

# BETONGKONSTRUKSJONERS LIVSLØP

Et utviklingsprosjekt i samarbeid mellom offentlige byggherrer, industri og forskningsinstitutter

---



## **Deltakere:**

Statens vegvesen (prosjektledelse), Forsvarsbygg, NORCEM A.S, Selmer Skanska AS, Sika Norge AS, Norges byggforskningsinstitutt, NTNU, SINTEF, NORUT Teknologi as

---

## **Rapport nr. 10**

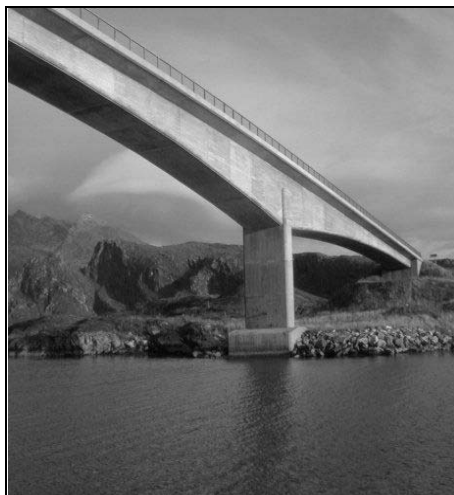
**Restlevetid - Kai Sjursøya.**

## **Aktivitet DP2 A3**

---

Prosjektet er støttet av BA-programmet i Norges forskningsråd





# BETONGKONSTRUKSJONERS LIVSLØP

Rapport nr. 10

Restlevetid – Kai Sjursøya

Aktivitet DP2 A3

Utgiver:  
Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
Postadresse: Teknologivdelingen  
Postboks 8142 Dep  
0033 OSLO  
Telefon: 02030  
Telefaks: 22 07 38 66

FORFATTER(E):  
  
Carlsen, J.E., Selmer Skanska AS

INTERN RAPPORT NR.

GRADERING	ANTALL SIDER OG BILAG
Åpen	13+15+9 Vedl.

RAPPORTNR./ ISBN.:	DATO
82-91228-15-9	November 2006

PROSJEKTLEDERE:  
Finn Fluge og Bernt Jakobsen

**KORT SAMMENDRAG**

I forbindelse med rehabilitering av Oslo Havnevesens kai på Sjursøya i 1998 ble det tatt initiativ til et utviklingsprosjekt for å undersøke hvilken kloridbremsende effekt man kunne oppnå ved bruk av ulike reparasjonsløsninger/reparasjonsmetoder. Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom forskjellige aktører i byggebransjen – Entreprenørservice AS, Selmer Skanska AS, Oslo Havnevesen, Statens vegvesen samt fire materialleverandører.

Prosjektet består av to delprosjekt, undersøkelse av ulike overflatebehandlingssystemers kloridbremsende effekt samt undersøkelse av hvordan rester av klorider i reparerte betongkonstruksjoner diffunderer inn i ny reparasjonsbetong.

Målsetningen med prosjektet er å fastlegge effekten til ulike systemer når materialene påføres et i utgangspunktet likt underlag som i dette tilfellet er overflater hvor reparasjonsbetongen er støpt mot forskaling eller overflater av sprøytebetong. Materialleverandørene har selv utarbeidet forslagene til kloridbremsende tiltak og er gitt anledning til å teste ut systemet på prøvefelt med sammenlignbare overflateegenskaper.

Undersøkelse av kloriddiffusjonen fra gammel til ny betong er gjennomført hovedsakelig som laboratoriearbeid, men noen undersøkelser ble også utført i felten. I laboratoriearbeidet ble det utstøpt klosser av betong C35, som ble herdet i sjøvann og påsprøytet samme reparasjonsbetong som ble benyttet på kaia. For hvert måletidspunkt bestemmer man to sammenhørende kloridprofiler, ett som beskriver kloridinntrengningen fra sjøvann inn i ny betong og ett som beskriver kloridtransporten fra gammel til ny betong.

Det er foreløpig ingen konklusjoner fra prosjektet.

STIKKORD	NORSK	ENGLISH
	Kloridinntrengning	Chloride ingress
	Overflatebehandling	Surface treatment
	Slaggsement	Slag cement
	Vannmeisling	Water chiselling

<b>Rapport</b>	<b>Nr. 10</b>	Restlevetid – Kai Sjursøya.
<b>Prosjekt</b>		<b>Betongkonstruksjoners livsløp</b> Et utviklingsprosjekt i samarbeid mellom offentlige byggherrer, industri og forskningsinstitutter.
<b>Aktivitet</b>	<b>DP2 A3</b>	Vedlikeholds- og oppgraderingsmetoder Vedlikeholdsmetoder Restlevetid – Kai Sjursøya
<b>Deltagere</b>		Statens vegvesen (prosjektledelse), Forsvarsbygg, NORCEM A.S, Selmer-Skanska AS Sika Norge AS Norges byggforskningsinstitutt, NTNU, SINTEF, NORUT Teknologi as  Prosjektet er støttet av BA-programmet i Norges forskningsråd  ISSN 1502-2331 ISBN 82-91228-15-9 50 eksemplarer trykt av Statens vegvesen, Teknologivdelingen  © Statens vegvesen 2006
<b>Adresse</b>		Vegdirektoratet, Teknologivdelingen Postboks 8142 Dep N-0033 Oslo, Norway
<b>Telefon</b>		+ 47 02030
<b>Telefax</b>		+ 47 22 07 38 66
<b>Emneord</b>		Kloridinntrengning Oveflatebehandling Slaggsement Vannmeisling
<b>Key words</b>		Chloride ingress Surface treatment Slag cement Water chiselling

## FORORD

Fokus er i løpet av de senere årene flyttet fra bygging av nye konstruksjoner over mot forvaltning hvor det legges større vekt på problemstillinger knyttet til drift, vedlikehold og gjenbruk av eksisterende konstruksjoner.

Prosjektet "Betongkonstruksjoners livsløp" er knyttet opp mot denne typen utfordringer som en samlet bygg- og anleggsbransje står overfor. Kravene til bygg- og anleggskonstruksjoner er at de skal være funksjonelle og kostnadseffektive. Offentlige byggherrer forvalter og vedlikeholder et stort antall konstruksjoner som skal møte samfunnets krav til:

- sikkerhet
- kvalitet/økonomi
- miljø

Det ble de siste årene av 90-tallet lagt ned et betydelig arbeid i prosjektet "Bestandige betongkonstruksjoner". Av resultatene fra dette prosjektet og erfaringene fra prosjektet "OFU Gimsøystraumen" fremgår det klart at beslutningen om å bygge bestandige betongkonstruksjoner må tas tidlig i planleggingsfasen og at det er behov for enkelt å kunne verifisere prosjekteringsforutsetningene.

"Betongkonstruksjoners livsløp" bygger videre på forannevnte prosjekter. Hovedvekten er lagt på klart formulerte forskningsoppgaver som dels konkretiserer eksisterende kunnskap og dels fyller hull i kunnskapsgrunnlaget. Aktivitetene er valgt innenfor en ramme som omfatter alle faser fra planlegging til riving og gjenbruk.

Prosjektets hovedmålsetning har vært:

### **Kostnadseffektive og miljøgunstige betongkonstruksjoner**

med følgende delmål:

- Identifisere hovedparametre i levetidsmodellene og kalibrere dem mot feltefaringer
- System for vurdering av vedlikeholdstiltaks levetid
- System for instrumentell overvåking av betongkonstruksjoners tilstandsutvikling
- Kunnskapsformidling gjennom normarbeid, kurs og internasjonale nettverk

Prosjektets sluttprodukter er:

- Grunnlag for veiledninger og regler for levetidsprosjektering
- Akseptkriterier for bedømmelse av betongkonstruksjoners bestandighet
- Datagrunnlag til bruk i standardiseringsarbeid og som inngangsdata til europeisk nettverksarbeid
- Kunnskap og kompetanse knyttet til sensorteknologi, måleteknikk, "intelligent" instrumentell overvåking, katodisk beskyttelse etc., hvor industripartnerne gis mulighet til å utnytte resultatene kommersielt

Prosjektet har bestått av flere større og mindre aktiviteter gruppert i følgende delprosjekter:

- DP1. Levetidsprosjektering
  - A. Datainnsamling
  - B. Levetidsmodeller
- DP2. Vedlikeholds- og oppgraderingsmetoder
  - A. Vedlikeholdsmetoder
  - B. Oppgraderingsmetoder
  - C. Rustfri armering
- DP3. Måleteknikk

Aktivitetene i prosjektet er basert på enkeltforslag fra prosjektdeltakerne. Hvor aktivitetene hadde fellestrekk, kunne levere resultater til, eller benytte resultater fra andre aktiviteter ble dette identifisert ved oppstarten av prosjektet og nødvendig koordinering foretatt. Ellers er aktivitetene styrt meget selvstendig.

Prosjektet startet høsten 1999 og ble avsluttet høsten 2001. Prosjektet har vært støttet av BA-programmet i Norges forskningsråd med NOK 1 mill i hvert av årene 1999 og 2000.

I tillegg til støtten fra Norges forskningsråd har det vært ytet en betydelig egeninnsats fra deltakerne i form av personalinnsats og kjøp av FoU-tjenester. Prosjektkostnadene per 31-12-00 var NOK 7,25 mill, hvorav NOK 2,7 mill var benyttet til kjøp av FoU-tjenester fra forskningsinstitutter og NOK 0,5 mill fra konsulent. I år 2001 ble det kjøpt tjenester for NOK 1,7 mill som i sin helhet ble finansiert av prosjektdeltagerne. Samlede prosjektkostnader ved avslutningen av prosjektet er ca. NOK 9 mill.

Prosjektet har hatt følgende deltakere:

Statens vegvesen  
Forsvarsbygg  
NORCEM A.S  
Selmer Skanska AS  
NTNU  
SINTEF  
Sika Norge AS  
Norges byggforskningsinstitutt  
NORUT Teknologi as

I tillegg har prosjektet samarbeidet med Det Norske Veritas og ARMINOX, som alle har bidratt med egeninnsats.

Det er knyttet to dr. gradsstudenter til prosjektet.

Prosjektet mottok i juni 2000 et 3 års dr.grad stipendium. Stipendiat ble tilsatt 01-01-2001.

Prosjektet har vært ledet av Vegdirektoratet. Prosjektledelsen, som har bestått av Finn Fluge Vegteknisk avdeling, Vegdirektoratet og Bernt Jakobsen, Aadnesen a.s, har rapportert til en styringskomite som har bestått av representanter fra prosjektdeltakerne. Styringskomiteen har vært samlet to ganger årlig eller ved behov og har fastlagt mål og hovedstrategier.

## SUMMARY

During the rehabilitation of a concrete quay at Sjørsøya belonging to Oslo Havnevesen an initiative was taken to establish a project dealing with the chloride retarding effect of different repair methods/materials. The project is a joint venture between contractors, Entreprenørservice AS and Selmer Skanska AS, four suppliers of materials/systems for surface treatments and owners, Oslo Havnevesen and Norwegian Public Roads Administration.

The main project consists of two subprojects, investigation of systems for surface treatment to reduce the chloride ingress into the concrete and to examine how remaining chlorides in the old structural concrete are transported into the new concrete used for repair.

The objective of the project is to determine the effect of different systems/materials when the impregnation agents are applied to concrete surfaces with equal properties, i.e. surfaces of concrete poured towards formwork and surfaces of sprayed concrete. The four materials suppliers prepared their own proposals for chloride retarding purposes and were given the opportunity to test the proposed system in-situ on test areas of equal quality. In order to compare the findings and verify the chloride retarding effects two untreated reference areas were established. The plan is during a period of 15 years regularly to collect concrete test samples for determining chloride profiles.

The chloride concentration before start of chiselling was measured on test samples collected from the test areas in question. The report also deals with chloride concentration obtained in the test areas after one year of exposure. Chloride concentration is given as  $Cl^-$  in per cent of cement weight. Corresponding numbers for computed coefficient of diffusion and chloride concentration on the concrete surface are presented together with the highest chloride concentration recorded in the profile.

The investigation concerning chloride diffusion from old contaminated concrete to new repair concrete was primarily performed as a laboratory test, but was supplemented with some tests in-situ. For the laboratory tests a layer of repair concrete similar to that used in the rehabilitating work was sprayed onto blocks made of concrete grade C 35 and cured in seawater before further treatments. The treated specimens were then stored in seawater until test samples were taken in cuts throughout the block and the layer of sprayed concrete. Two corresponding chloride profiles are obtained, one describing the chloride ingress into the new repair concrete and one describing the chloride diffusion from old concrete into new.

In order to compare the laboratory tests investigations were performed for evaluation of chloride diffusion between the existing chiselled structural in-situ concrete and new repair concrete. At present no firm conclusions can be drawn.

- Rapport nr.1:**      **TITTEL:**      Felldata for kloridinitiert armeringskorrosjon. Sammenstilling og kvalitetsvurdering av tilgjengelige data.  
**Aktivitet:**      DP1 A1  
**Utgiver:**      Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. Intern rapport nr. 2197.  
**Forfattere:**      Skjølsvold, O., Jacobsen, S., Lahus, O., Lindgård, J., Hynne, T.  
**ISSN**              1502-2331  
**ISBN**              82-91228-04-3  
**Sider:**            12+9+7 vedlegg + CD-ROM  
**Dato:**             Desember 2002
- Rapport nr. 2:**      **TITTEL:**      Laboratoriedata for kloridinitiert armeringskorrosjon.  
**Aktivitet:**      DP1 A1  
**Utgiver:**      Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. SINTEF. Rapport nr. STF22 A00732.  
**Forfattere:**      Hynne, T. og Lindgård, J.  
**ISSN**              1502-2331  
**ISBN**              82-91228-07-8  
**Sider:**            13+35+16 vedlegg  
**Dato:**             Januar 2003
- Rapport nr. 3:**      **TITTEL:**      Gimsøystraumen bru. Spesialinspeksjon 1992- kloridprofiler. Vurdering av kloridbelastning og diffusjonskoeffisient  
**Aktivitet:**      DP1 A1  
**Utgiver:**      Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. Intern rapport nr. 2196.  
**Forfattere:**      Skjølsvold, O.  
**ISSN**              1502-2331  
**ISBN**              82-91228-08-6  
**Sider:**            14+18+3 vedlegg+CD-ROM  
**Dato:**             Januar 2003
- Rapport nr. 4:**      **TITTEL:**      Kloridinntrengning i ressursvennlig kvalitetsbetong.  
**Aktivitet:**      DP1 A2  
**Utgiver:**      Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. NORCEM rapport  
**Forfattere:**      Kjellsen, K.O. og Skjølsvold, O.  
**ISSN**              1502-2331  
**ISBN**              82-91228-09-4  
**Sider:**            14+16+13 vedlegg  
**Dato:**             Januar 2003



- Rapport nr. 5:** TITTEL: Statistisk beregning av levetid for betongkonstruksjoner utsatt for kloridinntrengning.  
Aktivitet: DP1 B1  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. SINTEF. Rapport nr. STF22 A01613.  
Forfattere: Hynne, T., Leira, B.J., Carlsen, J.E. og Lahus, O.  
ISSN: 1502-2331  
ISBN: 82-91228-10-8  
Sider: 14+59+3 vedlegg  
Dato: Februar 2003
- Rapport nr. 6:** TITTEL: Dimensjoneringsformat for kloridbestandighet.  
Aktivitet: DP1 B1  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. SINTEF. Rapport STF22 A02601.  
Forfattere: Leira, B.J.  
ISSN: 1502-2331  
ISBN: 82-91228-11-6  
Sider: 14+36+ 1 vedlegg  
Dato: Februar 2003
- Rapport nr. 7:** TITTEL: Pålitelighetsmetodikk ved bruk av FDV og levetidsberegninger.  
Aktivitet: DP1 B2  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. Aas-Jakobsen. Rapp 6943-01.  
Forfattere: Larsen, R.M.  
ISSN: 1502-2331  
ISBN: 82-91228-12-4  
Sider: 14 + 67  
Dato: Februar 2003
- Rapport nr. 8:** TITTEL: Effekt av reparasjon på levetid: Eksempelstudie fra Gimsøystraumen.  
Aktivitet: DP1 B3  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. SINTEF. Rapport nr. STF22 A01607.  
Forfattere: Hynne, T. og Leira, B.J.  
ISSN: 1502-2331  
ISBN: 82-91228-13-2  
Sider: 12 + 22 + 7 vedlegg  
Dato: Oktober 2006

- Rapport nr. 9:** TITTEL: Bestandighet og levetid av reparerte betongkonstruksjoner.  
Aktivitet: DP2 A2  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. NORUT Teknologi as rapport NTAS F2001-36.  
Forfattere: Arntsen, B.  
ISSN: 1502-2331  
ISBN: 82-91228-14-0  
Sider: 14 + 20  
Dato: Oktober 2006
- Rapport nr. 10:** TITTEL: Restlevetid – Kai Sjursøya.  
Aktivitet: DP2 A3  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. Selmer Skanska AS, rapport nr. B 01-01.  
Forfattere: Carlsen, J.E.  
ISSN: 1502-2331  
ISBN: 82-91228-15-9  
Sider: 12 + 15 + 7 Vedlegg  
Dato: November 2006
- Rapport nr. 11:** TITTEL: Feltforsøk Sykkylven bru.  
Aktivitet: DP2 A4  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. Selmer Skanska AS, rapport nr. B 01-02  
Forfattere: Carlsen, J.E.  
ISSN: 1502-2331  
ISBN: 82-91228-16-7  
Sider:  
Dato:
- Rapport nr. 12:** TITTEL: Strengthening Prestressed Concrete Beams with Carbon Fiber Polymer Plates.  
Aktivitet: DP2 B1  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling. NTNU, Institutt for konstruksjonsteknikk.  
Forfattere: Takacs, P.F. og Kanstad, T.  
ISSN: 1502-2331  
ISBN: 82-91228-17-5  
Sider:  
Dato:

- Rapport nr. 13:** TITTEL: Forsterking av betongsøyler med karbonfiberrev.  
Aktivitet: DP2 B2  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling.  
SINTEF. Rapport nr. STF22 A00718.  
Forfattere: Thorenfeldt, E.  
ISSN 1502-2331  
ISBN 82-91228-18-3  
Sider:  
Dato:
- Rapport nr. 14:** TITTEL: Forankringskapasitet av CFAP-bånd limt til betong.  
Aktivitet: DP2 B2  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling.  
SINTEF. Rapport nr. STF22 A01618.  
Forfattere: Thorenfeldt, E.  
ISSN 1502-2331  
ISBN 82-91228-19-1  
Sider:  
Dato:
- Rapport nr. 15:** TITTEL: Nonlinear Finite Element Analysis of Deteriorated and Repaired RC Beams  
Aktivitet: DP2 B3  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling.  
NORUT Teknologi as rapport NTAS F2001-31.  
Forfattere: Sand, B.  
ISSN 1502-2331  
ISBN 82-91228-20-5  
Sider:  
Dato:
- Rapport nr. 16:** TITTEL: Styrkeberegning ved korrosjonsskader.  
Aktivitet: DP2 B3  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling.  
SINTEF. Rapport nr. STF22 A01619.  
Forfattere: Stemland, H.  
ISSN 1502-2331  
ISBN 82-91228-21-3  
Sider:  
Dato:

- Rapport nr. 17:** TITTEL: Korrosjonsegenskaper for rustfri armering.  
Aktivitet: DP2 C1  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling.  
NTNU, Institutt for konstruksjonsteknikk.  
Rapport R-9-01.  
Forfattere: Vennesland, Ø.  
ISSN 1502-2331  
ISBN 82-91228-22-1  
Sider:  
Dato:
- Rapport nr. 18:** TITTEL: Heftforhold for rustfritt armeringsstål.  
Aktivitet: DP2 C2  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling.  
NTNU rapport.  
Forfattere: Hofsøy, A., Sørensen, S.I. og Markeset, G.  
ISSN 1502-2331  
ISBN 82-91228-24-8  
Sider:  
Dato:
- Rapport nr. 19:** TITTEL: Service Life Design of Concrete Structures  
Aktivitet: DP1 B4  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling.  
Forfattere: Helland, S., Maage, M., Smepllass, S., Fluge, F.  
ISSN 1502-2331  
ISBN 82-91228-25-6  
Sider:  
Dato:
- Rapport nr. 20:** TITTEL: SLUTTRAPPORT  
Aktivitet: -  
Utgiver: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Vegteknisk avdeling.  
Forfattere: Fluge, F. og Jakobsen, B.  
ISSN 1502-2331  
ISBN 82-91228-26-4  
Sider:  
Dato:

<b>INNHOLDSFORTEGNELSE</b>	xi
<b>FORORD</b>	iii
<b>SUMMARY</b>	v
<b>RAPPORTOVERSIKT</b>	vi
<b>INNHOLDSFORTEGNELSE</b>	xi
<b>1. SAMMENDRAG</b>	xii
<b>2. RAPPORT – innhold utgjøres av følgende vedlegg</b>	

Selmer Skanska rapport B01-01, Februar 2001

Carlsen, J.E.

