-3,30 %	-4,77 %	-
Variasjonskoeffisient avvik diameter	3,50 %	3,48 %	-
Variasjonskoeffisient avvik volum	6,51 %	6,34 %	-

Tabell 7 inneholder resultatene for alle 436 kontrollstokker av furu på Nidarå.

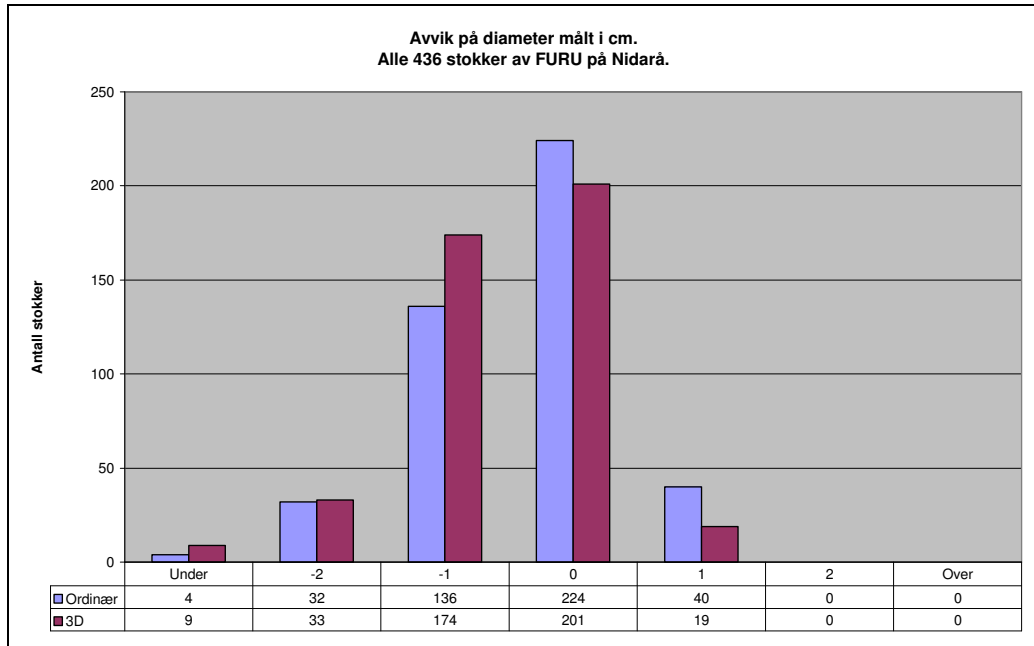
Tabell 8. Antall <b>406</b>	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
<b>FURU 3D-UB</b>			
Gjennomsnittlig volumveid diameter	22,85	22,63	23,27
Gjennomsnittlig lengde kontroll	-	-	44,92
Gjennomsnittlig volum	0,2045	0,2013	0,2115
Avvik i volum	-3,31 %	-4,80 %	-
Variasjonskoeffisient avvik diameter	3,57 %	3,54 %	-
Variasjonskoeffisient avvik volum	6,64 %	6,44 %	-

Tabell 8 viser resultatene for de 406 stokkene på Nidarå som er målt 3D-UB.

Tabell 9. Antall <b>30</b>	Ordinær ramme	3D-ramme	Kontroll
<b>FURU 3D på bark, barkfunksjon</b>			
Gjennomsnittlig diameter	23,26	23,13	23,60
Gjennomsnittlig lengde	-	-	44,33
Gjennomsnittlig volum	0,2101	0,2074	0,2171
Avvik i volum	-3,19 %	-4,43 %	0

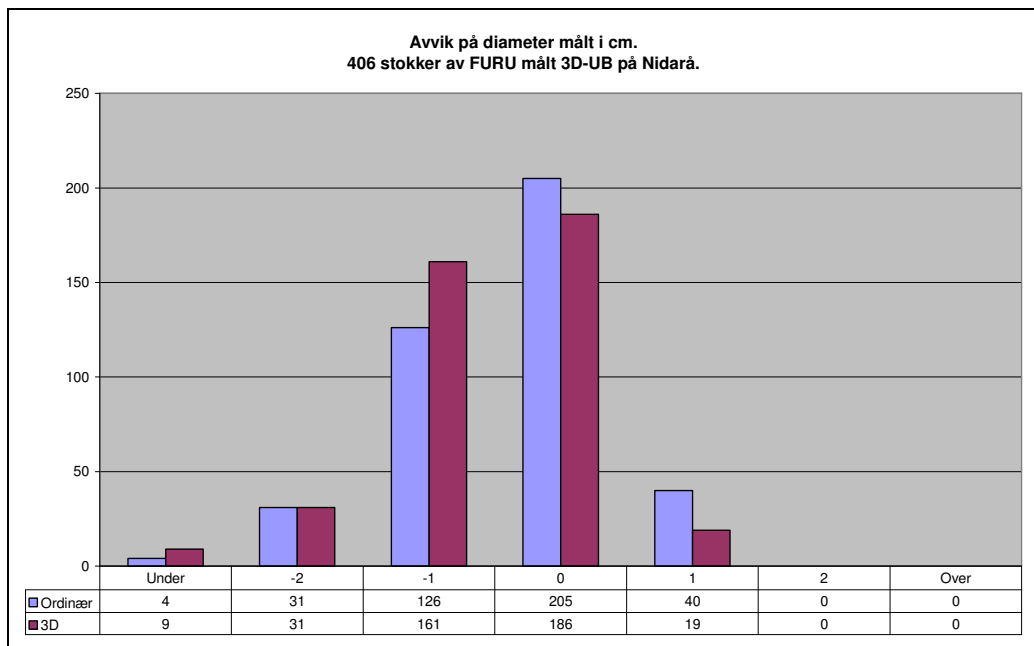
Tabell 9 viser resultatene for de 30 kontrollstokkene på Nidarå som er målt på bark og trukket for bark ved bruk av barkfunksjon. Antallet stokker er så lite at variasjonskoeffisientene ikke er beregnet.

Tallene i tabell 7 viser at variasjonskoeffisientene for furu er i samme størrelsesorden som for gran. Dette er framstilt grafisk i figur 34.



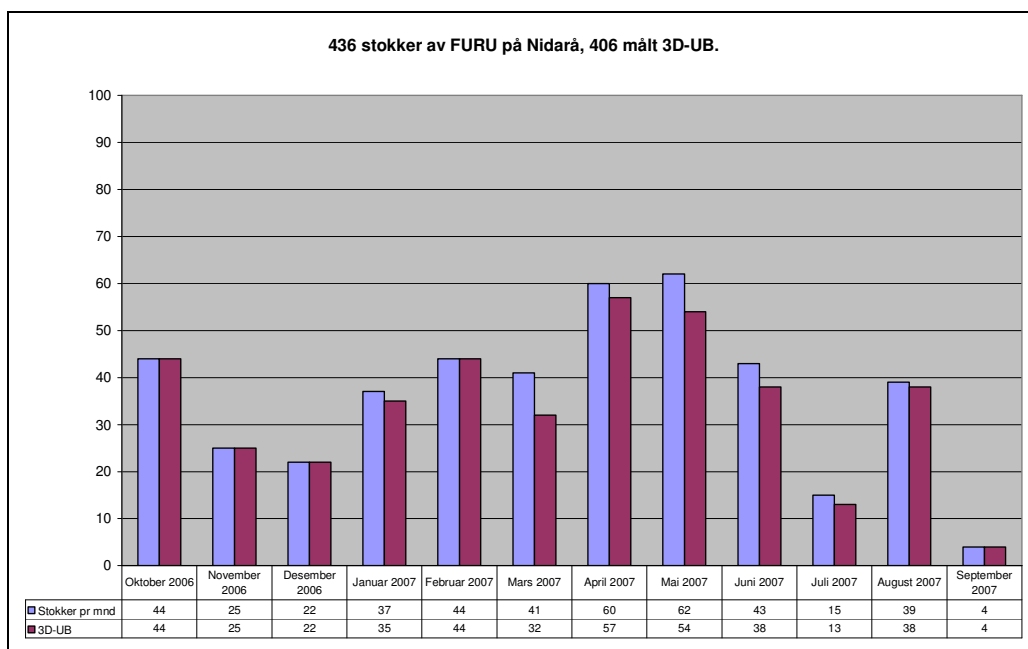
**Figur 26.**

Figur 26 viser avvik mellom kontroll, ordinær måling og 3D-måling for alle kontrollstokkene av furu på Nidarå.



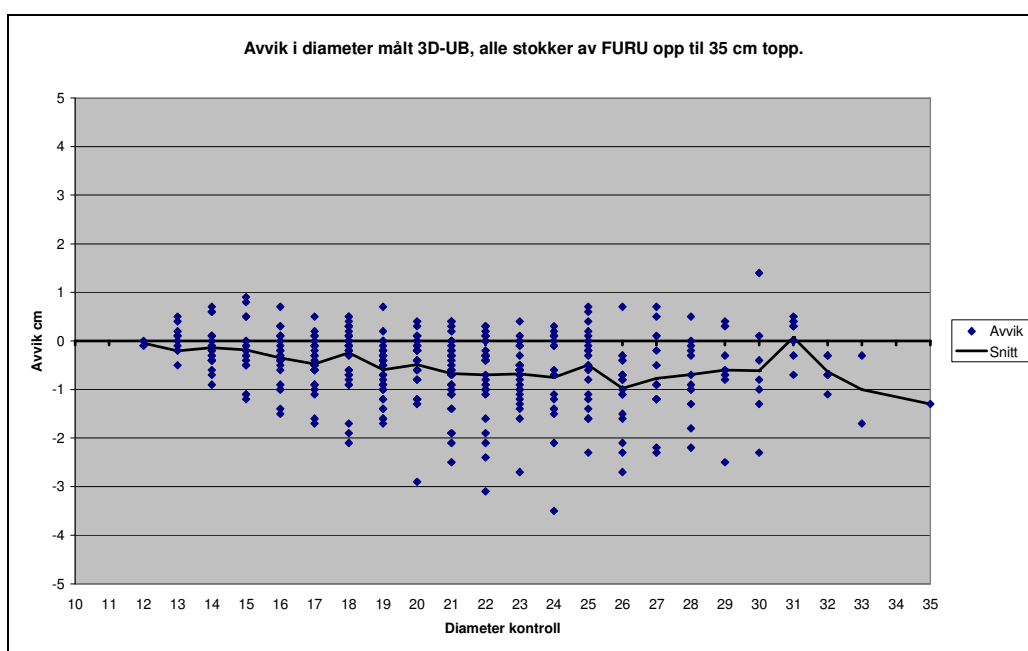
**Figur 27.**

Figur 27 viser avvik mellom kontroll, ordinær og 3D-UB for de stokkene som er målt 3D-UB.



