

Intern rapport

**Intern rapport
nr. 1784**

Bruk av overdekningsmålere



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Juni 1995

Veglaboratoriet

Bruk av overdekningsmålere

Sammendrag

Rapporten inneholder hovedoppgave besvarelse med tittel:
"Kalibrering av overdekningsmåler, og målinger på virkelige konstruksjoner",
utført av studentene Terje Taule og Nagarajah Pusparajah ved Høgskolen i Oslo,
Avdeling for ingeniørutdanning, Seksjon for byggfag.

Hovedoppgaven ble formulert etter initiativ av Veglaboratoriet.

Overdekningsmålere eller "Covermetre" har lenge vært til rådighet for kontroll av armeringsoverdekningen på betongkonstruksjoner. I forhold til den betydningen slik kontroll har, har imidlertid overdekningsmålere vært relativt lite benyttet. Dette skyldes i stor grad at kontrolløren har funnet ut at de avlesningene en gjør ikke alltid er pålitelige. Det er også derfor oppstått tvil om hvordan overdekningsmålingene skal tolkes.

Hovedoppgaven viser at ved kombinert bruk av kalibreringsdata og armeringstegninger, kan en tolke avlesningene med så stor nøyaktighet at det er tilstrekkelig for normale kontroll-formål. Rapporten del A gir kalibreringsdata for de fleste forekommende armerings-konfigurasjoner. Del B viser en arbeidsmetodikk som kan brukes ved overdekningskontroll på virkelige konstruksjoner.

Emneord: *Betongkonstruksjoner, armering, overdekning, kontroll.*

Seksjon: *45 Betong*
Saksbehandler: *Reidar Kompen*
Dato: *Juni 1995*

/KØ

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44



HØGSKOLEN I OSLO

Oslo College
Avdeling for ingeniørutdanning
SEKSJON FOR BYGGFAG

OPPGAVE NR.

TILGJENGELIGHET
Apen.

Cort Adelers gate 30
N-0254 OSLO

Telefon: 22 45 32 00
Telefax: 22 45 32 05

HOVEDOPPGAVE

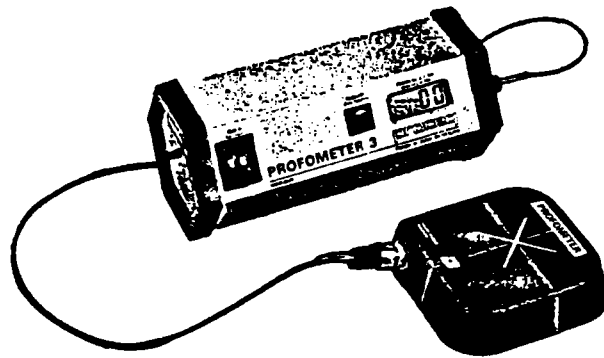
OPPGAVENS TITTEL Kalibrering av overdekningsmåler, og målinger på virkelige konstruksjoner.	DATO 12.05.95.
	ANTALL SIDER / BILAG 86/18.
FORFATTER Terje Taule og Nagarajah Pusparajah.	VEILEDER Høgskolelektor Edla Swanstrøm.

UTFØRT I SAMARBEID MED Statens vegvesen, Vegdirektoratet Veglaboratoriet.	KONTAKTPERSON Sivilingeniør Reidar Kompen.
---	--

SAMMENDRAG <p>Rapporten omhandler utarbeidelse av et kalibreringsgrunnlag (del A i denne rapporten) for overdekningsmåleren, -Profometer 3. Som en følge av at instrumentet ikke viser riktig overdekning, fordi den påvirkes forskjellig av ulike armeringskonfigurasjoner, ville man utarbeide et slikt materiale. Det eksisterer ikke fra før et slikt kalibreringsgrunnlag. Vi har i rapporten også testet ut andre forhold som vil kunne påvirke overdekningsmåleren. Rapporten inneholder også overdekningsmålinger, med tilhørende tolket overdekning, på virkelige konstruksjoner (del B i denne rapporten). Vi var på et gammelt og et nytt anlegg. Ved det nye anlegget, Ekeberg-anlegget, foretok vi noen kontroll-oppboringer.</p> <p>Resultatet i rapporten viser at vi kan bruke vårt kalibreringsgrunnlag, for å få en tilnærmet riktig oversikt over den virkelige armeringsoverdekningen (, når også armeringstegninger er tilgjengelige,) i virkelige konstruksjoner.</p>

3 STIKKORD Overdekningsmåler.
Kalibreringsgrunnlag.
Armeringskorrosjon.

PROFOMETER 3.



DEL A: Kalibrering.

DEL B: Måling på konstruksjoner.

- Kalibrering av overdekningsmåler.
- Måling av overdekning på virkelige konstruksjoner.

Sammendrag:

Oppgaveteksten faller naturlig inn i to deler. Vi har derfor valgt å dele besvarelsen i to hoveddeler:

- Del A: Kalibrering av overdekningsmåler.

Denne delen omfatter målinger til armeringsstenger i forskjellige konfigurasjoner, senteravstand, temperatur og ved forskjellig medie omkring stengene. Der stengene ligger i betong, er det foretatt målinger ved forskjellig herdetidspunkt, fuktighet og temperatur i betongen. Dette er gjort for å undersøke hvordan disse faktorene påvirker måleresultatene, slik at dette kan tas hensyn til ved tolkning av målte verdier på virkelige konstruksjoner.

- Del B: Måling av overdekning på virkelige konstruksjoner.

Denne delen inneholder målte og tolkede resultater på virkelige konstruksjoner. Vi har vært på et nytt anlegg (Ekeberg-anlegget), og et gammelt (noen støttemurer i Groruddalen). De tolkede verdiene er visualisert i form av diagrammer. Grunnen til å foreta målinger ved både et nytt og et gammelt anlegg, er dagens aktualisering på betong-overdekningen. Vi tror av denne grunn at situasjonen er verre ved gamle anlegg, enn nye. V.h.a. et håndbor fikk vi foretatt noen kontroll-boringer på Ekeberg-anlegget. Slik fikk vi testet noe av vårt kalibreringsgrunnlag fra del A.

Del A vil være overordnet del B, fordi vi i del B kun bruker resultatene fra del A.

Innholdsfortegnelse.

<i>Forside</i>	s.1.
<i>Oppgavetekst</i>	s.2.
<i>Godkjennelse</i>	s.3.
<i>Egenerklæring</i>	s.4.
<i>Sammendrag</i>	s.5.
<i>Innholdsfortegnelse</i>	s.6-7.
<i>Forord</i>	s.8.
<i>Terminologi</i>	s.9-10.
<i>Instrument-informasjon</i>	s.11-13.
Del A -Kalibrering av overdekningsmåler	s.14.
<i>A.1. Omfang</i>	s.15-16.
<i>A.2. Målemetoder</i>	s.17-23.
A.2.1. Armeringskonfigurasjoner	s.19-20.
A.2.2. Senteravstand	s.20.
A.2.3. Måling fra kant stang	s.20.
A.2.4. Armeringsstangens innretning	s.20-21.
A.2.5. Instrumentets nøyaktighet og kapasitetsgrense	s.21.
A.2.6. Repeterbarhet	s.21.
A.2.7. Mediet rundt armeringen	s.22.
A.2.8. Herdetilstand	s.23.
A.2.9. Fuktighet	s.23.
A.2.10. Temperatur	s.23
<i>A.3. Presentasjon av målte resultater</i>	s.24-43.
<i>A.4. Diskusjon</i>	s.44-53.
A.4.1. Armeringskonfigurasjoner	s.45.
A.4.1.1. Gruppe 1	s.45-47.
A.4.1.2. Gruppe 2	s.47-48.
A.4.1.3. Gruppe 3	s.48.
A.4.1.4. Gruppe 4	s.48-49.
A.4.2. Senteravstand	s.49.
A.4.3. Måling fra kant stang	s.50.
A.4.4. Armeringsstangens innretning	s.50.
A.4.5. Instrumentets nøyaktighet og kapasitetsgrense	s.50-51.
A.4.6. Repeterbarhet	s.51-52.
A.4.7. Mediet rundt armeringen	s.52.
A.4.8. Herdetilstand	s.52.
A.4.9. Fuktighet	s.52.
A.4.10. Temperatur	s.53.

<i>A.5. Konklusjon</i>	s.54-57.
<i>A.6. Instrumentell erfaring.</i>	s.58-60.
A.6.1. Erfaringer fra A.2.1,2,3,4,5 og 6	s. 59.
A.6.2. Erfaringer fra A.2.7,8,9 og 10b)	s.59.
A.6.3. Erfaringer fra A.2.10a)	s.59-60.
Del B -Målinger på virkelige konstruksjoner	s.61.
<i>B.1. Omfang</i>	s.62-63.
<i>B.2. Måle-og tolkemetoder</i>	s.64-71.
B.2.1. Nytt anlegg	
B.2.1.1. Støttemur	s. 66-67.
B.2.1.2. 2 like Søylar	s.67-69.
B.2.2. Gammelt anlegg	
B.2.2.1. Støttemur, Grorudveien	s.69-70.
B.2.2.2. Støttemur, Grorud Jernvarefabrikk	s.70-71.
<i>B.3. Grafisk fremstilling av målte resultater/oppborings- resultater</i>	s.72-77.
B.3.1. Nytt anlegg	
B.3.1.1. Støttemur, Ekeberg	s.73-74.
B.3.1.2. 2 like Søylar, Ekeberg	s.74-75.
B.3.2. Gammelt anlegg	
B.3.2.1. Støttemur, Grorudveien	s.75-76.
B.3.2.2. Støttemur, Grorud Jernvarefabrikk	s.76-77.
<i>B.4. Diskusjon</i>	s.78-80.
B.4.1. Nytt anlegg	
B.4.1.1. Støttemur, Ekeberg	s.79.
B.4.1.2. 2 like Søylar, Ekeberg	s.79.
B.4.2. Gammelt anlegg	
B.4.2.1. Støttemur, Grorudveien	s.79-80.
B.4.2.2. Støttemur, Grorud Jernvarefabrikk	s.80.
<i>B.5. Konklusjon</i>	s.81-82.
<i>B.6. Instrumentell erfaring</i>	s.83-84.
<i>Hovedkonklusjon</i>	s.85.
<i>Litteraturhenvisning</i>	s.86.
<i>Appendiks A - Tabellført ovm og ovt</i>	s.87-94.
<i>Appendiks B - Ovt-utregning</i>	s.95-101.
<i>Appendiks C - Arbeidsoversikt</i>	s.102-104.

FORORD.

Formålet med hovedoppgaven var primært å utarbeide et kalibreringsgrunnlag, ut fra målinger på forskjellige armeringskonfigurasjoner. Med dette grunnlaget, som er oppført i tabeller, kan man tolke seg frem til virkelig betongoverdekning, ut fra de overdekningsmålinger instrumentet viser på virkelige konstruksjoner. Det bør understrekes at armeringskonfigurasjon og armeringsdiameter må være kjent, på bakgrunn av armeringstegninger. I tillegg gikk oppgaven ut på å undersøke andre mulige påvirkningsfaktorer, som ville påvirke avlesningene.

Oppgaven er aktuell på særlig to måter:

- Det eksisterer idag ikke noen tilsvarende materiale. Dette gjør at målingene må suppleres med omfattende oppmålinger, for å kontrollere de målte resultater. Erfaringer viser nemlig at det ofte er uoverensstemmelser mellom målt verdi, og virkelig overdekning. Bruk av omfattende oppmåling som kontrollinstans, hever kostnadene. Fordelen med overdekningsmåleren, som en ikke-destruktiv målemetode, vil med dette begrenses.

- Miljøskader på betongkonstruksjoner er idag større enn noen gang tidligere. Hovedproblemet er armeringskorrosjon p.g.a. kloridinntrengning og/eller karbonatisering. Av disse to initieringsfaktorene er kloridinntrengningen den som har størst betydning for Vegvesenets konstruksjoner. Dersom ikke betongen tilsettes klorider under produksjonen (f.eks.: sjøvann, kalsium-klorid, enkelte tilsetningsstoffer), kan klorider trenge inn i betongen fra det ytre miljø. Dette kan være bl.a. sjøvann, sjøluft og tinsalter. Når disse kloridene (el. karbonatiseringen) når armerings-sjiktet, vil betongens beskyttelsesevne senkes rundt armeringen. Dersom også oksygen, fuktighet og elektrisk ledningsevne i betongen er tilstede vil korrosjon kunne initieres. For å produsere betongkonstruksjoner som er motstandsdyktige overfor denne type miljøskader, har det vist seg at tilstrekkelig overdekning er av stor betydning. På bakgrunn av dette, er overdekningsmåleren et viktig instrument, for å bekrefte at tilstrekkelig overdekning er oppnådd på nye konstruksjoner. Eller den kan brukes til å kontrollere overdekningen på eldre konstruksjoner, for å finne sannsynligheten for kloridifisert betong rundt armeringen. Denne sannsynligheten øker jo mindre overdekningen er.

Det er praktisk umulig i vår oppgave å ta hensyn til alle de faktorer som kan påvirke instrumentet fra konstruksjon til konstruksjon, og i alle typer værforhold. Vi har derfor valg ut en del vanlige armeringskonfigurasjoner, og undersøkt for en del andre forhold som bl.a. temperatur, herdeforhold og fuktighet i betongen.

Terminologi.

Armering	- Stålstenger støpt inn i betongkonstruksjoner, for å ta strekk- og trykkrefter.
Armeringstegning	- En tegning som viser armeringsføringen i en konstruksjon, og annen nødvendig informasjon i armerings-arbeidet.
Bøyeliste	- Liste over armeringsstengenes form, diameter og lengde.
Bunt	- Stålstenger som er samlet sammen, både i bredden og høyden.
Overdekning	- Betegnelse på betongtykkelsen mellom overflate armeringsstang, og betongoverflaten.
Senteravstand	- Avstanden mellom parallelle armeringsstenger i samme sjikt.
Kamstål	- Armeringsstenger med søm og kam, og stenger som er lite korrosjons-ømfintlig. Søm og kam har til formål å øke heften mellom stål og betong.
Profometer 3	- Er navnet på et kommersielt instrument (overdekningsmåler) produsert av firmaet Proceq. <i>Profo</i> er hentet fra <i>profondeur</i> (fransk) = dybde. <i>Meter</i> er vanlig terminologi i det engelske språk for måle-instrumenter. Instrumentet virker v.h.a. et utsendt magnetfelt, og målesignaler når feltet traverserer ståltversnitt.
Normalsonde	- Er den gjenstand som blir plassert på betongkonstruksjonen, og som sender ut et magnetfelt. Sonden mottar deretter målesignalerne dersom feltet traverserer ståltversnitt.
Dybdesonde	- Denne sonden er større enn normalsonden, og har større kapasitetsgrense. Dette kommer av økt styrke på magnetfeltet.
T4-funksjon	- Øker sondenes kapasitetsgrense ved å forsterke det utsendte magnetfeltet. Kan benyttes både ved normal-og dybdesonde.
R-funksjon	- Instrumentet vil med denne funksjonen vise størst tallverdi, når sonden befinner seg like over en armeringsstang.
Søm	- Stålkanter langs armeringsstengenes sider (se fig.B).

Terminologi

Kam	- Stålkanter på armeringsstengenes sider (se fig.B).
Armeringsdiameter	- Diameteren på det massive stang-tverrsnittet, vi ser bort fra søm og kam.
L	- Uspesifisert måling. Gjelder for dybdesonden som ikke viser noen avlesning for små overdekninger.
ovv	- Virkelig overdekning.
ovt	- Tolket overdekning av ovm tatt på virkelige konstruksjoner, bruker tabellene i kap.A.3..
ovm	- Målt overdekning, verdiene vi leser av instrumentet.
*	- Dette tegnet markerer at t4-funksjonen er benyttet.
d1	- Antyder den øverste stålstang i armeringskonfigurasjoner med kryssende stenger (se fig.A).
d2	- Antyder den/de nederste stang/stenger i armeringskonfigurasjoner med kryssende stenger (se fig.A).
a	- Symbol for avstanden fra ende armeringsstang.
s	- Symbol for senteravstanden.
\varnothing^k	- Symbol for diameteren på armeringsstangen.
Dreining	- Stengenes dreining/innretning hentyder på hvordan stengene er orientert i forhold til betongoverflaten, søm eller kam mot overflaten.

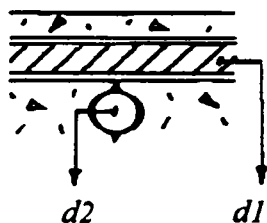


Fig.A: d1 er stangen nærmest overflaten, d2 er lengst ned i konfigurasjonen.

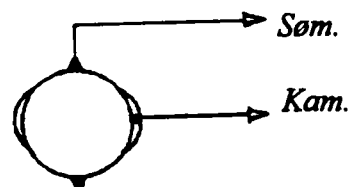


Fig.B: Viser hva som er søm og kam, på en armeringsstang.

INSTRUMENT-INFORMASJON.

Overdekningsmåleren fungerer ved at normal- eller dybdesonden produserer et magnetisk felt, som sprer seg nedover i betongen. Dersom en viss mengde av dette magnetiske feltet benytter armeringsstengene som "snarvei", fordi stålet leder magnetisme bedre enn betong, registrerer instrumentet dette. Et målesignal oppstår, og vi kan lese av overdekningen til armeringen. Det er vesentlig at sonden plasseres like over armeringsstangen, for å få riktige avlesninger (se fig.1).

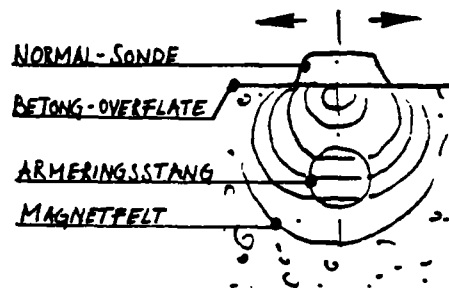


Fig.1: Det utsendte magnetfelt traverserer ståltverrsnitt, og sender dermed ut et målesignal.

Målesignalet påvirkes av den virkelige overdekningen. Jo større overdekningen er jo mindre blir magnetfeltet som traverserer stålet, og som konsekvens blir målesignalet svakere (se fig.2 og 3).

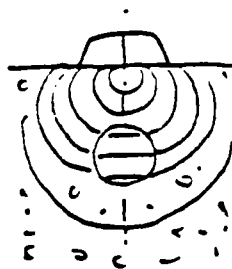


Fig.2: Liten overdekning gir sterkt målesignal.

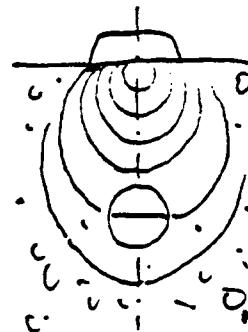


Fig.3: Stor overdekning gir svakt målesignal.

En annen faktor som påvirker målesignalet, er størrelsen på ståltverrsnittet eller stang-diameteren. Ved samme overdekning, går det mer magnetisme gjennom en tykk stang enn en tynn (se fig 4 og 5). For korrekte målinger, er det derfor nødvendig å stille inn på riktig diameter på instrumentet.

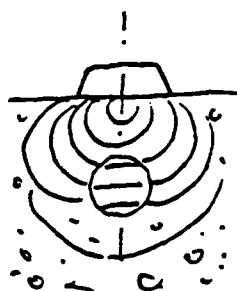


Fig.4: Stor stang gir sterkt målesignal.

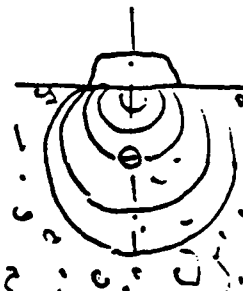
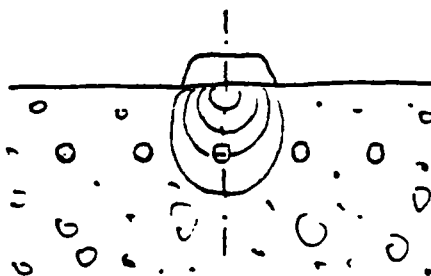


Fig.5: Liten stang gir svakt målesignal.

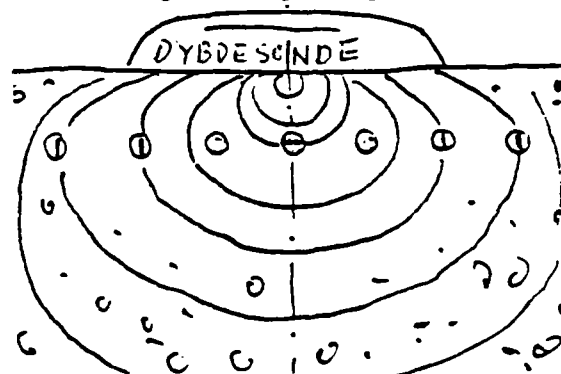
Målenøyaktigheten avhenger i stor grad av den mengde magnetisme som går gjennom "nabostenger". Målesignalet fra disse stengene vil påvirke avlesningen til den stangen vi primært er interessert i (se fig 6 og 7).