”Restlevetid - Sjursøya”.



## 1. SAMMENDRAG

I forbindelse med rehabilitering av Oslo Havnevesens kai på Sjursøya i 1998 ble det tatt initiativ til et utviklingsprosjekt for å undersøke hvilken kloridbremsende effekt man kunne oppnå ved bruk av ulike reparasjonsløsninger/reparasjonsmetoder. Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom forskjellige aktører i byggebransjen – Entreprenørservice AS, Selmer Skanska AS, Oslo Havnevesen, Statens vegvesen samt fire materialleverandører.

Prosjektet består av to delprosjekt, undersøkelse av ulike overflatebehandlingssystemers kloridbremsende effekt samt undersøkelse av hvordan rester av klorider i reparerte betongkonstruksjoner diffunderer inn i ny reparasjonsbetong.

Målsetningen med prosjektet er å fastlegge effekten til ulike systemer når materialene påføres et i utgangspunktet likt underlag som i dette tilfellet er overflater hvor reparasjonsbetongen er støpt mot forskaling eller overflater av sprøytebetong. Materialleverandørene har selv utarbeidet forslagene til kloridbremsende tiltak og er gitt anledning til å teste ut systemet på prøvefelt med sammenlignbare overflateegenskaper. For å kunne sammenligne resultatene og dokumentere systemenes kloridbremsende effekt er det i tillegg etablert to ubehandlede referansefelt. Over en periode på 15 år skal det etter planen jevnlig tas ut betongprøver til bestemmelse av kloridprofiler.

Kloridinnholdet i betongen før påbegynt meisling, ble dokumentert ved måling av kloridinnhold og beregning av kloridprofiler i hvert prøvefelt. Rapporten angir en tabellarisk oversikt over kloridinnholdet i prøvefeltene målt etter ett års eksponering. Kloridinnholdet er gitt som  $Cl^-$  i % av sementvekt. Sammenhørende verdier for beregnet diffusjonskoeffisient og kloridkonsentrasjon på betongoverflaten er vist sammen med den høyest målte kloridkonsentrasjonen i profilet.

Undersøkelse av kloriddiffusjonen fra gammel til ny betong ble gjennomført hovedsakelig som laboratoriearbeid, men ble også supplert med noen prøver i felt. I laboratoriearbeidet ble klosser av betong C35 herdet i sjøvann og påsprøytet samme reparasjonsbetong som ble benyttet på kaia. Prøvestykkene ble deretter lagret i sjøvann frem til det tidspunktet hvor ytterligere analyser skal gjøres. For bestemmelse av kloridprofiler tas det ut et sett prøver fordelt i snitt gjennom prøvestykket. Man får derved to sammenhørende kloridprofiler, ett som beskriver kloridinntrengningen fra sjøvann inn i ny betong og ett som beskriver kloridtransporten fra gammel til ny betong.

For å kunne sammenligne med laboratorieundersøkelsene er det i tillegg også utført undersøkelse av kloriddiffusjonen mellom meislet in-situ betong og ny reparasjonsbetong. Det er foreløpig ingen konklusjoner fra prosjektet.





EN RAPPORT FRA SELMER SKANSKA's BETONGTEKNOLOGIAVDLING

Prosjekt: <b>Betongkonstruksjoners livsløp (SVV)</b>  DP2 A3: <b>Restlevetid – kai Sjørøya</b>	Rapportnummer : B 01-01
	Dato : 16.02.2001
	Antall sider/vedlegg : 15 / ca.100
Oppdragsgiver : SVV / Entreprenørservice	Oppdragsgivers ref.: Finn Fluge / Olaf Stenstad
Saksbehandler / forfatter : Jan Erik Carlsen	Ansvarlig : Steinar Helland

Sammendrag :

Rapporten gir resultater fra kloridmålinger i forbindelse med Entreprenørservice's reparasjonsarbeider på Oslo Havnevesen's kai på Sjørøya sommeren 1999. I forbindelse med reparasjonsarbeidene ble det startet et prosjekt med to delmål:  
I Delprosjekt A, som er det primære, har 4 leverandører av div. beskyttelsessystemer fått tildelt felter av kaia for påføring/bruk av sine produkter. Over en 15-års periode skal det tas kloridprofiler fra disse feltene, for å evaluere effekten av produktene over tid.  
I Delprosjekt B skal det undersøkes hvordan rester av klorider i den meislede betongkonstruksjonen vandrer ut i reparasjonsbetongen.  
Det er foreløpig ingen konklusjoner fra prosjektet.

Stikkord på norsk :	Keywords in English :
Kloridinntrengning Overflatebehandling Slaggsement Vannmeisling	



<b>INNHold</b>		<b>Side</b>
1	INNLEDNING	1
2	PROSJEKTBEskRIVELSE	2
2.1	Målsetting	
2.2	Bakgrunn	
2.3	Delprosjekt A - kaireparasjoner	3
2.4	Delprosjekt B - innestøpte klorider	4
2.4.1	Laboratorieundersøkelse	
2.4.2	Feltundersøkelse	
2.5	Prosjektorganisasjon	5
3	RESEPTER	6
4	TIDLIGE KLORIDMÅLINGER	7
4.1	Kloridmålinger fra 1998	
4.2	Kloridmålinger fra 1999	
5	RESULTATER	8
5.1	Generelt	
5.2	Resultater fra Delprosjekt A	9
5.3	Resultater fra Delprosjekt B	11
5.3.1	- fra laboratoriet	
5.3.2	- fra kaia	12

## **VEDLEGG:**

Kartutsnitt og planer av felt. Merking av profiler.	V 1
Kloridprofiler fra prøving på lab.	V 2
Kloridprofiler fra reparasjoner på kaia:	
- fra referansefelt, uten overflatebehandling, (felt 39)	V 3
- fra bjelkerekonstruksjon med slaggbetong (bjelke 44)	V 4
- fra reparasjonsbetong med overflatebehandling, felt 40-47	V 5
- merking av profiler	
-felt 40: Rescon Murtett	
-felt 41: Mursto Sto Gryl HG 200	
-felt 42: Mursto StoCrete FB	
-felt 43: Rescon CemElastic	
-felt 45: Sika Top 106 ElastoCem	
-felt 46: Sika Top 120 + Conservado 201	
-felt 47 V: Optirock Betokem Impkrem	
-felt 47 H: Optirock Betokem Silimp 240	

forts.

Kloridprofiler fra eksisterende betong:

- fra 1999, før vannmeisling, i felt 41-47

V 6

- fra 1998, før vannmeisling

V 7

- fra 1998, etter vannmeisling, bak armeringen, før påsprøyting

V 8

Div. tidlige notater, Slaggsementdata, Oslo Havnevesens kloridprofiler

V9

## 1 INNLEDNING

I 1998 ble det startet opp utbedringsarbeider på Oslo Havnevesens kai på Sjursøya. Entreprenørservice AS var blitt engasjert til å foreta utbedringer, og ganske raskt ble det klart at denne reparasjonsjobben var svært egnet til forskning og utvikling mht. kloridinntrengning på reparasjonene. Oslo Havnevesen var villige til å bruke kaia som prøveprosjekt, og Entreprenørservice var interessert i få prøvet forskjellige teknikker og materialer.

En gruppe av interesserte deltakere ble dannet, og det ble utarbeidet en prosjektbeskrivelse. Prosjektbeskrivelsen er tatt med i denne rapport som kapittel 2.

Prosjektet er delt i to, kort presentert:

**Delprosjekt A** går ut på å dokumentere effekten av forskjellige påførte materialer på et ellers likt underlag av påstøpt eller påsprøytet reparasjonsbetong. På definerte felt er forskjellige type overflate-behandlinger utført, med materialer fra kjente materialleverandører. Påføringen er utført av materialleverandørene selv. Dette arbeidet ble utført sommeren 1999, og det vil bli tatt kloridprofiler fra feltene med økende klorideksponeringstid. De første profilene ble tatt i august 2000, og disse blir presentert i denne rapporten.

Merk at kloridprofiler fra betong med en effektiv overflatebehandling vanskelig kan benyttes til beregning av kloriddiffusjonskoeffisient  $D$ , så vurderingen av effekten av overflatebehandlingen vil bli vurdert i forhold til kloridnivå / dybde.

I delprosjekt A ligger også andre varianter av reparasjoner, dette er nærmere omtalt i prosjektbeskrivelsen.

**Delprosjekt B** går ut på å undersøke hvordan innestøpte/gjenværende klorider i den vannmeislede betongen trenger inn i reparasjonsbetongen. Slike undersøkelser utføres både på laboratorium og på kaia. På laboratorium er dette gjort ved at klosser av en rød C35-betong ble lagt i sjøvann i 1 mnd., og deretter påstøpt eller påsprøytet den samme reparasjonsbetongen som ble benyttet på kaia. Hele klossen ble deretter plassert i sjøvannskar, og profiler er tatt gjennom hele klossen. Man får da to samhørende kloridprofiler, ett for kloridinntrengning fra sjøvannet og inn i reparasjonsbetongens overflate, og ett mellom reparasjonsbetongen og den røde, kloridholdige bakbetongen.

På kaia er det samme forsøket utført ved at de innerste 2 m av en kaibjelke ble påsprøytet reparasjonsbetong uten at bjelken var vannmeislet for fjerning av den kloridholdige betongen. Det ble ikke tatt kloridprofiler fra denne bjelken etter 1 års eksponeringstid i år 2000.

**Merk:** Alle klorideksponeringer startet sommeren 1999.  
Alle kloridnivåer er angitt som  $\%Cl^-$  av betongvekt.

## 2 PROSJEKTBEKRIVELSE

### 2.1 Målsetting

#### Delprosjekt A

I Delprosjekt A skal den kloridbremsende effekt for ulike reparasjonsmetoder/-løsninger undersøkes. Dette skal gjøres ved å ta kloridprofiler over en periode på 15 år.

Delprosjekt A er den primære aktiviteten i prosjektet.

#### Delprosjekt B

I Delprosjekt B skal det undersøkes hvilken kloridtransport en får av innestøpte klorider i gammel, kloridholdig betong til ny betong.

### 2.2 Bakgrunn

Oslo Havnevesens kai på Sjursøya hadde store skader pga. for høyt innhold av klorider. Underkant kaidekke, underkant bjelker og sidekant bjelker hadde betydelige skader i form av riss, bomskader, avskallinger og armeringskorrosjon pga. kloridinitiert korrosjon. Skadebildet var forholdsvis ensartet over hele kaia. Synlige skader var noe større mot bakkant. Frilegging av korrodert armering viste tydelige tegn til gropetæring - enkelte steder med betydelig tverrsnittsreduksjon. Se **Vedlegg V1** for lokalisering.

Kloridinnholdet var meget høyt i kaia. I 1990 ble det foretatt noen målinger på overbygningen som viste et kloridinnhold i yttersjiktet (5-40 mm) fra 1,67 - 2,62 %Cl-ioner av sementvekta. Tilsvarende verdier i armeringssjiktet (40-80 mm) varierte mellom 0,93 og 1,18%Cl-ioner av sementvekta. I sjiktet 80-120 mm varierte kloridinnholdet mellom 0,34 og 0,62 % Cl-ioner av sementvekta. Senere målinger har bekreftet det høye kloridinnholdet.

Med bakgrunn i observerte skader og det høye kloridinnholdet, besluttet Oslo Havnevesen å utbedre kaia. Entreprenørservice AS fikk i 1998 oppdraget med å utføre en konvensjonell utbedring av kaia.

Kaia ble bygd i 1959-60. Kaikonstruksjonen består av et kaidekke med bjelker med opplegg i bakkant på bakvegg og i forkant på peler. Totalt sett består kaia av 48 felter som totalt utgjør et areal på 3.000 m<sup>2</sup>. Nominell nyttelast på kaia er 2 tonn/m<sup>2</sup>.

Kaia ble utbedret nå konvensjonelt ved å fjerne all kloridinfisert betong til et gjennomsnittlig nivå på ca.30 mm bak armeringen - både på bjelker og dekker. Bjelkene ble støpt ut med ny MA-betong i forskaling, og deretter ble undersiden av kaidekket våtsprøytet.

Etter at utbedringsarbeidene ble igangsatt, så Entreprenørservice AS muligheten for et utviklingsprosjekt, hvor man kunne teste ulike reparasjonsløsninger/-metoder over en lengre tidsperiode. Prosjektet er spesielt egnet for forsøk over lengre tid, fordi kaia ligger meget sentralt og er derfor lett tilgjengelig for senere oppfølging/undersøkelser. Dernest er hele kaia utsatt for samme klimatiske og miljømessige belastning, noe som muliggjør utprøving av ulike systemer under like forhold.

Entreprenørservice AS tok derfor initiativ til et prosjekt med målsetting som angitt under pkt.1. Fire materialleverandører ble invitert til å delta i prosjektet med ulike utbedringsforslag. Følgende leverandører ble invitert: Sika Norge A/S, Rescon AS, Optiroc A/S og Mursto a/s.

### 2.3 Delprosjekt A - kaireparasjoner

Feltarbeidet i forbindelse med ulike reparasjonsmetoder ble utført på forsommeren 1999.

Produktleverandørene utarbeidet forslag til kloridbremsende tiltak, og de ble tildelt et prøvefelt med en bjelke og et dekkefelt til uttesting av hvert system. For å kunne dokumentere kloridbremsende effekt, ble det etablert to referansefelt. Den kloridbremsende effekten av tiltaket fremkommer ved å sammenholde målt kloridinnhold /-profil over tid for de ulike prøvefeltene mot kloridinnhold/-profil for referansefeltet.

Prøvefeltene til Sika Norge A/S, Rescon AS og Mursto a/s samt referansefeltene ble utbedret som følger:

- Underside dekke ble våtsprøytet med en sprøytebetong med polypropylenfibre og alkaliefri aksellerator.
- Bjelkene ble utstøpt med en C45-MA-betong (pumpbar).

Når det gjelder prøvefeltet til Optiroc A/S, ble ovennevnte utbedring erstattet med tørrsprøyting med Betokem Sprøyterep. T4. Dette gjelder både dekke og bjelke.

Referansefeltene står ubehandlet, mens prøvefeltene ble påført ulike kloridbremsende overflatebehandlingssystemer som følger:

- Hydrofoberingsgel - StoCryl HG 200 (Mursto a/s)
  - Elastisk slemmemasse - StoCrete FB (Mursto a/s)
  - Elastisk slemmemasse - Rescon Cem Elastic (Rescon A/S)
  - Slemmemasse - Rescon Murtett (Rescon A/S)
  - Tynnpussmørtel - Sika Top 106 ElastoCem (Sika Norge A/S)
  - Porefyller + vannavis. impr. - Sika Top 120 + Conservado 201 (Sika Norge A/S)
  - Impregnering - Betokem Silimp 240 (OptirocA/S)
- (NB! Gjelder prøvefelt til Optiroc A/S med tørrsprøytemørtel Betokem Sprøyterep. T4)

I tillegg til ovennevnte prøvefelt har Entreprenørservice etablert prøvefelt med:

- Impregnering - Rescon Cur-Cl
- Korrosjonsinhibitorer - Sika Ferrogard 903 påført sprøytet flate og Sika Ferrogard 901 som del av resept for utstøpingsbetong for bjelker.
- Hydrofoberende impregnering - Silimp 100 (gjelder kun 4 bjelker)
- C 35 betong i bjelkene istedenfor C45-MA
- Betong med slaggsement fra Holland på bjelke 44 (kun de innerste 2 m)

Vedlagte oversiktsplan i **Vedlegg V1** viser hvor de ulike systemene er benyttet.

Kloridinnholdet før meisling i prøvefeldene (tildelt produktleverandører) ble dokumentert med kloridprofiler fra hvert prøvefeld. Prøveomfanget før vannmesling kunne begrense siden den kloridholdige betongen ble fjernet inn til god avstand bak armeringen.

Kloridinntrengningen over tid dokumenteres ved å måle kloridinnholdet /-profilen på samme sted på alle prøvefeld etter 1 år, 2 år, 5 år, 10 år og 15 år. Kloridprofilene bestemmes v.h.a. Selmers metoder.

Profilene i underkant av dekkene lokaliseres som følger:

- Prøve 1: Midt i dekket, ca. 2m fra bakkant.
- Prøve 2: Midt i dekket, ca. 5m fra bakkant.
- Prøve 3: Midt i dekket, ca. 2m fra kaifront.

Profilene i bjelkene lokaliseres som følger:

- Prøve 1: Bjelkeside ca. 2m fra bakkant og 350mm fra u.k. bjelke på sydvestsiden
- Prøve 2: Bjelkeside ca. 2m fra kaifront og 350mm fra u.k. bjelke på sydvestsiden.
- Prøve 3: Underside av bjelke (mellom hovedarmering) ca. 2m fra bakkant.

I felt gjøres nødvendig justering av prøvested for å unngå at prøver tas i riss, sprekker, sår etc.

## 2.4 Delprosjekt B – innestøpte klorider

Hvilken kloridtransport en får fra gammel til ny betong undersøkes ved å utføre måling både i felt og i laboratorium.

### 2.4.1 Laboratorieundersøkelse

#### 6 klosser:

Laboratorieundersøkelsene utføres av Selmer Skanska ASA etter følgende opplegg:

1. Det støpes 6 stk. prøvestykker (200\*200mm) med totalt 150 mm tykkelse.
2. Utstøpingsformen støpes først halvfull i 75 mm høyde nederst i formen med en rød C35-betong med Dmaks 11mm. Denne "underlagsbetongen" er rød for at man i kloridprofilen skal vite at støvet er fra underlagsbetongen, og ikke fra reparasjonsbetongen.
3. Betongprøven herder i vannbad i ca. 2 døgn ved 20 C.
4. Deretter lagres prøven neddykket i 10% Cl-vann i 28 døgn ved 20 C.
5. Kloridinnholdet måles.
6. Deretter påføres ny reparasjonsbetong i tykkelse på 75 med mer :
7. - 2 prøver med våtsprøytet C45 MA-betong med Anleggsement,  
- 2 prøver med påstøpt C45 MA-betong med Anleggsement og  
- 2 prøver med påstøpt C45 MA med nederlandsk slaggsement.  
Alle prøver med samme resept som i delprosjekt A.)
8. Deretter påføres epoksy på alle klossens flater untatt på siden med reparasjonsbetong. Prøven herder ca. 28 døgn i ferskvann ved 20 C.
9. Prøvene lagres så i sjøvann. Kloridprofiler tas etter 28 døgn, 1 år og 2 år gjennom hele prøvestykket. Ved behov suppleres med måling utover 2 år.



Proessen for klossene er skjematisk vist i **Vedlegg V9**.

Ved å måle kloridinnholdet over hele tverrsnittet over tid, vil en kunne påvise eventuell kloridtransport inn i reparasjonsbetongen.

#### **2.4.2 Feltundersøkelse**

Måling i felt utføres på en del av en bjelke (bjelke 44) hvor den kloridholdige betongen ikke ble fjernet ved vannmeisling. Reparasjonsbetongen ble sprøytet direkte utenpå eksisterende bjelke. Dette gjøres fordi det er enklere å påvise eventuell kloridtransport fra gammel til ny betong når kloridinnholdet i eksisterende betong er høyt.

Eventuell kloridtransport fra gammel, kloridholdig betong til ny reparasjonsbetong undersøkes ved å måle kloridinnholdet i 6 punkter på bjelkesiden. Prøvestedene tas i 2 rekker med 3 prøvesteder, henholdsvis 150 mm, 300 mm og 450 mm fra underside bjelke. Dette er vist skjematisk i **Vedlegg V9**.

Før bjelken våtsprøytes, bestemmes kloridprofilen i de 6 angitte punktene. Etter utført måling, støpes en rustfri stålstang (Ø10mm) inn i betongen med så stor lengde at den stikker 50 mm utenfor ferdig reparert flate. Dette for å sikre en entydig identifisering av prøvestedet. Etter utført sprøyting, tas nye kloridprofiler i de samme punktene i samme intervall som angitt under pkt. 8 ovenfor. Ved å måle kloridinnhold/-profil over tid vil en kunne påvise eventuell kloridtransport fra gammel kloridholdig betong til ny betong.

Målinger i felt utføres første gang sommeren 2001.

#### **2.5 Prosjektorganisering**

Entreprenørservice AS har initiert prosjektet og har invitert ulike firmaer og miljøer i bransjen til å delta i prosjektet. Det ble etablert en prosjektgruppe bestående av representanter fra Entreprenørservice AS, Oslo Havnevesen, Vegdirektoratet, Kystdirektoratet, NFB, Selmer Skanska ASA og Stærk & Co a.s.

Prosjektgruppa står som eiere av prosjektet. Olaf Stenstad fra Entreprenørservice AS er prosjektleder, mens Jan Lindland fra Stærk & Co. a.s. er prosjektsekretær.

### 3 RESEPTER

I tabell 1 er vist reseptene som er benyttet i Delprosjekt A og Delprosjekt B.