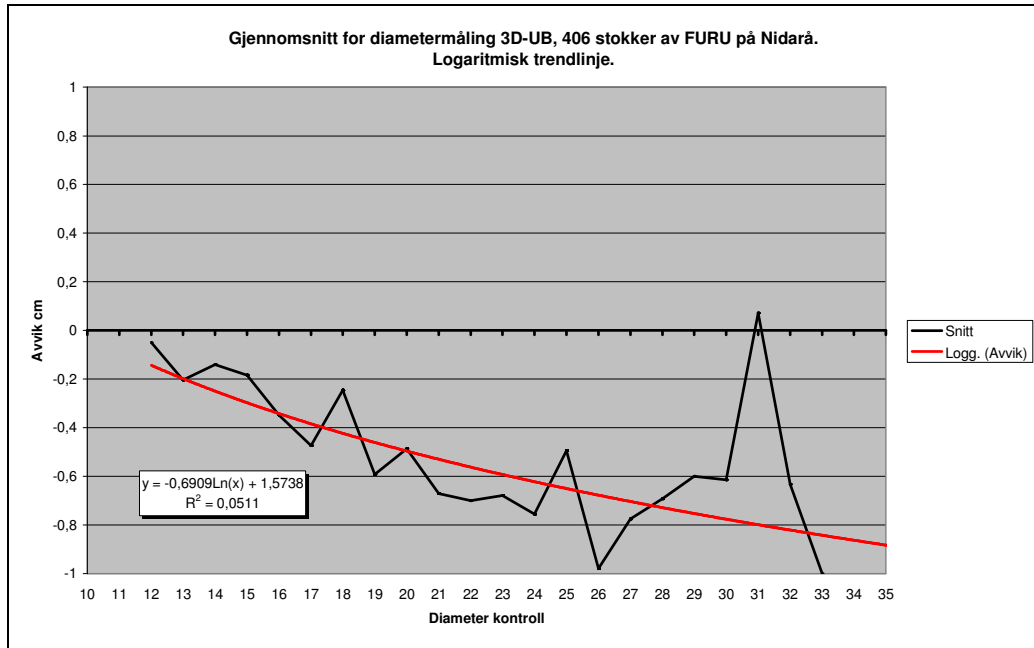
**Figur 28.**

Figur 28 viser antall kontrollstokker av furu pr måned, og hvor mange som er målt 3D-UB. Det er totalt 406 av 436 stokker som er målt 3D-UB.



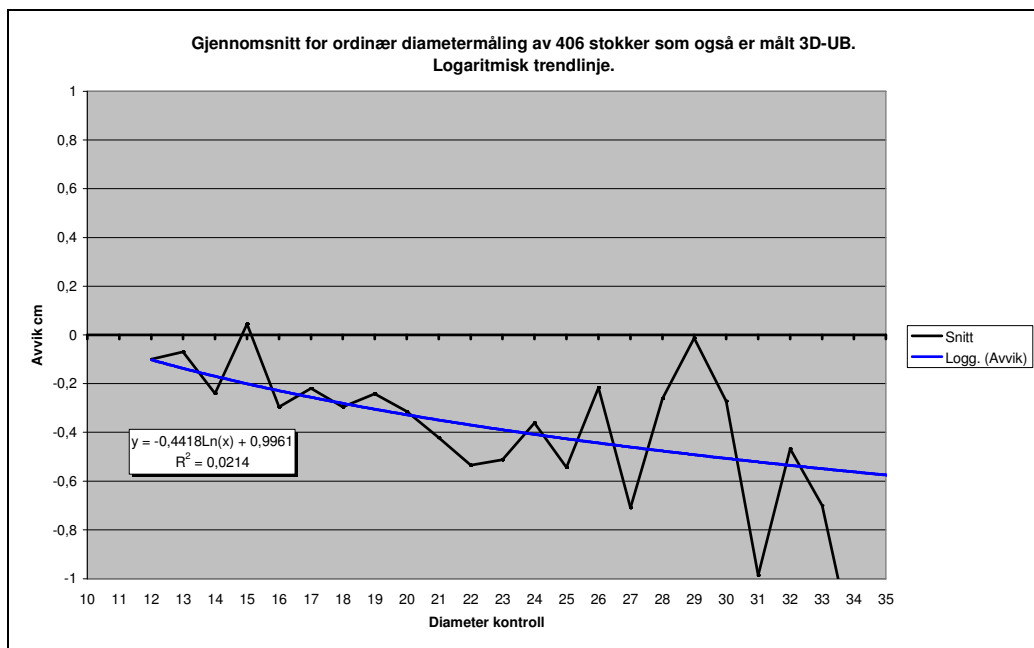
**Figur 29.**

Figur 29 viser spredningen for alle stokker av furu mellom 12 og 35 cm som er målt 3D-UB. Enkeltstokkene er plottet inn i diagrammet, og det er i tillegg lagt inn en linje som viser gjennomsnittet for hver diameterklasse.



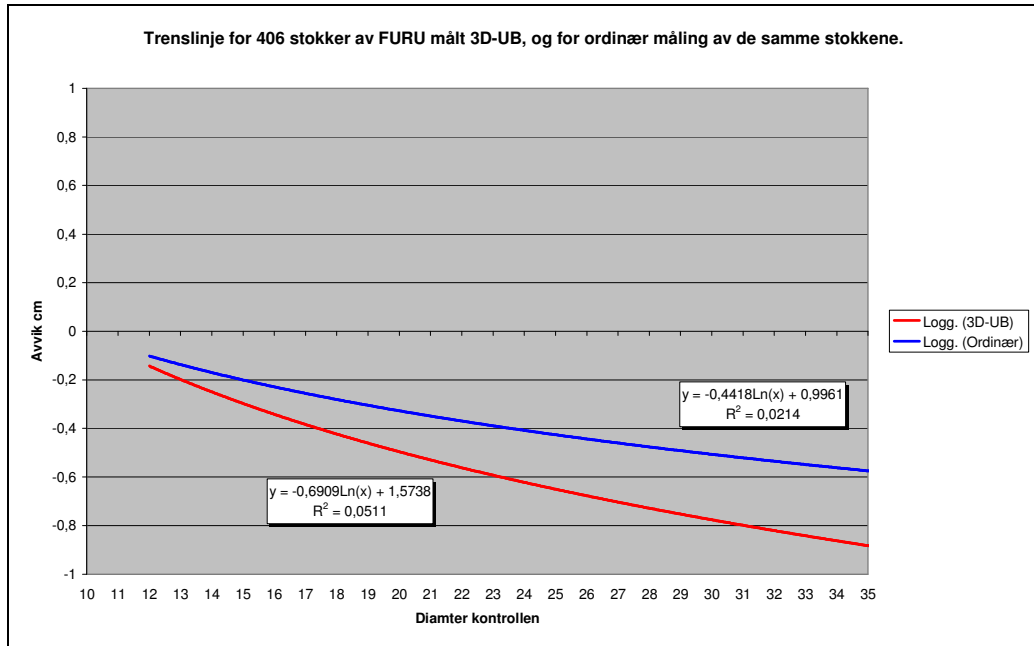
**Figur 30.**

Figur 30 viser forløpet av gjennomsnittet for diametermålingen 3D-UB for furu på Nidarå. Det er her lagt inn en logaritmisk trendlinje. Trendlinjen bygger på alle 406 observasjonene i materialet.



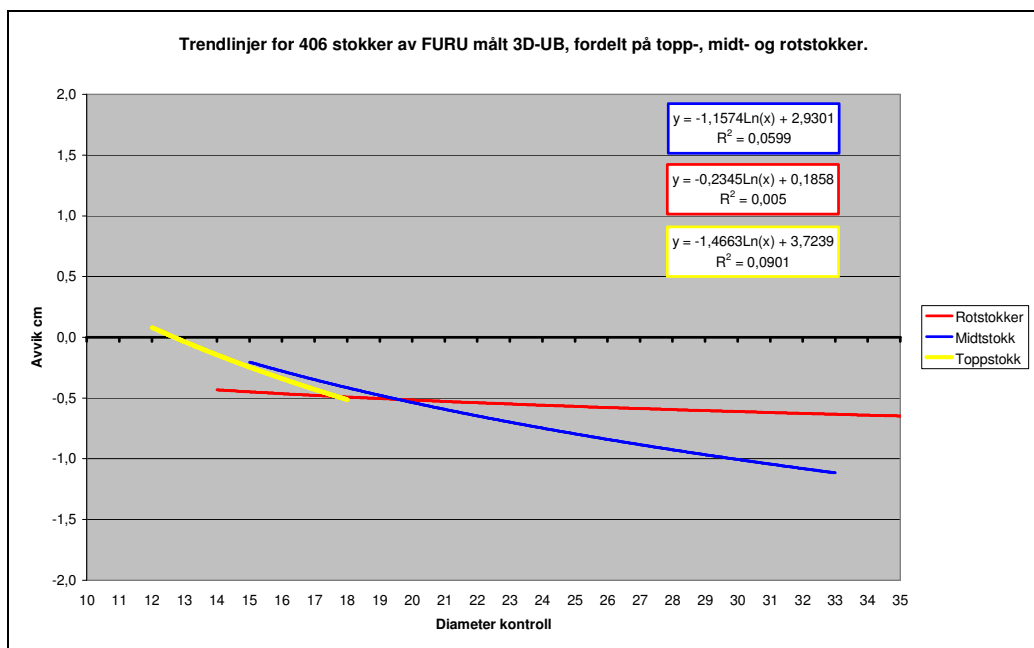
**Figur 31.**

Figur 31 viser forløpet av gjennomsnittet for diametermålingen fra ordinær ramme av de samme stokkene som er målt 3D-UB, jfr. figur 30. Det er her lagt inn en logaritmisk trendlinje. Trendlinjen bygger på alle 406 observasjonene i materialet.



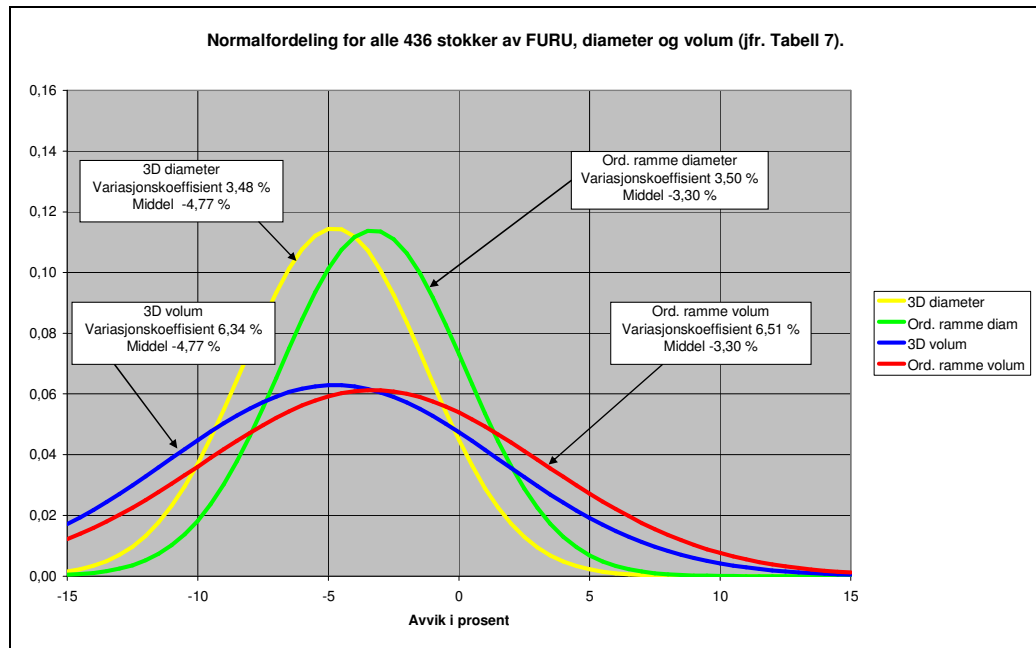
Figur 32.

Figur 32 viser trendlinjene i figurene 30 og 31. Disse viser samme tendens til økende undervurdering med økende diameter.



Figur 33.