Fig.6: Normalsonde med liten magnetfelt-utspredning.



Det er kun en stang i magnetfeltet, og den kan dermed lett lokaliseres. Pålitelig måling.

Fig.7: Dybdesonde med stor magnetfelt-utspredning.



Det er flere stenger i magnetfeltet, og det er ikke mulig å lokalisere hver stang individuelt. Upålitelig måling.

Forskjellig type sonde, armeringskonfigurasjon, samt senteravstand, vil dermed påvirke målesignalet. De to ønskede kvaliteter, lav spredning av magnetfelt og stor dybdekapasitet kan ikke kombineres. Derfor er det utviklet to sondetyper:

- Normalsonde (bruksområde er fra 0- 90mm).
- Dybdesonde (bruksområde er fra 0- 220mm).

Svakheten med dybdesonden er at spredningen på magnetfeltet er såpass stor, at påvirkningen fra omkringliggende stenger kan bli betydelig. Instrumentet har i tillegg til de to nevnte sondetyper en t4- funksjon. Denne funksjonen øker styrken og spredningen på magnetfeltet. Denne funksjonen aktiviseres ved å stille inn på t4, og gå fra $r = 0$ til $r = 1$ ($r = \text{resolution}(\text{spredning})$). Denne funksjonen benyttes når kapasitetsgrensen for sonden ved $r = 0$ overskrides.

Måling av overdekning til underliggende armering, f.eks. underkant armering i et dekke, er ikke mulig. Dette fordi sonden kun registrerer den nærmeste armeringen.

Instrument-informasjon

Ved produksjonen av instrumentet er den kalibrert til å vise størst nøyaktighet ved små overdekninger (0-50mm). Dette er gjort, fordi det i praksis, er da det er størst behov for riktige avlesninger.

DEL A

**- Kalibrering av
overdekningsmåler.**

A1.

Oppgavens omfang.

A.1. DEL A's OMFANG.**Generelt:**

Som tidligere nevnt, kan vi ikke ta hensyn til alle forhold, ved måleundersøkelser i et laboratorium. Faktorer som andre armeringskonfigurasjoner, ekstreme værforhold, forskyvninger av enkelt-stenger i konfigurasjonene ved setninger i utstøpnings-arbeidet og ru betongoverflate, vil begrense vårt kalibreringsunderlag. Det vil derfor, som oftest, måtte være en viss vurdering av de tolkede resultater etter de stedlige forhold.

Alle våre måle-resultater er tabell-ført i kap.A.3..

A.1.1. Omfang:

Det vi har undersøkt for, er:

- *Ulike armeringskonfigurasjoner.*
- *Senteravstand.*
- *Måling fra ende armeringsstang.*
- *Armeringsstangens innretning/dreining.*
- *Instrumentets nøyaktighet og kapasitetsgrense ved normal- og dybdesonde, med og uten t4-funksjon.*
- *Repeterbarheten ved normal- og dybdesonde, med og uten t4-funksjon.*
- *Mediet rundt armeringen.*
- *Betongens herdetilstand.*
- *Fuktighet i betongen.*
- *Temperaturen i betong og instrument.*

A.2.

Målemetoder.

A.2. MÅLEMETODER.

Generelt:

- I alle undersøkelser peker sømmen på armeringsstengene opp, bortsett fra i tab.A.3.4., der vi undersøkte betydningen av stangens dreining.

- Sonden er plassert et godt stykke innpå armeringsstengene, bortsett fra i tab.A.3.3., der vi undersøkte resultatene med målinger nær ende stang.

- I tab.A.3.1.1-12 (ulike armeringskonfigurasjoner), og tab.A.3.4. (stangens innretning), har vi satt en grense for ovv på 80mm. Denne grensen vil dekke de fleste praktiske tilfeller. Der kapasitetsgrensen til normalsonden overstiges før denne grensen, har vi komplettert med t4-funksjonen (signalisert med tegnet * i tabellene) opp til 80mm.

- I undersøkelser der poenget har vært å vise et mønster, er det kun valgt ut små, middels og store armeringsstenger. Dette er gjort for å begrense antall målinger, og for lettere å se mønsteret i de målte resultater (ovm).

- Sømmens (og kammenes) høyde har vist seg å være av noe betydning. Vi informerer derfor om sømmens høyde på de forskjellige armeringsstenger:

- Ø^k8 : middels (ca. 1mm).
- Ø^k10 : høy (ca. 2mm).
- Ø^k12 : liten (ca. 0.5mm).
- Ø^k16 : middels (ca. 1.5mm).
- Ø^k20 : middels (ca. 1.5mm).
- Ø^k25 : høy (ca. 2mm).
- Ø^k32 : høy (ca. 2.5mm).

- I alle målinger har vi tilstrebet å plassere sonden direkte over armeringsstangen, eller midt i armeringskonfigurasjonen (der dette er mellom to stenger). Ved kryssende stenger, plasseres sonden med midtpunktet direkte over stengenes krysspunkt.

- Vi har ikke benyttet ståltråd til binding av armeringsstengene. Det er imidlertid klart at dette vil ha innvirkning på måleresultatene, dersom endene av ståltråden peker ut mot betongoverflaten. Under armeringsbindingen skal dette ikke skje, men i praksis og under utstøpning kan man ikke utelukke at dette forekommer.












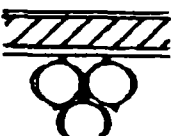
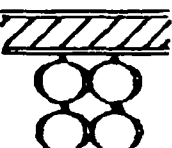
- Der instrumentet pendler mellom to verdier, har vi enkelte ganger skrevet opp begge i tabell-cellen.

- Dersom det er tvil om betydningen av enkelte ord eller symboler, henvises det til s.9-10 (terminologi).

A.2.1 Armeringskonfigurasjoner.

- Vi har benyttet ca.0,6m lange armeringsstenger av kamstål ϕ^k 8,10,12,16,20,25 og 32mm.

- Armeringskonfigurasjonene vi har målt over er:

1.  - enkel stang.
2.  - dobbel stang.
3.  - tredobbel stang.
4.  - firedobbel stang.
- 5a).  - trestangs bunt (to stenger opp).
- 5b).  - trestangs bunt (en stang opp).
6.  - firestangs bunt.
7.  - kryssende stenger med enkel stang under.
8.  - kryssende stenger med dobbel stang under.
9.  - kryssende stenger med tredobbel stang under.
10.  - kryssende stenger med firedobbel stang under.
11.  - kryssende stenger med trestangs bunt under.
12.  - kryssende stenger med firestangs bunt under.

- Som overdekningsmedie benyttet vi treklosser med varierende høyde, henholdsvis 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 og 120mm. Der hvor ovv >120mm, har vi lagt klossene oppå hverandre (dette blir først aktuelt ved målinger med dybdesonde).
- Stengene er plassert så nær hverandre som mulig.
- For armeringskonfigurasjonene 2, 3, 4, 5^a) og 6, har vi foretatt en måling med sonden plassert midt i konfigurasjonen, og deretter en måling over ytterste stang.
- I vår måleprosedyre, målte vi over ovv fra 10mm og opp til kapasitetsgrensen. Deretter tok vi målinger over de 3-4 største ovv en gang til, etter å ha skrudd av instrumentet en kort periode.

A.2.2. Senteravstand.

- Vi har brukt de samme treklosser til både senteravstandsholdere, og overdekningsholdere.
- Vi har valgt senteravstandene $s = 10 - 80\text{mm}$.
- Målingene er utført med tre stenger i senteravstand s , og sonden er plassert over midtre stang.
- Det er benyttet armeringskonfigurasjon 1 (enkel stang), i denne undersøkelsen.
- Alle målinger er utført med normalsonden opp til kapasitetsgrensen, uten t4-funksjon.

A.2.3. Målinger fra ende stang.

- Vi har brukt de samme treklosser som før til endeavstandsholdere.
- Målingene er tatt fra ende stang i avstand $a = 10-70\text{mm}$.
- Alle målinger er tatt med normalsonde opp til kapasitetsgrense, uten t4-funksjon.
- Vi har benyttet armeringskonfigurasjon 1 i denne undersøkelsen.

A.2.4. Armeringsstangens dreining.

- Vi har i denne undersøkelsen plassert stengene med kammene opp.

- Ved utførelsen av målingene beveget vi sonden langsomt over armeringsstangen. Dette gjorde vi for at sonden skulle få en mulighet til å reagere, ettersom den befant seg over en kam, eller midt mellom to kammer.
- Målingene er utført med normalsonde opp til kapasitetsgrensen, uten t4-funksjon. Det er komplettert med denne funksjonen opp til 80mm, der grensen nås ved $ovv < 80mm$.
- Det er benyttet armeringskonfigurasjon 1 i denne undersøkelsen.

A.2.5. Instrumentets nøyaktighet og kapasitetsgrense.

Generelt:

- Vi har benyttet armeringskonfigurasjon 1,3 og 7 i denne undersøkelsen.

a) Normalsonde:

- Målingene er tatt fra 10mm og opp til kapasitetsgrense (uten t4-funksjon).

b) Normalsonde med t4-funksjon:

- Målingene er tatt fra 10mm og opp til kapasitetsgrensen, hele tiden med t4-funksjonen tilkopleet.

c) Dybdesonde, kombinert med t4-funksjon:

- Målingene er tatt fra 10mm og opp til kapasitetsgrense, uten t4-funksjon. Fra 90mm har vi komplettert med målinger tatt med t4-funksjon, opp til kapasitetsgrensen.

A.2.6 Repeterbarhet.

Generelt:

- I denne undersøkelsen har vi gjentatt målinger på armeringskonfigurasjon 1 (enkel stang). De samme betingelser gjelder som tidligere.

a) Normalsonde:

- Målinger er tatt fra 10mm og opp til kapasitetsgrense.

b) Normalsonde med t4-funksjon:

- Målinger er tatt fra 10mm og opp til kapasitetsgrense.

c) Dybdesonde, kombinert med t4-funksjon:

- Målinger er tatt fra 10mm og opp til kapasitetsgrense, uten t4-funksjonen. Fra 90mm er det komplettert med t4-funksjon opp til kapasitetsgrensen.

A.2.7. Mediet rundt armeringen.

- Vi støpte inn kamstål ϕ^k16 , $s = 150\text{mm}$, i tre betongelementer. Hvert element, på ca. $500 \times 500 \times 100(90)\text{mm}$, inneholdt forskjellig armeringskonfigurasjon. De valgte konfigurasjonene var 1, 2 og 7 (henholdsvis enkel og dobbel stang, og kryssende stenger med enkel stang under).

- Armeringsstengene er, som før, lagt med søm opp.

- I betongelementene med armeringskonfigurasjon 1 og 2, er stengene lagt med varierende ovv. På denne måten oppnådde vi seks forskjellige ovv ved å måle fra begge sider. I elementet med konfigurasjon 7, måtte alle stenger ligge med lik ovv, vi fikk dermed to forskjellige ovv ved å måle fra begge sider.

- Før vi foretok målinger over armeringsstengene i betongelementene, målte vi ovv, streket opp hvor armeringsstengene lå (på betongoverflaten), og merket av de områdene hvor vi skulle ta målingene. Avmerking av målepunktene var viktig, fordi det skulle foretas gjentatte målinger på elementene til ulike tidspunkt. Resultatene fra disse målingene skulle så sammenlignes. I og med en noe ujevn overflate på den ene siden, oversiden av elementene som ikke hadde forskaling over seg, var det viktig å få tilnærmet like betingelser ved de ulike måletidspunktene.

- Målingene er utført med normalsonde uten t4-funksjon.

- De første målinger ble foretatt like etter vi hadde fjernet forskalingen, -fire døgn etter utstøpning.

- For å kunne vurdere betydningen av mediet rundt armeringen, sammenlignet vi de målte resultatene med de vi hadde fra tab.A.3.1.1, 2 og 7, der vi benyttet treklosser som overdekningsmedie.

- Benyttet betongblanding var:

Overflatetørre materialer.		
Materialer	kg/m ³ :	kg/sats:
Sement	410	30.75
Vann	180	13.50
Sand	1130	84.75
Singel	660	49.50
Silica	15	1.13
P	3	0.23
SP	2.5	0.19

Vi blandet 75 liter i en og samme blanding. Antatt terningsfasthet etter 28 døgn, antas å være ca.60MPa.

A.2.8. Herdetilstand.

- Vi foretok målinger over de markerte punkter, på samtlige tre betongelementer. Dette gjorde vi etter henholdsvis 4 og 28 døgn.
- Målingene er tatt med normalsonde uten t4-funksjon.
- Det bør nevnes at betong-elementene i en periode på 14 døgn, mellom de to herdetilstandsmålingene, lå i vannbad. Elementene hadde 8 døgn å tørke ut på etter vannbadet, i et tørt og varmt inneklime, før 28-døgnsmålingene ble tatt.

A.2.9. Fuktighet.

- Vi lot de tre betongelementene ligge i vannbad i 14 døgn. P.g.a. plassmangel i vannbassengene, lå et par av elementene kun delvis under vann. Vi antar at dette ikke vil ha noen betydning, da vi kledde elementene inn i plast slik at fuktigheten ble stor.
- Målingene ble tatt med normalsonde uten t4-funksjon, over de markerte punkter.

A.2.10. Temperatur.

a) Betong:

- Vi lot betongelementene være ute over natten, slik at de ble godt avkjølt. Dagen etter foretok vi målinger på disse elementene, over de markerte punkter. Temperaturen var da ca. +1C° i lufta.
- Før målingene ble tatt, lot vi instrumentet avkjøles ute i ca. 1/2 time.
- Målingene er tatt med normalsonde ute t4-funksjon.

b) Instrumentet:

- Vi tok ut armeringsstengene, og målte på disse i armeringskonfigurasjon 1 (enkel stang). Benyttet treklosser som ovv.
- Vi lot instrumentet og armeringsstengene avkjøles i en 1/2 time utendørs, før målingene ble tatt.
- Målingene er tatt med normalsonde opp til kapasitetsgrense. Der denne grensen nås før 80mm, kompletterte vi med t4-funksjon opp til 80mm.

A.3.

Målte resultater.

A.3. PRESENTASJON AV MÅLTE RESULTATER.

Generelt:

- I tabell-celler med to verdier avskilt med tegnet / , antyder dette at instrumentet har pendlet mellom to verdier.

- I tabell-celler med to målinger på ulik rad, er sonden ulikt plassert. I første måling (1. rad) er sonden plassert midt i armeringskonfigurasjonen. I andre måling (2. rad) er sonden plassert over ytterste stang.

- Der hvor samme tabell kan brukes om igjen, er det henvist til den aktuelle tabell. Dette er gjort for å begrense antall tabeller i oppgaven.

- Vi minner om at symbolet * i tabell-cellene antyder at t4-funksjonen er benyttet. I tillegg antyder *medium* (i teksten over tabellene), overdekningsmediumet som er benyttet. Ved tvil om betydningen av ord og symboler henvises til s.9-10 (terminologi).

A.3.1 Armeringskonfigurasjon.

Tab.A.3.1.1.-enkel stang. Normalsonde. Medium: tre.

		ovv						
\varnothing^k	10	20	30	40	50	60	70	80
8	9	20	30	41	53	60	70/75*	80*
10	11	21	30	42	53	60	70/75*	80*
12	10	21	30	42	52	60	75*	75/80*
16	11	21	30	42	52	60	68/70*	80*
20	11	21	30	41	52	60	70*	70/75*
25	11	21	30	41	50	60	68	75*
32	12	22	30	40	51	60	68	70/75*

Tab.A.3.1.2.- dobbelt stang. Normalsonde. Medium: tre.

		ovv						
σ^k	10	20	30	40	50	60	70	80
8	8	17	26	37	47	58	64*	75*
	9	18	27	37	47	59	66*	80*
10	9	19	29	38	48	57	68*	70*
	10	19	29	39	48	59	68*	70*
12	9	18	27	37	47	56	62*	80*
	9	19	28	37	46	57	64*	75*
16	10	19	28	37	47	58	64	70*
	10	19	28	38	47	58	64	75*
20	11	19	28	37	45	57	64	70*
	11	20	29	37	45	58	64	75*
25	12	20	29	37	45	57	62	68
	11	20	30	38	47	59	64	68
32	15	22	30	39	47	56	64	70
	12	21	30	39	49	57	66	70

Tab.A.3.1.3.- tredobbel stang. Normalsonde. Medium: tre.

		ovv						
σ^k	10	20	30	40	50	60	70	80
8	8	17	25	33	42	51	57	60*
	9	18	26	35	42	52	59	60*
10	9	18	26	35	44	54	60	70*
	9	19	27	36	45	56	60	75*
12	9	18	26	35	43	53	60	68*
	9	18	27	36	45	54	60	68*
16	9	18	26	35	43	54	60	66*
	10	19	27	36	45	55	60	68*
20	10	19	27	35	43	53	60	64
	10	19	28	36	45	55	60	64
25	11	20	28	36	44	54	60	68
	11	20	29	38	45	56	61	68
32	12	21	30	37	45	54	59	69
	12	21	30	38	46	56	61	70

Tab.A.3.1.4.- firedobbel stang. Normalsonde. Medium: tre.

		ovv						
σ^k	10	20	30	40	50	60	70	80
8	8	16	24	32	43	52	58*	68*
	8	17	25	33	45	55	60*	70*
10	9	18	26	34	42	53	59	66*
	9	19	28	36	44	55	60	68*
12	9	18	26	33	42	52	59	66*
	9	18	27	35	43	53	61	68*
16	9	18	26	34	42	52	59	64*
	10	19	27	36	44	53	62	64*
20	10	19	27	35	42	52	60	64*
	10	19	27	36	44	54	61	64*
25	11	19	27	35	43	53	60	62
	11	20	28	36	45	55	60	66
32	14	21	30	37	45	53	59	64
	12	21	30	38	46	56	60	66

Tab.A.3.1.5^a.- trestangs bunt (to stenger øverst).
Normalsonde. Medium: tre.

		ovv						
σ^k	10	20	30	40	50	60	70	80
16	9	18	27	36	44	55	60	68*
	9	19	28	37	45	56	62	68*
20	10	19	27	35	44	53	60	68*
	10	19	28	36	45	54	61	68*
25	12	20	28	37	44	53	60	68*
	11	20	29	37	45	54	60	68*
32	14	21	30	37	45	54	60	66
	12	21	30	38	45	55	62	66

Tab.A.3.1.5^b.- trestangs bunt (en stang øverst).
Normalsonde. Medium: tre.

		ovv						
σ^k	10	20	30	40	50	60	70	80
16	10	19	28	38	46	58	62	70*
20	10	19	28	37	45	56	64	68*
25	11	20	29	38	45	55	60	68
32	12	21	30	39	47	56	62	70

Tab.A.3.1.6.- firestangs bunt. Normalsonde. Medium: tre.