Resept nr. 1 med Anleggsement er benyttet som utstøpt betong i forskaling i bjelker i Delprosjekt A, og som påstøpt betong i 2 av klossene i Delprosjekt B.

Resept nr. 1 med slaggsement er benyttet kun i én bjelke i Delprosjekt A på kaia, og som påstøpt betong i 2 av klossene i Delprosjekt B.

Resept nr. 2 er benyttet som sprøytebetong i feltene mellom bjelkene på kaia i Delprosjekt A, og som påsprøytet betong på 2 av klossene i Delprosjekt B.

Resept nr:	1	2	4
	På kaia: Pumpebetong for reparasjon av bjelker	På kaia: Sprøytebetong for reparasjon av platefelt	På lab.: Rød underlagsbetong i prøveklusser
Sementtype	Anlegg- eller Slaggsement	Anleggsement	Standardsement
Sementmengde	485	485	300
Silika	25	25	0
Sand	930	930	970
Pukk	750	750	850
P-stoff	-	-	1
SP-stoff	10	10	-
Sika Ferroguard 901	varierer	varierer	-
Bayer fargepulver, Rød 130	-	-	11
v/c+s	0,39	0,39	0,60

**Tabell 1      Resepter for kaireparasjon og laboratorieforsøk**

Data for slaggsementen er tatt med i **Vedlegg V9**

## 4 TIDLIGE KLORIDMÅLINGER

### 4.1 Kloridmålinger fra 1998

Det ble tatt kloridprofiler fra kaia tidlig i reparasjonsfasen, og disse er vist i **Vedlegg V7**. Figuren i V7 viser hvor, i to vilkårlige felt, kloridprofilene er tatt. På samlekurven av profilene ser vi at kloridnivået i dybde på 50 mm er 0,15-0,45 % Cl- av betongvekt. Hvis dette er i nivå med armering, gir det en stor sannsynlighet for armeringskorrosjon.

I **Vedlegg V8** er det vist kloridmålinger fra et vilkårlig felt etter vannmeisling. Kloridprofiler er tatt fra steder i feltet som lå ca. 10 mm innenfor den frimeislede armeringen. Kloridnivået,  $C_s$ , ble funnet å være 0,07-0,27 % Cl- av betongvekt, og dette nivået stemmer overens med dybde ca. 60-90 mm i kloridprofilene i Vedlegg V7 og V8.

### 4.2 Kloridmålinger fra 1999

I **Vedlegg V6** er det vist kloridprofiler fra prøvefeltene 39-47, fra både bjelker og felt. Kloridprofilene ble tatt før vannmeisling, som en dokumentasjon på at det er like forhold med hensyn til kloridinntrengning i disse prøvefeltene. Det kan selvfølgelig være forskjeller i betongkvaliteten i prøvefeltene, som gjør en slik sammenlikning vanskelig, men dette var allikevel en nødvendig forhåndsdokumentasjon. Kloridnivåene i prøvefeltene må stort sett sies å være jevne. Det er ikke noe prøvefelt som skiller seg spesielt ut med hensyn til kloridbelastning når vi vurderer hvert enkelt kloridprofils maksimale kloridmåling ( $C_m$ ), og ikke  $C_s$ -verdien.

## 5 RESULTATER

### 5.1 Generelt

Resultater i denne rapport fremkommer som kloridprofiler, med tilhørende beregnede verdier for  $C_s$  og  $D$ . Dersom profilet ikke er egnet for beregning av  $D$  og  $C_s$  etter Fick's 2. lov, er de to ytterste punktene i kloridprofilet angitt. Dette kan spesielt være tilfellet når betongen har fått påført en effektiv beskyttelse.

Uttak av støv for kloridprofilene, samt bestemmelse av kloridinnholdet i dette støvet, utføres i h.h.t. Selmer prosedyrer. Beregning av  $C_s$  og  $D$  utføres med Selmer's program KLO.EXE.

Alle kloridprofiler i prosjektet, fra start til nå, i felt og på laboratorium, er samlet i vedlagte filutskriftene. Disse utskriftene/ filnavnene refererer til filer som benyttes i KLO.EXE.

SJUR\_GML: Kloridprofiler fra kaia før vannmeisling (gammel betong)

SUR\_LAB: Kloridprofiler fra klosser på lab.

SJUR\_REF: Kloridprofiler fra kaia etter reparasjon på referansefeltet nr 39.

SJUR\_SLG: Kloridprofiler fra bjelken med slaggsement i felt 44

SJUR\_*nn*: Kloridprofiler fra felt *nn* med diverse overflatebehandlingsprodukter:

*nn*: *produkt* :

40: Rescon Murtett

41: Mursto Sto Cryl HG 200

42: Mursto StoCrete FB

43: Rescon Cem Elastic

45: SikaTop 106 Elastocem

46: SikaTop 120 + Conservado 201

47H: Høyre side sett utenfra: Optirock T4 + Betokem Silimp 240

47V: Venstre side Optirock T4 + Betokem Imp krem

Kloridprofilene er navngitt etter følgende kode:

Eksempel:

**nnBIS-yy** : **nn**: angir felt nr (39-47)  
**B**: **B**: angir Bjelke  
**F**: angir Felt  
**I**: **I**: avstand 2-2,5m ut fra bakvegg (**I**innerst)  
**M**: avstand midt mellom bakvegg og kaifront (**M**idt)  
**Y**: avstand 2-2,5m inn fra kaifront (**Y**tterst)  
**S**: **S**: Sidekant av bjelker, ca. 0,35m fra uk bjelke  
**U**: Underside bjelke  
**siffer**: sifferet angir nr på hull fra samme sted  
**yy**: angir antall **år** med klorideksponering

## 5.2 Resultater fra Delprosjekt A

På kaia ble prøvefeldene undersøkt etter ett års klorideksponering (i august 2000). Prøvefeldene ble definert som felt + bjelke, hvor feltet var den sprøytete undersiden av platefeltet mellom to bjelker, og bjelken var definert som den utstøpte reparasjonsbetongen på bjelke til venstre for feltet (sett fra sjøen).

Det ble tatt kloridprofiler fra hvert prøvested med de forskjellige overflatebehandlingene, ett profil fra feltet, og ett profil fra bjelken. Resultatene er vist i tabell 5.1, hvor det for hvert prøvefeld, for bjelken og feltet, er listet opp de 2 punktene i et typisk kloridprofil med høyest kloridinnhold. Lavere kloridmengder betyr bedre beskyttelse mot kloridinntrengning.

Kloridprofiler er vist i Vedlegg V3, V4 og V5.

P r ø v e s t e d		Støpt bjelke	Sprøytet felt
Prøvefelt nr	Overflatebehandling	Cl <sup>-</sup> ytterst Cl <sup>-</sup> nest ytterst	Cl <sup>-</sup> ytterst Cl <sup>-</sup> nest ytterst
39	<i>Referanse</i>	0,42 0,24	0,30 0,27
40	Rescon Murtett	0,36 0,36	0,09 0,14
41	Mursto Sto Gryl HG 200	0,15 0,06	0,18 0,09
42	Mursto StoCrete FB	0,42 0,30	0,04 0,03
43	Rescon CemElastic	0,09 0,05	0,07 0,07
44	Slaggsement (kun i bjelken) (Feltet: som referansefeltet)	0,24 0,20	(0,40) (0,34)
45	Sika Top 106 ElastoCem	0,09 0,03	0,18 0,05
46	Sika top 120 + Conservado 201	0,09 0,04	0,17 0,03
47 V	Optirock Betokem Impkrem	0,11 0,06	0,15 0,06
47 H	Optirock Betokem Silimp 240		0,36 0,17

**Tabell 5.1 Ytterste- og nest ytterste Cl<sup>-</sup> verdi i kloridprofilet, ett års eksponering**

I tabell 5.2 på neste side er resultatene fra kloridmålingene fra prøvefeldene tabulert for de enkelte kloridprofiler, med angivelse av sted, D, C<sub>s</sub> og C<sub>m</sub>. C<sub>m</sub> er kloridprofilets høyest målte kloridmengde.

Sted		Felt			Bjelkesideflate			Bjelkeunderside			SNITT
		FY	FM	FI	BYS	BMS	BIS	BYU	BMU	BIU	
Ref (felt 39)	D	57	79	59	70		69			53	65
	$C_s$	<b>0,65</b>	<b>0,45</b>	<b>0,26</b>	<b>0,54</b>		<b>0,55</b>			<b>0,62</b>	<b>0,51</b>
	$C_m$	0,30	0,20	0,12	0,36		0,24			0,42	0,27
Ref (felt 44)	D			77							77
	$C_s$			<b>0,86</b>							<b>0,86</b>
	$C_m$			0,40							0,40
Slagg (Bj. 44)	D				27		35			24	29
	$C_s$				<b>0,40</b>		<b>0,39</b>			<b>0,44</b>	<b>0,41</b>
	$C_m$				0,23		0,18			0,24	0,22
Felt 40	D	99	77	57	61		58			53	68
	$C_s$	<b>0,43</b>	<b>0,43</b>	<b>0,41</b>	<b>0,35</b>		<b>0,46</b>			<b>0,50</b>	<b>0,43</b>
	$C_m$	0,27	0,19	0,17	0,29		0,27			0,36	0,26
Felt 41	D	80	65	73						69	72
	$C_s$	<b>0,18</b>	<b>0,12</b>	<b>0,18</b>						<b>0,09</b>	<b>0,14</b>
	$C_m$	0,28	0,14	0,18						0,15	0,19
Felt 42	D			73	160		161			72	117
	$C_s$			<b>0,05</b>	<b>0,20</b>		<b>0,14</b>			<b>0,45</b>	<b>0,21</b>
	$C_m$			0,04	0,12		0,14			0,42	0,18
Felt 43	D			41						23	32
	$C_s$			<b>0,18</b>						<b>0,11</b>	<b>0,15</b>
	$C_m$			0,07						0,09	0,08
Felt 45	D			106						46	76
	$C_s$			<b>0,07</b>						<b>0,04</b>	<b>0,06</b>
	$C_m$			0,18						0,09	0,14
Felt 46	D			36						134	85
	$C_s$			<b>0,07</b>						<b>0,05</b>	<b>0,06</b>
	$C_m$			0,17						0,09	0,13
Felt 47V	D			38						61	50
	$C_s$			<b>0,11</b>						<b>0,09</b>	<b>0,10</b>
	$C_m$			0,15						0,11	0,13
Felt 47H	D	46	45	27							39
	$C_s$	<b>0,16</b>	<b>0,05</b>	<b>0,38</b>							<b>0,20</b>
	$C_m$	0,21	0,07	0,36							0,21

**Tabell 5.2 D,  $C_s$  og  $C_m$  for feltene etter ett års eksponering.**

### Konklusjon

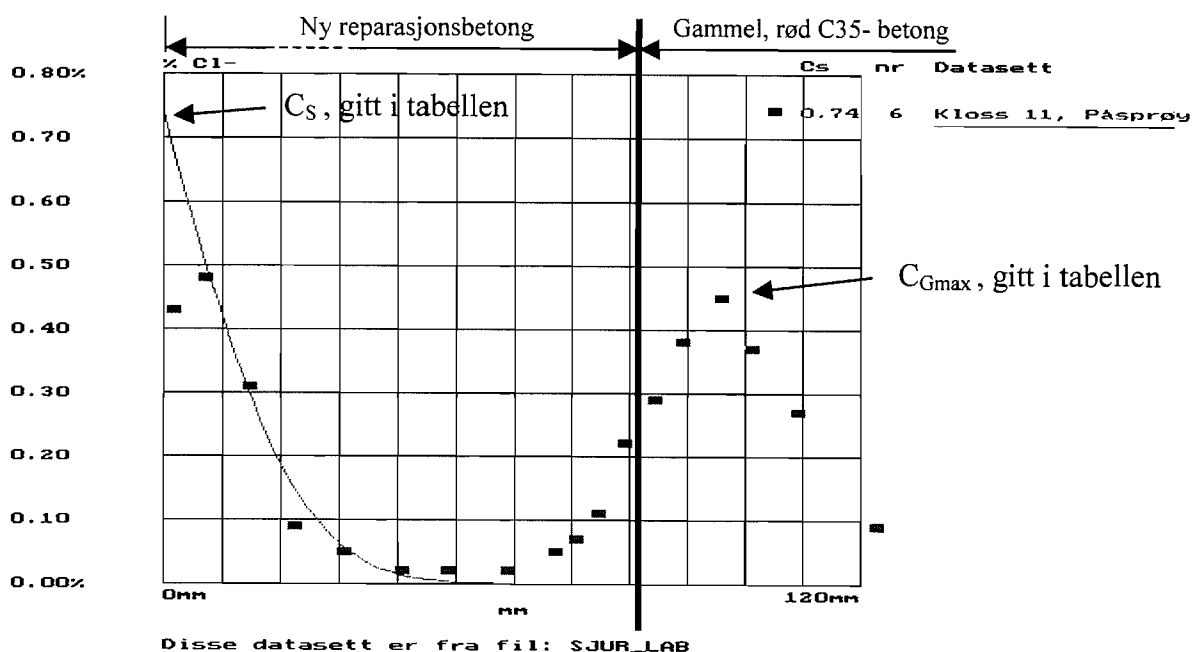
Både tabell 5.1 og 5.2 er egnet for å rangere prøvefeltene, men det er foreløpig for tidlig i prosjektet til å kommentere målingene.

### 5.3 Resultater fra Delprosjekt B

Delprosjekt B er beskrevet i kapittel 2.4.

#### 5.3.1 Resultater fra laboratoriet

I laboratoriet er det tatt kloridprofiler fra klossene etter 1 og 2 års klorideksponeringstid på reparasjonsbetongen. Disse kloridprofilene er tatt som Figur 5.1 viser, gjennom reparasjonsbetongen, og videre inn i den kloridholdige, røde underlagsbetongen.



Figur 5.1 Typisk kloridprofil gjennom kloss på laboratoriet

Fra profilet til venstre i figuren, i ytre del av reparasjonsbetongen, kan det beregnes  $D$  og  $C_s$ , og med kloridprofiler fra 1 og 2 års eksponeringstid kan det også beregnes verdier for  $\alpha$  og  $D_\alpha$  for reparasjonsbetongene. Verdiene for dette er vist i tabell 5.3.

I Vedlegg V2 er det samlet kloridprofiler fra prøveklossene, med eksponeringstid 1 og 2 år.

Det kan allerede nå sees enkelte merkelige effekter, som at det venstre kloridprofilet ikke utvikler seg og øker som vanlig. Det kan synes som om det er et visst "mottrykk" fra det innvendige kloridprofilet i underlagsbetongen. Det skal gjøres flere undersøkelser for å kartlegge dette. Foreløpige kloridprofilene er tatt fra kun én av de to prøveklossene som finnes fra hver reparasjonsbetong. Det er også fåfallende at det totale kloridinnholdet i underlagsbetongen kan synes mindre etter 2 års eksponering enn etter 1 års eksponering.

Prøvekloss:		Eksponeringstid		$\alpha$	$D_\alpha$
		220 døgn	545 døgn		
Kloss 11 (Påsprøytet m/Anleggsement)	D	255	141	0,65	196
	$C_s$	<b>0,74</b>	<b>0,76</b>		
	$C_{Gmax}$	0,45	0,30		
Kloss 13 (Påstøpt m/Anleggsement)	D	368	146	0,99	235
	$C_s$	<b>0,46</b>	<b>0,47</b>		
	$C_{Gmax}$	0,47	0,39		
Kloss 15 (Påstøpt m/Slaggsement)	D	459	106	0,99	233
	$C_s$	0,65	0,46		
	$C_{Gmax}$	0,43	0,39		

**Tabell 5.3 D,  $C_s$  og  $C_{Gmax}$  for klossene etter økende eksponeringstid, samt  $\alpha$  og  $D_\alpha$**

$C_{Gmax}$  i tabellen er det største kloridinnholdet i kloridprofilen i underlagsbetongen. Tabellen viser at  $C_{Gmax}$  minker med økende eksponeringstid, likeledes at  $C_s$  er ganske uforandret, eller til og med har minket. Beregningen av  $\alpha$  og  $D_\alpha$  viser også noe ukjente resultater.

Disse forholdene må det fokuseres spesielt på, både i de kommende undersøkelser på laboratoriet, og på undersøkelsene som skal gjøres på kaia sommeren 2001 på den påsprøytete bjelken i akse 44.

Den røde underlagsbetongen ble også utstøpt som en 140 mm "Rød terning", og denne har også blitt testet for kloridinntrengning. Kloridprofilene er vist i **Vedlegg V2**, og her er også vist en beregning av  $\alpha$  og  $D_\alpha$  for terningen. Kloridprofilene for den røde terningen viser en normal utvikling av kloridinntrengningen over tid, og med normale verdier for  $\alpha$  og  $D_\alpha$ .

### Konklusjon fra laboratoriet

Det er for tidlig å konkludere, men det er foreløpig påfallende resultater. Det er derfor interessant å følge utviklingen med tanke på om de trendene som er nevnt ovenfor er riktige.

### 5.3.2 Resultater fra kaia

Det er foreløpig ikke tatt kloridprofiler fra den påsprøytete bjelken i akse 44 på kaia, men dette vil bli gjort sommeren 2001.