Figur 33 viser trendlinjene for de stokkene av furu på Nidarå som er målt 3D-UB fordelt på toppstokker, midtstokker og rotstokker. Totalt er materialet i denne figuren 406 stokker, hvorav 65 er toppstokker, 174 er midtstokker og 167 er rotstokker.



**Figur 34.**

Tabell 7 viser at variasjonskoeffisienten for volum er 6,51 % for ordinær ramme, og 6,34 % for 3D-ramme. Disse er på tilnærmet samme nivå, men har ulikt gjennomsnitt. Variasjonskoeffisienten for diameter er 3,50 % for ordinær ramme, og 3,48 % for 3D-ramme. Disse variasjonskoeffisientene og middeltallene er lagt inn som normalfordelingskurver i figur 34.

### Avvik i diameter.

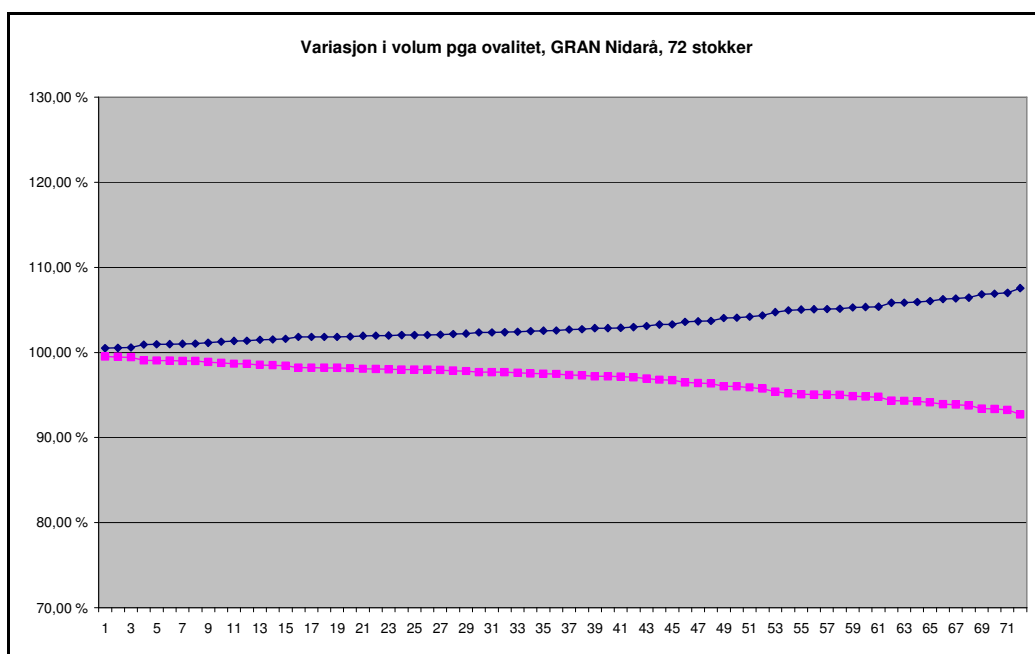
Avvik i diametermålingen slår ut på volumet på en måte som avhenger av stokkens diameter. En underverdning på 1 millimeter slår mer ut i prosent på volumet på en liten stokk enn på en stor. Lengden påvirker også dette, men i liten grad. Forholdet er framstilt grafisk i vedlegg 3.

## Ovalitet på Nidarå.

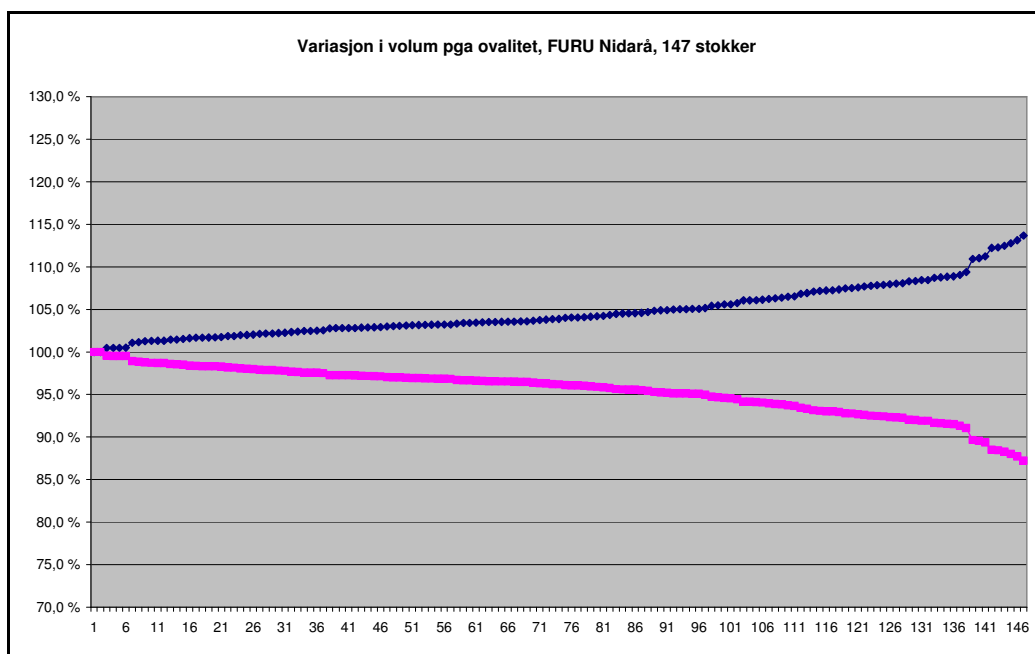
Ovalitet er målt på 72 stokker av gran, og 147 stokker av furu på Nidarå. Målingen er gjennomført ved å oppsøke minste diameter på målestedet i toppen av stokken, for så i tillegg å måle diameteren vinkelrett på denne.

For gran er ovaliteten i gjennomsnitt 7,4 millimeter, eller 3,6 %. Når disse stokkene volumberegnes på største og minste diameter kan volumavviket summeres opp til 7,2 % totalt.

For furu er ovaliteten i gjennomsnitt 13,7 millimeter, eller 5,1 %. Grovt tømmer er overrepresentert i denne delen av undersøkelsen fordi det ble tatt ut noen grove stokker av furu i tillegg til kontrollstokkene for å øke dette materialet. Disse ble også brukt til måling av ovalitet på Nidarå. Avviket mellom største og minste volum er i summert opp til 10,5 %.



Figur 35.



Figur 36.

Figur 35 viser 72 stokker av gran volumberegnet på størst og minste diameter. Figur 36 viser det samme for 147 stokker av furu. Beregningene og framstillingen er gjort som for materialet fra Namsos.



## 5. Repeterbarhetstester.

I forbindelse med prøvemålingene er det reist spørsmål ved målenøyaktigheten ved ulike metoder sammenliknet med hverandre. Det er snakk om relativt små ulikheter mellom metodene, men likevel så store at de gjør viktige utslag på volum- og verdiberegningen dersom de er systematiske. Et avvik på 1 mm utgjør i underkant av 1 % avvik på volum for en stokk med toppmål 20 cm.

### Repeterbarhetstest på Namsos.

Det er gjennomført en repeterbarhetstest av anlegget på Namsos. Testen har gått ut på å plukke ut 50 stokker som er målt flere ganger. Stokkene er plukket fra ulike diameterklasser, og er målt gjentatte ganger av regionleder og over anlegget.

Stokkene ble lagt ut på underlag, og barken ble fjernet med barksag i hele stokkens omkrets 10 cm fra stokkens toppende. Deretter ble stokkene målt med klave ved at største og minste diameter ble oppsøkt på hver enkelt stokk. Målene ble tatt i millimeter, og målingene ble gjennomført i løpet av en dag. Stokkene ble rullet mellom de to første målingene, og ellers målt i ulik rekkefølge fra gang til gang. Muligheten for å huske resultatene for den enkelte stokk er liten ved dette opplegget.

Målingene med klave ble gjort 5 ganger. I tillegg ble diameteren målt med klave en 6. gang, men da med registrering av horisontal og vertikal diameter slik stokkene lå under målingen. Dette ble gjort for å se om man fikk noe avvik mellom denne metoden og diameter når minste og største diameter oppsøkes. Målingen viste ubetydelige avvik mellom diameter som middel av horisontal og vertikal måling, og middel av største og minste diameter. Denne 6. målingen er ikke med i beregningen som ligger bak tabell 10.

Standardavvik i millimeter er beregnet for minste diameter, største diameter og middeldiameter for alle stokkene. Resultatene er slik:

Tabell 10.	Minste standardavvik	Største standardavvik	Middel
Minste diameter	0,00 mm	4,53 mm	<b>1,49 mm</b>
Største diameter	0,00 mm	5,32 mm	<b>1,53 mm</b>
Middeldiameter	0,00 mm	2,46 mm	<b>1,07 mm</b>

Et minste standardavvik på 0,00 mm viser at alle målingene er like. Dette skjedde 3 ganger for største diameter, og 1 gang for minste diameter. I ett tilfelle var middeldiameteren lik i alle 5 målingene, men dette var uten at alle minste og største diametre var like.

Største standardavvik ble registrert som nokså tydelige avvik fra det normale. Dette kan skyldes flere forhold, f.eks. feilavlesing, gjensittende kvist, bark og lignende.

Standardavvik for diametermålingen (middeldiameter) er 1,07 mm. Dette utgjør en variasjonskoeffisient på 0,48 % på diameteren i dette materialet, og 0,87 % på volumet. Disse tallene kan sammenliknes med resultatene i tabell 1 og tilsvarende tabeller. I denne repeterbarhetstesten viser det seg at måleren har lavere variasjonskoeffisient for diameter, og dermed volum, enn både ordinær måleramme og 3D-ramme. Det er dermed vanskelig å se for seg en metode som gir sikrere diameterfastsettelse enn klavemåling. Dette forutsetter at barken fjernes på en tilfredsstillende måte, at klaven er kontrollert/kalibrert, og at måleren gjør en nøyaktig jobb.

Det må understrekes at denne repeterbarhetstesten ble målt under bark, og 10 cm fra stokkens toppende. Momentet med skjønnsmessig barktrekk, og minste diameter lenger inn på stokken enn 10 cm fra toppen er ikke med. Dermed er disse målingene ikke uttrykk for kontrollmåling i sin alminnelighet.

### Repeterbarhetstest 3D-UB.

De 50 samme stokkene som ble målt med klave flere ganger ble også kjørt over anlegget og målt 3D-UB flere ganger. Beregning av denne testen framgår av tabell 11. Av disse 50 stokkene var det en

stokk som ble sendt til feil lomme under første sortering, så materialet fra repeterbarhetstesten for automatanlegget inneholder 49 stokker. Dette har ingen betydning for resultatene av testen.