ø ^k	ovv							
	10	20	30	40	50	60	70	80
16	9	18	26	34	43	53	60	65*
	10	19	27	36	44	54	60	65*
20	10	19	27	35	43	53	60	64
	10	19	27	36	43	53	60	64
25	11	20	27	35	42	52	59	66
	11	20	28	36	43	53	59	66
32	14	21	30	37	45	54	60	68
	12	21	30	38	46	55	62	70

Tab.A.3.1.7. - Kryssende stenger m. enkel stang under.
Normalsonde. Medium: tre.

		ovv							
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80
10	10	11	20	30	39	50	58	66*	70*
	12	10	20	30	39	48	59	66*	70*
	16	10	20	30	38	48	57	62*	70/75*
	20	10	20	29	38	47	57	60	70*
	25	10	19	29	37	48	57	60	68/70*
	32	9	18	27	35	43	54	60	68*
12	10	10	20	30	39	50	58	66*	70/75*
	12	9	19	29	38	48	59	66/68*	70*
	16	10	19	29	38	48	58	62/64*	68/70*
	20	10	19	28	37	47	58	60	70/75*
	25	9	19	28	36	45	56	60	68*
	32	9	18	27	35	43	53	60	68/70*
16	12	10	20	30	40	49	58	68*	75*
	16	10	20	30	39	49	58	60	70*
	20	10	20	29	39	47	59	64	70*
	25	10	19	29	38	47	57	64	70*
	32	9	19	28	37	45	55	60	68*
20	12	11	20	30	40	49	59	66	70/75*
	16	11	20	30	39	49	58	64	70*
	20	11	20	30	39	49	58	64	70*
	25	10	20	30	39	49	58	64	70*
	32	10	20	29	38	46	57	62	70*
25	16	11	20	30	39	49	59	64	70*
	20	11	20	30	39	49	58	68	68/70*
	25	11	20	30	39	49	58	66	70/75*
	32	11	20	30	39	47	57	64	70*
32	16	12	22	30	41	51	60	66	70*
	20	12	22	30	40	50	60	66	70/75*
	25	12	22	30	41	49	60	66	70*
	32	12	21	30	40	49	58	66	70*

Tab.A.3.1.8. - Kryssende stenger m. dobbel stang under.
Normalsonde. Medium: tre.

		ovv							
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80
10	10	10	20	29	38	47	56	60*	68/70*
	12	9	19	28	37	45	55	60	68/70*
	16	9	19	27	36	45	55	60	70/75*
	20	9	19	27	35	43	52	60	68*
	25	9	18	27	35	42	51	59	66*
	32	9	18	26	33	41	48	57	60/62*
12	10	10	19	29	38	47	57	60	68/70*
	12	9	19	28	38	46	55	62	70*
	16	9	18	27	36	45	55	61	68/70*
	20	9	18	27	35	43	53	60	68/70*
	25	9	18	27	35	43	52	59	64/66*
	32	9	18	26	33	41	49	57	64/66*
16	12	10	20	29	38	47	57	64	70*
	16	10	19	29	37	46	56	61	68/70*
	20	10	19	28	37	45	55	60	68/70*
	25	10	19	27	36	44	54	60	68*
	32	10	19	27	35	43	51	59	66/68*
20	12	11	20	30	39	48	58	64	68/70*
	16	10	19	29	38	47	57	64	68*
	20	11	20	29	38	46	56	61	70*
	25	11	20	29	37	46	55	60	70*
	32	10	19	28	36	45	54	60	66/68*
25	16	11	21	30	39	49	58	65	68*
	20	11	20	30	39	48	57	62	70*
	25	11	20	30	38	46	56	63	68/70*
	32	11	20	29	37	48	56	61	68*
32	16	12	22	30	40	50	59	66	70/75*
	20	12	22	30	40	50	58	64	70/75*
	25	12	21	30	39	49	58	64	70*
	32	12	21	30	40	48	57	62	70*

Tab.A.3.1.9. - Kryssende stenger m. tredobbel stang under.
Normalsonde. Medium: tre.

		ovv							
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80
10	10	10	19	28	37	45	55	60	68*
	12	9	19	27	36	45	54	60	68/70*
	16	10	19	27	35	44	52	59	60/62*
	20	9	18	26	34	42	53	58	60/62*
	25	9	18	26	33	41	50	57	60*
	32	9	18	26	33	40	49	56	60*
12	10	9	19	28	37	46	56	62	68/70*
	12	9	19	28	36	45	55	60	68*
	16	9	18	27	35	43	53	60	62/64*
	20	9	18	27	35	42	52	60	64/66*
	25	9	18	26	33	41	50	57	62
	32	9	18	25	33	40	48	56	62
16	12	10	19	28	37	45	55	60	70*
	16	10	19	28	36	45	55	60	68/70*
	20	10	19	28	36	45	54	60	66*
	25	10	19	27	36	44	54	60	64
	32	9	18	26	34	42	52	58	63
20	12	10	20	29	38	47	56	64	70*
	16	10	20	29	37	46	56	60	70*
	20	10	19	28	37	45	55	62	70*
	25	10	19	28	37	45	54	60	66
	32	10	19	27	35	43	53	59	64
25	16	11	21	30	38	47	57	63	68
	20	11	20	29	38	46	56	62	68
	25	11	20	29	38	45	55	60	68
	32	11	19	28	37	45	55	60	66
32	16	12	21	30	40	49	57	66	70
	20	12	21	30	39	47	58	64	70
	25	12	21	30	39	47	57	64	70
	32	12	21	30	39	48	56	64	68

Tab.A.3.1.10. - Kryssende stenger m. firedobbel stang under.
Normalsonde. Medium: tre.

		ovv							
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80
10	12	10	19	27	35	44	53	60	66/68*
	16	10	19	27	35	42	53	60	66*
	20	10	19	27	34	42	51	58	60/62*
	25	9	18	26	33	40	49	56	60
	32	9	17	25	32	39	46	55	60
12	10	10	19	28	36	45	54	61	64/66*
	16	9	18	27	35	42	52	59	64/66*
	20	9	18	26	34	41	50	57	62*
	25	9	18	26	33	40	50	57	61
	32	9	18	25	32	40	47	55	66
16	12	9	19	28	37	45	55	60	68*
	16	10	19	28	36	45	54	60	68/70*
	20	9	19	27	36	43	53	59	64/66*
	25	9	18	27	35	42	51	58	64
	32	10	18	26	34	42	52	58	66
20	12	10	20	29	39	46	56	64	68*
	16	10	19	28	37	45	55	60	68/70*
	25	11	19	28	36	44	53	60	66
	32	10	19	27	35	43	52	60	66
25	16	11	20	30	38	46	55	63	68*
	20	11	20	29	37	45	55	60	68
	25	11	20	29	37	45	55	60	66
	32	11	20	28	37	45	54	60	68
32	16	12	21	30	39	48	56	64	70
	20	12	21	30	40	49	57	64	70
	25	12	21	30	39	48	57	63	70

Tab.A.3.1.11. - Kryssende stenger m. trestangs bunt under.
Normalsonde. Medium: tre.

		ovv							
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80
12	16	10	19	27	36	46	54	60	68*
	20	9	19	27	36	44	54	60	66*
16	16	10	19	28	37	46	55	60	68*
	20	10	19	28	37	45	55	60	68*
	25	10	19	27	36	44	53	60	66*
	32	11	19	27	35	43	51	60	66*
20	16	11	20	29	38	46	58	66	70*
	20	11	20	29	38	46	56	64	68*
	25	11	20	28	37	45	55	60	68*
	32	11	20	28	36	45	55	62	66*
25	16	11	20	30	39	47	58	66	68*
	20	11	20	30	38	47	57	65	70*
	25	11	20	29	38	47	56	62	68*
	32	11	20	29	38	46	55	62	68*
32	16	12	22	30	40	49	59	66	70
	20	12	22	30	41	50	59	66	70
	25	12	21	30	40	50	57	64	70
	32	12	21	30	39	48	57	64	70

Tab.A.3.1.12. - Kryssende stenger m. firestangs bunt under.
Normalsonde. Medium: tre.

		ovv							
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80
12	16	10	19	27	36	43	54	60	66*
16	16	10	19	28	36	45	53	60	68*
	20	9	19	28	36	44	54	60	66*
	25	10	19	27	36	42	54	60	64*
	32	9	18	26	34	42	51	59	60
20	16	11	20	29	38	46	56	60	66*
	25	10	19	28	37	45	55	60	66
	32	10	19	27	35	43	53	59	66
25	16	11	20	30	39	48	57	66	70*
	20	11	20	29	38	46	55	60	70*
	25	11	20	29	38	46	56	60	68
	32	11	20	28	37	45	55	60	68
32	16	12	22	30	40	49	59	64	70*
	20	12	21	30	40	50	58	66	70
	25	12	22	30	40	50	58	66	70

A.3.2. Senteravstand.

Tab.A.3.2. - senteravstand, enkle stenger. Medium: tre.

		ovv							
Ø	s	10	20	30	40	50	60	70	80
10	10	10	19	27	35	43	53	60	
	20	11	20	29	36	45	55	60	
	30	9	20	30	39	45	55	60	
	40	9	20	30	40	48	57	60	
	50	9	21	30	41	51	57	60	
	60	9	21	30	41	51	58	60	
	70	9	21	30	42	53	60		
	80	10	21	30	42	53	60		
16	10	10	19	28	36	45	55	60	
	20	11	20	29	38	46	54	60	
	30	11	20	30	39	47	56	63	
	40	11	21	30	40	49	58	62	
	50	11	21	30	41	50	59		
	60	11	21	30	41	51	60		
	70	11	21	30	41	52	60		
	80	11	21	30	41	52	60		
25	10	11	20	26	37	44	53	59	68
	20	11	21	30	38	45	55	59	68
	30	11	21	30	39	48	57	64	68
	40	11	21	30	39	48	57	64	68
	50	11	21	30	40	49	58	63	68
	60	11	21	30	40	50	58	64	68
	70	11	21	30	41	50	58	64	
	80	11	21	30	41	50	59	68	
32	10	12	21	30	38	46	54	60	64
	20	12	21	30	39	47	55	60	70
	30	12	21	30	40	49	57	64	70
	40	12	22	30	41	49	57	64	70
	50	12	22	30	40	49	58	64	70
	60	12	22	30	40	50	59	66	70
	70	12	22	30	40	51	60	66	70
	80	12	22	30	40	51	60	66	

A.3.3. Måling fra ende stang.

Tab.A.3.3. - endeavstand, enkel stang.
Normalsonde. Medium: tre.

ø ^k	a	ovv						
		10	20	30	40	50	60	70
10	10	13	24	36	48	57		
	20	12	24	36	47	57		
	30	12	23	35	46	57		
	40	11	22	33	45	56		
	50	11	22	31	45	55		
	60	11	21	30	43	54	60	
	70	11	21	30	43	53/54	60	
16	10	12	23	34	47	58		
	20	11	23	33	46	57		
	30	11	22	33	45	57		
	40	11	22	32	45	56		
	50	11	21	30	43	55	60	
	60	11	21	30	42	53	60	
	70	11	21	30	42	52	60	
32	10	13	24	33	45	58	64	70
	20	12	23	33	44	55	62	70
	30	12	22	33	44	54	62	70
	40	12	22	31	44	53	62	70
	50	12	22	31	43	53	61	69
	60	12	22	31	42	52	60	68
	70	12	22	30	42	52	60	68

A.3.4. Stangens dreining.

Tab.A.3.4.-enkel stang. Normalsonde. Medium: tre.

ø ^k	ovv							
	10	20	30	40	50	60	70	80
10	11	21	30	42	52/53	59	75*	75/80*
16	11	20/21	30	41	51/52	59/60	68/70*	75/80*
32	11/12	21/22	30	41	50/51	59/60	66/68	70/75*

A.3.5. Instrumentets nøyaktighet og begrensning.

a) Normalsonde:

Tab.A.3.5.1,2 og 3a), henholdsvis enkel stang, dobbel stang og kryssende stenger med enkel stang under. Medium: tre:

Som tab.A.3.1.1,3 og 7(ser bort fra målingene tatt med t4-funksjon).

b) Normalsonde med t4-funksjon:

Tab.A.3.5.1b)-enkel stang. Medium: tre.

		ovv									
Ø	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
10	11*	21*	30*	41*	53*	60*	75/80*	80*	90*		
16	11*	21*	30*	41*	51*	58*	68/70*	80*	80/90*		
32	12*	22*	30*	41*	51*	60*	68*	70/75*	80/90*	90*	

Tab.A.3.5.2b) - tredobbel stang. Medium: tre.

		ovv									
Ø	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
10	9	18	26	34	42	53	59	66/68	80		
	9	18	26	34	43	53	60	68	80		
16	9	18	26	34	42	52	60	68	75/80	90	
	9	18	27	35	43	52/53	60	68	75	90	
32	12	21	29	37	44	53	59	66	75/80	90	
	12	21	30	37	45	54	60	66/68	75	90	

Tab.A.3.5.3b)-kryssende stenger med enkel stang under. Medium: tre.

		ovv										
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
16	16	10	20	29	38	48	58	60	70	75/80*		
	32	9	19	28	37	45	55	60	68/70*	75/80*	80/90*	90*

c) Dybdesonde (kompletert med t4-funksjon fra ovv = 90mm):

Tab.A.3.5.1c) - enkel stang. Medium: tre.

		ovv									
θ^k	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
10	L	L	33	43	52	63	73	84	94 94*	105/110 110*	120 115*
16	L	L	32	42	51	61	70	82	90 90*	105 100*	120 110*
32	L	25	34	44	53	62	72	82	90 90*	100/105 100*	115 110*

θ^k	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
10	125 120*	135 130*	145*	155/170*	170*	170/200*	170/200*				
16	125 120*	135 130*	140 145*	140 145*	140 150*	155*	155/170*	170*			
32	125 120*	135 125*	145 135*	155 145*	160 150*	160*	170*	180*	180/220*	200/220*	220*

Tab.A.3.5.2c) - tredobbel stang. Medium: tre.

		ovv									
θ^k	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
10	L	L	L	31	40	49	57	66	75 74*	84 82*	92 90*
16	L	L	L	32	40	48	57	65	74 73*	83 82*	90 90*
32	L	L	27	36	45	52	59	67	79 75*	86 83*	94 90*

θ^k	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
10	100 100*	115 110*	120 115*	130/135 125*	135 135*	135*	150*	155*	150*	155*	170*
16	100 98*	115 110*	120 120*	125/130 125*	130 135*	140 150*	150*	170/180*	170*	180/220*	220*
32	100 98*	105 110*	115 115*	120 120*	130 130*	140 140*	150 145*	150/155 150*	160 160*	180*	200*

Tab.A.3.5.3c)-kryssende stenger med enkel stang under. Medium: tre.

		ovv										
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
16	16	L	L	28	37	45	55	63	72	81 80*	90 90*	98/100 105*
	32	L	L	26	34	42	50	59	66	75 75*	83 84*	92 90*

d1	d2	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
16	16	110 115*	120 120*	130 135*	135 145*	135 150*	140 150*	140 155/170*	180/220*	180/220*		
	32	100 98*	110 110*	125 115*	135 125*	140 140*	140 150*	140 150*	140 155/170*	155/170*	170/180 *	180/220 *

A.3.6. Repeterbarhet.

a) Normalsonde:

Tab.A.3.6a).-enkel stang. Medium: tre.
Sammenlign med tab.A.3.1.1.(s.25).

		ovv							
ø ^k		10	20	30	40	50	60	70	80
10		11	21	30	42	53	60		
32		12	22	30	41	51	60	68	

b) Normalsonde med t4-funksjon:

Tab.A.3.6b).-enkel stang. Medium: tre.
Sammenlign med tab.A.3.5.1b).(s.37).

		ovv									
ø ^k		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10		11*	21*	30*	41*	52*	59*	70*	75/80 *	80/90*	
32		12*	22*	30*	41*	52*	60*	68*	75/80 *	80/90*	90*

e) Dybdesonde, kompletert med t4-funksjon fra 90mm:

Tab.A.3.6c). - enkel stang. Medium: tre. Sammenlign med tab.A.3.5.1c).(s.38).

		ovv									
σ^k	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
10	L	L	33	43	53	63	72	83	92 90*	105 98/100*	120 110*
32	L	25	34	43/44	52	61	70	80	90 92*	98 100*	110 115*

σ^k	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
10	125 115*	130 120*	135 135*	135*	135*	135*					
32	115 125*	120 130*	130 135*	135 140*	140 145*	145 150*	145/150 150/155*	150 180*	150 180/200*	200/220*	220*

A.3.7. Mediet rundt armeringen (4 dogn).

Tab.3.7.1.-enkel stang, s = 150mm. Medium: betong. Sammenlign med tab.A.3.1.1.(s.25).

		ovv					
σ^k	10	20	30	40	48	59	
16	10	21	30	42	50	60	

Tab.3.7.2.-dobbel stang, s = 150mm. Medium: betong. Sammenlign med tab.A.3.1.2.(s.26).

		ovv					
σ^k	9	19	38	42	60	70	
16	9	18	33	40	58	62	

Tab.3.7.3.-kryssende stenger, s = 150mm. Medium: betong. Sammenlign med tab.A.3.1.7.(s.29).

		ovv	
σ^k	20	40	
16	20	39	

A.3.8. Herdetilstand.

Tab.A.3.8.1a).- enkel stang, $s = 150\text{m}$. Medium: betong, 4 døgn:

Som tab.A.3.7.1.

Tab.3.8.1b).-enkel stang, $s = 150\text{mm}$. Medium: betong, 28 døgn:

	ovv					
\varnothing^k	10	20	30	40	48	59
16	9	21	30	42	51	60

Tab.A.3.8.2a).- dobbel stang, $s = 150$. Medium: betong, 4 døgn:

Som tab.A.3.7.2.

Tab.3.8.2b).-doppel stang, $s = 150\text{mm}$. Medium: betong, 28 døgn:

	ovv					
\varnothing^k	9	19	38	42	60	70
16	9	19	34	40	55	60/62

Tab.A.3.8.3a).- kryssende stenger, $s = 150\text{mm}$. Medium: betong, 4 døgn:

Som tab.A.3.7.3.

Tab.A.3.8.3b).-kryssende stenger, $s = 150\text{mm}$. Medium: betong, 28 døgn:

	ovv	
\varnothing^k	20	40
16	20	39

A.3.9. Fuktighet.

Tab.A.3.9.1.- enkel stang, $s = 150\text{mm}$, i våt betong.

	ovv					
σ^k	10	20	30	40	48	59
16	10	21	30	42	51	60

Tab.A.3.9.2.- dobbel stang, $s = 150\text{mm}$, i våt betong:

	ovv					
σ^k	9	19	38	42	60	70
16	9	18	33/34	39	58	62/64

Tab.A.3.9.3.- kryssende stenger, $s = 150\text{mm}$, i våt betong:

	ovv	
σ^k	20	40
16	20	39

A.3.10. Temperatur.

Tab.3.10.1a).-enkel stang, $s = 150\text{mm}$. Medium: betong, $+1^\circ\text{C}$:

	ovv					
σ^k	10	20	30	40	48	59
16	10	21	30	42	51	60

Tab.3.10.2a).-dobbelt stang, $s = 150\text{mm}$. Medium: betong, $+1^\circ\text{C}$:

	ovv					
σ^k	9	19	38	42	60	70
16	9	18	33	40	55	64

Tab.A.3.10.3a)-kryssende stenger, $s = 150\text{mm}$. Medium: betong, $+1^\circ\text{C}$:

	ovv	
σ^k	20	40
16	20	39

Tab.A.3.10.1b).-enkel stang. Medium: tre. Utetemp. +1°C:

ovv								
g ^k	10	20	30	40	50	60	70	80
10	11	21	30	41	53	60	70/75*	80/90*
12	10	20	30	41	53	61	70*	80/90*
16	10	20	30	41	52	60	68/70*	75/80*
20	11	20	30	41	52	60	68/70*	75/80*
25	11	21	30	41	50	60	68	75*
32	12	22	30	41	51	60	68/70	70*

A.4.

Diskusjon av målte resultater.

A.4. DISKUSJON AV MÅLTE RESULTATER.

Generelt:

- I diskusjonen av de ulike armeringskonfigurasjoner, og i diskusjonen av stangens innretning, ser vi bort fra målingene med t4-funksjon. Denne funksjonen blir nærmere behandlet i kap.A.4.5b).

- Vi har i diskusjonen av ovm forsøkt å se hovedmønsteret i målingene. Små uregelmessigheter og avvik, som ikke danner noe påvisbart mønster, velger vi å nedvurdere. Dette kommer av at vi ikke kan utelukke feil i målingene p.g.a. menneskelig og instrumentell årsak.

- Allerede diskuterte mønstre gjentas ikke. Der det er aktuelt henvises det derfor til tidligere diskusjon.

- I diskusjonen benytter vi en del forkortelser. De viktigste er *arm.* = armering, *konfig.* = konfigurasjon, og *kap.grense* = kapasitetsgrense. Ellers henvises det til s.9-10 (terminologi).

A.4.1. Armeringskonfigurasjoner.

Generelt:

- I diskusjonen av ovm for armeringskonfigurasjonene, har vi delt de ulike konfigurasjoner i fire hovedgrupper:

- Gr.1: armeringskonfig.1-4. (Tab.A.3.1.1.-A.3.1.4.).
- Gr.2: armeringskonfig.5-6. (Tab.A.3.1.5^a)-A.3.1.6.).
- Gr.3: armeringskonfig.7-10. (Tab.A.3.1.7.-A.3.1.10.).
- Gr.4: armeringskonfig.11-12. (Tab.A.3.1.11.-A.3.1.12.).

- Hvert av de 6 avsnittene i kap.A.4.1.1-4. omhandler det samme tema. Der nye mønstre dukker opp, diskuterer vi dette i det avsnittet det passer best inn.

A.4.1.1. Gr.1.:

1. Avvikene øker desto flere arm.stenger som befinner seg i konfigurasjonen, og best verdier får vi for arm.konfig.1. Vi ser at maksimalt avvik her er +3/-1mm(ovv < 60mm), mens det i arm.konfig.4 er (+4)/-8mm(ovv < 60mm). Vi har satt +4-tallet i parentes da sonden i denne konfig. er plassert mellom to arm.stenger, når det måles midt i konfig.. I avsnitt 3 er denne sonde-plasseringen diskutert.

At instrumentet gir best verdier for arm.konfig.1, var forventet. Overdekningsmåleren er i produksjonen kalibrert for denne konfig.. I arm.konfig. 2-4 øker vi antall arm.stenger, uten å kompensere dette ved å stille inn økt stang-diameter på instrumentet (fordi alle stengene i konfig. har samme diameter). Dette er egentlig en overskridelse av instrumentets bruksområde.

Det økte ståltversnittet fører nemlig til et sterkere målesignal, og dermed lavere ovm. Dette skulle forklare at vi får lavere ovm ved flere arm.stenger i konfigur. .