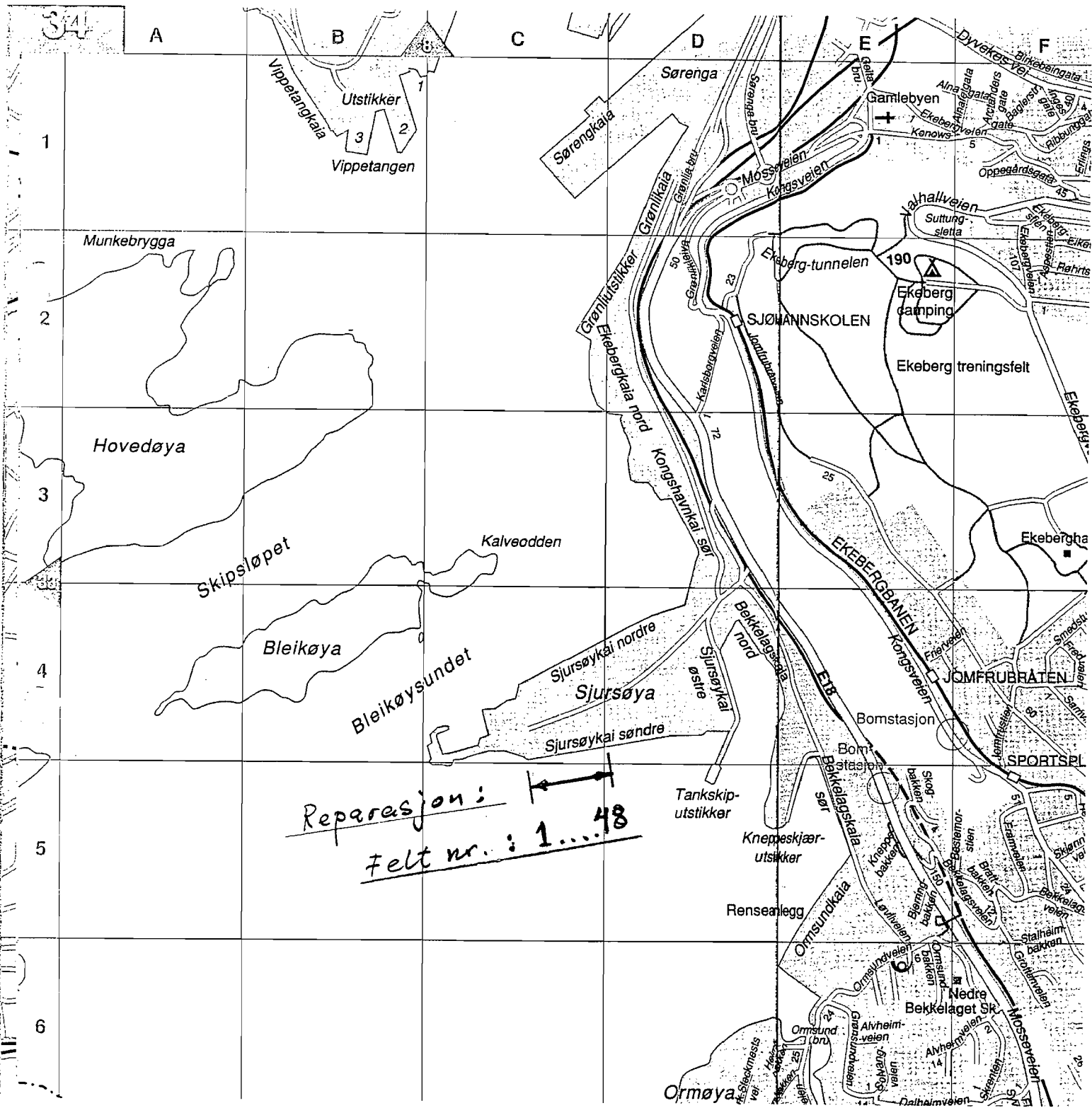


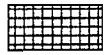
# **Vedlegg V1**

**Kartutsnitt og planer av felt  
Merking av profiler**

**6 sider**







Her er stillasen nå



Helt ferdig



Her er GRS nå



Her er Jet 1 nå



Her er ny Alurigg nå

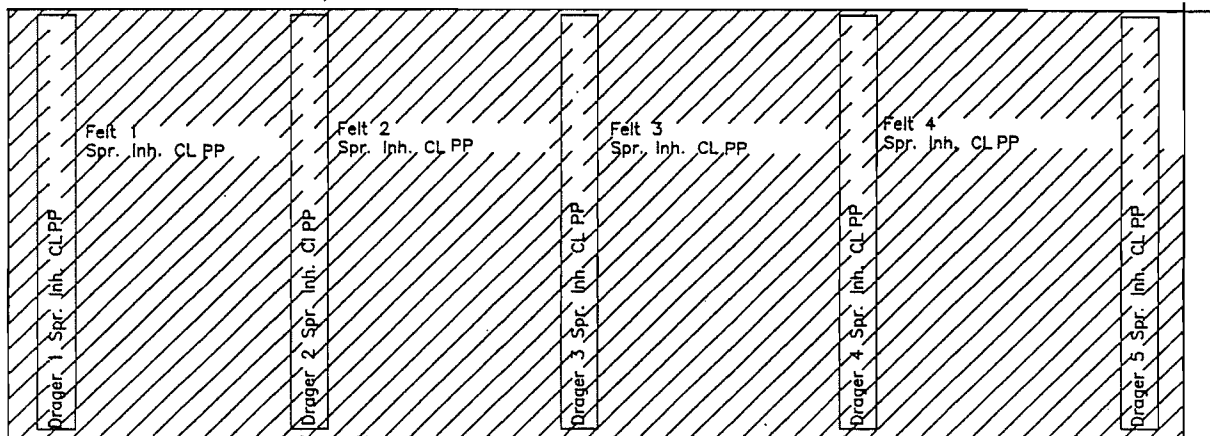


Her er Alurigg 2 nå

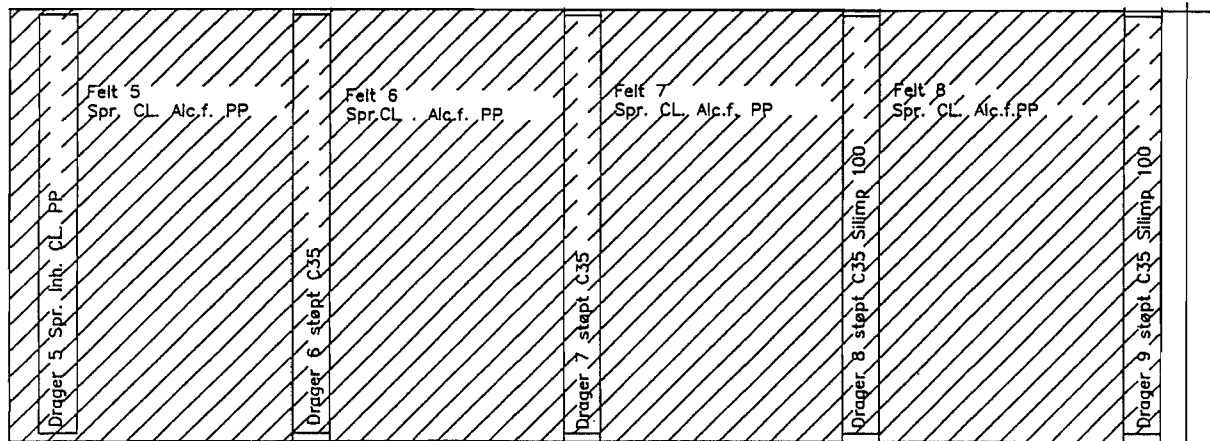
- A1- Treverk demontert
- B1- Meisling pågår
- C1- Jernbinding pågår
- D1- Forskaling pågår
- E1- Støping pågår
- F1- Sprøyting pågår
- G1- Boring for sprenging

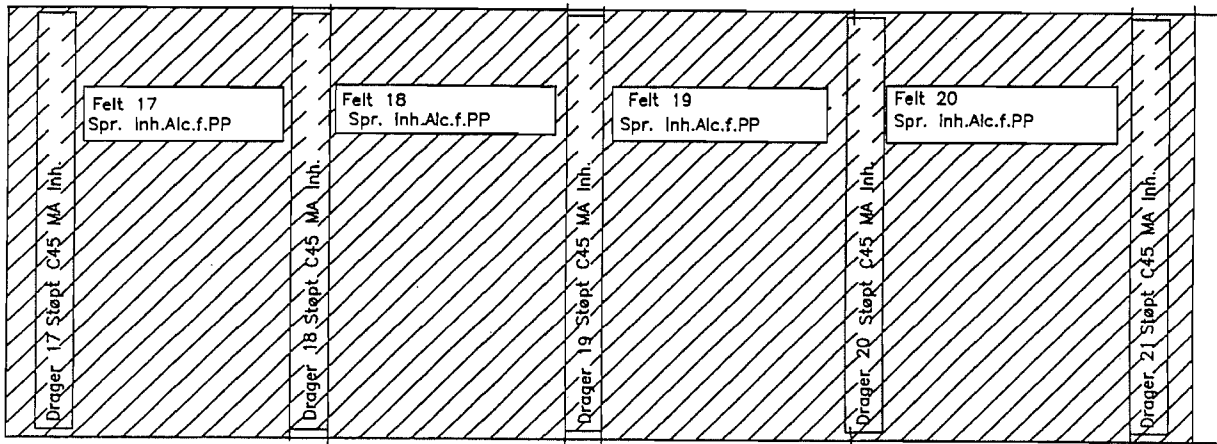
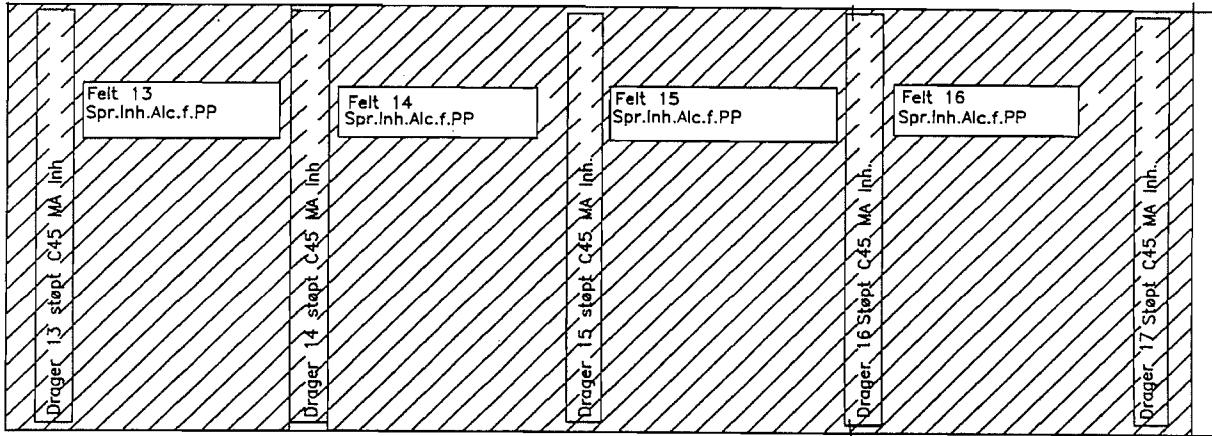
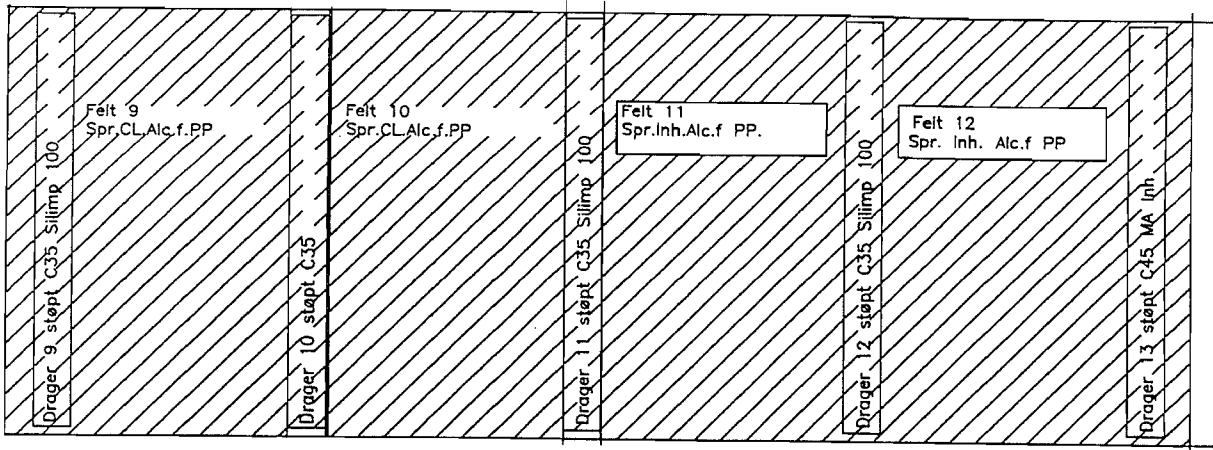
- A2- Treverk montert
- B2- Meisling ferdig
- C2- Jernbinding ferdig
- D2- Forskaling ferdig
- E2- Støping ferdig
- F2- Sprøyting ferdig
- G2- Lading og sprenging

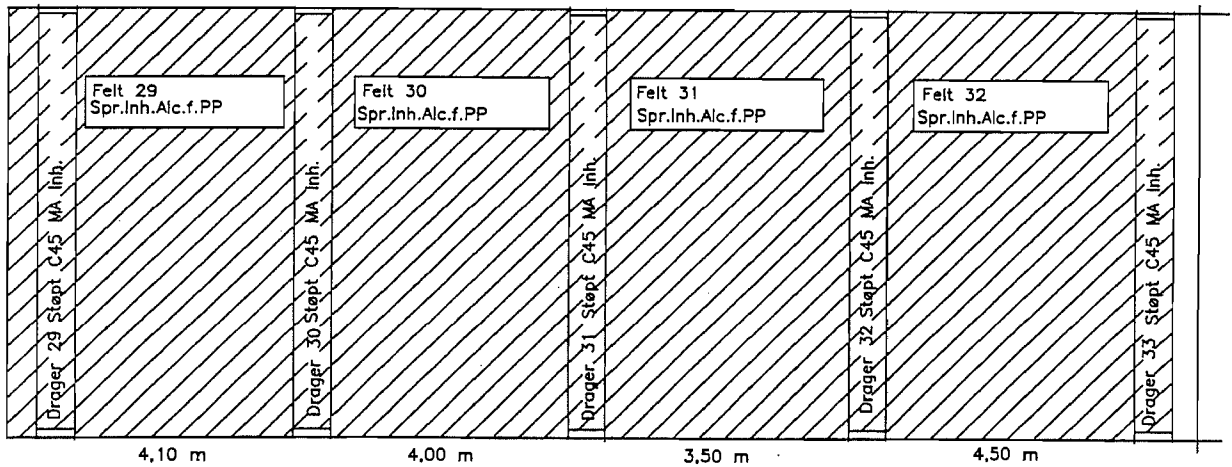
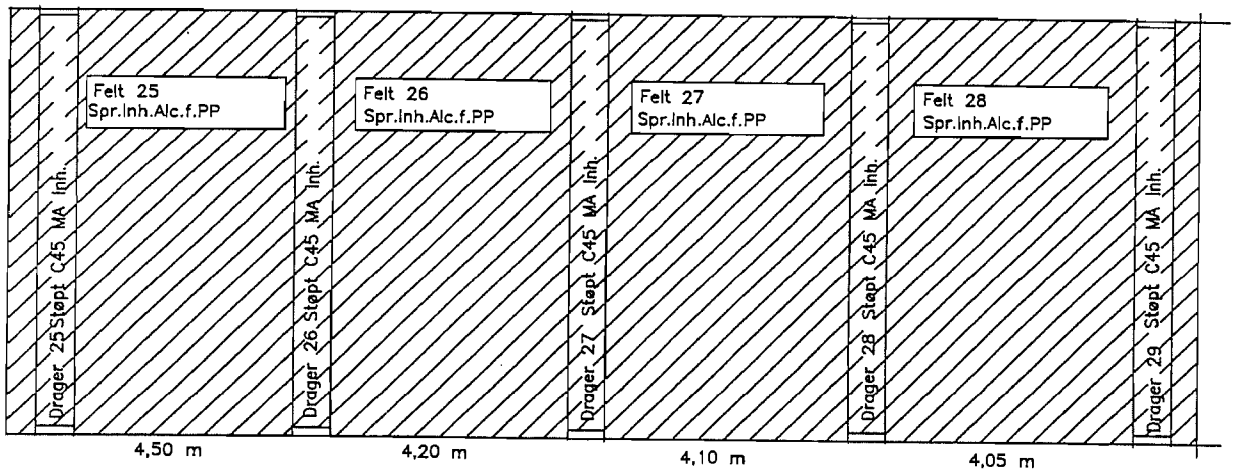
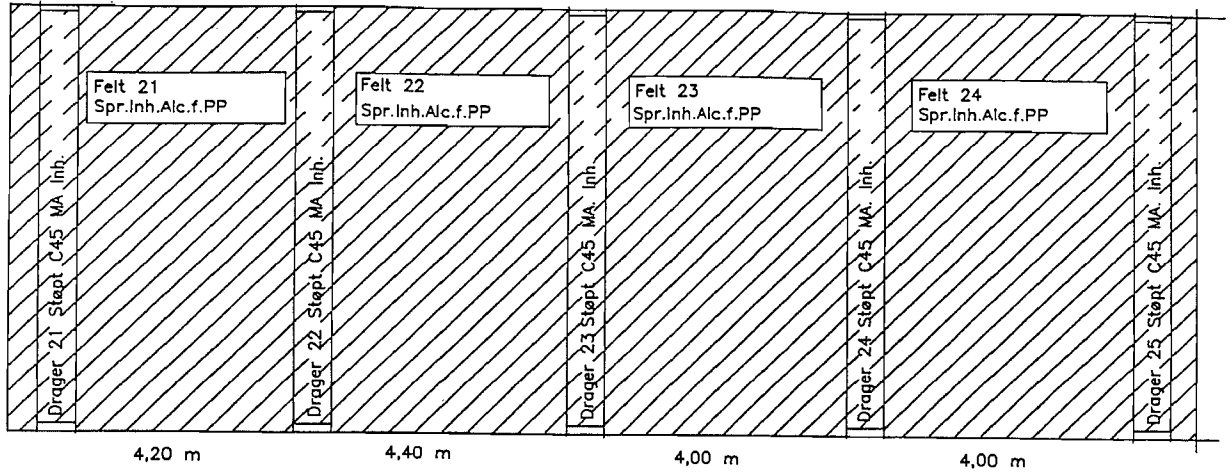
### Sjursøya Oljehavn, registrering av brukte komponenter

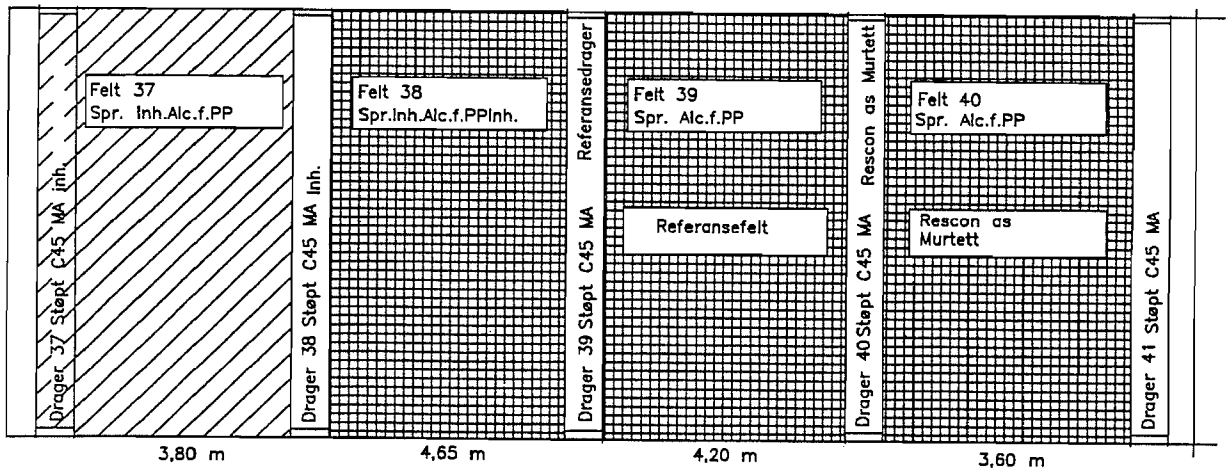
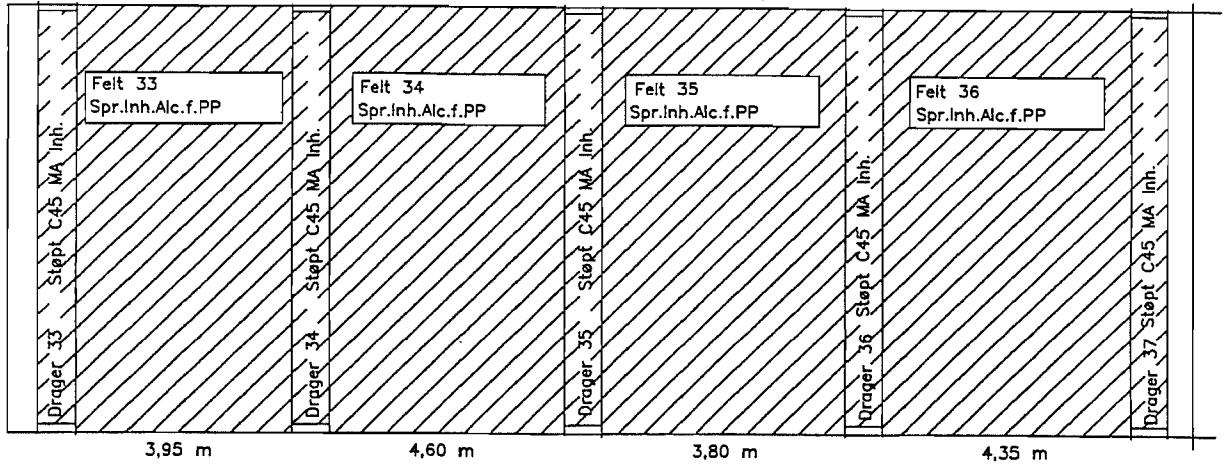


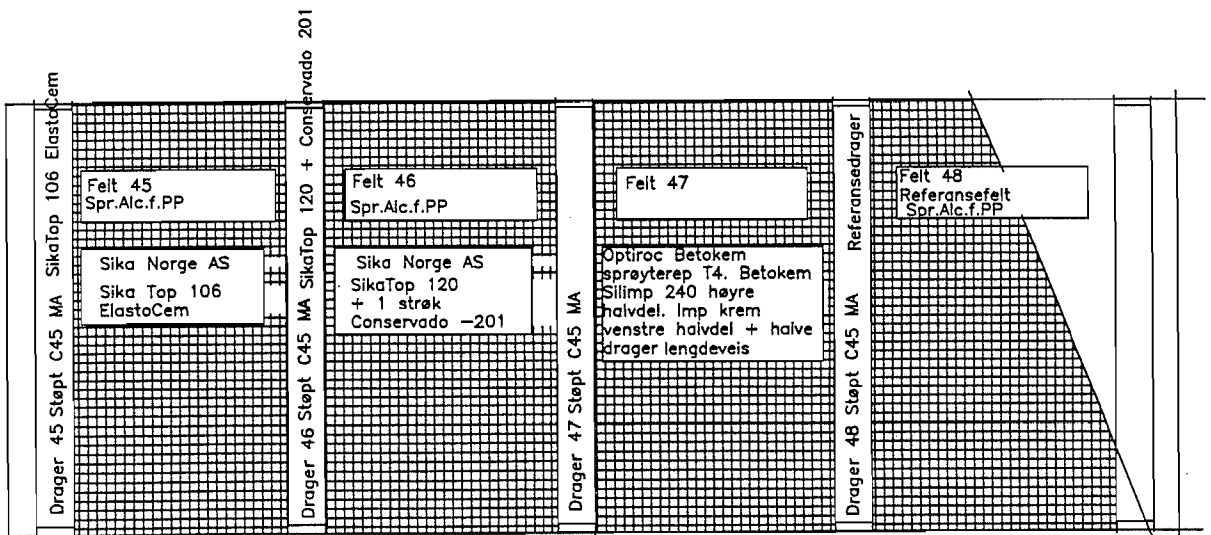
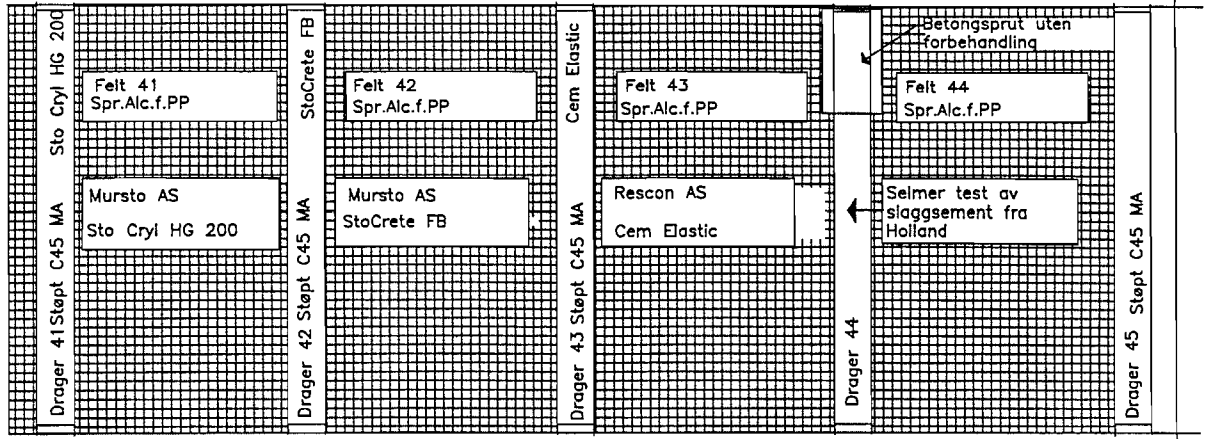
Spr. = Sprøytebetong    Inh. = Inhibitor    CL = Cur- Cl    PP = Polypropylenfiber    Alc.f. = Alkaliefri aksellerator