Tabell 11.	Minste standardavvik	Største standardavvik	Middel
Middeldiameter	0,53 mm	3,13 mm	1,63 mm

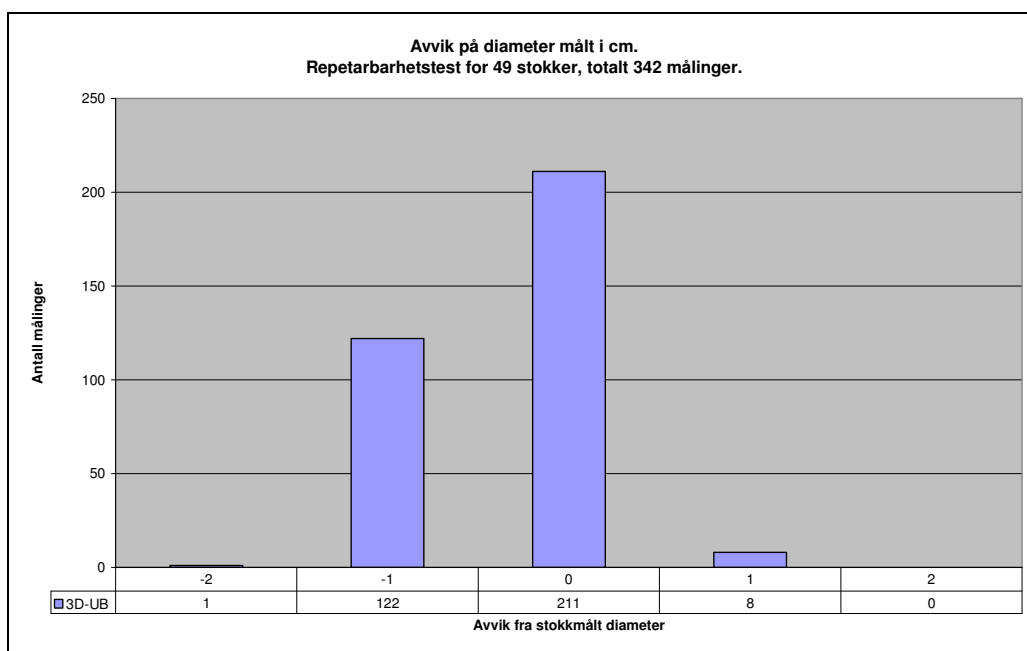
Minste standardavvik på 0,53 mm utgjør en variasjonskoeffisient på 0,24 %. Største standardavvik på 3,13 mm utgjør en variasjonskoeffisient på 1,40 %. Disse resultatene gjelder enkeltstokker. For middelet et standardavviket 1,63 mm, som utgjør en variasjonskoeffisient på 0,73 %.

### Klavemåling mot 3D-UB.

Dersom klavemålingen sammenliknes med 3D-UB i denne repeterbarhetstesten, vil man finne at standardavviket i diametermålingen er 0,493 cm, eller 2,20 %. Dette er lavere enn det vi fant i den ordinære undersøkelsen, jfr. tabell 1.

Dersom resultatene fra klavemålingen og 3D-UB regnes om til diameter i cm etter vanlige regler, får vi en fordeling på avvik mellom metodene som framstilt i figur 37. Denne figuren kan sammenliknes med f.eks. figur 1.

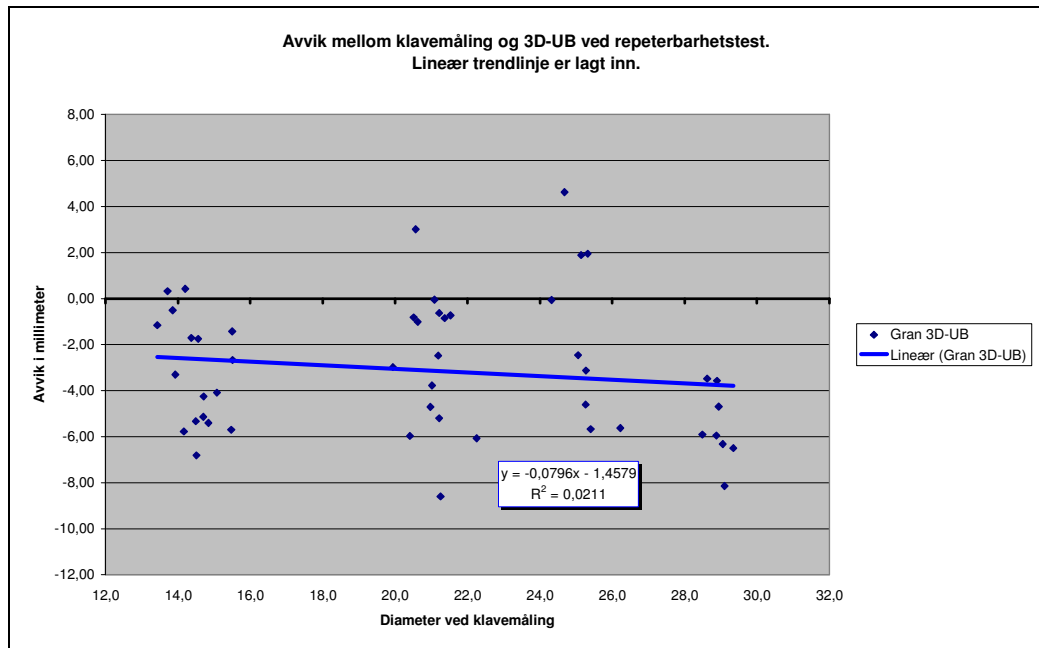
Som fasit i figur 37 er brukt middelet av stokkmålt diameter for hver enkelt stokk. Fordelingen av diametermålingene er beregnet ut fra resultatet av alle gjennomkjøringene. Diameteren er målt på 49 stokker 7 ganger, altså totalt 343 diametermålinger. En enkelt måling mangler, og totalen utgjør 342 målinger.



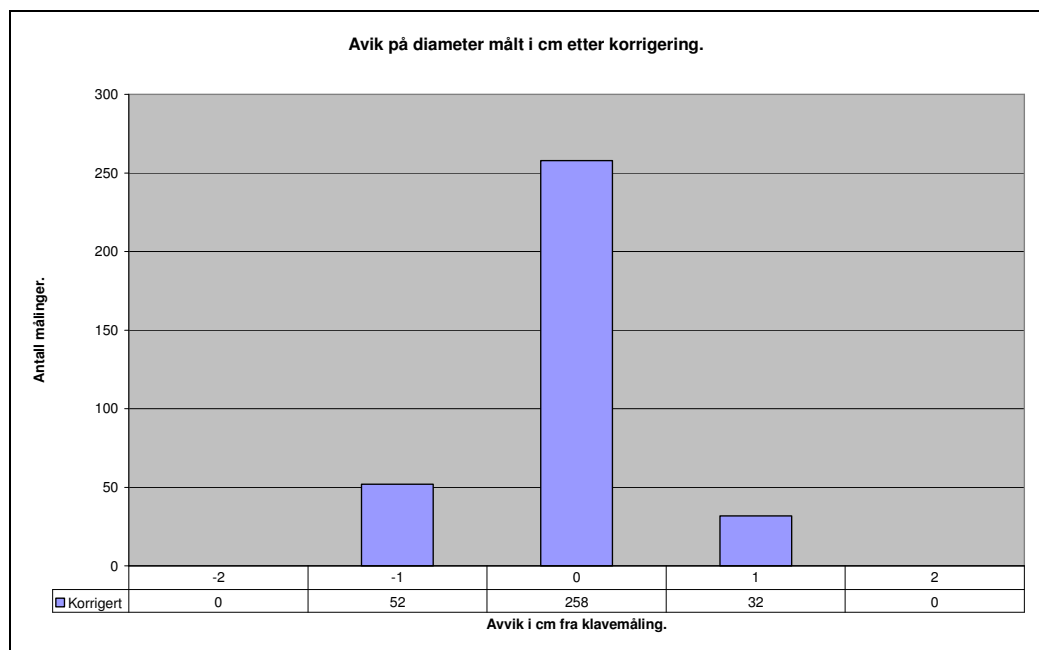
**Figur 37.**

Dersom man beregner avvik mellom klavemåling og 3D-UB i millimeter, blir resultatet som vist i figur 38. Denne figuren kan sammenliknes med f.eks. figur 5. Diameter fra klavemålingen i figur 38 er gjennomsnittet for 5 målinger av hver stokk.

Det kan innvendes mot disse resultatene at klavepunktet ikke er flyttet lenger inn på stokken enn 10 cm i noe tilfelle. Dersom dette hadde vært gjennomført konsekvent ville trolig middelet for klavemålt diameter vært litt lavere, og fordelingen her litt mindre skjev.



Det er mulig å tenke seg en korrigerings/kalibrering av resultatene fra 3D-UB ved å "heve" diameteren opp fra den lineære trendlinja til avvik lik 0. For hver enkelt måling i millimeter økes diameteren tilsvarende avstanden mellom den lineære trendlinja i figur 38 og linja for 0 i avvik i samme figur. Når dette er gjort vil en ny beregning av trendlinje ligge med 0 i middelavvik for alle diametre. Dette gir et resultat tilsvarende det som framgår av figur 39.



Etter korrigering er andelen målinger med korrekt diameter 75,4 %. 15,2 % av stokkene er undervurdert med 1 cm, og 9,4 % overvurdert med 1 cm.

### Repeterbarhetstest på Nidarå.

Repeterbarhetstest på Nidarå er gjennomført med 57 stokker av gran og 53 stokker av furu. Standardavvik i millimeter er beregnet for minste diameter, største diameter og middeldiameter for alle stokkene på samme måte som på Namsos. Resultatene er slik:

Tabell 12.	Minste standardavvik	Største standardavvik	Middel
<b>GRAN. 57 stk</b>			
Minste diameter	0,45 mm	5,40 mm	<b>1,52 mm</b>
Største diameter	0,00 mm	4,09 mm	<b>1,31 mm</b>
Middeldiameter	0,22 mm	3,10 mm	<b>1,07 mm</b>
<b>FURU. 53 stk</b>			
Minste diameter	0,00 mm	4,53 mm	<b>1,32 mm</b>
Største diameter	0,45 mm	5,70 mm	<b>1,47 mm</b>
Middeldiameter	0,22 mm	3,94 mm	<b>1,02 mm</b>

Et minste standardavvik på 0,00 mm viser at alle målingene er like. Dette skjedde en gang for største diameter for gran, og en gang for minste diameter for furu. Ingen av stokkene ble målt med samme middeldiameter alle gangene på Nidarå.

Standardavvik for diametermålingen (middeldiameter) er 1,07 mm for gran og 1,02 mm for furu. Disse resultatene er på samme nivå som resultatene fra Namsos, og tyder på at kontrollmålerne har samme nøyaktighet i klavingen. Dersom man ønsker en mer inngående undersøkelse av variasjon i klaveresultatene, må dette undersøkes på samme materiale for alle.

Også på Nidarå er diameteren klavemålt 10 cm fra toppen med unntak for en håndfull stokker der diameteren åpenbart var mindre lenger inne på stokken. I de tilfellene ble klavepunktet flyttet dit diameteren var minst.

### Repeterbarhetstest 3D-UB.

De samme stokkene som ble målt med klave flere ganger var på forhånd kjørt over anlegget og målt 3D-UB flere ganger. Beregning av denne testen framgår av tabell 13.