For store ovm er avvikene større enn for små ovm. Dette må kunne forklares med at målesignalene blir svakere, og at nøyaktigheten av den grunn avtar. Instrumentet er i tillegg kalibrert for å vise best målinger for mindre ovm, og dette kan dermed gå ut over nøyaktigheten ved større ovm. Dette er gjort fordi det ved små ovm er viktigst med pålitelige målinger. Det synes allikevel å stride noe med teorien at vi får lavere ovm ved økende ovm. Store ovm vil jo gi mindre målesignaler, og dette skulle dermed gi høyere ovm. Hvordan dette skal forklares er uklart.

Vi observerer også at for ovm = (10),30 og 60mm (arm.konfig. 1) viser instrumentet nøyaktige ovm, mens for ovm = 20,40,50 og 70mm får vi større avvik i ovm. Hvorfor vi på denne måten ikke får et gradvis større avvik ettersom ovm øker, er uklart.

2. For ovm rundt 60mm, ser vi at kapasitetsgrensen nås med små arm.stenger i konfigurasjonene. I arm.konfig. med flere, og/eller større stenger, øker kapasitetsgrensen. Dette stemmer godt med teorien. Store ståltverrsnitt vil gi sterkere målesignal enn små, og dermed gi et større kapasitetsområde.

3. I en og samme arm.konfig. er det en tendens, med unntak av konfig. 1, at store arm.stenger gir høyere ovm enn små stenger. Dette er et paradoks da teorien tilsier at store stenger vil gi et kraftigere målesignal, og dermed lavere ovm. Årsaken til dette er derfor uklar, men det kan ha noe å gjøre med at de store stengenes kraftige målesignal, gir sikrere verdier. Hvorfor arm.konfig.1 er et unntak, kan være fordi instrumentet er kalibrert for denne konfigur., og av den grunn gir riktigere ovm.

Vi legger også merke til at store stenger (\varnothing^{k25} og 32), gir positive avvik for alle konfigur. ved ovm < 30mm. Årsaken til dette kan være at armeringsmengden er såpass stor at den "forvirrer" instrumentet noe. Det logiske ville jo vært at et sterkt målesignal gav lavere ovm (et større negativt avvik).

4. I tab.A.3.1.2-4. er det tatt to målinger. En midt i konfigur. (1.siffer), og en over ytre stang (2.siffer). Hoved-mønsteret er at målingen over ytre stang generelt gir litt høyere verdi, 0-2mm. Dette utelukker ikke at det også forekommer at 1. siffer er høyest. At 2.siffer normalt er høyest, stemmer bra med teorien. Når sonden er plassert over ytre stang traverserer magnetfeltet mindre stål, enn dersom den er plassert midt i konfigur. Dette gir igjen et svakere målesignal, som resulterer i høyere ovm.

Avviket mellom 1. og 2. måling er generelt litt større for store ovm enn for små (, dette er ganske ubetydelig). Årsaken til dette er nok at lavere ovm gir sikrere avlesninger, og dermed mindre differanse mellom de to verdier.

Vi noterer oss at 1.siffer i tab.A.3.1.2,4 og 5a) for store stenger (\varnothing^{k25} og 32), gir svært høye ovm for små ovm (< 30mm). Vi tolker dette til at sonden måler den diagonale avstanden bort til stengene, da sonden er plassert midt mellom to stenger. Årsaken til at dette mønsteret ikke vises tydelig for mindre stenger, eller for større ovm, er antagelig fordi "gropen" mellom stengene ikke er stor nok, og fordi sonden ved større ovm ikke er så sensitiv for slike uregelmessigheter. De høye ovm kan også delvis forklares med, at instrumentet forvirres av det kraftige målesignalet.

5. Går vi fra arm.konfig.3 til 4 ser vi at ovm har blitt kun litt lavere. Dette gir grunnlag til å tro, at vi kommer til en grense der sondens utsendte magnetfelt ikke kan traversere flere stenger. Vi vil altså komme til en arm.konfig. der en økning i antall stenger i konfig., ikke vil påvirke ovm.

6. Vi observerer at differansen mellom målingene tatt over et lite og et stort ståltverrsnitt, ved samme arm.konfig. og ovv, avtar ved økende ovv. Som tidligere antydte stemmer dette dårlig med teorien, da det er de store stengene som gir de høyeste ovm. Diskusjonen av dette er som tidligere, se avsnitt 3. Grunnen til at differansen er mindre for større ovv kan kanskje forklares med at målesignalet avtar for økende ovv. Dette skulle dermed gi økt ovm. En svakhet ved dette resonnementet er at dette skulle gjelde for målinger over både store og små stenger, og dermed ville differansen være konstant. Vi må derfor anta at forskjellene i målesignalet ved større ovv utvikler seg litt forskjellig for små og store stenger. Dette vil føre til at ovm øker/avtar forskjellig ved ulik ovv, ettersom vi måler over stor eller liten stang. Det er også mulig at dårligere nøyaktighet ved økende ovv, gjør instrumentet mindre følsomt overfor hvor stort ståltverrsnitt vi måler over. Dette skulle dermed gi jevnere ovm for økende ovv.

A.4.1.2. Gr.2.:

1. Som tidligere øker avvikene jo flere arm.stenger som befinner seg i konfig., og for økende ovv. For diskusjon av disse observasjoner, henvises det til kap.A.4.1.1., avsnitt 1. Trestangs bunt med to stenger øverst (konfig. 5^a), gir generelt lavere avlesninger enn trestangs bunt med en stang øverst (konfig. 5^b). Årsaken til dette må ligge i at tyngdepunktet for ståltverrsnittet i konfig. 5^a, ligger høyere enn i konfig. 5^b). Ut fra teorien om at små ovv gir sterke målesignaler, og dermed lavere ovm, stemmer dette bra med teorien. Fordi vi har mest stål nærmest overflaten i konfig. 5^a, vil man også tro at denne konfig. ville sende ut et sterkere målesignal, og av den grunn gi lavere ovm. Dette stemmer derfor også bra. Differansen mellom ovm for de to nevnte konfigurasjoner, øker ved større ovv. Dette tolkes som at målesignalet for de to konfig., gir litt ulik utvikling for økende ovv. Dette vil føre til at ovm utvikler seg forskjellig ettersom ovv øker.

2. Kapasitetsgrensen øker, som tidligere erfart, for økende ståltverrsnitt. Se diskusjonen i kap.A.4.1.1., avsnitt 2.

3. I en og samme arm.konfig. gir store arm.stenger høyere ovm enn små. Store stenger gir også positive avvik for lave ovv i alle konfig.. Diskusjon av disse observasjoner er behandlet i kap.A.4.1.1., avsnitt 3.

4. Mønsteret mellom de to målingene, midt i konfig. og over ytre stang, er som før. Allikevel observerer vi at differansen mellom de to målingene er blitt mindre. Dette kan ha sin årsak i at arm.stengene i konfig. 5^a) og 6 er mer samlet. Et mer kompakt ståltverrsnitt vil gjøre at sondens magnetfelt traverserer det meste av stålet, selv om sonden er plassert over ytre stang. Forskjellen i målesignalet blir derfor mindre ettersom sonden er plassert midt i konfig.,

eller over den ytterste stangen. Dette skulle igjen gi jevnere ovm. Diskusjonen er ellers som i kap.A.4.1.1., avsnitt 4. Vi observerer igjen svært høye ovm for store arm.stenger ved lav ovv (< 30mm). Diskusjon som tidligere i kap.A.4.1.1., avsnitt 4.

5. Differansen mellom målingene i konfig. 5a) og b) og 6 er ikke så stor. Vi vil tro at dette skyldes at disse arm.konfig. er svært kompakte, og ganske like i form og størrelse. Det henvises til diskusjonen i avsnitt 4 (ovenfor).

6. Differansen mellom målinger over små og store arm.stenger, i samme konfig. og ovv, avtar ved større ovv. Tendensen er allikevel mindre utpreget her, enn tilfellet var i gruppe 1. Dette tolker vi til at en mer kompakt konfig. gir mer stabile ovm. Dette fordi normalsondens utsendte magnetfelt traverserer et mer kompakt område, som intuitivt er enklere for magnetfeltet å lokalisere, enn en konfig. som strekker seg langt i bredden. Diskusjonen er ellers som i kap.A.4.1.1., avsnitt 6.

A.4.1.3. Gr.3.:

1. Avviket øker jo flere stenger arm.konfig. består av, og jo større ovv er. Diskusjon som i kap.A.4.1.1., avsnitt 1.

2. Kapasitetsgrensen øker som før for økende ståltverrsnitt. Se diskusjonen i kap.A.4.1.1., avsnitt 2.

3. Ved en og samme arm.konfig., d1-stang og ovv, gir store d2-stenger lavere ovm enn små. Dette stemmer godt med teorien. Store ståltverrsnitt gir sterkere målesignaler, og dermed lavere ovm.

Desto større d1-stengene er, desto høyere ovm får vi, og desto mindre differanse mellom ovm over små og store d2-stenger. At ovm ved store d1-stenger er høyere, enn ved små, synes å stride med teorien. Fra tidligere erfaringer stemmer dette allikevel bra. Se diskusjonen i kap.A.4.1.1., avsnitt 3. At differansen mellom ovm over små og store d2-stenger er mindre ved en stor enn en mindre d1-stang, kan forklares. En stor d1-stang vil påvirke målesignalet mer enn en liten. Dette vil føre til at d2-stengenes innflytelse på målesignalet, ikke får like stor betydning.

4. Det er i gruppe 3 ikke foretatt to målinger.

5. Fra arm.konfig. 9 til 10 er avvikene kun blitt litt større. Diskusjon som i kap.A.4.1.1., avsnitt 5.

6. Vi observerer at differansen mellom målinger over små og store d2-stenger, med samme konfig., d1-stang og ovv øker ved økende ovv. Dette er motsatt av det vi tidligere har erfart. Vi forklarer dette med at store d2-stenger gir sterkere målesignal enn små, og av den grunn gir lavere ovm. Etterhvert som ovv øker trer denne tendensen tydeligere frem, slik at differansen øker. Hvorfor denne tendensen ikke stemmer med tidligere erfaringer er uklart. Som tidligere nevnt avtar differansen ved stor d1-stang. Diskusjon som i avsnitt 3.

A.4.1.4. Gr.4.:

1. Avviket øker ved flere stenger i konfigur., og ved høyere ovv. Diskusjon som tidligere, se kap.A.4.1.1., avsnitt 1.

2. Kapasitetsgrensen øker for økende ståltverrsnitt. Se diskusjonen i kap.A.4.1.1., avsnitt 2.

3. Ved en og samme arm.konfigur., d1-stang og ovv, gir store d2-stenger lavere ovm enn små. Diskusjon som i kap.A.4.1.3., - avsnitt 3. Desto større d1-stengene er, desto høyere ovm får vi, og desto mindre differanse mellom ovm over små og store d2-stenger. Se diskusjonen i kap.A.4.1.3. - avsnitt 3.

4. Det er i gruppe 4 ikke foretatt to målinger.

5. Fra arm.konfigur. 11 til 12 er avvikene kun blitt litt større. Diskusjon som i kap.4.1.2., avsnitt 5.

6. Vi observerer at differansen mellom målinger over små og store d2-stenger, med samme konfigur., d1-stang og ovv øker ved økende ovv. Diskusjon som i kap.A.4.1.3., avsnitt 6. Differansen avtar ved stor d1-stang. Diskusjon som i kap.A.4.1.3., avsnitt 3.

A.4.2. Senteravstand. (Tab.A.3.2.)

Vi observerer at kapasitetsgrensen øker desto nærmere arm.stengene ligger hverandre. Dette tolker vi som at sondens utsendte magnetfelt også traverserer de sidenforliggende stengene. Når stengene ligger nær hverandre vil magnetfeltet traversere mer stål, og kapasitetsgrensen vil øke, p.g.a. et sterkere målesignal. Dette stemmer godt med tidligere erfaringer. For små s får vi større (negative) avvik i ovm enn med stor s, og for økende s nærmer vi oss verdiene fra arm.konfigur. 1, i tab.A.3.1.1.. Dette mønsteret er ikke uventet, da større s fører til at stadig mindre av magnetfeltet traverserer de omkringliggende stengene. Vil vil derfor komme til en s der magnetfeltet kun traverserer den aktuelle arm.stangen vi måler over. At vi får lavere ovm ved små s, komme av at et sterkere målesignal gir lavere ovm enn et svakere. Og vi vet fra før, at en økning av ståltverrsnittet gir sterkere målesignal.

For $s > 70\text{mm}$ ser vi at vi ikke lenger har noen nevneverdige avvik fra ovm i tab.A.3.1.1.. Vi må allikevel ta et forbehold om at større konfigur., og bruk av t4-funksjon eller dybdesonde kan gi andre grenser. Større konfigur. vil muligens stabilisere ovm ved en mindre s, p.g.a. sterkere målesignal. T4-funksjonen og spesielt dybdesonden sender ut et sterkere målesignal, som dermed vil kunne forskyve grensene (hvilken vei er uklart).

Vi ser at for små ovv blir s raskt for stor til å ha noen påvirkning. Videre kan vi se en tendens til at der $s < \text{ovv}$ vil dette tydelig påvirke ovm. For $\text{ovv} < s$ er påvirkningen liten. Vi antar med dette, at magnetfeltet har liten mulighet til å traversere nabostengene, dersom $\text{ovv} < s$. Store stenger gir mer stabile ovm for ulike s, enn små. Dette må henge sammen med at et sterkere målesignal generelt gir mer stabile avlesninger.

A.4.3. Målinger fra ende stang. (Tab.A.3.3.)

Vi observerer at når a øker vil også kapasitetsgrensen øke. Dette må ha sammenheng med at når vi kommer lenger inn på stangen øker stålmengden som magnetfeltet traverserer. Dermed vil også kapasitetsgrensen øke, p.g.a. et sterkere målesignal.

For små a får vi høyere ovm enn ved store. Dette tolker vi som at, i og med et svakere målesignal ved mindre a , vil dette føre til høyere ovm. Ovm vil for økende a , gå mot verdiene i tab.A.3.1.1..

Vi observerer igjen at store stenger gir mer stabile avlesninger enn små. Dette må skyldes at større stenger gir sterkere målesignal, og dermed sikrere ovm.

For $a=70\text{mm}$, ser vi at ovm fremdeles ligger litt høyere enn i tab.A.3.1.1. enkelte steder. P.g.a. at forskjellene nå er små, vil vi ikke tro at avvikene fra tab.A.3.1.1. vil være nevneverdige for $a > 80\text{mm}$. Ved bruk av dybdesonde (eller t4-funksjon) vil grensene muligens forskyves.

Ved større arm.konfig. vil vi tro at det sterkere målesignalet som produseres, vil stabilisere ovm ved en mindre a -verdi.

A.4.4. Stangens dreining. (Tab.A.3.4.)

Vi observerer at vi ved å bevege sonden langsomt langs arm.stangen, vil instrumentet enkelte ganger pendle mellom to forskjellige ovm. Dette kan ha å gjøre med at instrumentet reagerer på om sonden er plassert like over en kam, eller mellom to kammer. Søm og kam er tilnærmet like høye. Siden vi, der det er aktuelt, pendler mellom tabellverdiene i tab.A.3.1.1., og 1mm lavere ovm-verdier, går vi ut fra at målinger mellom to kammer maksimalt kan gi en ovm som er 1 mm lavere enn over kam og søm. Årsaken til at vi ikke får pendling mellom to verdier alle steder, er antagelig at små stenger ikke har høye nok kammer, og fordi avstanden mellom kammene er for liten til at instrumentet kan reagere. Store ovm vil også intuitivt jevne ut denne effekten. Pendlingen mellom 11 og 12mm på ϕ^{k32} , ovm 10mm, viser klart at det har betydning om sonden er plassert mellom eller over kammer. På alle andre konfig. har instrumentet her vist 12mm.

A.4.5. Instrumentets nøyaktighet og kapasitetsgrense.**a) Normalsonde (tab.A.3.5.1-3a)):**

Fra tab.A.3.5.1a). ser vi at kapasitetsgrensen ligger på ovm = 60-70mm. Nøyaktigheten er god, delvis fordi instrumentet er kalibrert for denne konfig.(jfr. tidligere diskusjon). I tab. A.3.5.2a). har vi en større arm.konfig. og nøyaktigheten har dermed gått ned, mens kapasitetsgrensen har økt til ovm = 70-80mm. I tab.A.3.5.3a). er nøyaktigheten ganske god, og kapasitetsgrensen omtrent som i tab.A.3.5.1a). At nøyaktigheten her er bedre enn i tab.A.3.5.2a)., kommer antagelig av at konfig. er mindre.

b) Normalsonde med t4-funksjon (tab.A.3.5.1-3b)):

Vi observerer at nøyaktigheten i tab.A.3.5.1b) og 3b) er tilnærmet identiske med de i tab.A.3.5.1a) og 3a). Forskjellen er at kapasitetsgrensen med t4-funksjon ligger 30-40mm over den vi hadde uten denne funksjonen. Dette er ikke uventet da sonden med t4-funksjon utsender et kraftigere magnetfelt. Nøyaktigheten for ovv > 70 mm er allikevel ikke særlig god, med unntak av arm.konfig.1. Dette må ha med at instrumentet er kalibrert for denne arm.konfig.. I tab.A.3.5.2b). ser vi at ovm generelt er lavere enn i tab.A.3.1.3a). Dette har muligens å gjøre med at det økte magnetfeltet gir sterkere målesignaler, og dermed lavere ovm. Dette skulle dermed gjelde alle konfig., hvorfor tendensen blir tydeligere ved større konfig. kan skyldes at effekten øker (blir tydeligere) for økende ståltverrsnitt. Vi ser den samme tendens også på de to andre konfig., men den er her mindre markert/tydelig.

c) Dybdesonde komplett med t4-funksjon (tab.A.3.5.1-3c)):

Vi legger merke til at vi ikke får avlesning på små ovv, instrumentet viser her L, for uspesifisert måling. I en og samme arm.konfig. kan vi måle over mindre ovv ved bruk av store arm.stenger. I store konfig. får vi L for større ovv, enn ved små konfig.. Årsaken til disse mønstrene er usikre, og er heller ikke interessante da dybdesonden er konstruert for bruk ved stor ovv.

Vi observerer at alle tabellene A.3.5.1c)-3c) gir høyere ovm enn i tabellene under a) og b), der disse kan sammenlignes. Årsaken til dette må delvis forklares av at dybdesonden er konstruert for større ovv. Allikevel synes det å stemme dårlig med teorien, da denne sier at et sterkere magnetfelt, som dybdesonden sender ut, vil gi sterkere målesignaler. Dette skulle da igjen gi mindre ovm. Vi har ingen god forklaring på dette.

Kapasitetsgrensen uten t4-funksjon varierer mellom ovv = 130 - 200mm. Kapasiteten øker som tidligere erfart ved økende ståltverrsnitt. Kapasitetsgrensen med t4-funksjon heves til ovv = 180 - 220mm. Dette kommer, som tidligere nevnt, av det økte magnetfelt og målesignal denne funksjonen gir.

Nøyaktigheten er best for arm.konfig.1, og avtar for større konfigurasjoner. Nøyaktigheten avtar mye for store ovv, særlig for ovv > 130mm. Denne grensen forskyves lenger nedover ved store konfig.. Dette kommer av at store konfig. gir sterkere målesignal, og dermed lavere ovm (større negative avvik).

A.4.6. Repeterbarhet.

a) Normalsonde (tab.A.3.6a)):

Vi observerer at de gjentatte målingene fra tab.A.3.6a). gir tilnærmet identiske ovm fra de vi tidligere hadde. Dette tyder på at repeterbarheten er god, dersom forholdene er like. Dette var egentlig forventet. Vi ser allikevel at små forandringer skjer (f.eks. δ^{k32} , ovv 40mm). Slike differanser er det vanskelig å forklare. Det kan muligens skyldes bruk av to litt ulik arm.stenger (ulik søm-høyde), eller ujevnheter i de brukte treklosser. I og med at differansene er små, er dette ikke så vesentlig.

b) Normalsonde med t4-funksjon (tab.A.3.6b)):

Vi ser at også her har vi ytterst få og små avvik, fra tidligere målte ovm. Dette tyder på god repeterbarhet. Allikevel ser vi en tendens til noe større differanser, og flere avvik enn det vi hadde under a). Årsaken til dette kan henge sammen med det økte magnetfeltet sonden sender ut. Dette vil intuitivt føre til at de ytre forhold (de samme som nevnt under a) får større innflytelse, slik at instrumentet gir litt større differanser ved samme ytre påvirkning, enn det ville gjort uten t4-funksjonen.

c) Dybdesonde komplettert med t4-funksjon (tab.A.3.6c)):

For ovm < 130mm ser vi at repeterbarheten er ganske god, både med og uten t4-funksjon. Allikevel er den klart dårligere enn under a) og b). Fra ovm = ca.140mm kan differansene være betydelige. Årsaken til dette kan være at dybesondens sterke magnetfelt og det påfølgende målesignal, påvirkes sterkere av omkringliggende forskjeller (f.eks. stål-gjenstander). Dette kan også være arm.stenger i betydelig avstand fra målepunktet. Vi kan ikke erindre hvordan vi hadde plassert de arm.stenger som ikke ble brukt i de aktuelle målinger under de to måletidspunkter. Muligens har en del stenger vært plassert nærmere målepunkt i det andre måletidspunkt enn i det første, slik at dette har gitt lavere ovm.