## **Vedlegg V2**

**Kloridprofiler fra prøving på lab.**

**14 sider**



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

-----d--m--år

Filnavn: SJUR LAB

Utskrift-dato: 21.02.2001

Oppdrag: Kai Sjørøya - Laboratoriundersøkelser

OVERSIKT OVER DATASETTENE. Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn Herde max. Eksp. mm2/år

beta tid0 Cm Ci dager Cs D

mm mm mm mm mm mm mm mm mm  
%Cl %Cl %Cl %Cl %Cl %Cl %Cl %Cl %Cl

1 Rød terning, lik underlaget i klosser 84d :  
 0.20 2 0.55 0.00 84 0.62 270  
 1.9 5.8 9.8 13.4 16.4 19.4  
 0.55 0.44 0.27 0.24 0.17 0.12

2 Rød terning, lik underlaget i klosser 144d :  
 0.20 2 0.51 0.00 144 0.67 208  
 2.5 9.4 15.4 19.1 23.6 29.0 33.4  
 0.51 0.41 0.21 0.19 0.11 0.07 0.03

3 Rød terning, lik underlaget i klosser 240d :  
 0.20 2 0.61 0.00 240 0.71 175  
 2.8 8.3 14.0 18.3 21.1 24.8  
 0.61 0.45 0.37 0.28 0.21 0.15

4 Rød terning, lik underlaget i klosser 680d :  
 0.00 2 0.68 0.00 680 0.89 124  
 1.3 5.3 11.2 16.7 22.4 28.8 35.4 41.5  
 0.68 0.58 0.54 0.41 0.32 0.19 0.08 0.04

5 Kloss 11, Påsprøyt Stdsem., ytre profil 220d :  
 0.00 40 0.48 0.00 220 0.74 278  
 2.2 7.8 15.4 23.6 32.1 41.3 50.8 61.8  
 0.43 0.48 0.31 0.09 0.05 0.03 0.03 0.02

6 Kloss 11, Påsprøyt Stdsem., hele prof. 220d :  
 0.00 40 0.48 0.00 220 0.74 255  
 2.1 7.5 14.7 22.6 31.0 41.0 48.7 59.2 67.2  
 0.43 0.48 0.31 0.09 0.05 0.02 0.02 0.02 0.05

7 Kloss 11, Påsprøyt Stdsem., hele prof. 545d :  
 0.00 40 0.43 0.00 545 0.76 141  
 3.9 12.4 22.0 30.7 38.9 48.2 58.0 66.9 75.5  
 0.43 0.43 0.21 0.08 0.04 0.02 0.02 0.02 0.05

8 Kloss 13, Påstøpt Std.sem., hele prof. 220d :  
 0.00 40 0.47 0.00 220 0.46 368  
 2.0 6.5 11.2 16.0 21.5 29.8 40.8 47.7 50.9  
 0.38 0.35 0.29 0.18 0.12 0.09 0.07 0.13 0.23

9 Kloss 13, Påstøpt Std.sem., ytre profil 220d :  
 0.00 90 0.38 0.00 220 0.49 317  
 2.2 7.2 12.4 17.7 23.9  
 0.38 0.35 0.29 0.18 0.12

10 Kloss 13, Påstøpt Std.sem., hele prof. 545d :  
 0.00 40 0.39 0.00 545 0.47 146  
 2.2 7.4 13.6 20.6 26.5 32.7 39.7 48.1 55.4  
 0.28 0.28 0.24 0.15 0.10 0.08 0.09 0.10 0.13

-----  
 OVERSIKT OVER DATASETT PÅ Filnavn: SJUR\_LAB forts.

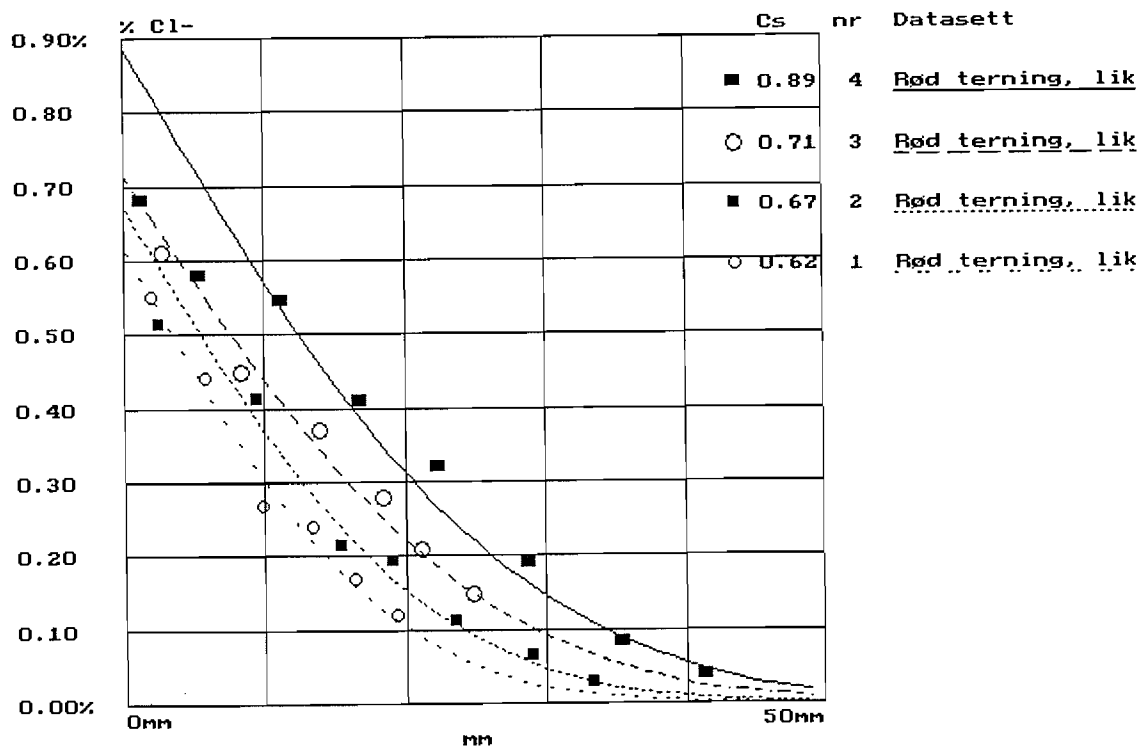
Nr.	Datasettnavn	Herde		max.		Eksp. dager	mm2/år	
		betta	tid0	Cm	Ci		Cs	D
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
		%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl
11	Kloss 15, Påstøpt slaggs., hele prof. 220d :							
		0.00	40	0.44	0.00	220	0.65	459
		3.0	9.6	17.8	25.0	32.3	39.6	45.0
		0.42	0.44	0.33	0.22	0.10	0.03	0.03
							0.09	0.25
12	Kloss 15, Påstøpt slaggs., ytre profil 220d :							
		0.00	40	0.44	0.00	220	0.64	421
		2.8	9.0	16.9	23.7	30.5		
		0.42	0.44	0.33	0.22	0.10		
13	Kloss 15, Påstøpt slaggs., hele prof. 545d :							
		0.00	40	0.39	0.00	545	0.46	106
		2.4	8.2	14.9	21.5	28.5	36.8	44.7
		0.23	0.28	0.20	0.09	0.01	0.00	0.01
							0.11	0.39
14	Kloss 15, Påstøpt slaggs., ytre profil 545d :							
		0.00	40	0.28	0.00	545	0.47	98
		2.4	8.2	14.9	21.5	28.5	36.8	44.7
		0.23	0.28	0.20	0.09	0.01	0.00	0.01

-----  
 -----

Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager Alder	%	Cs	mm <sup>2</sup> /
				år D
1 Rød terning, lik underlaget i klosser	84d	84	0.62	270
2 Rød terning, lik underlaget i klosser	144d	144	0.67	208
3 Rød terning, lik underlaget i klosser	240d	240	0.71	175
4 Rød terning, lik underlaget i klosser	680d	680	0.89	124

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

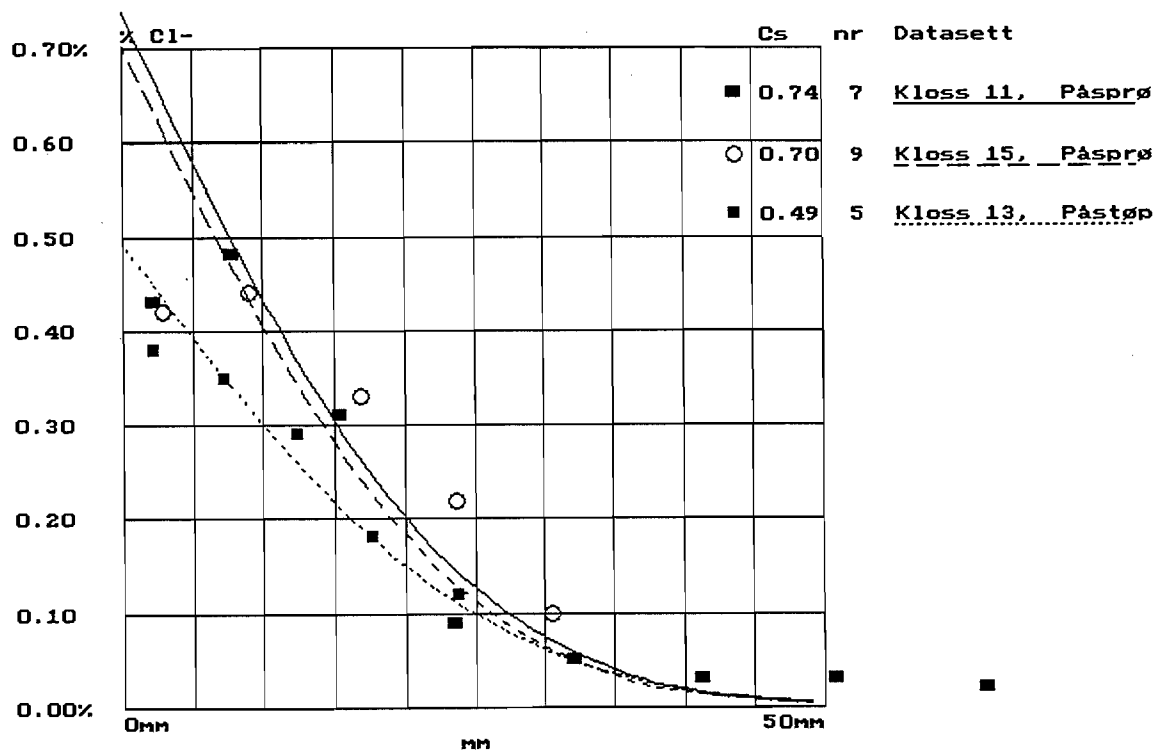


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
		Alder	Cs	D
5	Kloss 13, Påstøpt m/Std.sement, ytre profil	220	0.49	317
7	Kloss 11, Påsprøyt m/Std.sement, ytre profil	220	0.74	278
9	Kloss 15, Påsprøyt m/slaggsement, ytre profil	220	0.70	264

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



-----d-m-år

Kloridprofil, beregning basert på Ficks 2. lov for diffusjon:

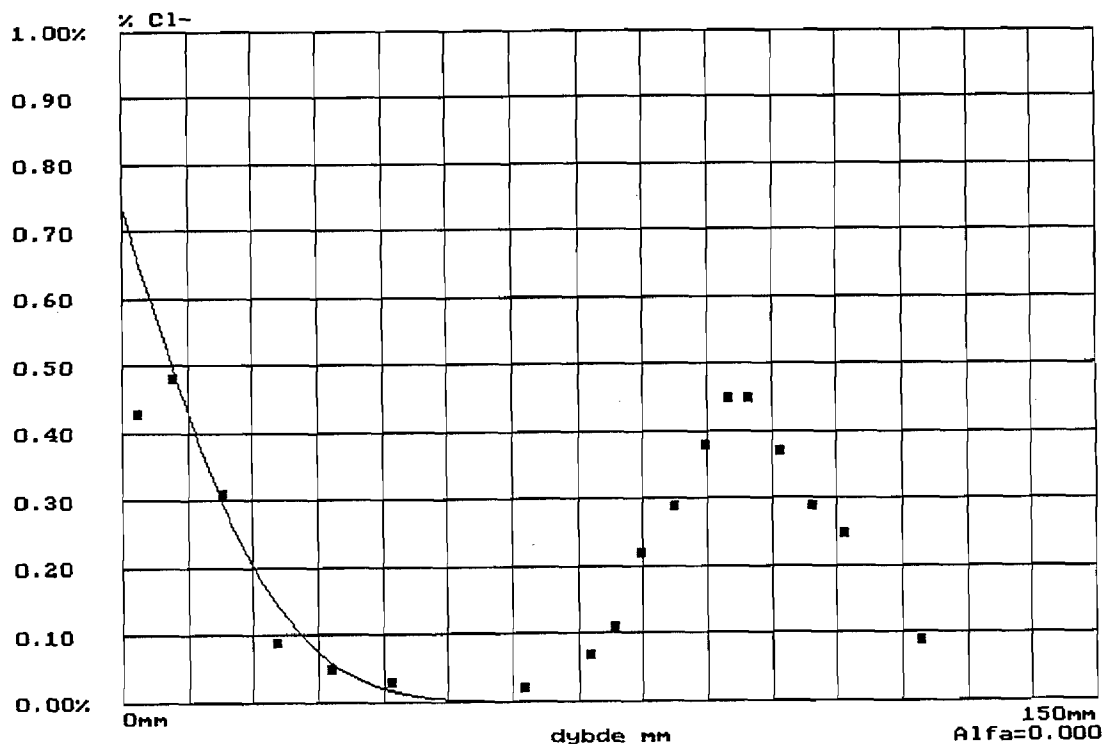
Datasett nr. 6 :

Kloss 11, Påsprøyt m/Std.sement, hele profilet

Antall dager utsatt for klorider : 220  
 Gitt indre kloridnivå (%)  $C_i$  : 0.00  
 Beregnet ytre kloridnivå (%)  $C_s$  : 0.74  
 KloridDiffusjonsKoeff. mm<sup>2</sup>/år  $D$  : 280  
 KloridDiffusjonskoeff. m<sup>2</sup>/sek  $D$  : 88.7E-13

Beregningen er basert på følgende data (punkter):

Data nr.	Dybde mm	Cl-%	
1	2.2	0.43	(ikke med)
2	7.8	0.48	
3	15.4	0.31	
4	23.6	0.09	
5	32.1	0.05	
6	41.3	0.03	(ikke med)
7	61.8	0.02	(ikke med)
8	71.7	0.07	(ikke med)
9	75.5	0.11	(ikke med)
10	79.7	0.22	(ikke med)
11	84.8	0.29	(ikke med)
12	89.7	0.38	(ikke med)
13	93.1	0.45	(ikke med)
14	96.3	0.45	(ikke med)
15	101.4	0.37	(ikke med)
16	106.3	0.29	(ikke med)
17	110.9	0.25	(ikke med)
18	123.0	0.09	(ikke med)



Datasett : Kloss 11, Påsprøyt m/Std.sement, hele profilet

Kloridprofil, beregning basert på Ficks 2. lov for diffusjon:

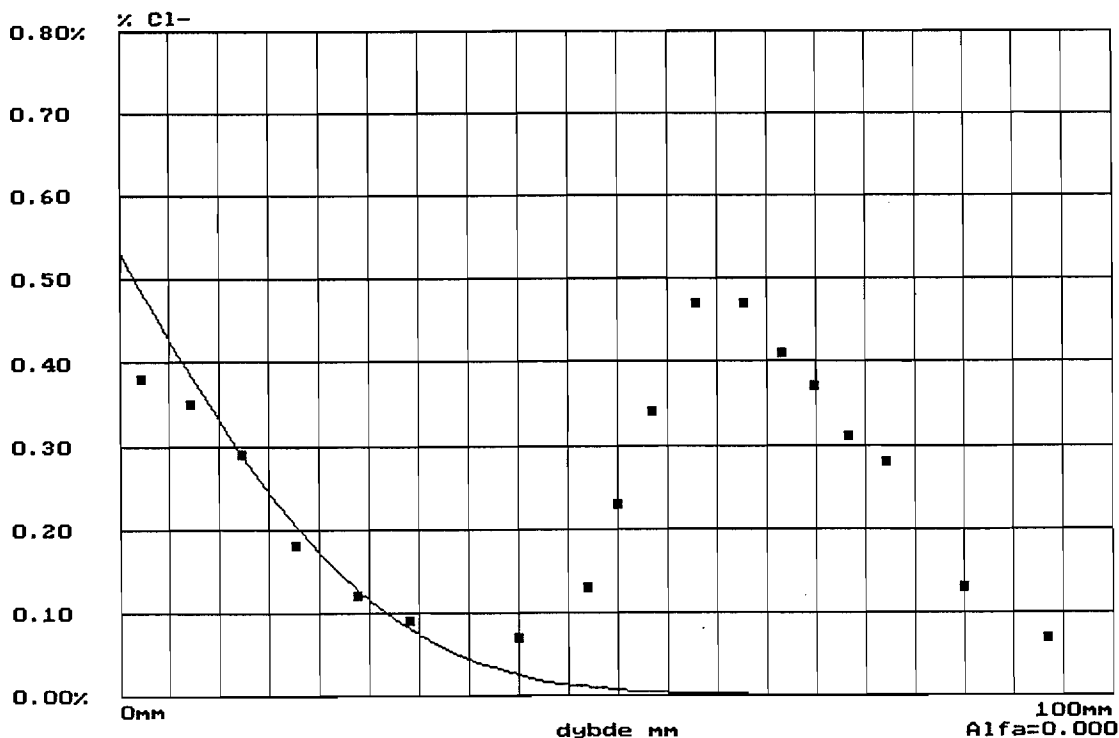
Datasett nr. 4 :

Kloss 13, Påstøpt m/Std.sement, hele profilet

Antall dager utsatt for klorider : 220  
 Gitt indre kloridnivå (%)  $C_i$  : 0.00  
 Beregnet ytre kloridnivå (%)  $C_s$  : 0.53  
 KloridDiffusjonsKoeff. mm<sup>2</sup>/år D : 341  
 KloridDiffusjonskoeff. m<sup>2</sup>/sek D : 108.1E-13

Beregningen er basert på følgende data (punkter):

Data nr.	Dybde mm	Cl-%	
1	2.2	0.38	(ikke med)
2	7.2	0.35	(ikke med)
3	12.4	0.29	
4	17.7	0.18	
5	23.9	0.12	
6	29.1	0.09	(ikke med)
7	40.0	0.07	
8	46.8	0.13	(ikke med)
9	49.9	0.23	(ikke med)
10	53.5	0.34	(ikke med)
11	57.8	0.47	(ikke med)
12	62.7	0.47	(ikke med)
13	66.6	0.41	(ikke med)
14	69.8	0.37	(ikke med)
15	73.3	0.31	(ikke med)
16	77.1	0.28	(ikke med)
17	85.1	0.13	(ikke med)
18	93.5	0.07	(ikke med)



Datasett : Kloss 13, Påstøpt m/Std.sement, hele profilet



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_LAB

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjørsøya - Laboratoriundersøkelser