Tabell 13.	Minste standardavvik	Største standardavvik	Middel
<b>GRAN.</b>			
Middeldiameter	0,71 mm	5,40 mm	2,41 mm
<b>FURU.</b>			
Middeldiameter	0,00 mm	4,56 mm	1,59 mm

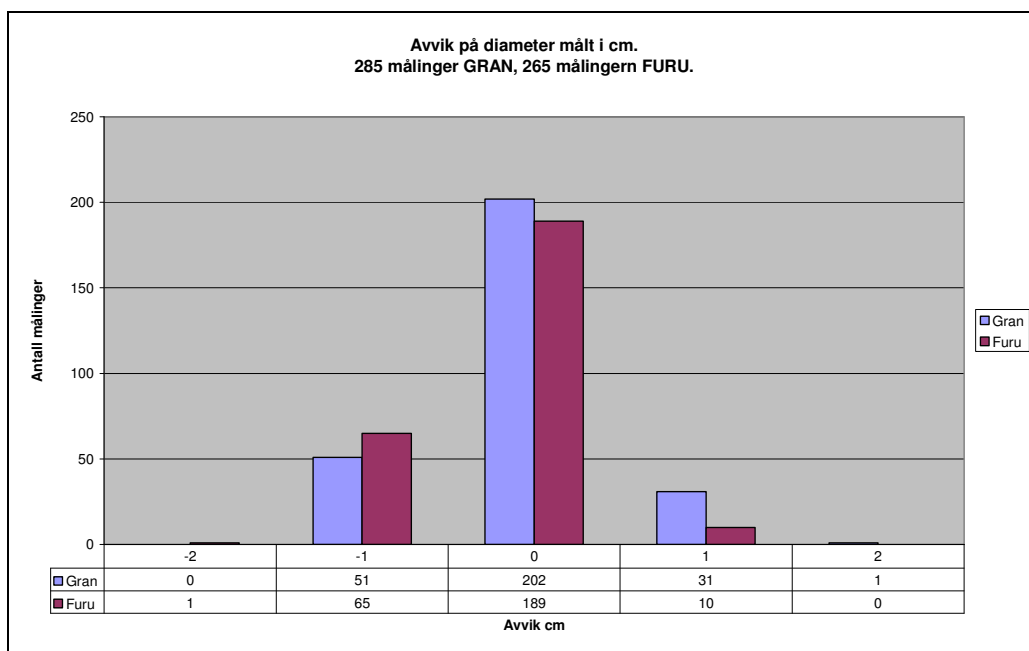
Det tømmerpartiet som ble brukt på Nidarå inneholdt en større andel stokker med ujevn overflate enn partiet på Namsos. Dette er subjektivt vurdert. Resultatene fra automatanlegget viser også en litt større største standardavvik, og litt større middel standardavvik samlet sett.

### Klavemåling mot 3D-UB.

Dersom klavemålingen sammenliknes med 3D-UB i repeterbarhetstesten på Nidarå, vil man finne at standardavviket i diametermålingen for gran er 0,547 cm, og for furu er 0,503 cm. Dette er marginalt høyere enn på Namsos, og kan skyldes tømmerets form.

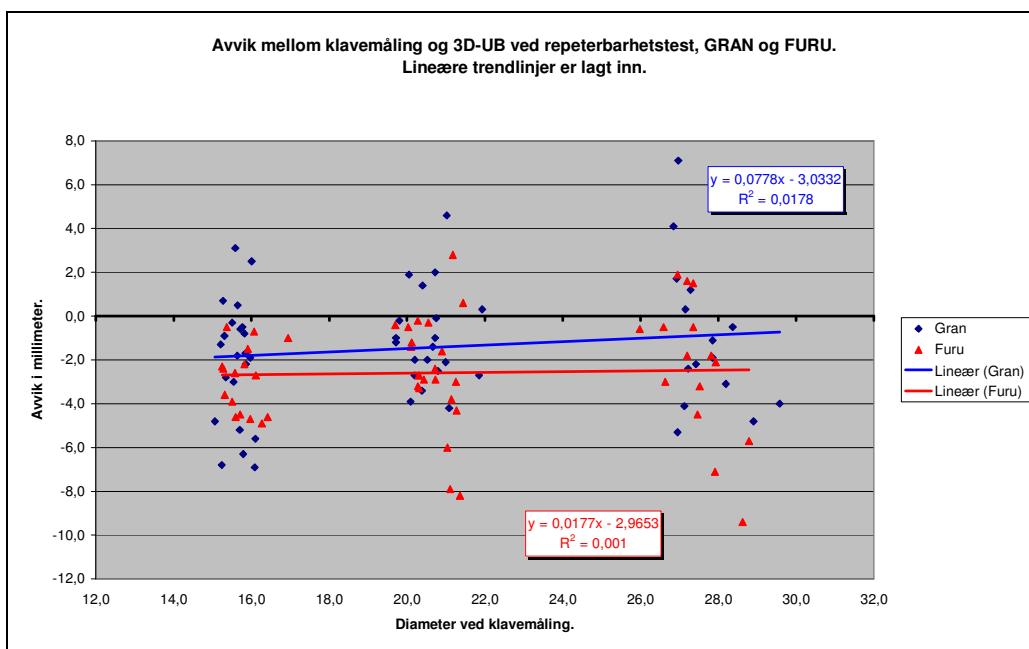
Dersom resultatene fra klavemålingen og 3D-UB regnes om til diameter i cm etter vanlige regler, får vi en fordeling på avvik mellom metodene som framstilt i figur 40. Denne figuren kan sammenliknes med f.eks. figur 1.

Som fasit i figur 40 er brukt middelet av stokkmålt diameter for hver enkelt stokk. Fordelingen av diametermålingene er beregnet ut fra resultatet av alle gjennomkjøringene. Diameteren er målt 5 ganger på alle stokkene.



**Figur 40.**

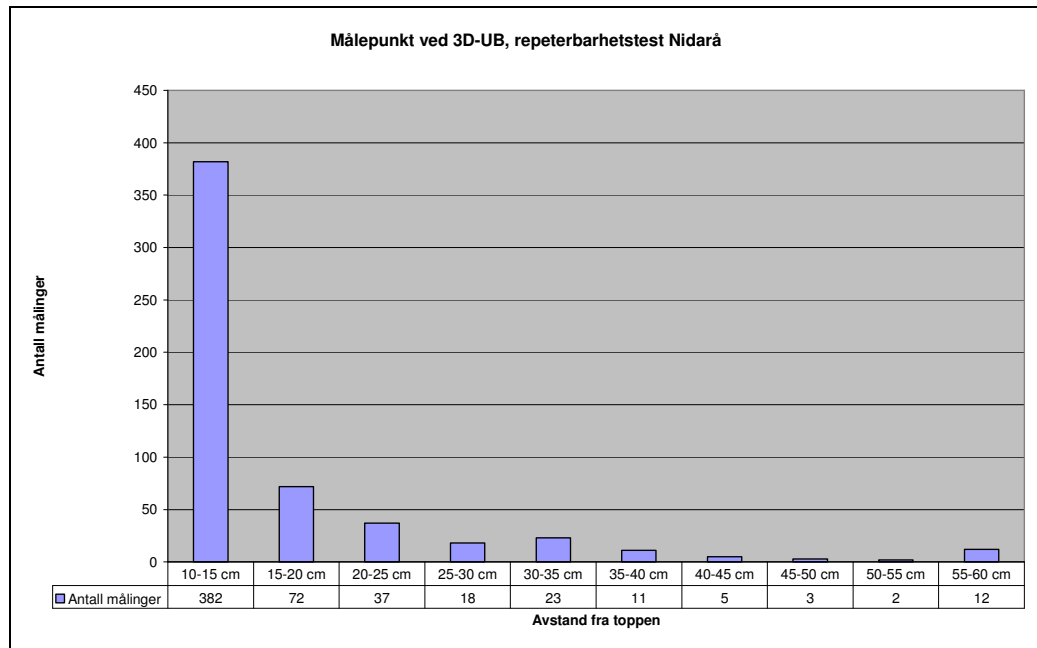
Dersom man beregner avvik mellom klavemåling og 3D-UB i millimeter, blir resultatet som vist i figur 41. Denne figuren kan sammenliknes med f.eks. figur 5. Diameter fra klavemålingen i figur 41 er gjennomsnittet for 5 målinger av hver stokk.



**Figur 41.**

### Målepunkt fra toppen.

Automatanlegg som måler 3D-UB er stilt inn for å oppsøke minste diameter under bark i området fra 10 til 60 cm fra toppen av hver stokk. Det er mulig å ta ut en fil fra anlegget som viser hvor diameteren er målt, en såkalt snap-fil. Dette er gjort ved repeterbarhetstesten på Nidarå, og fordelingen for hvor på stokken diameteren er målt framgår av figur 42. Ved repeterbarhetstesten på Namsos ble ikke disse opplysningene tatt ut.



**Figur 42.**

Av totalt 565 målinger er diameteren registrert 10 cm fra toppen i 382 tilfeller, eller 67,6 % av tilfellene. Hver tredje stokk har altså minste diameter lenger inne på stokken enn 10 cm fra enden.

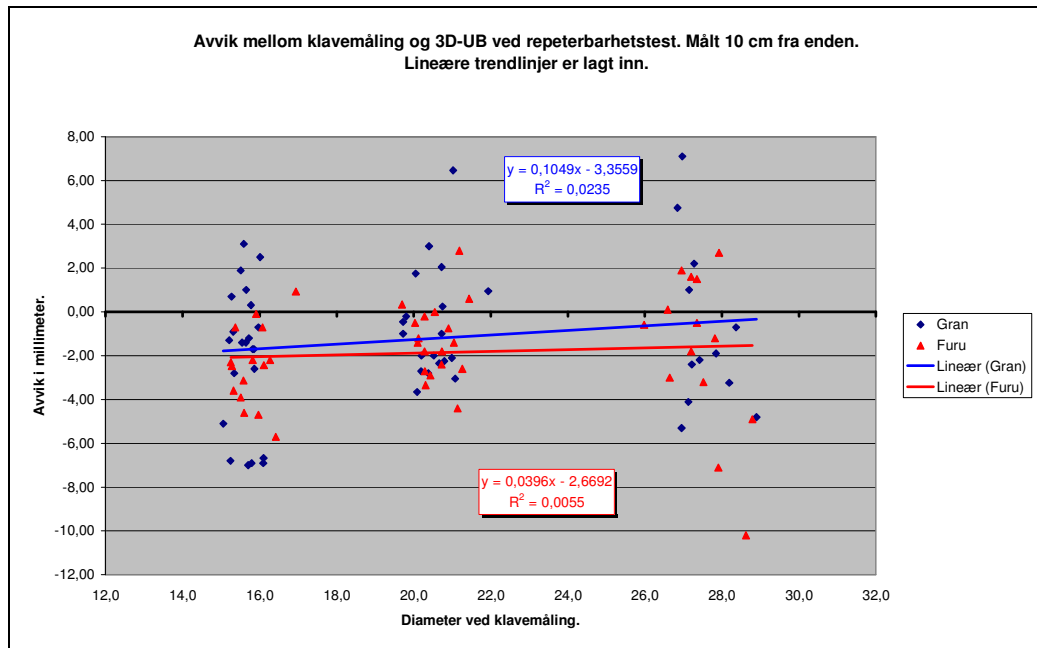
Målereglenes bestemmelser sier følgende om målepunktet:

*Diameter skal registreres på midlere kant i rett vinkel på stokkens lengderetning, 10 cm innenfor stokkens toppende. Ved ujevnheter på målestedet registreres diameteren lenger inn på stokken der den anses for normal. Ved optisk-elektronisk måling registreres diameter ved en eller flere måleretninger.*

Håndbok for måling av sagtømmer omtaler diametermålingen noe nærmere, og det er fastslått at diameteren skal måles på det stedet innenfor 10 cm fra toppenden som den er minst. Håndbokas beskrivelse er slik:

*Diameteren skal normalt måles 10 cm innenfor toppenden. Ved ujevnheter på dette målestedet registreres diameteren lenger inn på stokken der den anses normal. Dersom diameteren er mindre lenger inn på stokken enn den er 10 cm fra toppenden, skal den registreres der den er minst.*

På grunnlag av dette er sammenhengen mellom stokkmålt resultat og 3D-UB beregnet på de av målingene som automatanlegget har gjort 10 cm fra toppenden. Dette kan framstilles slik:

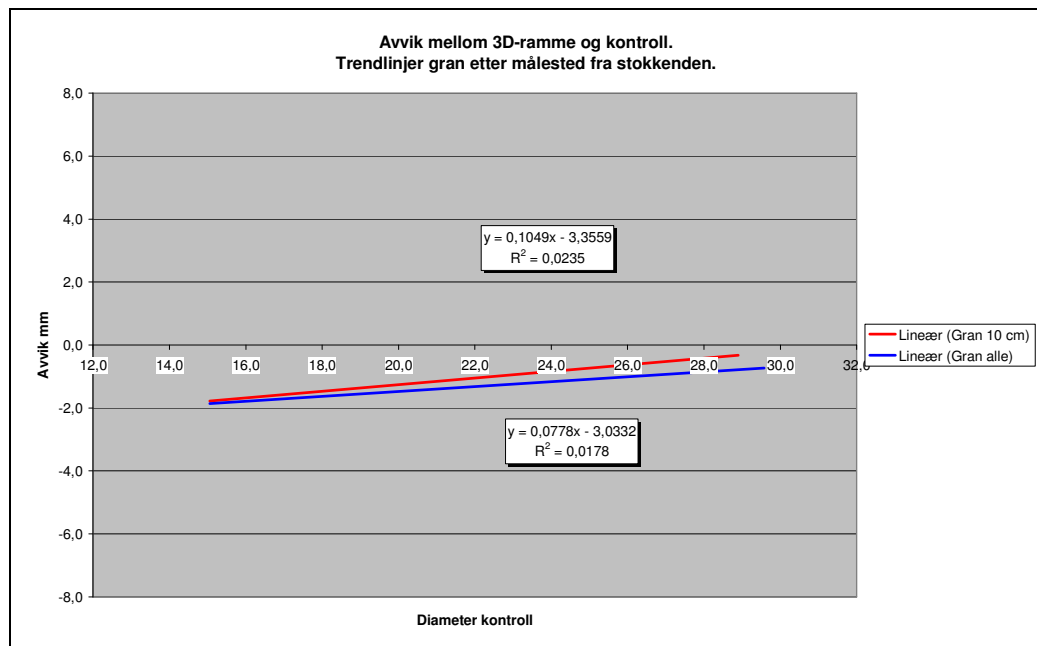


**Figur 43.**

Som det framgår av figur 43 er sammenhengen mellom klavemålt diameter og automatanleggets diameter en annen når man isolerer materialet til de stokkene som anlegget har målt 10 cm fra toppen. Det er rimelig å anta at kontrollen måler diameteren 10 cm fra toppenden i enkelte tilfeller der nærmere undersøkelser ville finne en mindre diameter lenger inne på stokken, men effekten av dette er ikke undersøkt. Klavestedet flyttes alltid når forholdene tilsier dette, og undersøkes nærmere når det er tvil om hvor minste diameter finnes. Derfor er det sannsynlig at effekten av feil valg av klavested i kontrollen er liten.

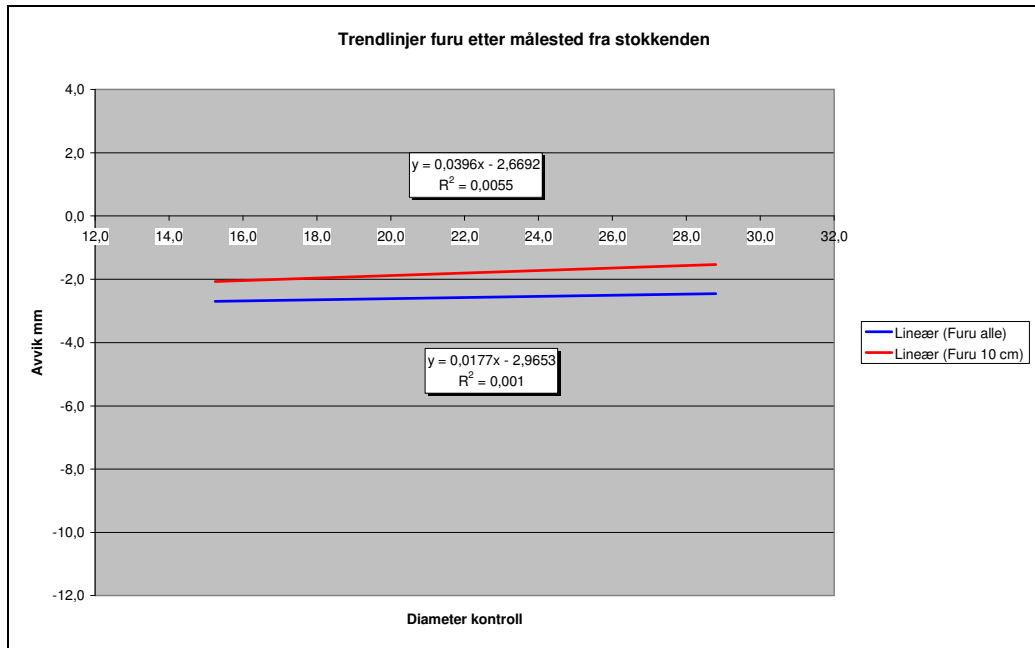
### Trendlinjer for gran.

I figur 44 er trendlinjen for avviket mellom 3D-UB og klave lagt inn for hele materialet fra Nidarå (blå), samt for de granstokkene som er målt av anlegget 3D-UB 10 cm fra toppen (rød). Som det framgår her er diameteren undervurdert noe mindre i de tilfellene der diameteren er minst 10 cm fra enden. Avviket mellom disse trendlinjene er ikke stort, men utgjør fra 0,1 til 0,3 % på volumet.



**Figur 44.**

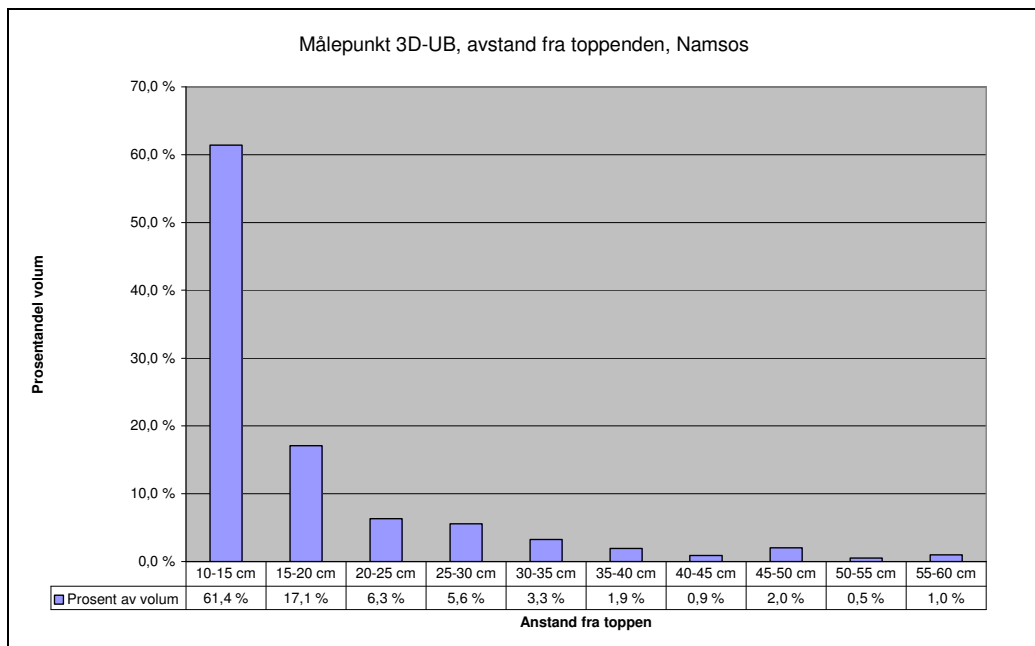
Figur 45 viser samme forhold som figur 44, men for furu. I dette materialet tyder det på at målepunktet slår mer ut for furu enn for gran, og det utgjør fra 0,6 til 0,7 % på volumet. Det understrekes her at diameteren stort sett er målt 10 cm fra enden ved manuell klaving i denne undersøkelsen.



Figur 45.

### Uttak av snap-filer fra normal innmåling for å finne minste diameter.

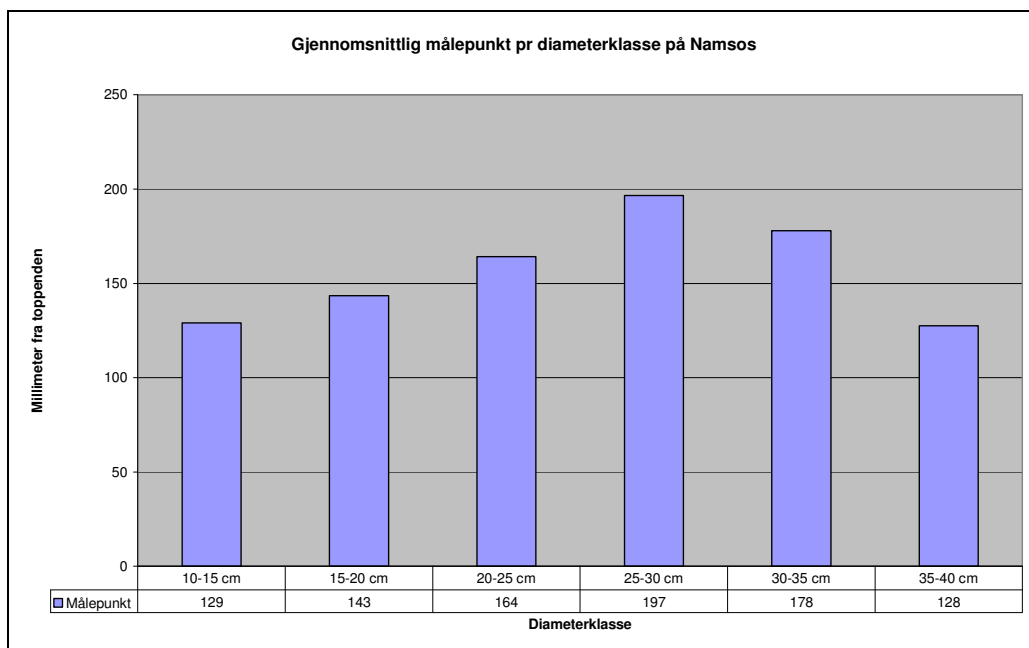
For å undersøke nærmere hvor stor andel av stokkene som har minste diameter lenger inn på stokken enn 10 cm, er det tatt ut snap-filer fra ordinær måling både på Namsos og Nidarå. På Namsos er materialet 466 stokker, hvorav 303 stokker er målt 10 cm fra toppende. På de resterende 163 stokkene er minste diameter funnet lenger inne på stokken enn 10 cm. 65 % av stokketallet er altså målt 10 cm fra toppen. Regnet om til volum utgjør dette 61,4 %. Figur 46 framstiller dette grafisk.



Figur 46.