A.4.7. Mediet rundt armeringen. (Tab.A.3.7.1-3.)

Våre resultater fra målinger over arm.stenger i betong, tab.A.3.7.1,2 og 3., viser ingen store forskjeller fra tidligere (ved bruk av treklosser). Dette tyder på at det ikke spiller noen rolle om vi måler over stenger som ligger i betong, eller om vi benytter tre imellom. Der det kan virke som vi har en viss differanse, minner vi om at de målte ovm på den ene betongsiden (oppsiden) som ikke hadde forskaling, er noe usikre (p.g.a. ujevnheter). På de ovm som er sikrest, ovm = 20,40 og 59mm(konfig.1), ovm = 19,42 og 60mm(konfig.2), ovm = 20mm (konfig.7), ser vi at ovm stemmer bra uten unntak for alle konfig..

A.4.8. Herdetilstand. (Tab.A.3.8.1-3a) og tab.A.3.8.1-3b.)

Ved å sammenligne ovm fra henholdsvis 4 og 28 døgn, tab.A.3.8.1-3a) og A.5.8.1-3b), finner vi kun små differanser. Disse er for små og for uregelmessige til å danne et mønster. Vi går derfor ut fra at det er naturlige forskjeller ved sondeinnretning o.l., som forårsaker disse avvikene. At instrumentet, ved bruk av normalsonde, har noen svakheter ved ovm > ca. 50-60mm, blir diskutert i kap.6 - instrumentelle erfaringer. Vi vil med dette tro at herdetilstanden ikke har noen nevneverdig betydning på ovm.

A.4.9. Fuktighet. (Tab.A.3.9.1-3.)

Ved å sammenligne måleresultatene i tab.A.3.9.1-3, med de vi har etter 28 døgn, tab.A.3.8.1-3b), ser vi ingen store forskjeller eller noe bestemt mønster. Vi vil med dette tro at fuktighet ikke vil ha noe å si for måleresultatene. Vi har heller ingen grunn til å tro at dette skulle ha noen betydning.

A.4.10. Temperatur.**a) Betong (tab.A.3.10.1-3a):**

Ved å sammenligne ovm-verdiene i tab.A.3.10.1-3a), og A.3.9.1-3, ser vi ingen store avvik eller noe bestemt mønster i ovm. Det må allikevel påpekes at sonden har visse svakheter når den legges ned på kald betong. Dette bli diskutert i kap.A.6., - instrumentelle erfaringer. Utover dette vil vi ikke tro at kulden har noen betydning. Det settes et forbehold dersom temperaturen synker særlig under -5°C .

b) Instrument (tab.A.3.10.1b):

Det kan ikke observeres noen større avvik eller avvikende mønster mellom tab.A.3.10.1b), og tab.A.3.1.1. Vi vil derfor ikke tro at instrumentet gir noen særlig avvikende verdier ved lav temperatur. Det må allikevel påpekes at vi har gjort visse negative erfaringer med instrumentet i kaldt vær. Disse bli nærmere behandlet under kap.A.6.. Det må igjen tas forbehold dersom temperaturen synker særlig under -5°C .

A.5.

Konklusjon.

A.5. KONKLUSJON.Generelt:

- Vi minner om at ovm = målt overdekning, ovv = virkelig overdekning, d1 = den øvre stang i konfigurasjonene (nærmest betongoverflaten) og d2 = de nederste stengene i konfigurasjonene. Ellers henvises det til s.9-10 (terminologi).

- Alle de henviste tabeller befinner seg i kap.A.3..

- Der det lar seg gjøre på en hensiktsmessig måte, har vi kommet med cirka-størrelser. Ellers er det henvist til aktuelle tabeller.

Felles for alle konfigurasjoner:

- Armeringskonfigurasjoner med mange stenger (store konfigurasjon) gir mindre ovm, enn konfigurasjoner med få stenger (små konfigurasjon). (Sammenlign tab.A.3.1.1. og tab.A.3.1.4.).

- Avviket mellom ovm og ovv er større for store enn for små ovv, 1-20mm avvik i tab.A.3.1.1-12.. Og avvikene er, med unntak av konfig. 1 og små ovv for store stenger, alltid negative (dvs. ovm < ovv).

- Kapasitetsgrensen øker for økende ståltverrsnitt, i størrelsesorden 10-20mm for normalsonden over små og deretter store stenger.

- I en og samme armeringskonfigurasjon, gir store stenger høyere ovm enn små, 0-7mm (Se f.eks. tab.A.3.1.1-6.).

- Målinger over ytre stang i armeringskonfigurasjonene, gir generelt høyere ovm, enn målinger tatt midt i konfigurasjonen, i størrelsesorden 0-3mm. (Se f.eks. tab.A.3.1.2-4).

Armeringskonfigurasjoner.Gr.1 og 2:

- Måle-differansen mellom ovm over store og små armeringsstenger, ved lik konfigurasjon og ovv, avtar ved økende ovv, 0-7mm (Se f.eks. tab. A.3.1.1-6.).

- Like, eller nesten like, armeringskonfigurasjoner vil få lavest ovm, når tyngdepunktet til ståltverrsnittet ligger nærmest betongoverflaten, 1-2mm. (Sammenlign tab.A.3.1.5a). og A.3.1.5b).).

Gr.3 og 4:

- Ved en og samme armeringskonfigurasjon, d1-stang og ovv gir store d2-stenger mindre ovm enn små, 0-7mm. Jo større d1-stangen er, jo høyere ovm og mindre differanse mellom målinger over store og små d2-stenger. (Se tab.A.3.1.7-12.).

- Ovm-differansen over liten og stor d1-stang, ved samme konfigurasjon og ovv, øker for økende ovv, 1-6mm. Ovm-differansen over små og store d2-stenger, ved samme konfigurasjon, d1-stang og ovv, øker for økende ovv, 0-7mm (Se tab.A.3.1.7-12.).

Senteravstand.

- Små senteravstander påvirker ovm, 0-10mm. Størst er avvikene dersom $s < ovv$. For $s > 80-90$ mm vil påvirkningen være ubetydelig, ved bruk av normalsonde uten t4-funksjon. (Sammenlign tab.A.3.2. med tab.A.3.1.1).

- Små senteravstander øker instrumentets kapasitetsgrense, ca. 10mm, p.g.a. et sterkere målesignal. (Se tab.A.3.2.).

Målinger fra ende stang.

- Målinger tatt nær ende stang gir høyere ovm, ca. 2-6mm, enn målinger tatt lenger inn på stangen. For $a > 90-100$ mm vil påvirkningen være ubetydelig, ved bruk av normalsonden uten t4-funksjon. (Se tab.A.3.3.).

- Instrumentets kapasitetsgrense avtar for målinger tatt nær ende stang, ca. 10mm, p.g.a. et mindre målesignal. (Se tab.A.3.3.).

Stangens innretning.

- Målinger tatt over søm eller kam viser ingen nevneverdig forskjell. Allikevel kan målinger tatt mellom to kammer, gi ca. 1mm lavere ovm-verdi for de større armeringsstengene, i forhold til målinger tatt direkte over kam og søm. (Se tab.A.3.4.).

Instrumentets nøyaktighet og kapasitetsgrense.

a) Normalsonde: Nøyaktigheten er ganske bra, særlig for armeringskonfigurasjon 1, men den avtar for økende konfigurasjoner. Vi har 1-9mm avvik i tab.A.3.5.1,2 og 3a). Kapasitetsgrensen ligger i området 60-70mm.

b) Normalsonde, med t4-funksjon: Nøyaktigheten er kun litt dårligere enn under a), men avtar mer ved økende ståltverrsnitt. Vi har 1-15mm avvik i tab.A.3.5.1,2 og 3b). Kapasitetsgrensen ligger i området 80-90mm.

c) Dybdesonde, komplett med t4-funksjon fra ovv = 90mm: Nøyaktigheten er ganske bra for $ovv < 120$ mm og for armeringskonfigurasjon 1, men avtar sterkt ved større ovv og konfigurasjoner. Dette gjelder både med og uten t4-funksjon. Vi har 1-55mm avvik i tab.A.3.5.1,2 og 3c). Kapasitetsgrensen ligger i området $ovv = 140-160$ mm (uten t4), og $ovv = 160-220$ mm (med t4).

Repeterbarhet.

a) Normalsonde: Repeterbarheten er god, ± 1 -1mm differanse (sammenlign tab.A.3.6a). med tab.A.3.1.1.)

b) Normalsonde med t4-funksjon: Repeterbarheten er god, men litt dårligere enn uten t4-funksjonen. Differansen er på ca. ± 5 -5mm (sammenlign tab.A.3.6b). med tab.A.3.5.1b).).

c) Dybdesonde, komplettert med t4-funksjonen fra ovv = 90mm: Repeterbarheten er ganske god for ovv < 120mm. For ovv > 120mm er den heller dårlig. Dette gjelder både med og uten t4-funksjonen. Differansen er ± 20 -30/ ± 20 -30mm (sammenlign tab.A.3.6c). med tab.A.3.5.1c). Det bør nevnes at målesignalet, og dermed ovm, kan påvirkes betydelig av stålgenstander i nærheten.

Mediet rundt armeringen / Herdetilstand / Fuktighet:

- Vi kan ikke observere at disse forholdene påvirker ovm nevneverdig, ± 3 -3mm. (Sammenlign tabellene under kap.A.3.7-9. med tab.A.3.1.1,2 og 7.).

Temperatur.

a) Betong: Vi har ikke kunnet, ved å studere ovm fra laboratorie-undersøkelsene, se at temperaturen i betongen skulle ha noe å si. Det må allikevel nevnes at det er viktig at sonden avkjøles på betongoverflaten før måling, og at avlesningen bør skje rimelig raskt.

b) Instrumentet: Vi har kommet fram til at lav temperatur i instrumentet ikke påvirker ovm nevneverdig. Allikevel er det gjort visse erfaringer med at instrumentet hyppigere unnlater å nulle ut mellom målingene, enn ved innendørs målinger.

A.6.

Instrumentelle erfaringer.

A.6. INSTRUMENTELLE ERFARINGER.

Generelt:

I våre laboratorie-undersøkelser har vi gjort visse erfaringer med overdekningsmåleren, som vi kort vil nevne. Vi skriver også hvordan vi tok hensyn til disse erfaringene i vårt arbeid.

A.6.1. Erfaringer fra kap.A.2.1,2,3,4,5 og 6.

Ved en måleserie fra 10mm og opp til kapasitetsgrense, har instrumentet vist en tendens til å "kjøre seg litt bort", på de største ovv. Skruv vi av instrumentet en stund, for så igjen å ta de 3-4 største ovv en gang til, viser det seg ofte at vi får andre verdier enn de vi fikk fra den 1. måleserien. Differansen kan være betydelig, ca.1-6mm. I vår måleprosedyre valgte vi derfor å skru av instrumentet en stund (45-60sek.) etter den 1. måleserien, før vi tok en ny måling over de 3-4 største ovv. Andre synlige tegn på at instrumentet har "kjørt seg bort" er:

- Instrumentet nuller ikke ut mellom målingene.
- Gale verdier (betydelige avvik).
- Omtrent like ovm for forskjellige ovv.
- Forskjellige ovm ved gjentatte målinger over samme ovv.

Det man må gjøre ved det 1. tilfelle, er å heve sonden i luften, og trykke på instrumentknappen. Dette nuller ut instrumentet. Dersom en av de andre tilfellene er aktuelle, bør man skru av instrumentet en liten stund, for så å gjenta målingene.

A.6.2. Erfaringer fra kap.A.2.7,8,9 og 10b):

På målingene over armeringsstenger i betong, hadde vi enkelte ganger problemer med ovm på store ovv(> 60mm). Instrumentet pendlet gjerne mellom en rekke verdier, med stor differanse, dersom vi lot sonden ligge en stund på betongoverflaten. Vi syntes også å merke, at instrumentet unnlot å nulle ut noe hyppigere enn før. Vi valgte, ut fra dette, og skru av instrumentet når den pendlet mellom flere ovm, og deretter ta ovm-målingen raskt når vi igjen skrudde instrumentet på. Samtidig måtte vi være mer oppmerksom på at instrumentet nullet ut mellom målingene.

A.6.3. Erfaringer fra kap.A.2.10a):

På målinger over armeringsstenger i kald betong, hadde vi de samme problemer som under kap.A.6.2.. I tillegg erfarte vi at instrumentet unnlot å nulle ut ennå noe hyppigere enn før, og ved å sette en ikke avkjølt sonde på en kald betongoverflate fikk

vi svært gale ovm. Ut fra dette lot vi sonden, med instrumentet avskrudd, ligge på betongoverflaten en stund for å avkjøles. Deretter skrudde vi på instrumentet, og tok en ganske rask avlesning. Det er også mulig at varme hender rundt en kald sonde kan påvirke ovm, det kan derfor være en god ide å ha på seg hansker ved målearbeidet.

DEL B

**- Målinger på
virkelige
konstruksjoner**

B.1.

Oppgavens omfang.

B.1. DEL B's OMFANG.Generelt:

- Som nevnt i sammendraget, vil del A være overordnet del B. De avlesninger vi har tatt ute på virkelige konstruksjoner, tolker vi etter det kalibreringsgrunnlaget vi har fra del A. De armeringskonfigurasjoner vi støter på ute, som vi ikke har fra laboratoriearbeidet, har vi senere tatt en måleserie over ved Veglaboratoriet. Dette er gjort for å få sikrere ovt.

- Vi har i kap.B.3. visualisert våre ovt v.h.a. stolpediagram, og diagram for kumulativ fordeling.

- I appendiks A (se side 86) har vi tabell-ført ovm og ovt. Vi har samtidig markert hvilken tabell vi har benyttet i vår tolkning, v.h.a. bokstaver i tabellcellene. Hvilke tabeller disse bokstavene henviser til, er nevnt i kap.B.2..

- I appendiks B er det vist fremgangsmåten i regnearbeidet, for å komme fram til ovt.

B.1.1. Omfang.

Vi har undersøkt et nytt anlegg, og et gammelt. Det nye anlegget var Ekeberg-anlegget, hvor vi tok målinger på en støttemur og to like søyler. Vi hadde her også muligheten til å kontroll-bore for å sammenligne våre ovt med ovv.

Det gamle anlegget var noen støttemurer i Groruddalen, som ble oppført i 1972. Der tok vi målinger på to forskjellige støttemurer. En langs Grorudveien, og en ved Grorud Jernvarefabrikk. Vi hadde ikke mulighet til kontroll-boring på dette anlegget.

B.2.

Måle-og tolkemeter.

B.2. MÅLE-OG TOLKEMETER

Generelt:

- I vår måleprosedyre fant vi først de vertikale armeringsstengene, som vi v.h.a. kritt og en tommestokk avmerket på betongoverflaten. Deretter søkte vi oss fram til de horisontale stengene, ved å plassere sonden mellom de vertikalt avmerkede stengene. På denne måten fikk vi minst påvirkning fra de vertikale stengene under søke-arbeidet på de horisontale, noe som gjorde jobben lettere. All armeringen i det aktuelle området ble på denne måten avmerket.

- Vi benyttet dybdesonden, med *r-funksjonen*, for å finne armeringsstengene. Denne ble brukt istedenfor normalsonden, da vi fikk mye større tallverdier og utslag ettersom sonden beveget seg fra eller mot armeringsstangen. Dette gjorde målearbeide enklere.

- På det nye anlegget benyttet vi normalsonden med t4-funksjon ved ovm-målingene (dette er ikke symbolisert med * i tabellene i appendiks A). Dette gjorde vi fordi ovv enkelte steder, særlig på søylene, var så stor at dette var nødvendig. Der ovv var mindre kunne vi ha klart oss uten denne funksjonen, men vi valgte allikevel å bruke denne overalt. Med tanke på våre resultater fra kap.A.4.5b), skulle ikke såpass små konfigurasjoner som det her er snakk om, gi noen nevneverdig forskjell ettersom vi benyttet normalsonde med eller uten t4-funksjon. Kontrollmålinger på stedet uten t4-funksjonen gav, som oftest, identisk ovm. På det gamle anlegget var ovv så liten at t4-funksjon var unødvendig.

- I vårt arbeid var det helt nødvendig med armeringstegninger (og bøyelister), slik at vi fikk informasjon om diameteren på armeringsstengene, og hvilken konfigurasjon vi målte over.

- Våre måleområder på konstruksjonene er begrenset til de steder vi kunne komme til, uten bruk av stige e.l., og uten stor risiko for fall.

- Alle målinger er forsøkt tatt i krysspunktet mellom kryssende stenger.

- Der armeringstegningene på de påfølgende sider kun viser pos.nr., er det kun informert om de aktuelle stengenes diameter og senteravstand.

- På det nye anlegget skulle alle konstruksjoner, som vi målte på, ha minimum 50mm overdekning. På det gamle anlegget stod det ikke nevnt tilsiktet overdekning.

- For å vite, ved tolkningen av ovm, når vi går fra en armeringskonfigurasjon til en annen, ser vi etter tydelige sprang i ovm. Større konfigurasjoner vil generelt vise lavere ovm, enn mindre. Armeringstegningene hjelper oss til noenlunde å vite hvor skifte mellom armeringskonfigurasjonene går.

- Dersom det er tvil om ord og symboler henvises til s.9-10 (terminologi).

B.2.1. NYTT ANLEGG.

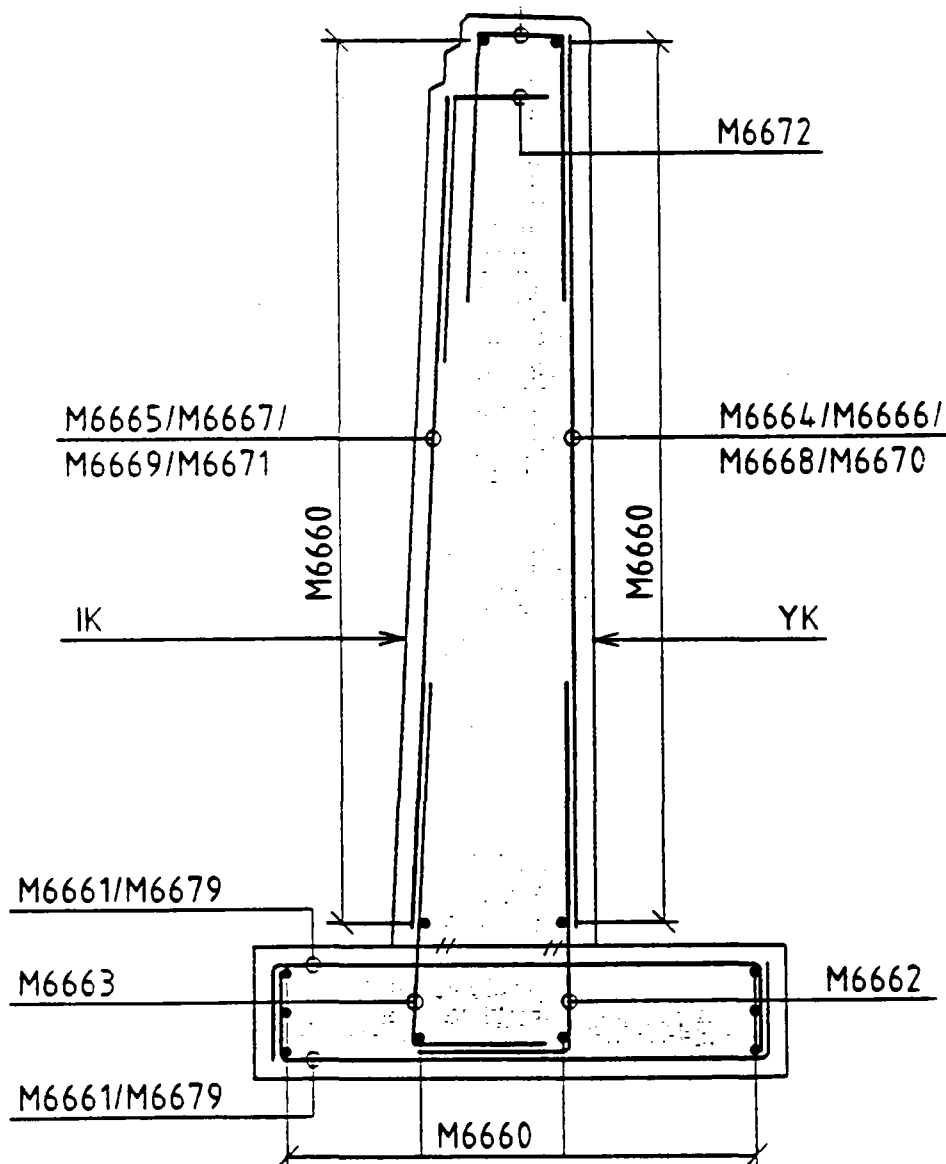
- En støttemur og to like søyler ved det nye Ekeberg-anlegget.