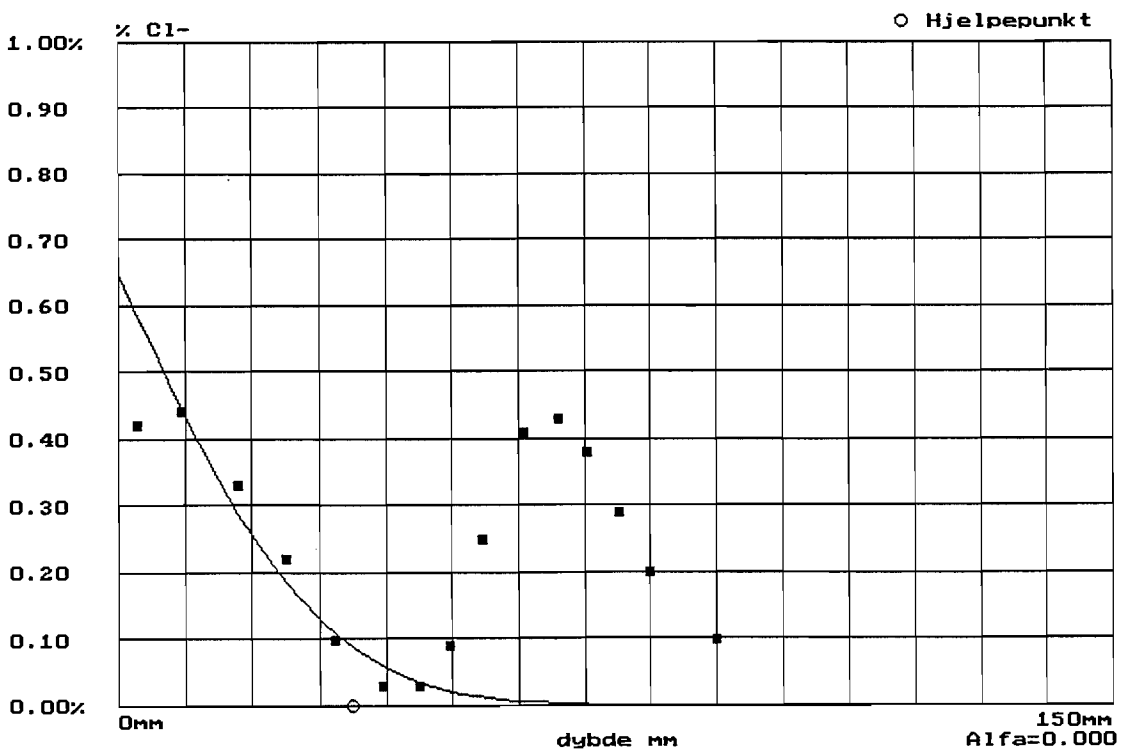
Kloridprofil, beregning basert på Ficks 2. lov for diffusjon:  
Datasett nr. 8 :

**Klass 15, Påstøpt m/slaggsement, hele profilet**

Antall dager utsatt for klorider : 220  
Gitt indre kloridnivå (%)  $C_i$  : 0.00  
Beregnet ytre kloridnivå (%)  $C_s$  : 0.65  
KloridDiffusjonsKoeff.  $\text{mm}^2/\text{år}$   $D$  : 459  
KloridDiffusjonskoeff.  $\text{m}^2/\text{sek}$   $D$  :  $145.4\text{E}-13$

Beregningen er basert på følgende data (punkter):

Data nr.	Dybde mm	Cl-%	
1	3.0	0.42	(ikke med)
2	9.6	0.44	
3	17.8	0.33	(ikke med)
4	25.0	0.22	(ikke med)
5	32.3	0.10	
6	35.0	0.00	(hjelpunkt)
7	39.6	0.03	
8	45.0	0.03	(ikke med)
9	49.7	0.09	(ikke med)
10	54.5	0.25	(ikke med)
11	60.8	0.41	(ikke med)
12	66.1	0.43	(ikke med)
13	70.3	0.38	(ikke med)
14	75.4	0.29	(ikke med)
15	80.0	0.20	(ikke med)
16	90.0	0.10	(ikke med)

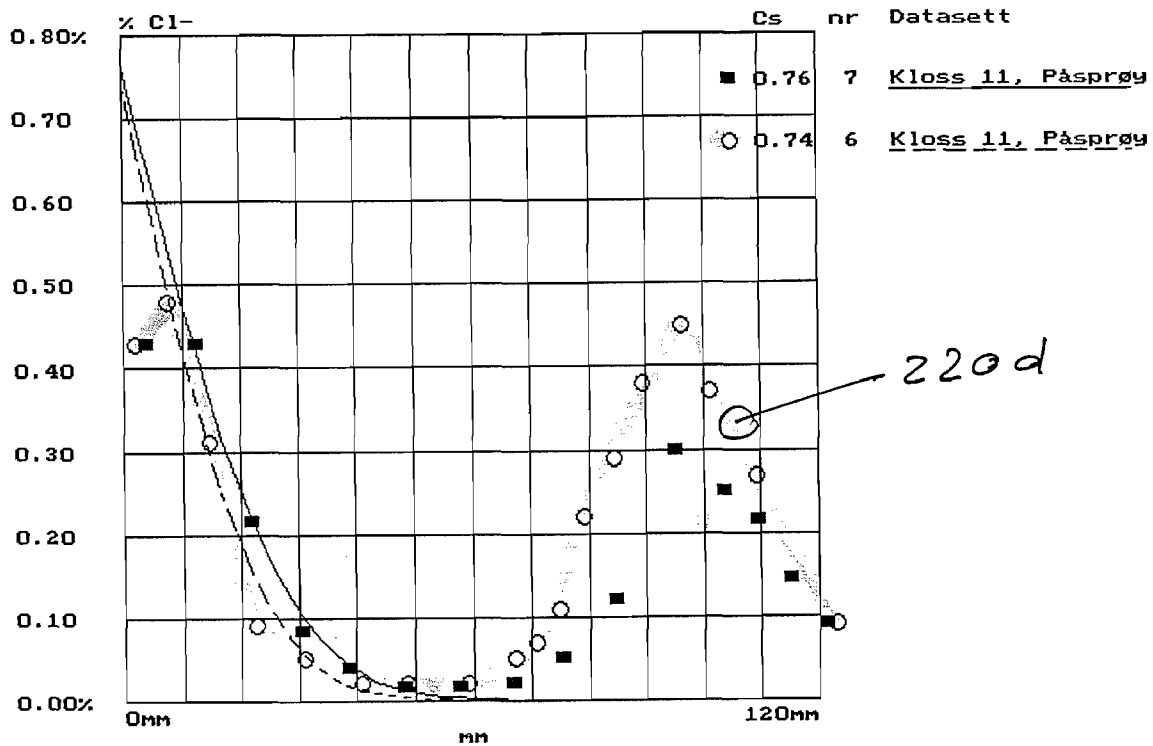


Datasett : Klass 15, Påstøpt m/slaggsement, hele profilet

Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	%	mm <sup>2</sup> /	
			Alder	D
6	220d	0.74	255	
7	545d	0.76	141	

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
 Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

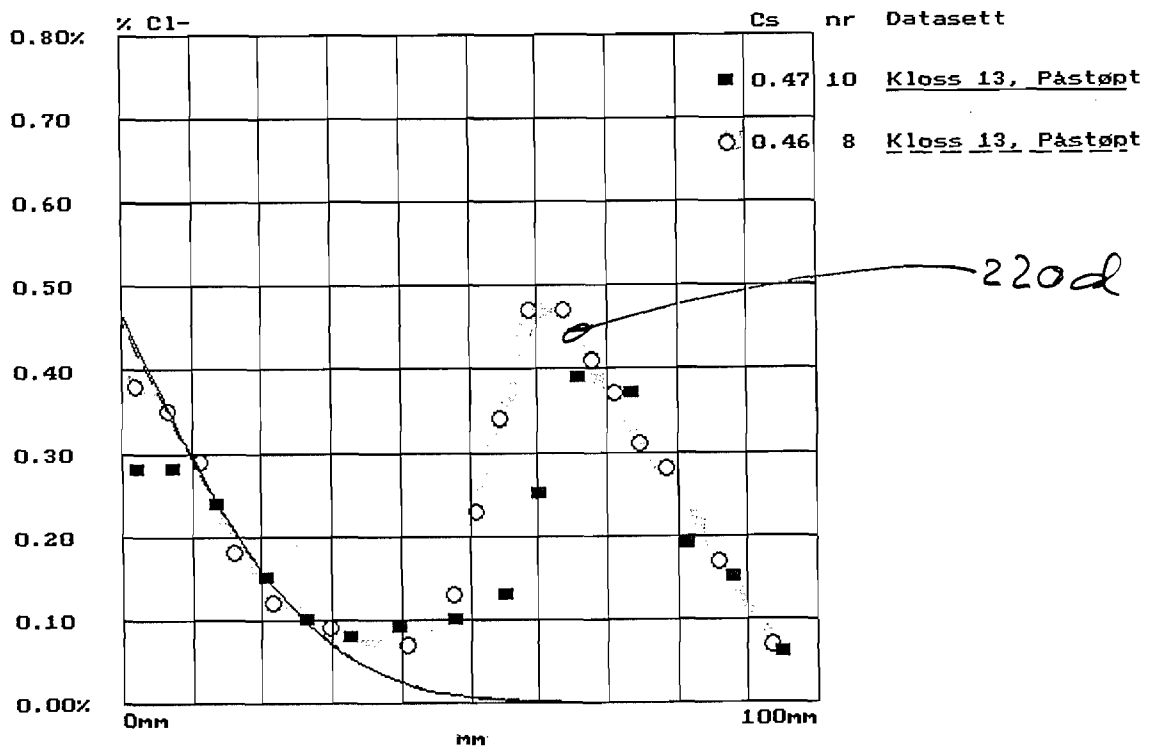


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager Alder	%	Cs	mm <sup>2</sup> /	
				år	D
8	220d	0.46	0.46	368	
10	545d	0.47	0.47	146	

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

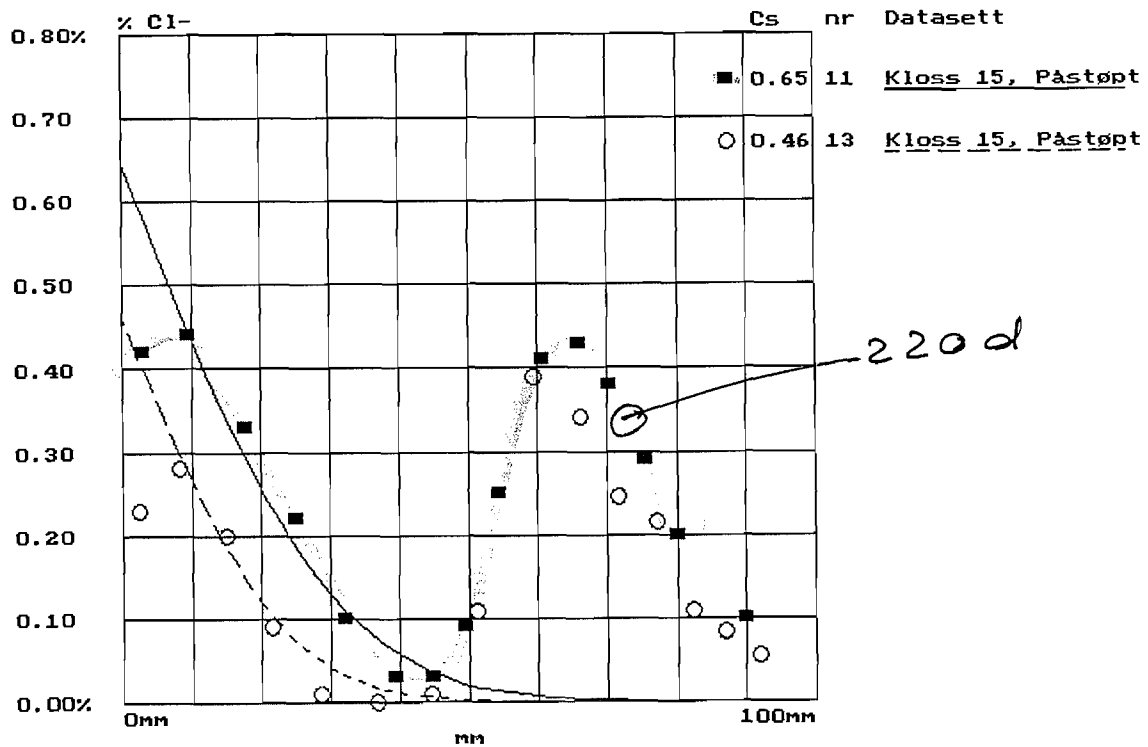


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	%	mm <sup>2</sup> /	
			Alder	D
11	220d	0.65	459	
13	545d	0.46	106	

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR LAB

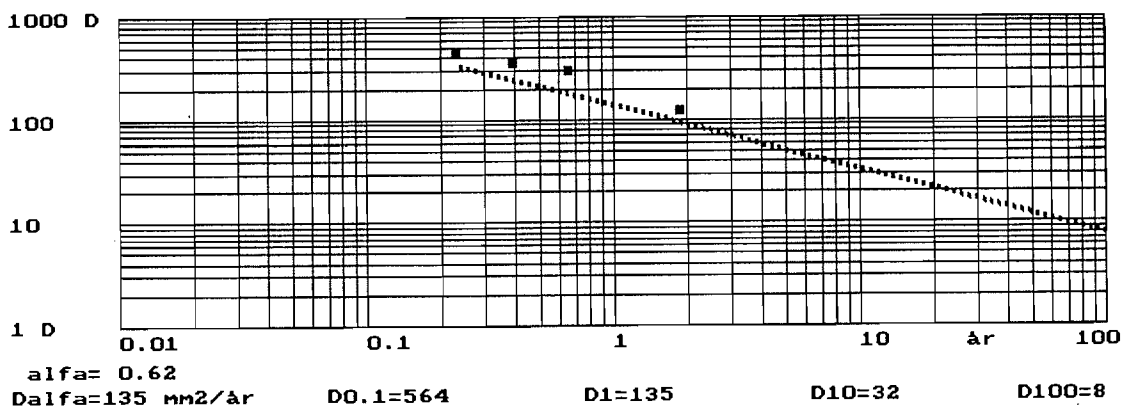
Utskrift-dato: 21.02.2001

Oppdrag: Kai Sjørsøya - Laboratoriundersøkelser

-----d--m---år  
-----  
tid0 : "herdetid"/ dager før klorideksponering  
tid : antall dager med klorideksponering  
betta:  $(tid0/28)^{betta}$ , for å kompensere for om tid0 <> 28d  
alfa :  $(tid)^{alfa}$  for å minimere Std.avvik for Dalfa  
D : dif.ko.(mm<sup>2</sup>/år): uten hens. til betta og alfa, begge=0  
Dalfa: dif.ko.:  $(tid0/28)^{betta}, tid^{alfa}$  (^ betyr:opphøyet)

Nr.	Datasett	tid0	tid	D	Dalfa
1	Rød terning, lik underlaget i kloss	2	84	457	125
2	Rød terning, lik underlaget i kloss	2	144	352	135
3	Rød terning, lik underlaget i kloss	2	240	297	156
4	Rød terning, lik underlaget i kloss	2	680	124	125

Beregning: Gitt betta =0.15 beregnet alfa=0.62  
Dalfa.middel= $D\alpha$ =135 m/std.avvik=15 (=11%)



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

-----d--m---år

Filnavn: SJUR\_LAB

Utskrift-dato: 21.02.2001

Oppdrag: Kai Sjørsøya - Laboratoriundersøkelser

-----  
tid0 : "herdetid"/ dager før klorideksponering

tid : antall dager med klorideksponering

betta:  $(tid0/28)^{betta}$ , for å kompensere for om tid0 <> 28d

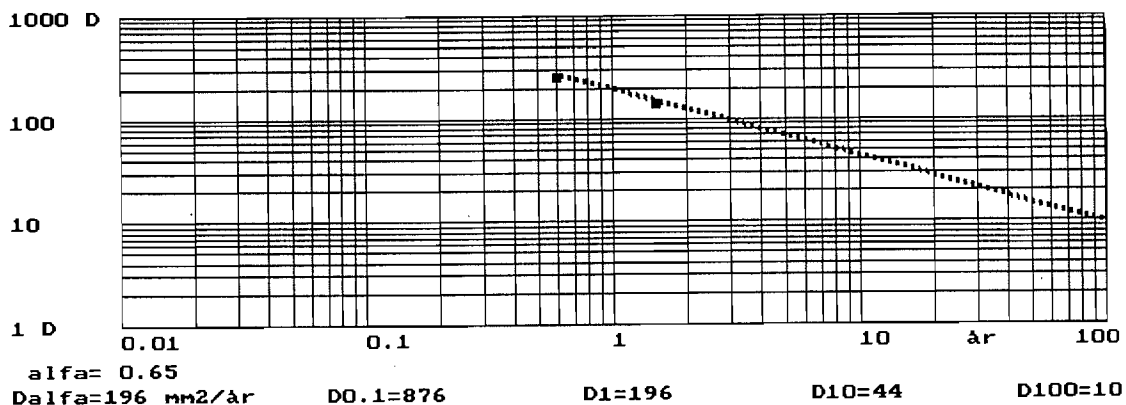
alfa :  $(tid)^{alfa}$  for å minimere Std.avvik for Dalfa

D : dif.ko.(mm<sup>2</sup>/år): uten hens. til betta og alfa, begge=0

Dalfa: dif.ko.:  $(tid0/28)^{betta} \cdot tid^{alfa}$  (^ betyr:opphøyet)

Nr. Datasett		tid0	tid	D	Dalfa
6	Kloss 11, Påsprøyt Stdsem., hele pr	40	220	255	196
7	Kloss 11, Påsprøyt Stdsem., hele pr	40	545	141	196

Beregning: Gitt betta =0.15 beregnet alfa=0.65



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

-----d--m---år

Filnavn: SJUR LAB

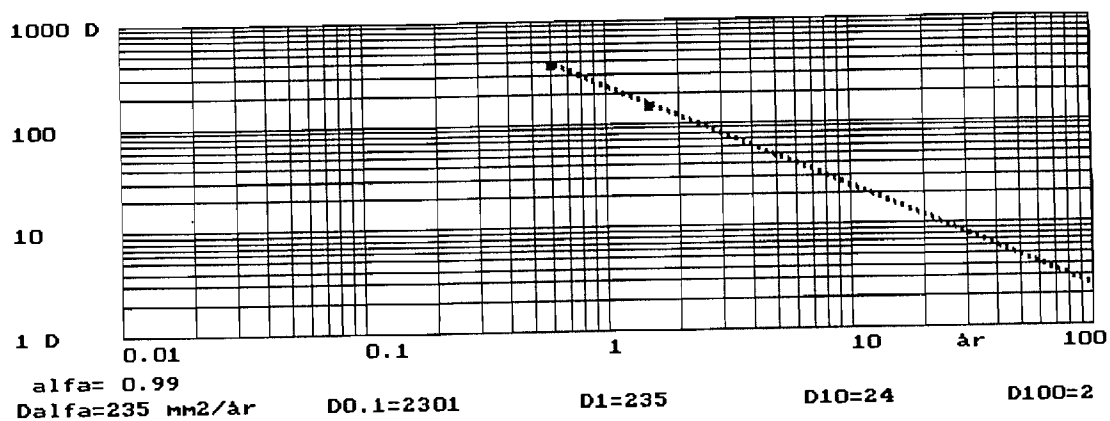
Utskrift-dato: 21.02.2001

Oppdrag: Kai Sjørøya - Laboratoriundersøkelser

-----  
tid0 : "herdetid"/ dager før klorideksponering  
tid : antall dager med klorideksponering  
betta:  $(tid0/28)^{betta}$ , for å kompensere for om tid0 <> 28d  
alfa :  $(tid)^{alfa}$  for å minimere Std.avvik for Dalfa  
D : dif.ko.(mm<sup>2</sup>/år): uten hens. til betta og alfa, begge=0  
Dalfa: dif.ko.:  $(tid0/28)^{betta}, tid^{alfa}$  (^ betyr:oppøyet)

Nr. Datasett		tid0	tid	D	Dalfa
8	Kloss 13, Påstøpt Std.sem., hele pr	40	220	368	239
10	Kloss 13, Påstøpt Std.sem., hele pr	40	545	146	232

Beregning: Gitt betta =0.15 beregnet alfa=0.99



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_LAB

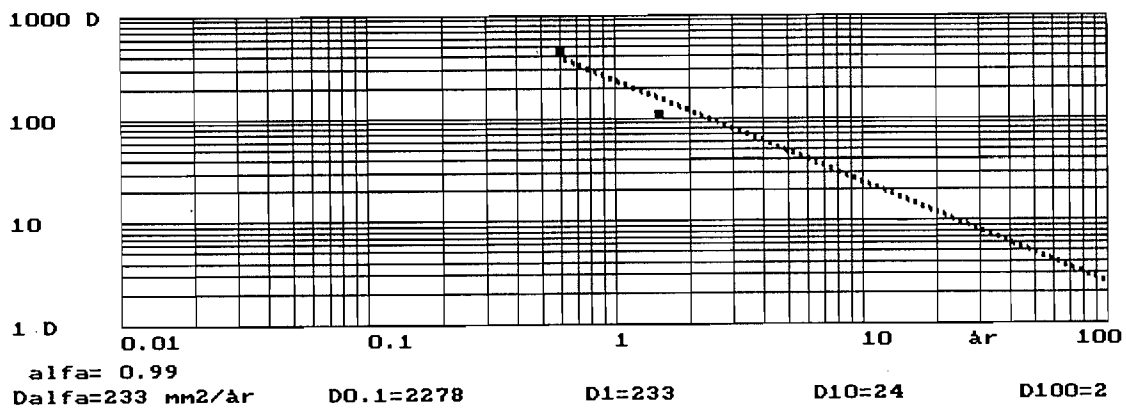
Utskrift-dato: 21.02.2001

Oppdrag: Kai Sjørsøya - Laboratoriundersøkelser

-----d-m-år  
-----  
tid0 : "herdetid"/ dager før klorideksponering  
tid : antall dager med klorideksponering  
betta:  $(tid0/28)^{betta}$ , for å kompensere for om tid0 <> 28d  
alfa :  $(tid)^{alfa}$  for å minimere Std.avvik for Dalfa  
D : dif.ko.(mm<sup>2</sup>/år): uten hens. til betta og alfa, begge=0  
Dalfa: dif.ko.:  $(tid0/28)^{betta} \cdot tid^{alfa}$  (^ betyr: opphøyet)

Nr. Datasett		tid0	tid	D	Dalfa
11	Kloss 15, Påstøpt slaggs., hele pr	40	220	459	297
13	Kloss 15, Påstøpt slaggs., hele pr	40	545	106	169

Beregning: Gitt betta =0.15 beregnet alfa=0.99





## **Vedlegg V3**

### **Kloridprofiler fra reparasjoner på kaia:**

- **fra referansefelt, uten overflatebehandling, (felt 39)**

**4 sider**



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

-----d-m-år  
 Filnavn: SJUR\_REF Utskrift-dato: 28.08.2000  
 Oppdrag: Kai Sjørsøya - Referanse (39), ubehandlet rep.betong

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde

max.