## Målested ved ulike dimensjoner Namsos.

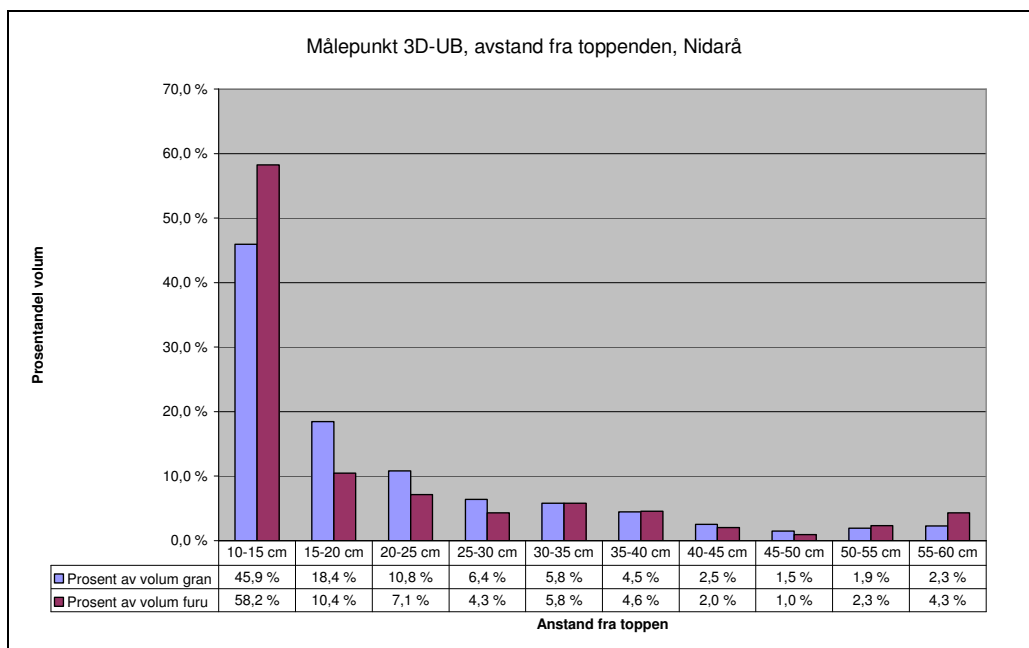
Ved analyse av materialet finner man at målestedet i noen grad er avhengig av diameteren i toppen. Figur 47 viser sammenhengen. Materialet over 30 cm topp er lite, bare 17 stokker.



Figur 47.

## Snap-filer fra normal innmåling på Nidarå.

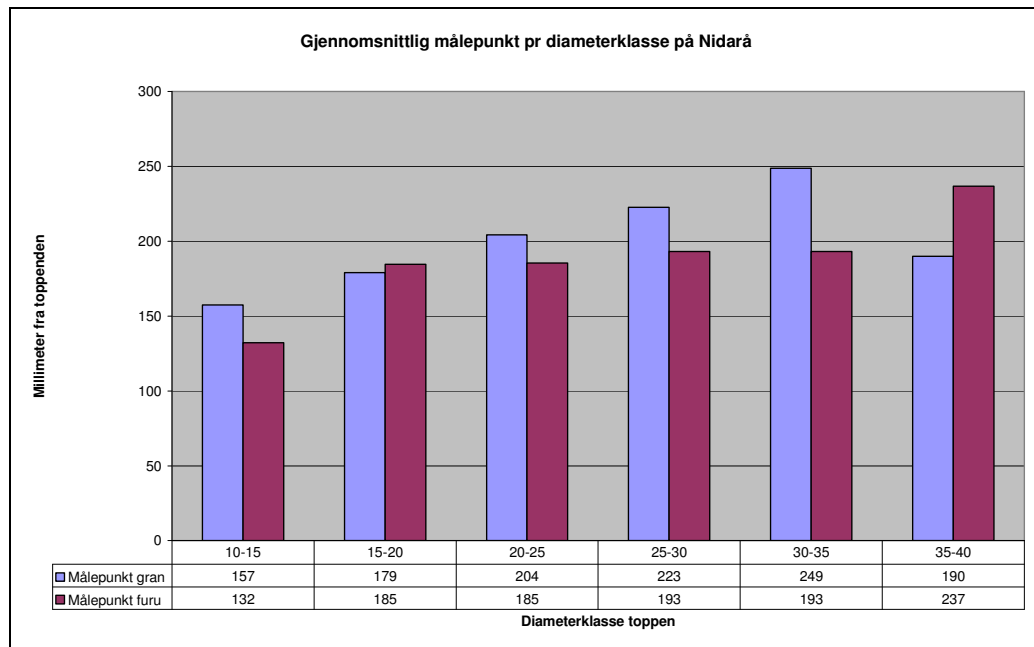
Det er gjort samme uttak av snap-filer på Nidarå som på Namsos. Materialet er på 302 stokker av furu og 392 stokker av gran. Figur 48 framstiller fordelingen på målested grafisk, og er regnet i prosent av volumet. Resultatet viser samme tendens på Nidarå som på Namsos.



Figur 48.

## Målested ved ulike dimensjoner Nidarå.

Målestedets sammenheng med dimensjon er også beregnet på Nidarå, og framstilt grafisk i figur 49. Tendensen er at økende diameter gir økende behov for å søke minste diameter innenfor 10 cm fra toppenden.



**Figur 49.**

## Test av rammer med plaststokker.

De målingene som er gjennomført på Nidarå og Namsos er gjort på ordinært tømmer. Fasit er satt på den måten som er vanlig i norsk tømmermåling, og er gjort ved manuell klaving. Selv om målingene viser små forskjeller kan vi ikke med tilstrekkelig sikkerhet si at anleggene måler likt. Avvik på 1 millimeter tilsvarer om lag 1 % på volumet for en stokk med 20 cm topp.

Joar Stensløkken har fått laget tre kopier av furustokker som er støpt i glassfiber, og som har mål og form som holder seg stabil under ulike vær- og temperaturforhold. Stensløkken er engasjert for å teste målerammene både på Namsos og Nidarå ved bruk av disse stokkene, som vil gi oss svar på om rammene måler likt når materialet er det samme.

Plaststokkene er relativt lette, og klart lettere enn normale stokker med de samme dimensjonene ville være. Det er påpekt at plaststokkene av denne grunn ikke ligger like rolig på kjerraten som normale stokker ville gjøre.

Alle tre stokkene er kjørt over anlegget 30 ganger, 15 ganger med toppen og 15 ganger med rota først. Stokkene er rotert noe for hver kjøring for også å teste om dette slår ut. Målene fra ordinær envegsramme er tatt med i undersøkelsen. Stokkene er også målt manuelt ved bruk av klave og målebånd på vanlig måte, men bare en gang på hvert målested. Lengden er målt manuelt bare på Namsos.

Materialet er testet på om det har noen betydning om topp eller rot sendes først inn i måleramma. På Namsos er det signifikant forskjell mellom lengdemålingene på stokk nr 2, men ingen forskjeller på diameteren. Det er ingen signifikante forskjeller mellom målingene som er gjort med toppen eller med rota først gjennom ramma på Nidarå. På denne bakgrunn slår vi sammen materialet uten å ta hensyn til om stokkene er sendt gjennom rammene med toppen eller rota først.

På Nidarå er resultatet fra ordinær måleramme justert noe ved at målepunktet er flyttet inn til 20 cm fra toppen. Dette fører i gjennomsnitt til en liten økning av diameteren, og er gjennomført ved vanlig innmåling.



Resultatet av denne testen er som følger:

Tabell 14.	Diameter i mm	Variasjonskoeff. diameter	Avvik i mm Namsos - Nidarå
<b>Stokk nr 1</b>			
Klavemålt Namsos	141,0		
Klavemålt Nidarå	141,5		- 0,5 mm
3D Namsos	140,3	0,48 %	
3D Nidarå	138,7	0,92 %	1,6 mm
Ordinær ramme Namsos	141,1	1,09 %	
Ordinær ramme Nidarå	135,8	1,01 %	5,3 mm
<b>Stokk nr 2</b>			
Klavemålt Namsos	197,0		
Klavemålt Nidarå	197,0		0,0 mm
3D Namsos	196,8	0,61 %	
3D Nidarå	196,9	0,52 %	- 0,1 mm
Ordinær ramme Namsos	194,9	2,75 %	
Ordinær ramme Nidarå	194,6	0,78 %	0,3 mm
<b>Stokk nr 3</b>			
Klavemålt Namsos	274,0		
Klavemålt Nidarå	276,0		2,0 mm
3D Namsos	272,4	0,44 %	
3D Nidarå	272,3	0,55 %	0,1 mm
Ordinær ramme Namsos	274,1	1,52 %	
Ordinær ramme Nidarå	269,4	0,52 %	4,7 mm
<b>Alle tre stokker</b>			
3D Namsos	203,2	0,51 %	
3D Nidarå	202,6	0,67 %	0,5 mm
Ordinær ramme Namsos	203,4	1,79 %	
Ordinær ramme Nidarå	199,9	0,77 %	3,4 mm

Variasjonskoeffisienten er gjennomgående mindre for 3D-rammene enn for de ordinære rammene.

Det er registrert svært små forskjeller mellom 3D-rammene for stokk nr 2 og 3, men en viss forskjell for stokk nr 1. Det antas at kjerrattbanenes utforming kan ha en viss betydning for smått tømmer, og at det kan være medvirkende årsak til den forskjellen som er registrert for stokk nr 1 her.

Det er testet på om det er signifikante forskjeller mellom 3D-målingene fra Namsos og Nidarå. Det er ikke signifikante forskjeller for stokkene 2 og 3, men med klar margin for stokk nr 1. For hele materialet sett under ett er det ikke signifikant forskjell mellom 3D-rammene på de to stedene.

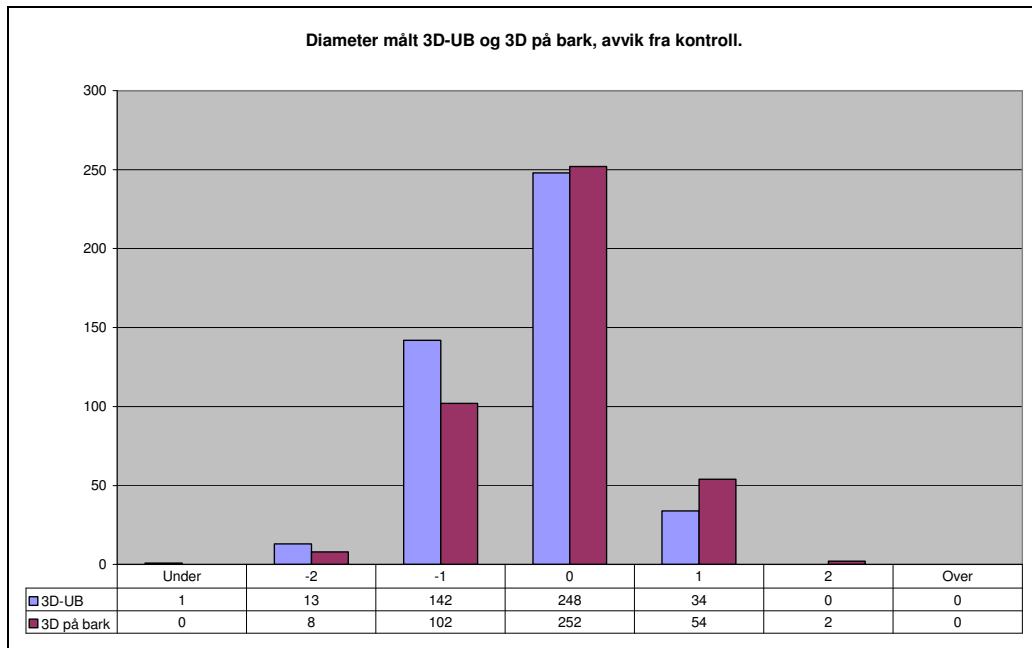
Det er testet på om det er signifikante forskjeller mellom de ordinære rammene på Namsos og Nidarå. Det er ikke signifikante forskjeller for stokk nr 2, men med klar margin for stokk nr 1 og 3.