B.2.1.1. Støttemur.

- Vi tok 164 målinger fordelt på 2 forskjellige områder på samme støttemur. Begge områdene hadde samme armeringsføring.

- Det var i denne konstruksjonen benyttet et monteringsjern. Vi tok ikke målinger over dette jernet, men kontrollmålinger viste at vi fikk høyere ovm her, enn målinger på mer kritiske steder på støttemuren (nederst ved fundamentet). Monteringsjernet er derfor trolig ikke det svake punkt på støttemuren.

- Armeringstegningen til de aktuelle områdene, målestokk 1:20:



M6665/M6667/M6669/M6671	= σ^{k12} , s150mm.
M6660	= σ^{k16} , s150mm.
M6663	= $B\sigma^{k12}$, s150mm.
M6672	= $B\sigma^{k12}$, s150mm.

(NB! B står for bøyle).

- Omfarskjøten er $50\sigma^k = \text{ca. } 0.6\text{m}$.

- Vi kontrollerte ovv v.h.a. 3 oppboringer, ganske langt nede på støttemuren. Kontrollboringene ble ikke foretatt høyere opp på konstruksjonen, dels p.g.a. tyngden på boremaskinen, og dels fordi det ville blitt synlig etter tilbakefylling og asfaltering. Det er i appendiks A symbolisert med pb hvor prøveboringene er tatt.

- I tolkningene av ovv benyttet vi tab.1.(nedenfor), hvor vi hadde to σ^{k12} (d1-stenger) over en σ^{k16} (d2-stang). Fordi vi ikke hadde denne armeringskonfigurasjonen fra før, utførte vi noen senere målinger med denne konfigurasjonen. Dette viste følgende:

Tab.1. - to d1-stenger over en d2-stang:

		ovv							
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80
12	16	9	18	26	35	43	54	60	68*

Der vi har en σ^{k12} (d1-stang) over en σ^{k16} (d2-stang) benyttet vi tab.A.3.1.7. (kap.A.3.) i tolkingen. Der vi ser at ovv ligger i en mellom-posisjon (der målesignalet blir påvirket av begge konfigurasjoner), tar vi middelet av den summen vi får ved å legge sammen de to ovt vi ville fått ved de to konfigurasjoner. Vi har i appendiks A merket av, i H.S.-cellene(H.S. = horisontal stang), hvilken tabell vi har benyttet i ovt-tolkingen. Symbolene vi har brukt er A = tab.1., og B = tab.A.3.1.7..

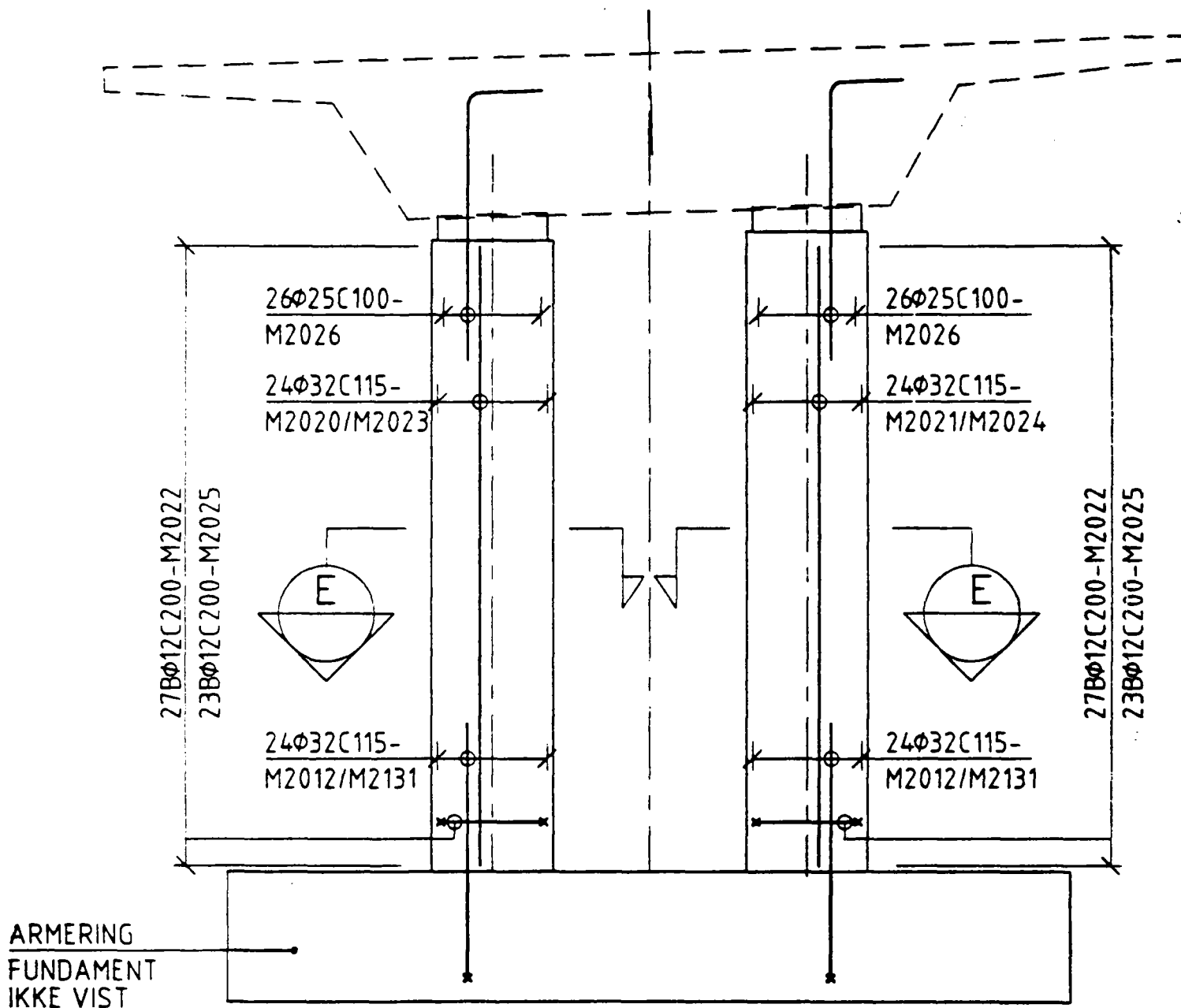
B.2.1.2. 2 like søyler:

- Vi tok ca.80 målinger på hver søyle (totalt 162 målinger).

- Det må påpekes at vi på disse søylene hadde størst problemer med å finne armeringens posisjon. Dette kom av stor ovv, der ovv var mindre hadde vi minst problemer. Det bør også nevnes at søylearmeringen var pre-fabrikerte.

- Vi målte over 4 områder på hver søyle, hvert område lå tilnærmet ovenfor hverandre, og med tilnærmet like stor avstand mellom hverandre. Dette ble gjort fordi det var sannsynlig at ovv ville variere, ettersom hvilken side vi målte over, p.g.a. forskyvninger i armeringen under utstøpning. P.g.a. masser på den ene siden av søylene, ble utgangspunktet for målingene noe forskjellig fra område til område.

- Armeringstegning av de to søylene, målestokk 1:50:



- Det ble foretatt tre kontroll-boringer på den ene søylen(søyle 2). Det er i appendiks A, avmerket de aktuelle stedene med *pb* i tabell-cellene.

- I tolkningen av ovm benyttet vi tab.A.3.1.8., der vi har en $B\phi^{k12}$ (d1-stang) over to ϕ^{k32} (d2-stenger). Og vi brukte tab.A.3.1.7., der vi har $B\phi^{k12}$ (d1-stang) over en ϕ^{k32} (d2-stang).

- Der vi ikke ser noe klart skille mellom ovm, benytter vi tab.A.3.1.7.. Vi går dermed ut fra at skjøtearmeringen fra fundamentet (ϕ^{k32}) er bøyd noe innover ved montering, slik at disse stengene ikke vil påvirke ovm. Dette skal visst være vanlig praksis ved montering av søylearmering.

- Det er i appendiks A markert i tabell-cellene hvilken tabell som er brukt i tolkningen. Symbolene som er brukt er A = tab.A.3.1.8., og B = tab.A.3.1.7..

B.2.2. GAMMELT ANLEGG.

- 2 støttemurer i Groruddalen. Den ene langs Grorudveien, den andre ved Grorud Jernvarefabrikk.

B.2.2.1. Støttemur langs Grorudveien.

- Vi tok 179 målinger på denne støttemuren. Alle målinger er tatt på ett område.

- Uregelmessigheter i forskalingen har ved utstøpningen ført til ujevnheter i overflaten. På enkelte ovm vil nok dette ha innvirkning (1-3mm), selv om vi har forsøkt å unngå de verste ujevnheterne.

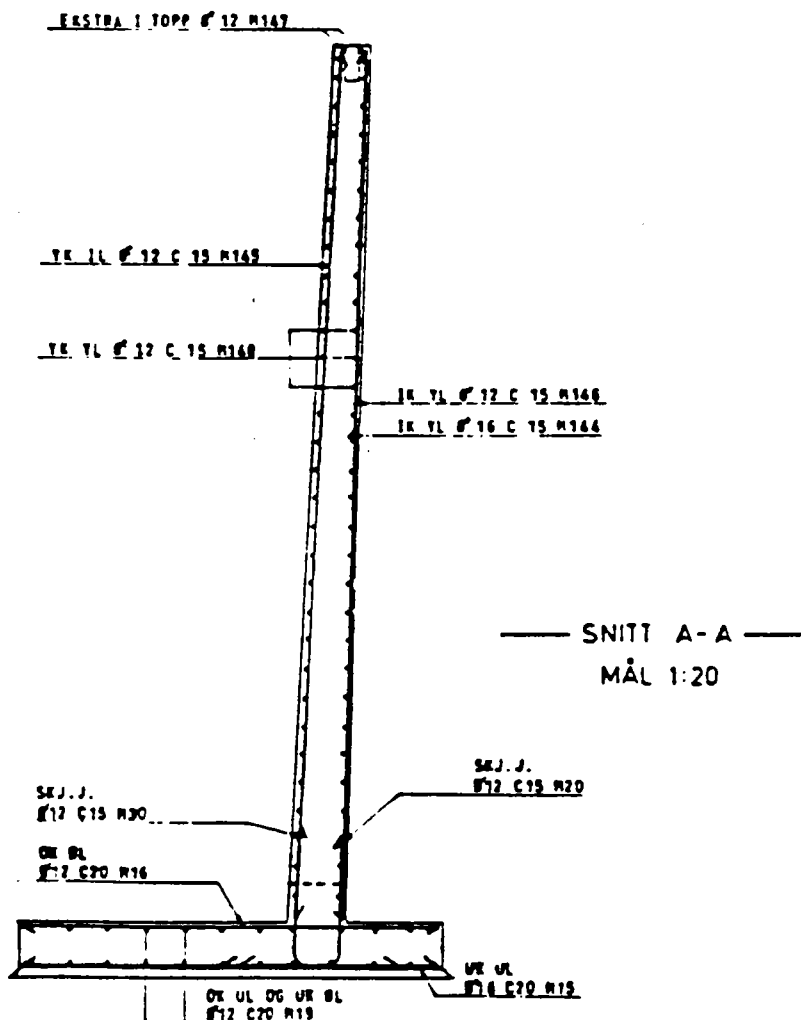
- P.g.a. tilbakefylling og asfaltering, kommer vi ikke til for målinger de første ca.0.7m over fundamentoverflaten på støttemuren. Vi hindres derfor å ta målinger i området der forankringsstengene fra fundamentet kommer opp.

- Ved tolkningen av ovm har vi kun trengt å benytte tab.2.(se nedenfor), som omhandler armeringskonfigurasjonen en ϕ^{k12} og en ϕ^{k16} (d1-stenger) over en ϕ^{k12} (d2-stang). I og med at vi ikke har denne konfigurasjonen fra våre laboratorieundersøkelser, har vi gjort senere målinger med denne armeringsplasseringen på Veglaboratoriet. Dette viste:

Tab.2. - to forskjellige d1-stenger over en d2-stang:

		ovv							
d1	d2	10	20	30	40	50	60	70	80
12+16	12	10	18	27	35	43	54	60	68*

- Armeringstegning over aktuelt område:



B.2.2.2. Støttemur ved Grorud Jernvarefabrikk.

- Vi tok 180 målinger, over samme område på støttemuren.
- P.g.a. tilbakefylling og en stor snøfonne, kom vi kun til for målinger på de 9 øverste horisontale stengene.
- Uregelmessigheter på betongoverflaten og spiker (til armeringsstoler), innvirker enkelt steder på ovm. Der spiker har påvirket ovm, er dette merket med s i tabellcellene i appendiks A.
- Ved tolkningen av ovm, trengte vi kun å benytte tab.A.3.1.7..

B.3.

Grafisk fremstilling av målte resultater.

B.3. GRAFISK PRESENTASJON AV MÅLTE RESULTATER / OPPBORINGSRESULTATER.

Generelt:

- Vi har benyttet to typer diagrammer for å vise fordelingen av ovt på de undersøkte konstruksjoner, henholdsvis stolpediagram og diagram for kumulativ fordeling. I stolpediagrammene har vi delt ovt inn i intervaller langs x-aksen, med 5mm i hvert intervall (0-5,6-10,11-15,...osv). Langs y-aksen har vi prosentandelen.

I diagrammet for kumulativ fordeling, har vi delt x-aksen i ovt = 1-80mm. Langs y-aksen er prosent-andelen som hver ovt-verdi utgjør av alle målingene. Der kurven stiger raskt har vi mange målinger, mens der kurven flater ut er det færre målinger.

- Det gjøres oppmerksom på at alle ovt er tatt over den ytre armering (d1-stenger) i konstruksjonene.

- Ved tvil om ord eller symboler henvises til s.9-10 (terminologi).

B.3.1. NYTT ANLEGG.

B.3.1.1. Støttemur, Ekeberg:

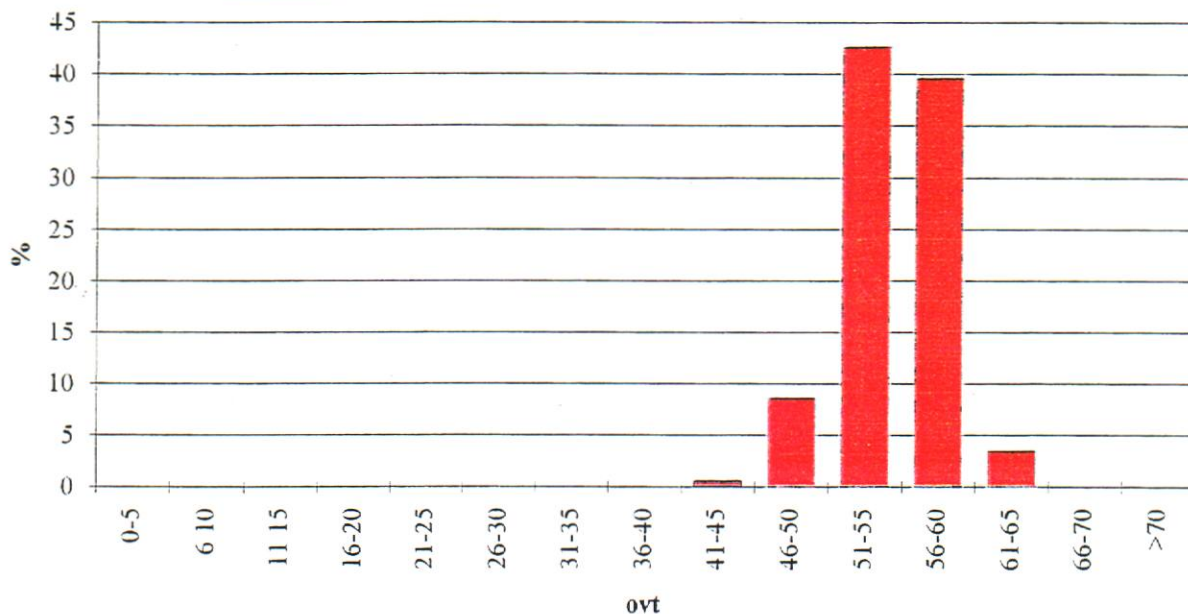


Diagram 1: Ovt-fordelingen (164 målinger) vist ved stolpediagram.

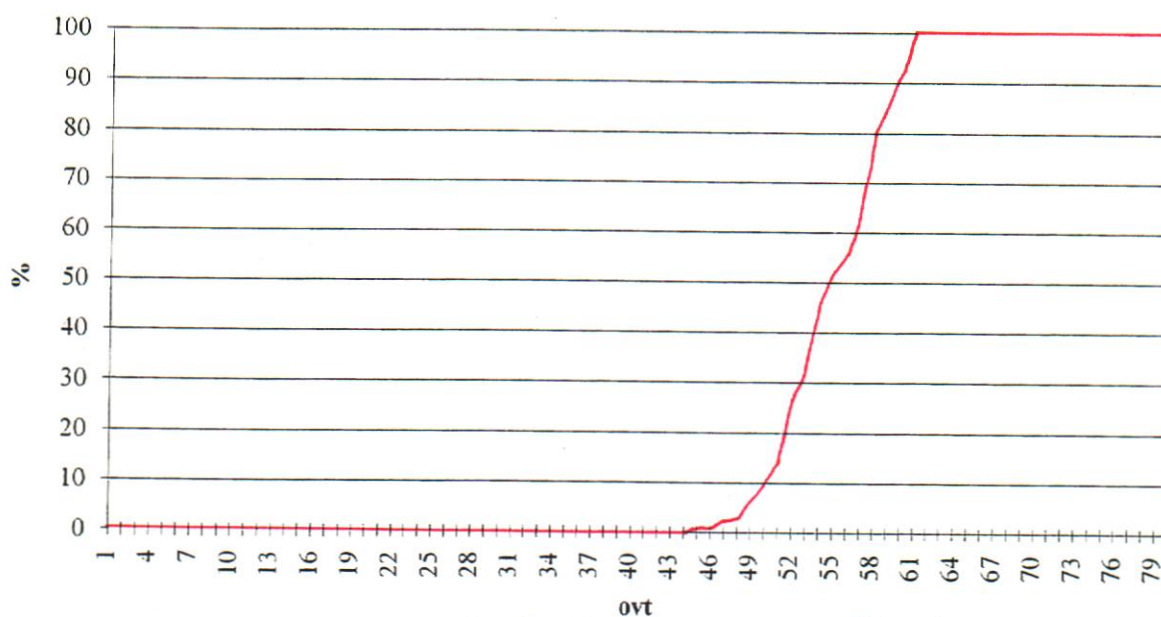


Diagram 2; Den kumulative fordelingen av ovt (164 målinger).

Resultater fra kontroll-boringer:

	pb 1	pb 2	pb 3
ovv	51	52	51
ovt	50	52	51

B.3.1.2. 2 like søvler, Ekeberg.

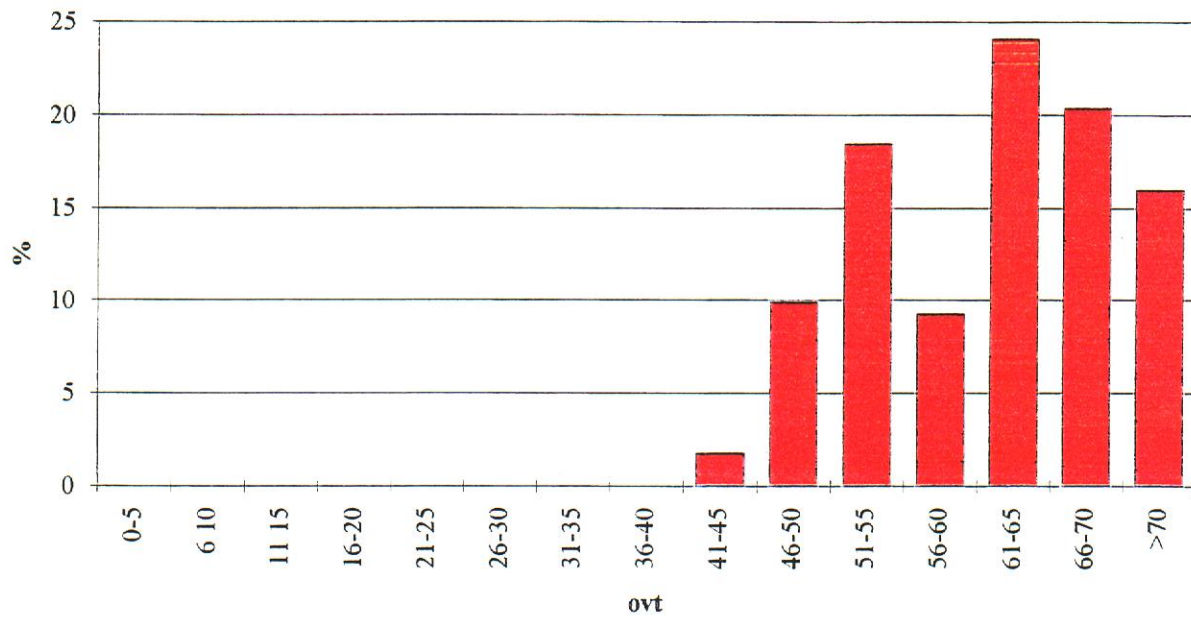


Diagram 3; Ovt-fordelingen (162 målinger) vist ved stolpediagram.