Eksp.

mm<sup>2</sup>/år

	beta	tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1	39FY1-1	Referansefelt	:				
		0.00	7	0.30	0.00	420	0.65
		1.6	5.7	10.3	14.3	19.1	57
		0.17	0.27	0.30	0.19	0.05	

2	39FM1-1	Referansefelt	:				
		0.00	28	0.21	0.00	420	0.48
		2.6	7.6	12.2	17.2		94
		0.10	0.18	0.21	0.17		

3	39FM2-1	Referansefelt	:				
		0.00	28	0.20	0.00	420	0.45
		2.5	6.6	9.4	12.3	16.5	21.7
		0.09	0.16	0.20	0.17	0.08	0.06

4	39FM3-1	Referansefelt	:				
		0.00	28	0.18	0.00	420	0.41
		1.8	5.9	10.4	14.8	21.1	72
		0.09	0.14	0.18	0.13	0.04	

5	39FI1-1	Referansefelt	:				
		0.00	28	0.13	0.00	420	0.26
		2.1	6.4	10.3	14.5		54
		0.08	0.13	0.11	0.05		

6	39FI2-1	Referansefelt	:				
		0.00	28	0.11	0.00	420	0.26
		2.9	7.9	13.3	18.8		64
		0.07	0.11	0.10	0.06		

7	39BYS-1	Referansebjelke	:				
		0.00	28	0.36	0.00	420	0.54
		2.3	6.0	10.1	14.9		70
		0.24	0.36	0.21	0.13		

8	39BIS-1	Referansebjelke	:				
		0.00	28	0.24	0.00	420	0.55
		0.8	4.3	9.6	15.4	21.3	69
		0.15	0.22	0.24	0.11	0.06	

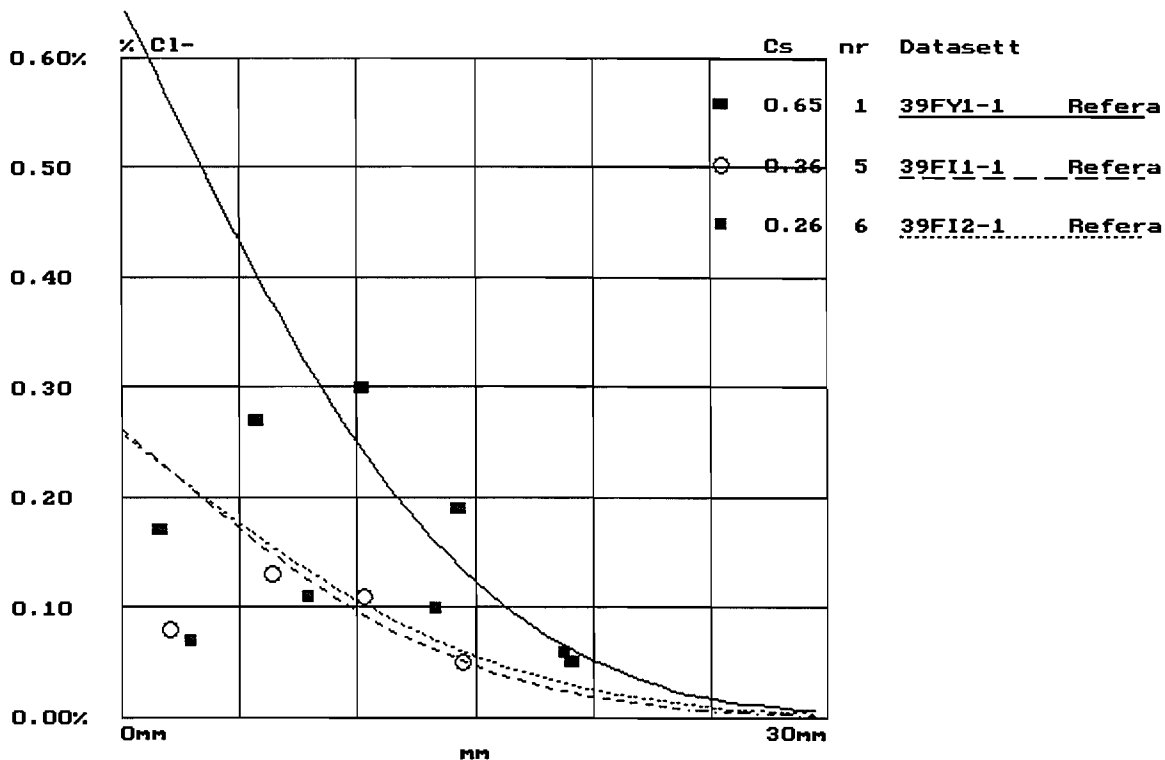
9	39BIU-1	Referansebjelke	:				
		0.00	28	0.42	0.00	420	0.62
		1.5	5.3	9.9	14.0	17.4	53
		0.24	0.42	0.24	0.10	0.05	

10	44FI1-1	Ubehandlet, som referansefeltet	:				
		0.00	28	0.40	0.00	420	0.86
		1.9	5.9	9.6	14.6	20.9	77
		0.17	0.34	0.40	0.23	0.14	

Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
			Alder	Cs	D
1	39FY1-1	Referansefelt	420	0.65	57
5	39FI1-1	Referansefelt	420	0.26	54
6	39FI2-1	Referansefelt	420	0.26	64

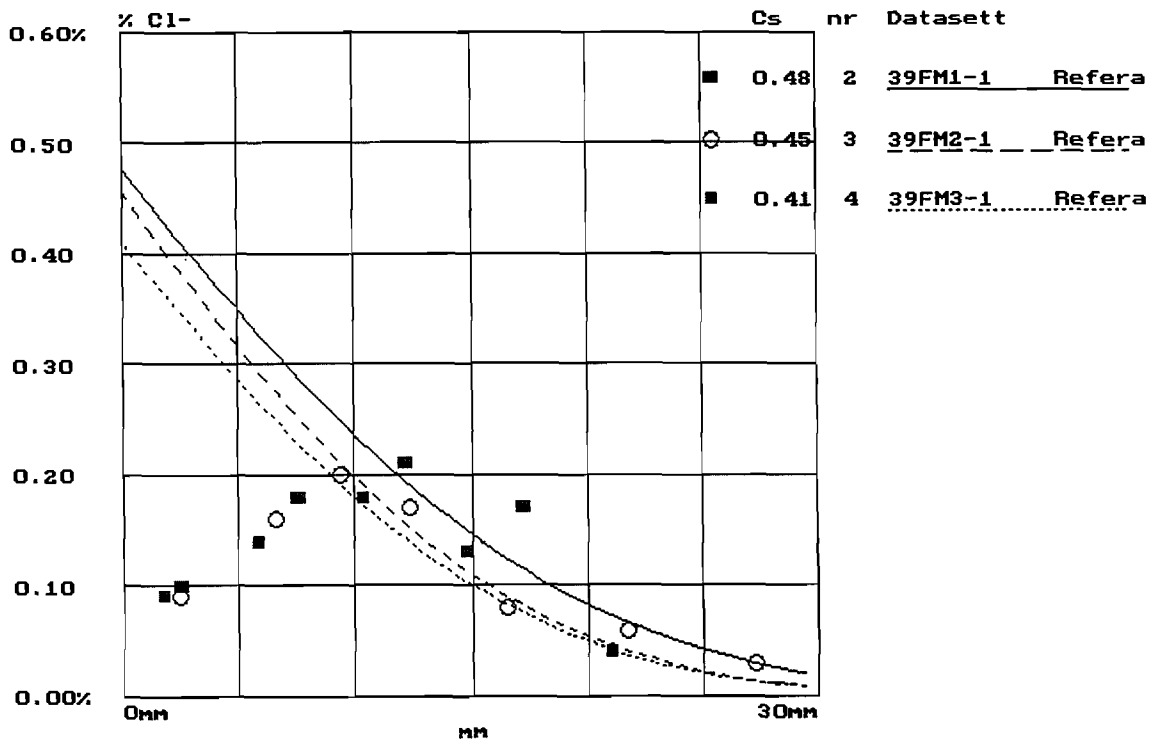
Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	% Cs	mm <sup>2</sup> / år
2	39FM1-1	Referansefelt	420	0.48	94
3	39FM2-1	Referansefelt	420	0.45	71
4	39FM3-1	Referansefelt	420	0.41	72

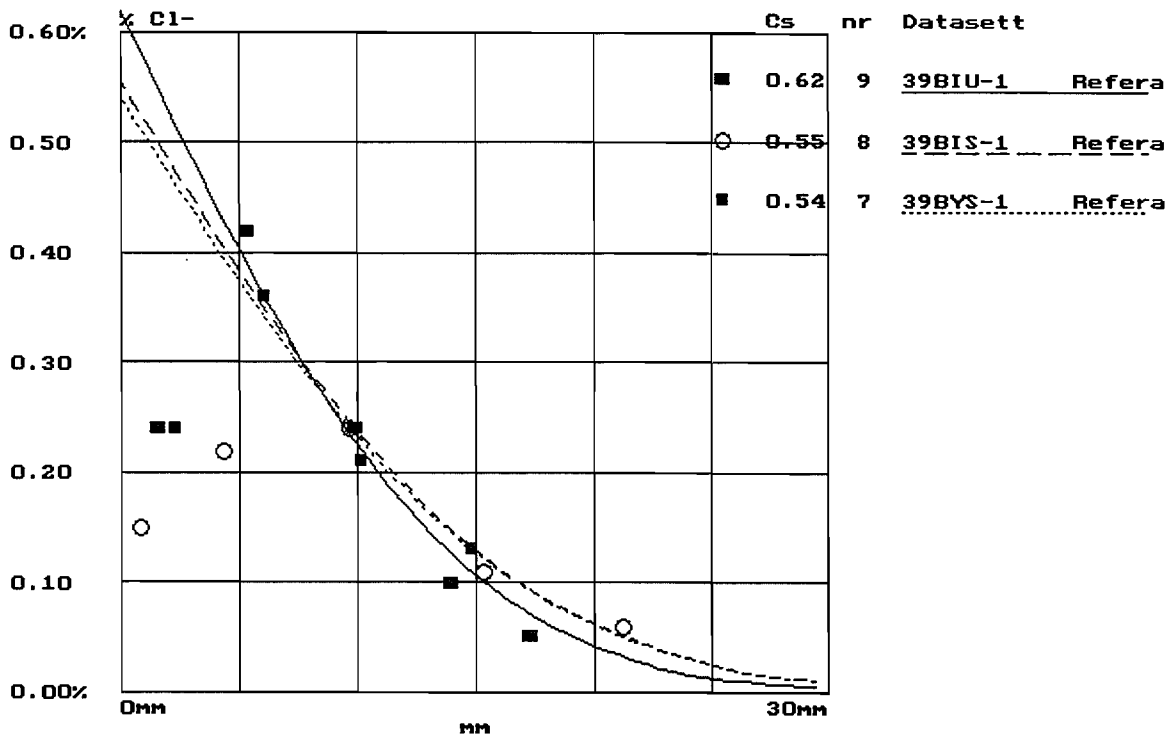
Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
			Alder	Cs	D
7	39BYS-1	Referansebjelke	420	0.54	70
8	39BIS-1	Referansebjelke	420	0.55	69
9	39BIU-1	Referansebjelke	420	0.62	53

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



## **Vedlegg V4**

**Kloridprofiler fra reparasjoner på kaia:**

- **fra bjelkereparasjon med slaggbetong (bjelke 44)**

**2 sider**





Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_SLG

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjørsøya - Bjelke 44 m/slaggsement

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

	beta	Herde	max.	Eksp.	mm2/år	
	tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1	44BYS-1	Slaggsement, ubehandlet :						
		0.00	28	0.23	0.00	420	0.40	
		1.2	4.5	9.1	15.2	21.3		
		0.11	0.23	0.16	0.02	0.02	27	

2	44BIS-1	Slaggsement, ubehandlet :						
		0.00	28	0.18	0.00	420	0.39	
		1.8	6.3	12.3	18.4	23.1		
		0.12	0.18	0.07	0.01	0.00	35	

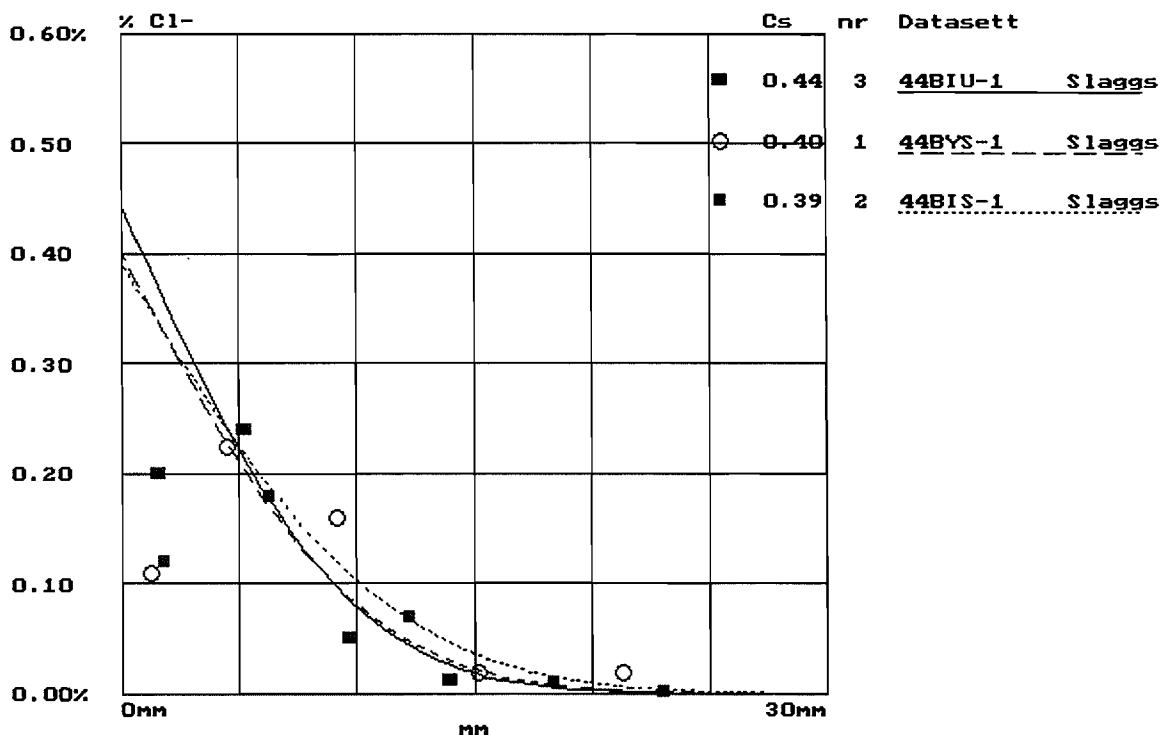
3	44BIU-1	Slaggsement, ubehandlet :						
		0.00	28	0.24	0.00	420	0.44	
		1.6	5.3	9.7	14.0			
		0.20	0.24	0.05	0.01		24	

Flere datasett på samme figur:

nr Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> /
		Alder	Cs	år
			*. **	D
1	44BYS-1 Slaggsement, ubehandlet	420	0.40	27
2	44BIS-1 Slaggsement, ubehandlet	420	0.39	35
3	44BIU-1 Slaggsement, ubehandlet	420	0.44	24

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



## **Vedlegg V5**

### **Kloridprofiler fra reparasjoner av kaia:**

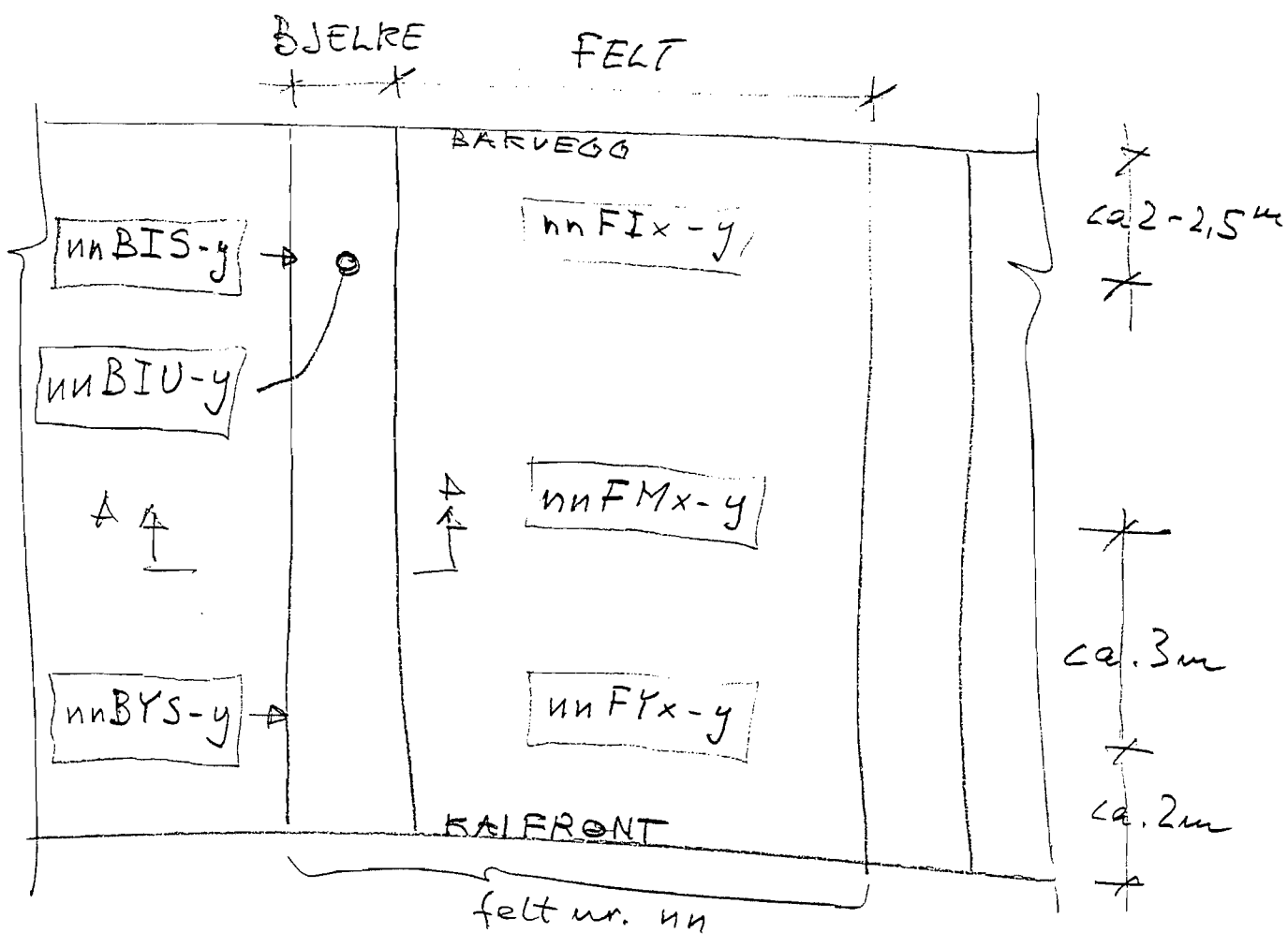
- **fra reparasjonsbetong med overflatebehandling, felt 40-47**
  - **merking av profiler**
  - **felt 40: Rescon Murtett**
  - **felt 41: Mursto Sto Gryl HG 200**
  - **felt 42: Mursto StoCrete FB**
  - **felt 43: Rescon CemElastic**
  - **felt 45: Sika Top 106 ElastoCem**
  - **felt 46: Sika Top 120 + Conservado 201**
  - **felt 47 V: Optirock Betokem Impkrem**
  - **felt 47 H: Optirock Betokem Silimp 240**

**22 sider**

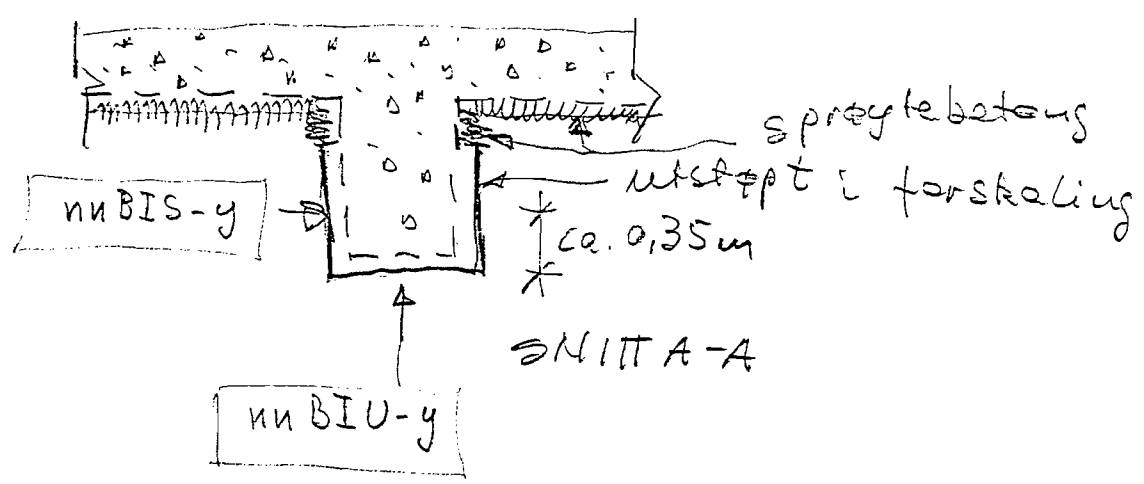


Merking av profiler:

V5



- x : nr. 1, 2.. hvis flere hull
- y : antall år ekspansering



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_40

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjursøya - Felt 40 : Rescon Murtett

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde

max.