Det er testet på om det er signifikante forskjeller mellom ordinær ramme og 3D-ramme på Namsos. Det er ikke signifikant forskjell for stokk nr 2 (7,3 %), men med relativt klar margin for stokk nr 1 (0,8 %), og noe mindre margin for stokk nr 3 (3,6 %). Prosentangivelsen her angir hvor sannsynlig det er at vi tar feil hvis vi påstår at det er forskjell mellom metodene.

Det er også testet på om det er signifikante forskjeller mellom ordinær ramme og 3D-ramme på Nidarå. Det er funnet signifikante forskjeller med klar margin for alle tre stokkene.

## Mulig korrigering av diametermålingen – eksempel fra Namsos.

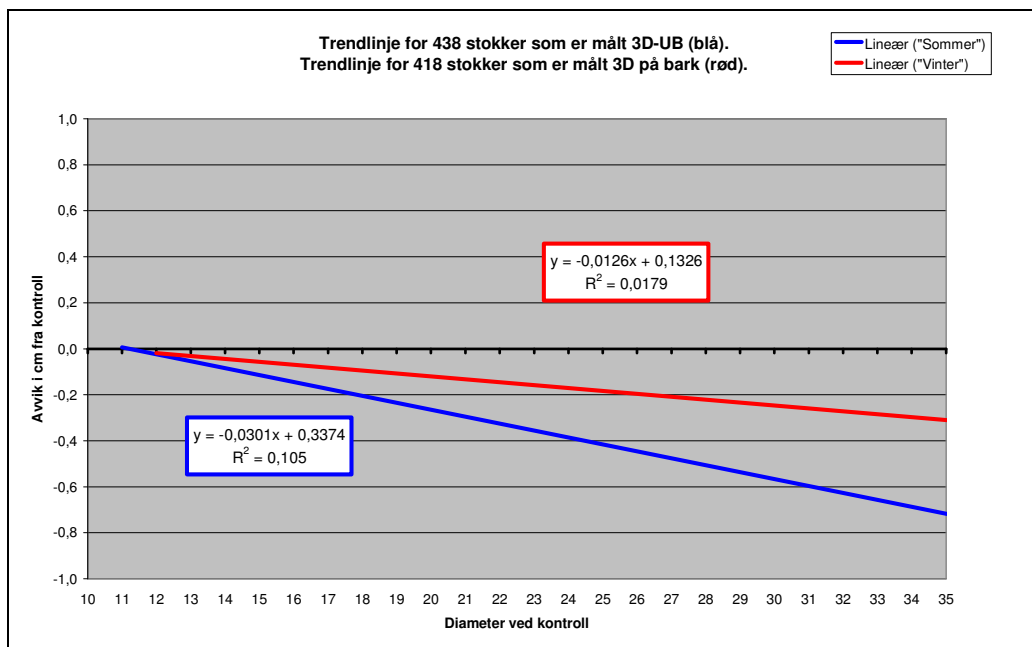
Det er fullt mulig og tenkte seg en korrigering av diametermålingen f.eks. med utgangspunkt i trendlinjer. Dersom man tar utgangspunkt i fordelingen i diametermålingen fra 3D-ramma, kan dette fordeles på 3D-UB og 3D på bark. Resultatene før korrigering framgår av figur 50.



**Figur 50.**

Som det framgår av figur 50 er diameteren undervurdert både ved måling 3D-UB og 3D på bark. Blå søyler i figur 50 finnes tilsvarende som røde søyler i figur 2. Røde søyler i figur 50 gjelder 418 stokker målt 3D på bark, og er ikke framstilt i noen annen graf.

Forløpet over kontroldiameter kan framstilles som i figur 51.



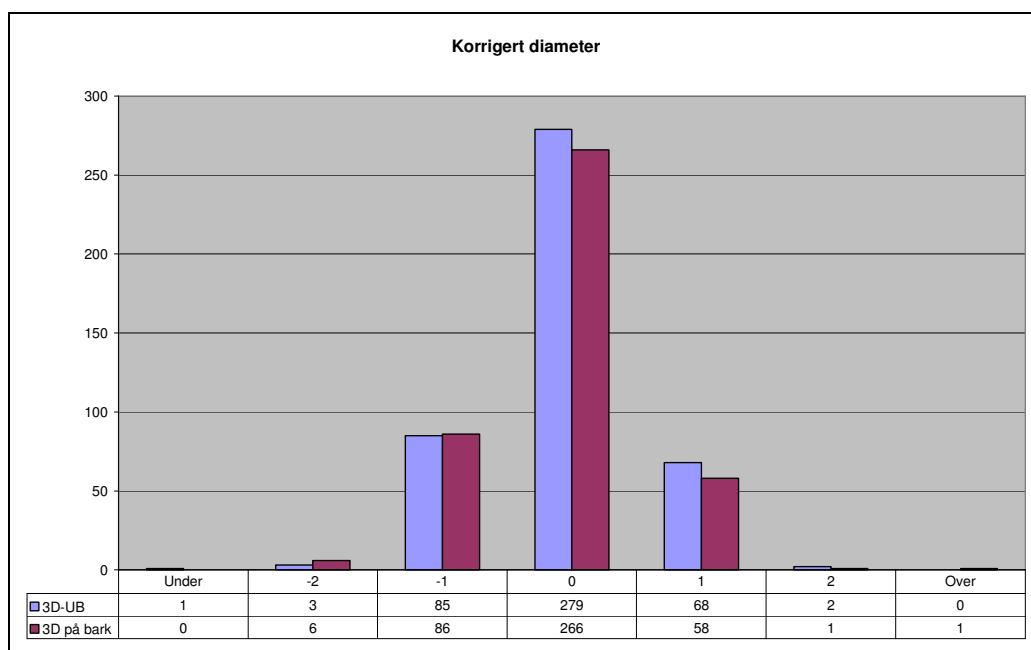
**Figur 51.**

I figur 51 er trenlinjene beregnet lineære, disse tilsvarende trendlinjene i figur 12 der de er beregnet logaritmisk. Trendlinjene må beregnes lineært for å kunne legge korreksjonen inn i systemet som en del av de lineære barkfunksjonene.

Det trekkes ikke bark dersom måleren har angitt "ingen bark", ellers beregnes barktykkelsen som tynn, middels eller tykk ved hjelp av funksjoner. Dette systemet må utvides noe dersom korrigering av

diameter skal være mulig uavhengig av hvilken barkkode måleren har brukt. Denne endringen av datasyttemet angis å være moderat.

Etter korrigering av diameteren i henhold til trendlinjene i figur 51 ser fordelingen ut som i figur 52.



**Figur 52.**

Når alle diameterer er korrigert i henhold til trendlinjene i figur 51, vil fordelingen på undervurdering, treff og overvurdering i forhold til kontrollen være som vist i figur 52. Vi ser at andelen med 0 avvik øker, og at andelen over og under 0 blir nærmere hverandre enn før korrigeringen.

#### **Volumberegning ulike metoder.**

Volumet er beregnet ut fra kontrollmålingen, 3D- ramme uten korrigering, og 3D-ramme med korrigering. Resultatene vises i tabell 15.

Tabell 15.	
<b>Volum fra kontrollmålingen</b>	Volum
Kontrollmåling av 438 stokker som også er målt 3D-UB	96,699 m <sup>3</sup>
Kontrollmåling av 418 stokker som også er målt 3D på bark	83,868 m <sup>3</sup>
Kontrollmåling av alle 856 stokker	<b>180,597 m<sup>3</sup></b>
<b>Volum fra 3D-ramme, ikke korrigert</b>	
Volum av 438 stokker målt 3D-UB, volum 3D-UB	93,689 m <sup>3</sup>
Volum av 418 stokker målt 3D på bark, volum 3D på bark	82,715 m <sup>3</sup>
Sum fra ramme 3D-UB og 3D på bark	<b>176,404 m<sup>3</sup></b>
<b>Volum fra 3D-ramme etter korrigering</b>	
Volum av 438 stokker målt 3D-UB, volum 3D-UB	96,246 m <sup>3</sup>
Volum av 418 stokker målt 3D på bark, volum 3D på bark	83,207 m <sup>3</sup>
Sum fra ramme 3D-UB og 3D på bark	<b>179,453 m<sup>3</sup></b>

Før korrigeringen er volumet fra 3D-ramma undervurdert med 2,32 % i dette materialet. Etter korrigeringen er volumet fra 3D-ramma undervurdert med 0,63 %. Før korrigering er 31,1 % av stokkene undervurdert i diameter, etter korrigering er dette 21,1 %. Før korrigering har 58,4 % av stokkene riktig diameter, etter korrigering er dette økt til 63,7 %. Før korrigering er 10,5 % av stokkene overvurdert i diameter, etter korrigering er dette økt til 15,2 %. Dette framgår av figurene 49 og 51.



Dersom man skal vurdere korrigerings av diatermålingen på bakgrunn av kontroller, er det sannsynlig at dette bør gjøres for hvert anlegg basert på lokale kontroller. Et slikt system må vurderes grundig, men er som system enkelt å gjennomføre. Korrigeringsene kan bygge på prøvemålinger som er gjort med dette for øyet, eller på kontrollresultater løpende.

## 6. Konklusjoner.

Følgende konklusjoner trekkes ut fra resultatene av beregningene.

- Det er signifikante forskjeller mellom gjennomsnittsdiameter ved kontrollmåling, ordinær måling og 3D-UB. Materialet er så stort at selv relativt små avvik gir signifikante resultater.
- På Namsos er materialet delt på måling 3D-UB og 3D på bark med bruk av barkfunksjon. Det er signifikante forskjeller mellom begge disse metodene og kontrollmålingen. Andelen avslitt bark var så liten i store deler av forsøksperioden at anlegget ble kjørt med måling 3D på bark.
- På Nidarå er antall stokker målt 3D på bark med bruk av barkfunksjon lite. Likevel viser resultatene for furu signifikante forskjeller mot kontrollen både for ordinær ramme og 3D-ramme på bark. For gran er det derimot ikke signifikante forskjeller for de få stokkene som er målt 3D på bark.
- 3D-målt diameter gir en mindre eller like stor spredning i resultatene som det som i dag er ordinær metode. Dette gjelder både 3D-UB og 3D på bark.
- Ovaliteten måles av anlegget, og er i dette materialet større på Namsos enn Nidarå.
- Analysene viser at avviket mellom kontrollens diameter og diameter målt 3D-UB øker med økende diameter, og det samme gjelder for ordinær måleramme. Tendensen er den samme på begge anlegg, og både for ordinær måleramme og 3D-ramme.
- Repeterbarhetstester for klavemåling viser et standardavvik i måling av middeldiameter på litt over 1 millimeter. Dette gjelder når barken er fjernet på målestedet, og er likt for begge anleggene.
- Repeterbarhetstestene for 3D-UB viser et standardavvik i måling av middeldiameter som er større enn ved klavemåling.
- Måling 3D-UB viser at anlegget finner minste diameter lenger inn på stokken enn 10 cm fra toppenden i om lag en tredel av tilfellene. Minste diameter finnes på de første 30 cm fra toppenden i ca 90 % av tilfellene.
- Det er mulig å korrigere måleresultatene slik at avviket mellom klavemåling og 3D-UB i gjennomsnitt blir eliminert.

Skien, 14. juni 2008

Terje Sjøvaag