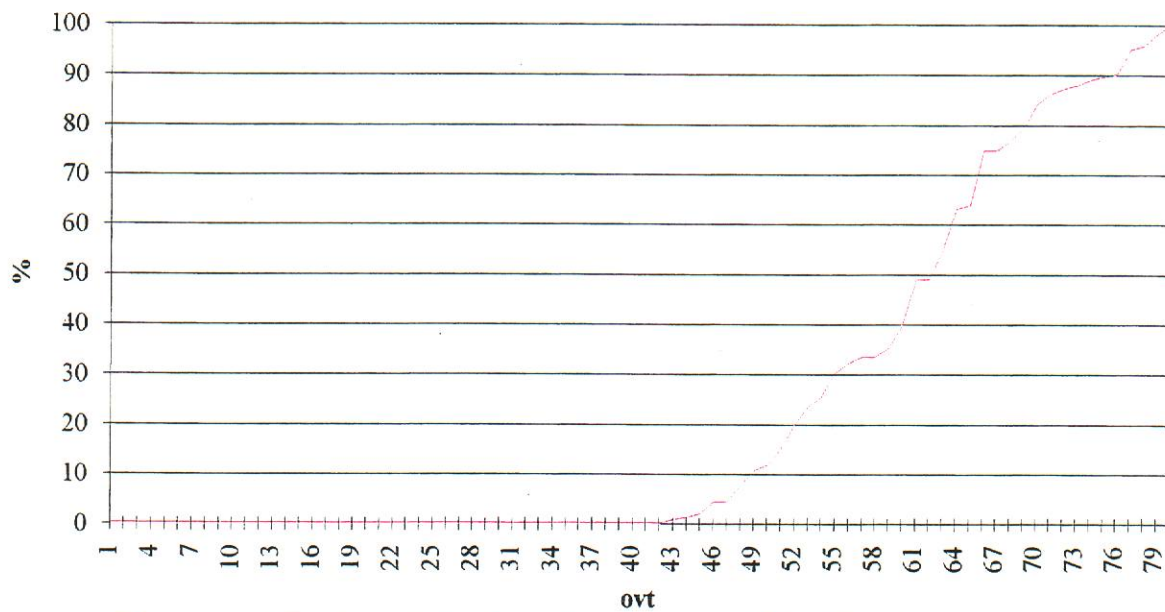


Diagram 4; Den kumulative fordelingen av ovt (162 målinger).

Resultater fra kontroll-boringer:

	pb 4	pb 5	pb 6
ovv	65	57	57
ovt	66	55	55

B.3.2. GAMMELT ANLEGG.

B.3.2.1. Støttemur, Grorudveien:

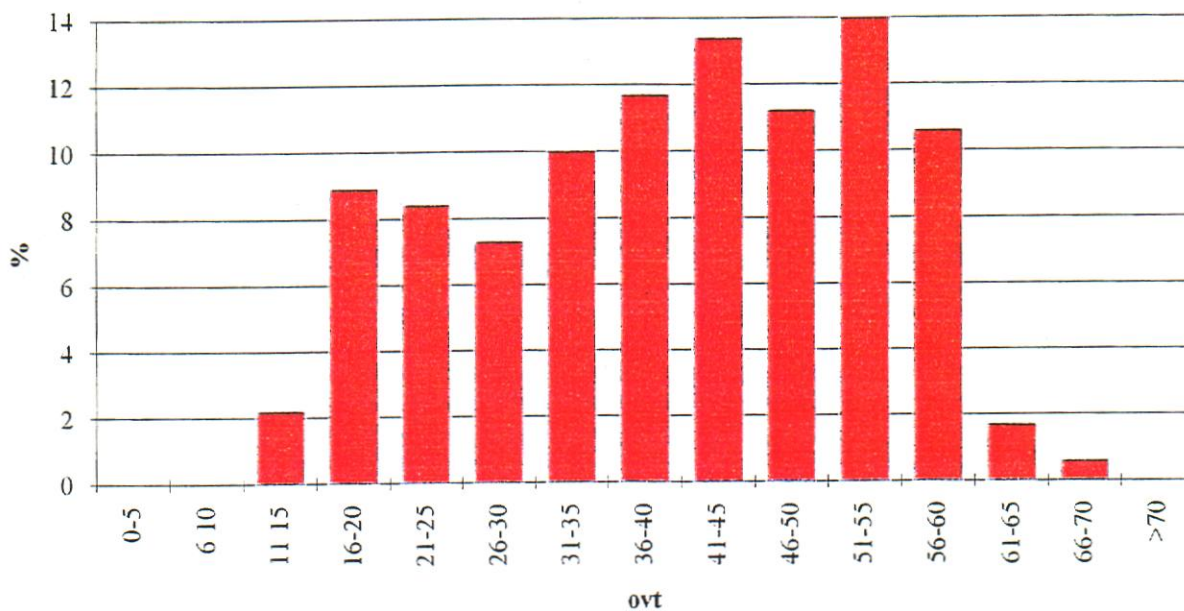


Diagram 5; Ovt-fordelingen (179 målinger) vist ved stolpediagram.

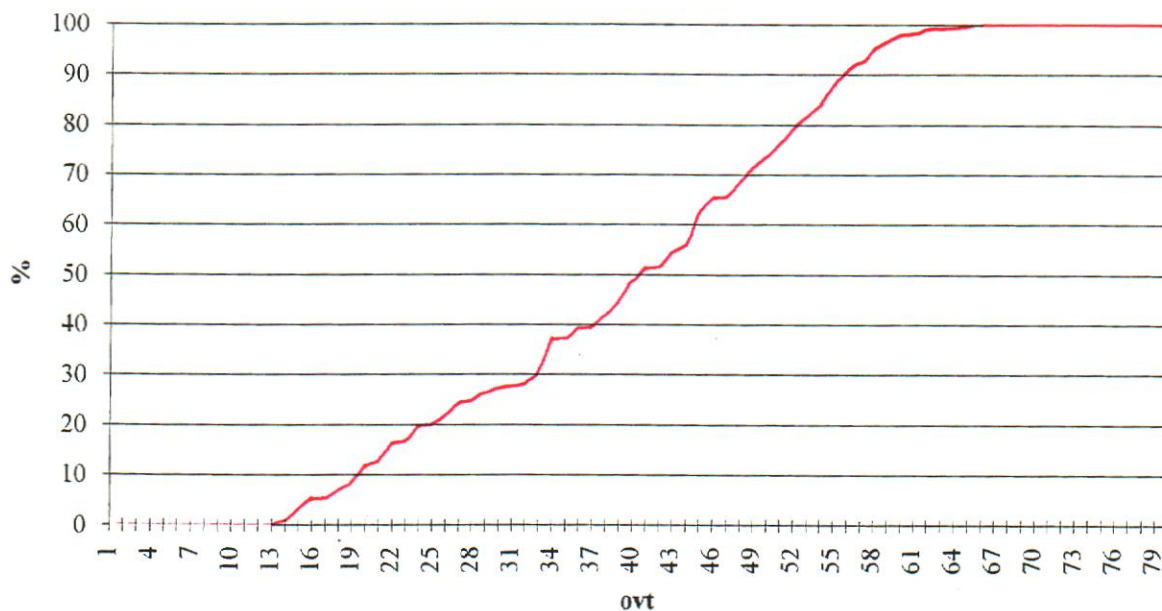


Diagram 6; Den kumulative fordelingen av ovt (179 målinger).

B.3.2.2. Støttemur, Grorud Jernvarefabrikk:

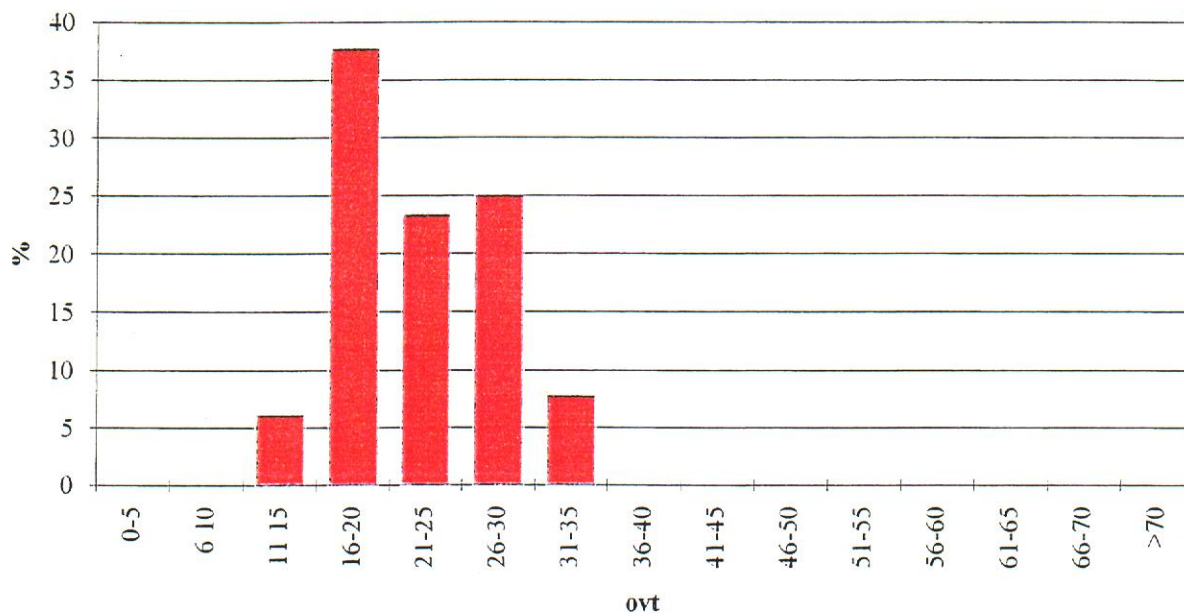


Diagram 7; Ovt-fordelingen (180 målinger) vist ved stolpediagram.

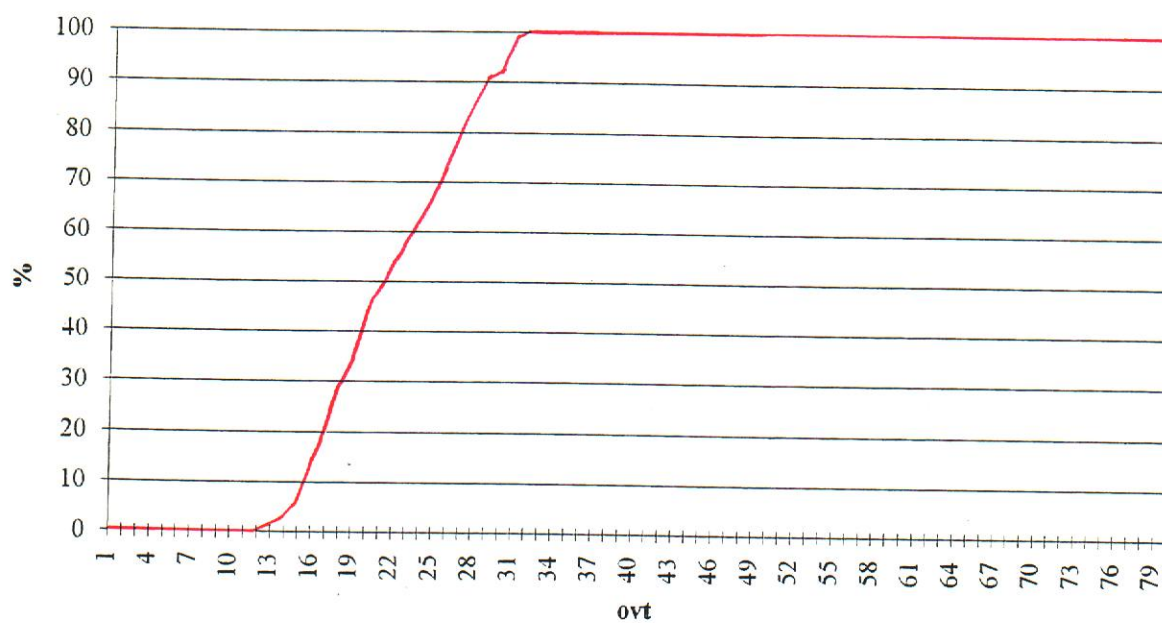


Diagram 8; Den kumulative fordelingen av ovt (180 målinger).

B.4.

Diskusjon.

B.4. DISKUSJON AV GRAFISK FRAMSTILLING AV MÅLTE RESULTATER.

Generelt:

- I diskusjonen tar vi utgangspunkt i diagrammene i kap.B.3.. Der det er nødvendig å trekke fram ovm- og ovt-målingene fra appendiks A, er dette nevnt.

- Der vi har sprang i ovm/ovt over samme vertikale stang (og armeringskonfigurasjon), kan dette tyde på at armeringstråd vender ut mot overflaten og påvirker målesignalet.

- Ved tvil om ord eller symboler henvises det til s.9-10 (terminologi).

B.4.1. NYTT ANLEGG.

B.4.1.1. Støttemur, Ekeberg:

Fra diagr.1 og 2 ser vi at ovt er svært samlet, med den høyeste prosentandel i området 51-60mm (82,3%). Dette er et betryggende resultat da minimum ovv skulle være 50mm. Kun 9,2% av ovt-verdiene er mindre enn denne grensen, og av disse tolkede verdiene ligger alle i området 46-50mm (en måling på 45mm). Dette er derfor ikke urovekkende. Også den prosentandelen av ovt > 60mm, 8,5%, er tett samlet. Alle disse ovt ligger i intervallet 61-65mm. Det ville selvfølgelig ikke gjort noe om denne prosentandelen var større, det ville jo bare gitt en enda sikrere konstruksjon m.h.t. miljøskader. Jevnheten i ovt tyder først og fremst på et kvalitetsmessig godt utført arbeide.

Når det gjelder resultatet fra kontroll-boringene, ser vi at disse stemmer bra med våre tolkede verdier. De små differansene som er mellom ovt og ovv, må kunne forklares med usikkerhet i oppmåling av ovv, og at sonden muligens ikke har vært plassert like over krysspunktet mellom de kryssende stengene ved ovm-målingen.

B.4.1.2. 2 like søvler, Ekeberg:

Fra diagr.3 og 4 ser vi at ovt sprer seg over et mye større intervall, enn tilfellet var ved støttemuren. Vi har et prosentvis maksimum i intervallet 61-65mm(24,1%), men vi ser at i hele området 46-80mm sprer ovt-verdiene seg jevnt. Dette må kunne forklares med at ovv var forskjellig, ettersom hvilket område vi målte over. Denne variasjonen kommer, som tidligere nevnt, av vanskelighetene m.h.t. armeringsforskyvninger ved utstøpning av søvler. At ovt generelt er meget høyt, kan komme av at sølearmeringene var pre-fabrikerte. Dette sikrer en tryggere utførelse, enn dersom armeringsbindingen skulle foregå på byggeplassen.

Vi føler for å gjenta, i og med meget stor ovv enkelte steder, at vi er noe usikre på våre egne resultater der ovt > ca.65-70mm. Ser vi på ovv fra kontroll-boringene, stemmer disse godt med våre ovt. Det gjøres allikevel oppmerksom på at disse boringene ble utført der ovv var noe mindre. Slik at vi var noenlunde sikre på å treffe armeringsstengene. De små differansene som er mellom ovt og ovv, forklarer vi på samme måte som under kap.B.4.1.1.

B.4.2. GAMMELT ANLEGG.**B.4.2.1. Støttemur, Grorudveien:**

Fra diagr.5 og 6 ser vi at ovt-verdiene fordeler seg over et meget stort intervall. Vi har en prosentvis topp i intervallet 51-55mm(14%), men ovt fordeler seg jevnt i hele intervallet 16-60mm. Vi ser at ovt enkelte steder er svært liten, særlig høyere opp på støttemuren (se appendiks A). Det er derfor sannsynlig at de vertikale armeringsstengene skrår noe utover fra litt over bakkenivå og oppover. Dette må skyldes armeringsforskyvninger ved utstøpningen. Kanskje er det brukt for få monteringsjern, eller for få armeringsstoler. Vi er ikke sikker på hvor monteringsjerna er plassert på denne støttemuren.

En prosentandel på 2,2% er i intervallet 11-15mm, noe som selvfølgelig er altfor lite. Vi ser også, fra appendiks A, at ovt i V.S.(vertikal stang)15 er betydelig større enn i V.S.

1. Denne store variasjonen i ovt fra område til område, må skyldes dårlig kvalitetssikring under bindingen av armering (for få armeringsstoler eller monteringsjern), og/eller under støpearbeidet (armeringsforskyvninger).

B.4.2.2. Støttemur, Grorud Jernvarefabrikk:

Fra diagr.7 og 8 ser vi at ovt-verdiene er bra samlet, med en prosentvis topp i intervallet 16-20mm (37,8%). Området fra 16 - 30mm har 86,1% av de tolkede målingene, og ingen av ovt er større enn 33mm. Vi har også en prosentdel på 6,1% som ligger i intervallet 11-15mm, noe som er altfor lite. Gjennomsnittsverdien på ovt blir på denne støttemuren farlig liten, da ovm-verdiene er små og ganske jevne. Vi kunne ikke se tegn på armeringskorrosjon, men det kan ikke være tvil om at denne støttemuren er i faresonen. Også her ser vi, fra appendiks A, at ovt over samme vertikale stang (V.S.) kan varierer mye, dette tyder på armeringsforskyvninger under utstøpning. Muligens skyldes dette for få monteringsjern eller armeringsstoler. Vi kan også se at V.S. 1 viser klart høyere ovm/ovt enn V.S. 20. Dette tyder på dårlig kvalitetssikring, i og med stor variasjon i overdekningen fra område til område på støttemuren.

B.5.

Konklusjon.

B.5. KONKLUSJON AV MÅLTE RESULTATER/DIAGRAMMER.

Generelt: Vi minner om forkortelsene ovm = målt overdekning, ovv = virkelig overdekning og ovt = tolket overdekning. Ellers henvises det til s.9-10 (terminologi).

Støttemur og 2 like søyler på Ekeberg-anlegget:

- Ovt er på begge konstruksjoner tilfredsstillende, rundt 50mm (minste ovt = 43mm), og disse skulle derfor være resistente for armeringskorrosjon.
- Ovt viser liten spredning i støttemuren, mens det er større variasjoner på søylene (ovt sprer seg fra 43-80mm) fra område til område (p.g.a. armeringsforskyvninger).
- Kontroll-boringene viste at våre tolkede overdekninger (ovt) stemte bra med de virkelige overdekningene (ovv), maksimalt avvik var 2mm.

Støttemur langs Grorudveien og ved Grorud Jernvarefabrikk:

- Ovt varierer mye, opp til ca. 15-22mm, fra område til område på konstruksjonene.
- Ovt kan også variere mye over samme vertikale armeringsstang, 1-27mm, ved målinger i forskjellig høyde.
- Svært lave ovt en rekke steder, laveste ovt = 14mm, noe som øker faren for armeringskorrosjon betraktelig.
- Mer ujevnheter på betongoverflaten enn på nytt anlegg.

B.6.

Instrumentelle erfaringer.

B.6. INSTRUMENTELLE ERFARINGER.

Generelt:

- Vi har i våre undersøkelser på virkelige konstruksjoner, gjort enkelte erfaringer vi kort vil nevne.

B.6.1. Utendørs erfaringer i perioden uke 10-13, temp. ca. -1-4°C:

Som nevnt i kap. A.6.3. fikk vi gale ovn, dersom vi ikke lot sonden avkjøles en stund på den kalde betongoverflaten. Før alle måle-økter lot vi derfor sonden ligge 1-2 min. på betongoverflaten, for å avkjøles. Vi tok også ganske raske avlesninger. Ved ovv > ca. 60-70mm fikk vi problemer med å finne plasseringen av armeringsstengene. Det ble vanskelig fordi utslaget, ved å bruke dybdesonden med r-funksjon, forandret seg lite, ettersom vi gikk mot eller fra en armeringsstang. Og finne den posisjonen der tallverdien var størst, ble derfor vanskelig. Ved bruk av normalsonden, med r-funksjon, ville søkearbeidet være nærmest umulig. Målesikkerheten avtar derfor en del der ovv > ca. 65-70mm, for tett armerte konstruksjoner. For lettere armerte konstruksjoner, vil nok færre omkringliggende stenger gjøre søkearbeidet lettere. Ellers gjelder de samme erfaringer som nevnt under kap. A.6.2. og 3..

HOVEDKONKLUSJON.

Ved bruk av kalibreringsdata fra overdekningsmåleren (del A i denne rapporten) i kombinasjon med armeringstegninger for konstruksjonene, er det mulig å fremskaffe relativt god oversikt over den virkelige armeringsoverdekningen, v.h.a. tolkning. De tolkede overdekninger vil ikke være helt korrekte, men likevel ha så stor nøyaktighet at de holder for en praktisk vurdering av bestandighetsmessige forhold med tanke på miljøskader. Den viktigste feilkilden ved utarbeidelse av oversikt over armeringsoverdekningen i en konstruksjon, er måleinstrumentets tilbøyelighet til "å gå seg vill", som beskrevet i kap.A.6.1-3. og kap.B.6..

LITTERATURHENVISNING.

Benyttet litteratur har vært:

Info. PROFOMETER 3, " Presentation of new Rebar Locator".

Appendiks A.

APPENDIKS A - Tabeller over ovm og ovt, samt hvilke tabeller vi har benyttet for å finne ovt (se kap B.2. for bokstavenes betydning)/og hvor kontrollboringene har blitt foretatt.

Generelt: I tabellene står forkortelsene H.S. og V.S. for henholdsvis, horisontale og vertikale stenger. Det er tatt målinger fra bakke-nivå (H.S. = 1) og oppover (H.S. > 1), på alle konstruksjonene.

For forklaring av bokstavenes betydning i tabell-cellene, henvises det til kap.B.2. (måle-og tolkemeter).

Område 1 på stottemur, Ekeberg:

		V.S.(kolonne)											
		1		2		3		4		5		6	
H.S.		ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	A	47	54	45	52	42	49	43	50	41	47	43	50
2	A	52	58	49	55	46	53	45	52	46	53	46	53
3	A	48	55	47	54	45	52	45	52	45	52	45	52
4	A	48	55	47	54	47	54	47	54	47	54	46	53
5	A	47	54	47	54	47	54	47	54	46	53	47	54
6	B	60	61	57	58	57	58	57	58	56	57	58	59
7	B	60	61	59	60	58	59	57	58	57	58	58	59
8	B	60	61	59	60	57	58	57	58	58	59	59	60
9	B	60	61	60	61	60	61	58	59	58	59	59	60
10	B	60	61	60	61	58	59	57	58	57	58	58	59
11	B	57	58	57	58	56	57	56	57	57	58	56	57
12	A	47	54	39	45	46	53	44	51	44	51	45	52

		V.S.	
		7	
H.S.		ovm	ovt
1	A	42	49
2	A	45	52
3	A	46	53
4	A	47	54
5	A	48	55
6	B	58	59
7	B	59	60
8	B	60	61
9	B	60	61

V.S.		
7		
H.S.	ovm	ovt
10 B	59	60
11 B	57	58
12 A	45	52

Område 2 på støttemur, Ekeberg:

V.S.(kolonne)													
		1		2		3		4		5		6	
H.S.		ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	A	42	49	43	50	42	49	41	47	45	52	41	47
2	A	44	51	45	52	44	51	43	50 ^{pb1}	45	52	42	49
3	A	43	50	45	52	43	50	45	52 ^{pb2}	45	52	42	49
4	A	47	54	48	55	47	54	46	53	45	52	44	51 ^{pb3}
5	A/B	52	56	54	58	52	56	51	55	50	54	48	52
6	B	55	56	54	55	56	57	55	56	55	56	54	55
7	B	56	57	57	58	57	58	56	57	56	57	54	55
8	B	57	58	57	58	60	61	60	61	58	59	56	57
9	B	56	57	57	58	59	60	57	58	59	60	57	58
10	B	57	58	60	61	60	61	56	57	58	59	57	58

V.S.					
		7		8	
H.S.		ovm	ovt	ovm	ovt
1	A	45	52	44	51
2	A	45	52	45	52
3	A	46	53	47	54
4	A	46	53	47	54
5	A/B	48	52	50	54
6	B	54	55	52	54
7	B	54	55	52	54
8	B	55	56	56	57
9	B	57	58	56	57
10	B	57	58	56	57

Soyle 1. Ekeberg:

V.S.												
Område 1					Område 2				Område 3			
1		2			1		2		1		2	
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	46 A	56	43 A	53	54 B	61	56 B	64				
2	45 A	55	43 A	53	54 B	61	54 B	61				
3	42 A	51	44 A	54	54 B	61	53 B	60	64 A	75	62 A	73
4	42 A	51	45 A	55	53 B	60	53 B	60	66 B	77	64 B	74
5	41 A	50	46 A	56	55 B	63	55 B	63	66 B	77	67 B	78
6	42 A	51	45 A	55	55 B	63	54 B	61	66 B	77	64 B	74
7	45 B	52	47 B	54	57 B	66	57 B	66	66 B	77	66 B	77
8	45 B	52	47 B	54	56 B	64	55 B	63	69 B	80	69 B	80
9	41 B	48	45 B	52	56 B	64	56 B	64	66 B	77	66 B	77
10	42 B	49	45 B	52					68 B	79	70 B	80
11	42 B	49	46 B	53					68 B	79	66 B	77
12	42 B	49	46 B	53					68 B	79	68 B	79

V.S.				
Område 4				
1		2		
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt
1				
2				
3	39 A	48	38 A	46
4	40 A	49	38 A	46
5	39 A	48	35 A	43
6	41 A	50	36 A	44
7	42 A	51	37 A	45
8	45 B	52	41 B	48
9	45 B	52	40 B	46
10	46 B	53	40 B	46
11	46 B	53	42 B	49
12	45 B	52	41 B	48
13	50 B	57	45 B	52

Søyle 2. Ekeberg:

V.S.												
	Område 1				Område 2				Område 3			
	1		2		1		2		1		2	
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1									45 A	55 ^{pb5}	45 A	55
2					52 A	64	54 A	66	45 A	55 ^{pb6}	45 A	55
3	54 A	66	54 A	66	56 A	69	57 A	70	45 A	55	46 A	56
4	55 A	68	52 A	64	57 A	70	56 A	69	49 A	60	50 A	61
5	54 A	66	55 A	68	59 B	69	57 B	66	53 A	65	54 A	66
6	54 A	66 ^{pb4}	52 A	64	59 B	69	62 B	72	54 A	66	54 A	66
7	57 B	66	57 B	66	61 B	71	62 B	72	57 A	70	55 A	68
8	57 B	66	56 B	64	60 B	70	60 B	70	60 B	70	60 B	70
9	54 B	61	56 B	64	61 B	71	65 B	76	61 B	71	60 B	70
10	44 B	51	50 B	57								
11	57 B	66	55 B	63								
12	56 B	64	57 B	66								
13	56 B	64	55 B	63								
14	56 B	64	57 B	66								

V.S.				
	Område 4			
	1		2	
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt
1				
2	52 A	64	50 A	61
3	55 B	63	54 B	61
4	53 B	60	54 B	61
5	54 B	61	54 B	61
6	57 B	66	55 B	63
7	56 B	64	55 B	63
8	52 B	59	52 B	59
9	53 B	60	53 B	60
10	54 B	61	52 B	59
11	54 B	61	54 B	61

Støttemur, Grorudveien:

H.S.	V.S.(kolonne)											
	1		2		3		4		5		6	
	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	36	41	37	43	37	43	39	45	39	45	39	45
2	37	43	36	41	34	39	39	45	40	46	40	46
3	33	38	35	40	37	43	38	44	41	48	41	48
4	32	36	33	38	35	40	35	40	37	43	39	45
5	30	34	30	34	30	34	32	36	32	36	35	40
6	24	27	25	28	27	30	30	34	30	34	33	38
7	23	26	22	24	24	27	23	26	30	34	30	34
8	18	20	20	22	20	22	22	24	24	27	26	29
9	20	22	18	20	19	21	20	22	20	22	22	24
10	18	20	19	21	16	18	17	19	15	16	18	20
11	20	22	17	19	15	16	15	16	13	14	14	15
12	15	16	14	15	15	16	18	20	14	15	16	18

H.S.	V.S.(kolonne)											
	7		8		9		10		11		12	
	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	41	48	42	49	45	52	45	52	47	54	45	52
2	42	49	43	50	39	45	48	55	48	55	48	55
3	44	51	46	53	46	53	46	53	45	52	48	55
4	41	48	43	50	45	52	46	53	50	56	48	55
5	36	41	39	45	41	48	44	51	47	54	50	56
6	36	41	40	46	39	45	45	52	46	53	50	56
7	34	39	34	39	39	45	41	48	44	51	48	55
8	29	33	30	34	33	38	35	40	37	43	40	46
9	24	27	26	29	29	33	32	36	35	40	36	41
10	22	24	23	26	28	31	30	34	30	34	35	40
11	18	20	22	24	24	27	29	33	30	34	30	34
12	16	18	20	22	22	24	26	29	29	33	30	34

	13		14		15	
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	48	55	43	50	50	56
2	50	56	51	57	53	59
3	54	60	54	60	54	60
4	52	58	52	58	58	66
5	52	58	51	57	57	65
6	52	58	53	59	55	62
7	53	59	55	62	52	58
8	44	51	47	54	50	56
9	40	46	43	50	42	49
10	39	45	42	49	42	49
11	34	39	38	44	39	45
12	33	38	35	40	39	45

Stottemur, Grorud Jernvarefabrikk:

	V.S.(kolonne)											
	1		2		3		4		5		6	
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	31	32	30	31	30	31	30	31	27	28	26	27
2	30	31	29	30	30	31	31	32	27	28	26	27
3	30	31	28	29	28	29	28	29	25	26	25	26
4	30	31	28	29	30	31	28	29	27	28	25	26
5	30	31	29	30	28	29	25	26	26	27	25	26
6	30	31	28	29	30	31	22	23	27	28	26	27
7	27	28	30	31	27	28	19	20	27	28	25	26
8	27	28	28	29	28	29	18	19	26	27	25	26
9	23	24	27	28	26	27	15	16	25	26	24	25

V.S.(kolonne)												
	7		8		9		10		11		12	
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	26	27	23	24	22	23	25	26	19	20	19	20
2	24	25	24	25	22	23	17 <i>sp</i>	18	18	19	17	18
3	24	25	24	25	23	24	22	23	18	19	18	19
4	24	25	24	25	22	23	23	24	19	20	17	18
5	26	27	24	25	22	23	26	27	19	20	19	20
6	26	27	23	24	21	22	25	26	19	20	18	19
7	26	27	23	24	21	22	25	26	19	20	21	22
8	26	27	23	24	21	22	15 <i>sp</i>	16	18	19	21	22
9	27	28	24	25	21	22	26	27	17	18	22	23

V.S.(kolonne)												
	13		14		15		16		17		18	
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt	ovm	ovt
1	19	20	17	18	21	22	20	21	16	17	19	20
2	17	18	17	18	22	23	17	18	16	17	19	20
3	17	18	14	15	17	18	17	18	15	16	19	20
4	15	16	14	15	15	16	16	17	15	16	19	20
5	20	21	15	16	15	16	17	18	16	17	19	20
6	20	21	15	16	13	14	16	17	15	16	20	21
7	20	21	15	16	13	14	16	17	15	16	20	21
8	19	20	14	15	12	13	18	19	14	15	19	20
9	20	21	12	13	13	14	22	23	15	16	21	22

V.S.				
	19		20	
H.S.	ovm	ovt	ovm	ovt
1	19	20	21	22
2	17	18	20	21
3	16	17	18	19
4	16	17	19	20
5	16	17	18	19
6	14	15	17	18
7	14	15	17	18
8	15	16	17	18
9	16	17	17	18

Appendiks B.

APPENDIKS B.

Generelt:

Vi viser kun utregningen av ovt for de aktuelle ovm. Ovt er avrundet til nærmeste hele tall.

Framgangsmåte for å finne ovt:

Tab.1., fra kap.B.2., s.66, aktuell på *stottemuren på Ekeberg*:

ovm	regnemetode	ovt
39	$\frac{10 \times 4}{(43-35)} + 40$	45
41	$10:8 \times 6 + 40$	47
42	$10:8 \times 7 + 40$	49
43		50
44	$\frac{10 \times 1}{(54-43)} + 50$	51
45	$10:11 \times 2 + 50$	52
46	$10:11 \times 3 + 50$	53
47	$10:11 \times 4 + 50$	54
48	$10:11 \times 5 + 50$	55
49	$10:11 \times 6 + 50$	55
52	$10:11 \times 9 + 50$	58
58	$10:11 \times 10 + 50$	59
59		60
60	$\frac{10 \times 1}{(67-59)} + 60$	61

Tab.A.3.1.7., \emptyset^{k12} (d1) og \emptyset^{k12} (d2),
 aktuell på støttemuren ved Grorud Jernvarefabrikk:

ovm	regnemetode	ovt
14	$\frac{10 \times 5}{(19-9)} + 10$	15
15	$1 \times 6 + 10$	16
16	$1 \times 7 + 10$	17
17	$1 \times 8 + 10$	18
18	$1 \times 9 + 10$	19
19		20
20	$\frac{10 \times 1}{(29-19)} + 20$	21
21	$1 \times 2 + 20$	22
22	$1 \times 3 + 20$	23
23	$1 \times 4 + 20$	24
24	$1 \times 5 + 20$	25
25	$1 \times 6 + 20$	26
26	$1 \times 7 + 20$	27
27	$1 \times 8 + 20$	28
28	$1 \times 9 + 20$	29
29		30
30	$\frac{10 \times 1}{(38-29)} + 30$	31
31	$10:9 \times 2 + 30$	

Tab.A.3.1.7., for \emptyset^{k12} (d1) og \emptyset^{k16} (d2),
 aktuell for støttemuren på Ekeberg:

44	$\frac{10 \times 6}{(48-38)} + 40$	46
45	$1 \times 7 + 40$	
46	$1 \times 8 + 40$	
47	$1 \times 9 + 40$	
48		50
50	$\frac{10 \times 2}{(59-48)} + 50$	52
51	$10:11 \times 3 + 50$	53
52	$10:11 \times 4 + 50$	54
54	$10:11 \times 6 + 50$	55
55	$10:11 \times 7 + 50$	56
56	$10:11 \times 8 + 50$	57
57	$10:11 \times 9 + 50$	58

Tab.A.3.1.7., ø^k12 (d1) og ø^k32 (d2),
 aktuell for søylene på Ekeberg:

ovm	regnemetode	ovt
40	$\frac{10 \times 5}{(43-35)} + 40$	46
41	$10:8 \times 6 + 40$	48
42	$10:8 \times 7 + 40$	49
43		50
44	$\frac{10 \times 1}{(53-43)} + 50$	51
45	$10 \times 7 + 50$	52
46	$10 \times 7 + 50$	53
47	$10 \times 7 + 50$	54
50	$10 \times 7 + 50$	57
52	$10 \times 7 + 50$	59
53		60
54	$\frac{10 \times 1}{(60-53)} + 60$	61
55	$10:7 \times 2 + 60$	63
56	$10:7 \times 3 + 60$	64
57	$10:7 \times 4 + 60$	66
59	$10:7 \times 6 + 60$	69
60		70
61	$\frac{10 \times 1}{(69-60)} + 70$	71
62	$10:7 \times 2 + 70$	72
64	$10:7 \times 4 + 70$	74
65	$10:7 \times 5 + 70$	76
66	$10:7 \times 6 + 70$	77
67	$10:7 \times 7 + 70$	78
68	$10:7 \times 8 + 70$	79
69		80
70		80

Tab.A.3.1.8., ø^k12 (d1) og ø^k32 (d2),
 aktuell for søylene på Ekeberg:

ovm	regnemetode	ovt
35	$\frac{10 \times 2}{(41-33)} + 40$	43
36	$10:8 \times 3 + 40$	44
37	$10:8 \times 4 + 40$	45
38	$10:8 \times 5 + 40$	46
39	$10:8 \times 6 + 40$	48
40	$10:8 \times 7 + 40$	49
41		50
42	$\frac{10 \times 1}{(49-41)} + 50$	51
43	$10:8 \times 2 + 50$	53
44	$10:8 \times 3 + 50$	54
45	$10:8 \times 4 + 50$	55
46	$10:8 \times 5 + 50$	56
47	$10:8 \times 6 + 50$	58
49		60
50	$\frac{10 \times 1}{(57-49)} + 60$	61
52	$10:8 \times 3 + 60$	64
53	$10:8 \times 4 + 60$	65
54	$10:8 \times 5 + 60$	66
55	$10:8 \times 6 + 60$	68
56	$10:8 \times 7 + 60$	69
57		70
62	$\frac{10 \times 2}{(68-60)} + 70$	73
64	$10:8 \times 4 + 70$	75

Tab.2., fra kap.B.2., s.68, aktuell på støttemuren langs Grorud-veien:

ovm	regnemetode	ovt
13	$\frac{10 \times 3}{(18-10)} + 10$	14
14	$10:8 \times 4 + 10$	15
15	$10:8 \times 5 + 10$	16
16	$10:8 \times 6 + 10$	18
17	$10:8 \times 7 + 10$	19
18		20
19	$\frac{10 \times 1}{(27-18)} + 20$	21
20	$10:9 \times 2 + 20$	22
22	$10:9 \times 4 + 20$	24
23	$10:9 \times 5 + 20$	26
24	$10:9 \times 6 + 20$	27
25	$10:9 \times 7 + 20$	28
26	$10:9 \times 8 + 20$	29
27		30
28	$\frac{10 \times 1}{(35-27)} + 30$	31
29	$10:8 \times 2 + 30$	33
30	$10:8 \times 3 + 30$	34
32	$10:8 \times 5 + 30$	36
33	$10:8 \times 6 + 30$	38
34	$10:8 \times 7 + 30$	39
35		40
36	$\frac{10 \times 1}{(43-35)} + 40$	41
37	$10:8 \times 2 + 40$	43
38	$10:8 \times 3 + 40$	44
39	$10:8 \times 4 + 40$	45
40	$10:8 \times 5 + 40$	46
41	$10:8 \times 6 + 40$	48
42	$10:8 \times 7 + 40$	49
43		50
44	$\frac{10 \times 1}{(54-43)} + 50$	51
45	$10:11 \times 2 + 50$	52
46	$10:11 \times 3 + 50$	53

Tab. 2., fra kap.B.2..., aktuell på støttemuren langs Grorudveien:

ovm	regnemetode	ovt
47	$10:11 \times 4 + 50$	54
48	$10:11 \times 5 + 50$	55
49	$10:11 \times 6 + 50$	55
50	$10:11 \times 7 + 50$	56
51	$10:11 \times 8 + 50$	57
52	$10:11 \times 9 + 50$	58
53	$10:11 \times 10 + 50$	59
54		60
55	$\frac{10 \times 1}{(60-54)} + 60$	62
57	$10:6 \times 3 + 60$	65

Appendiks C.

APPENDIKS C - Arbeidsversikt.

Generelt: Vi har ikke holdt en omfattende oversikt over vårt time-forbruk. De påfølgende tabeller gir derfor en forenklet oversikt, som er noenlunde korrekt.

Arbeidsversikt:

Terje Taule:

Uke	Timer				
	Informasjon	Forberedelse	Arb. på Veg-laboratoriet	Ekeberg/Gro-ruddalen	Rapport-skrivning
1	3	3			
2		5			
3	3	5			
4		3	17		
5	1	4	17		2
6		4	17		3
7	1	2	17		4
8	1	3	18		7
9		1	6		6
10	2	5		10	6
11	1	4		16	4
12	1	2		8	6
13		4		9	7
14					23
15					35
16					15
17					8
18					7
19					5
Sum	13	45	92	43	138

Totalt blir dette **331** timer.

Nagarajah Pusparajah:

<i>Uke</i>	<i>Timer</i>				
	<i>Informasjon</i>	<i>Forberedele</i>	<i>Arb. på Veg-laboratoriet</i>	<i>Ekeberg/Gro-ruddalen</i>	<i>Rapport-skrivning</i>
<i>1</i>	3	3			
<i>2</i>		5			
<i>3</i>	3	5			
<i>4</i>		3	17		
<i>5</i>	1	4	17		
<i>6</i>		4	17		
<i>7</i>	1	2	17		
<i>8</i>	1	3	18		3
<i>9</i>		1	6		5
<i>10</i>	2	5		10	4
<i>11</i>	1	4		16	2
<i>12</i>	1	2		8	5
<i>13</i>		4		9	5
<i>14</i>					12
<i>15</i>					15
<i>16</i>					10
<i>17</i>					8
<i>18</i>					7
<i>19</i>					4
Sum	13	45	92	43	80

Totalt blir dette 273 timer.