Eksp.

mm<sup>2</sup>/år

	beta	tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1	40FY1-1	Rescon Murtett	:					
		0.00	28	0.27	0.00	420	0.43	99
		1.8	6.7	14.3	22.6	29.6		
		0.14	0.27	0.17	0.07	0.03		

2	40FM1-1	Rescon Murtett	:					
		0.00	28	0.18	0.00	420	0.44	92
		2.2	7.5	12.3	16.5	21.9		
		0.11	0.18	0.17	0.11	0.07		

3	40FM2-1	Rescon Murtett	:					
		0.00	28	0.20	0.00	420	0.41	62
		2.2	8.0	14.2	19.9	25.5		
		0.13	0.20	0.09	0.04	0.02		

4	40FI1-1	Rescon Murtett	:					
		0.00	28	0.17	0.00	420	0.41	57
		1.3	4.5	9.1	13.7	17.9		
		0.09	0.14	0.17	0.09	0.06		

5	40BYS-1	Rescon Murtett	:					
		0.00	28	0.29	0.00	420	0.35	61
		1.3	4.4	8.9	13.3	16.3	19.7	
		0.29	0.23	0.20	0.11	0.05	0.04	

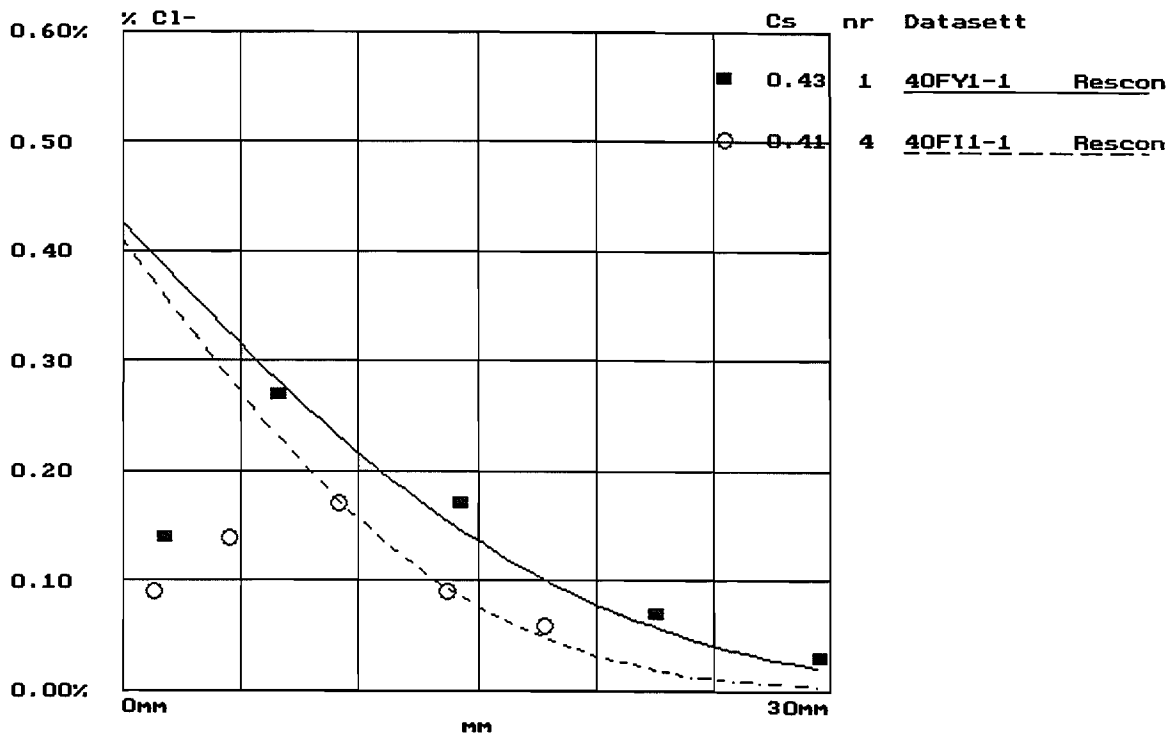
6	40BIS-1	Rescon Murtett	:					
		0.00	28	0.27	0.00	420	0.46	58
		1.9	6.1	10.9	15.4	21.7		
		0.27	0.27	0.16	0.07	0.07		

7	40BIU-1	Rescon Murtett	:					
		0.00	28	0.36	0.00	420	0.50	53
		1.5	4.5	8.3	13.4			
		0.32	0.36	0.20	0.09			

Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
			Alder	Cs	D
1	40FY1-1	Rescon Murtett	420	0.43	99
4	40FI1-1	Rescon Murtett	420	0.41	57

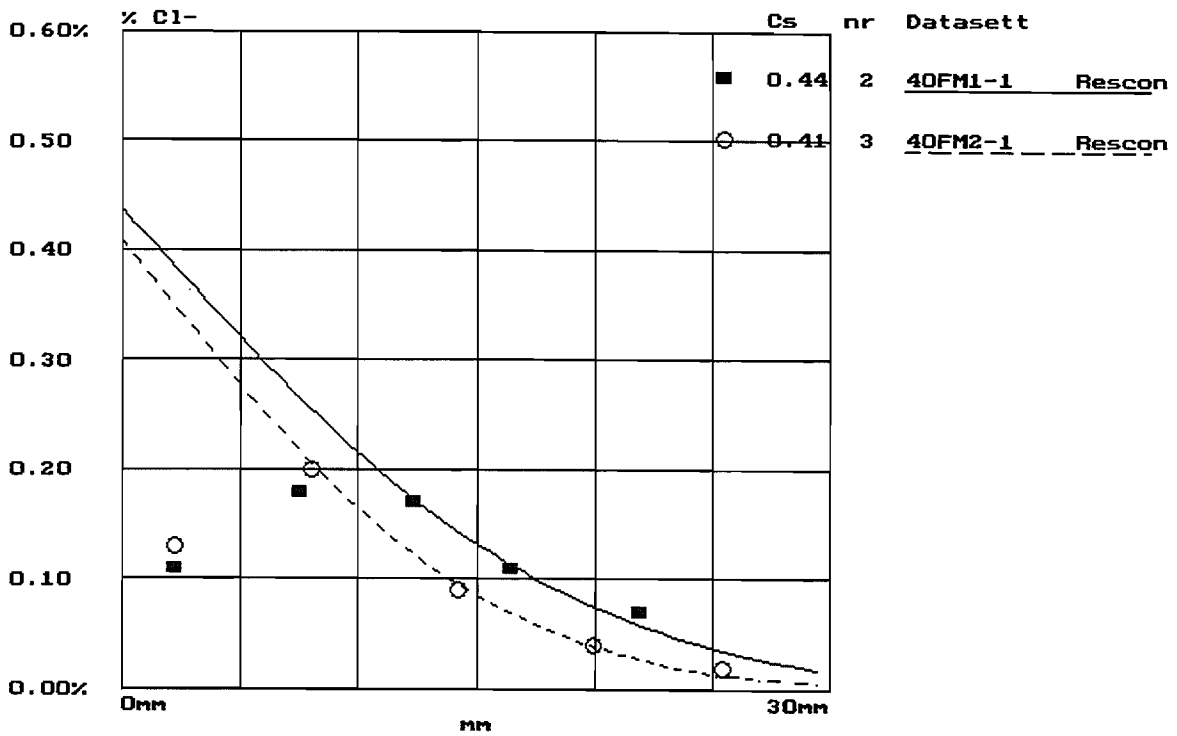
Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
			Alder	Cs	D
2	40FM1-1	Rescon Murtett	420	0.44	92
3	40FM2-1	Rescon Murtett	420	0.41	62

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

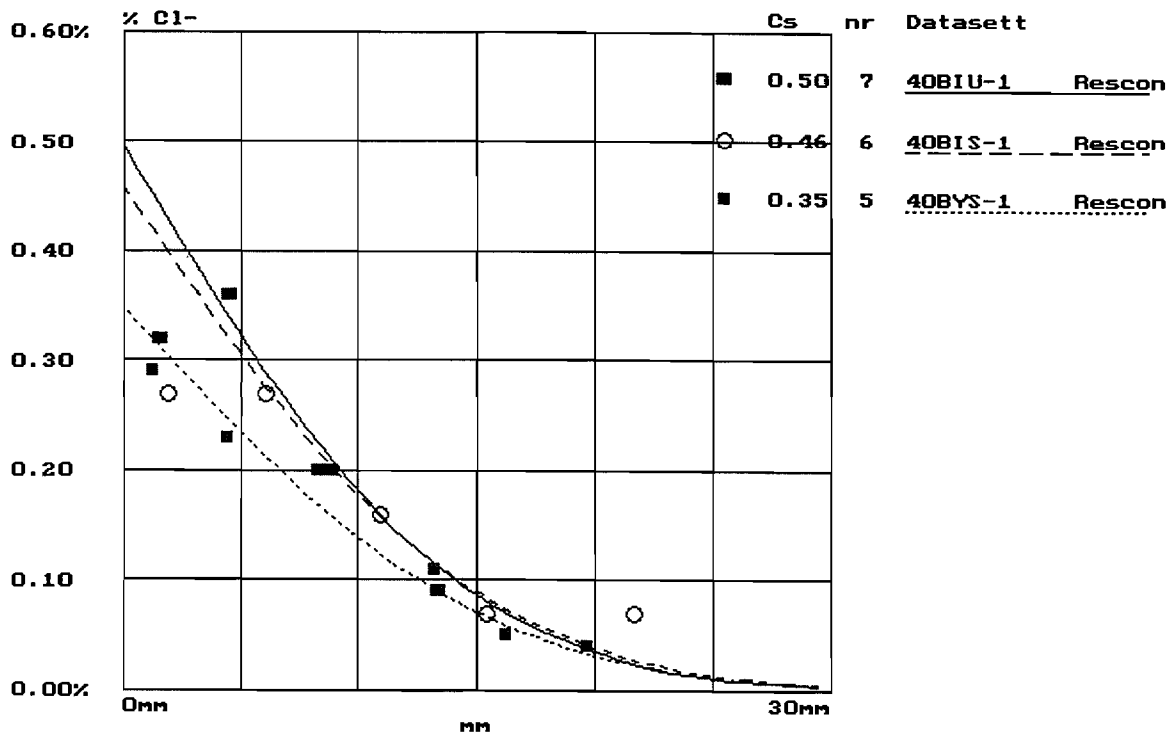




Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
			Alder	Cs	D
				*	**
5	40BYS-1	Rescon Murtett	420	0.35	61
6	40BIS-1	Rescon Murtett	420	0.46	58
7	40BIU-1	Rescon Murtett	420	0.50	53

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

-----d--m---år

Filnavn: SJUR\_41

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjørøya - Felt 41 : Mursto Sto Cryl HG 200

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde max.

Eksp.

mm2/år

		beta		Herde	max.	Ci	dager	Cs	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1	41FY1-1	Mursto Sto		Cryl HG 200	:				
		0.00		28	0.28	0.00	420	0.18	80
		1.7	5.1	8.6	14.0	20.2			
		0.28	0.04	0.04	0.05	0.02			

2	41FM1-1	Mursto Sto		Cryl HG 200	:				
		0.00		28	0.12	0.00	420	0.10	63
		3.6	9.7	15.5	21.9				
		0.12	0.04	0.02	0.02				

3	41FM2-1	Mursto Sto		Cryl HG 200	:				
		0.00		28	0.15	0.00	420	0.14	67
		3.4	9.6	15.9	22.1				
		0.15	0.06	0.03	0.03				

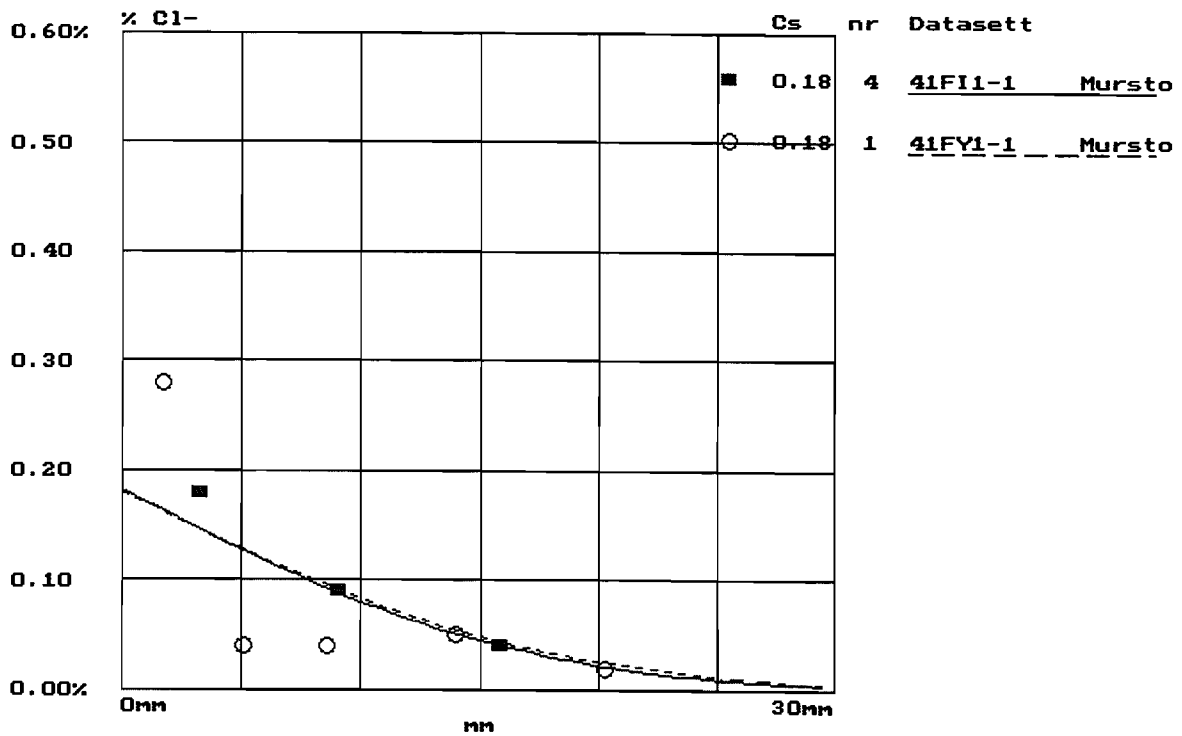
4	41FI1-1	Mursto Sto		Cryl HG 200	:				
		0.00		28	0.18	0.00	420	0.18	73
		3.3	9.1	15.8					
		0.18	0.09	0.04					

5	41BIU-1	Mursto Sto		Cryl HG 200	:				
		0.00		28	0.15	0.00	420	0.09	69
		2.1	5.5	8.1	12.5	18.3			
		0.15	0.06	0.03	0.03	0.02			

Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett	dager	% Cs	mm <sup>2</sup> /år			
1	41FY1-1	Mursto	Sto	Cryl HG 200	420	0.18	80
4	41FI1-1	Mursto	Sto	Cryl HG 200	420	0.18	73

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

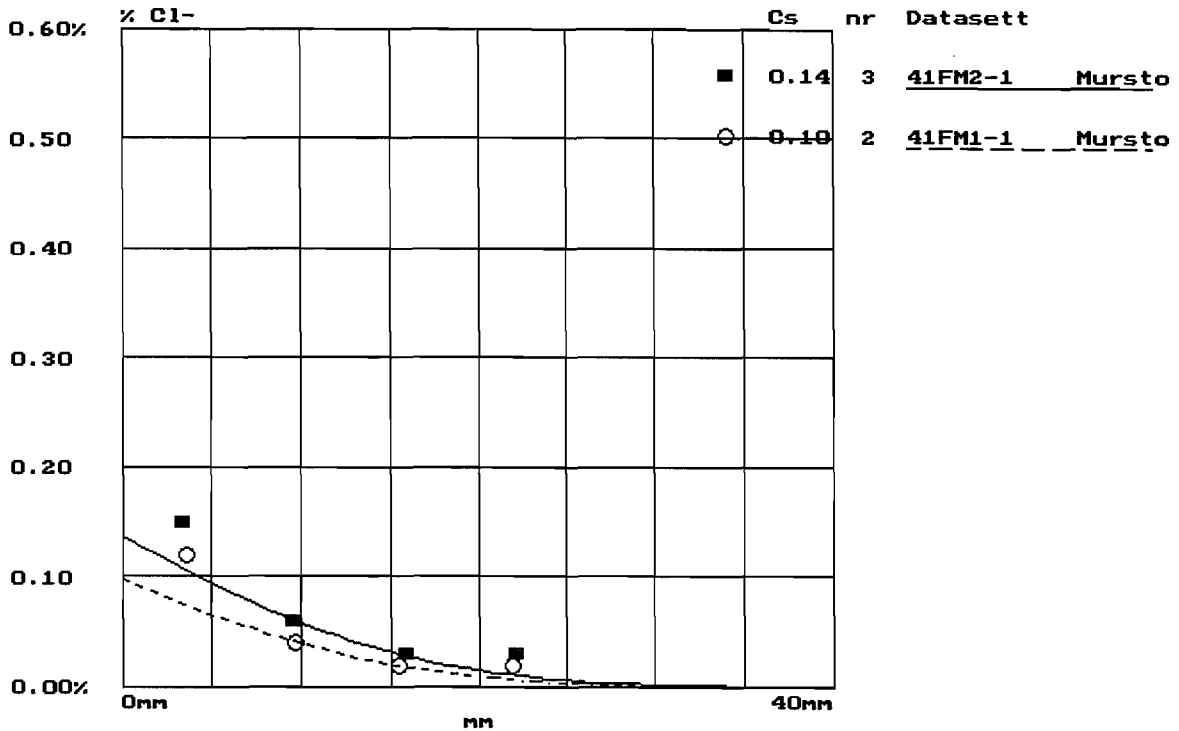


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> /
		Alder	Cs	år
			*.**	D
2	41FM1-1	Mursto Sto Cryl HG 200	420 0.10	63
3	41FM2-1	Mursto Sto Cryl HG 200	420 0.14	67

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_41

Utskrift-dato: 28.08.2000

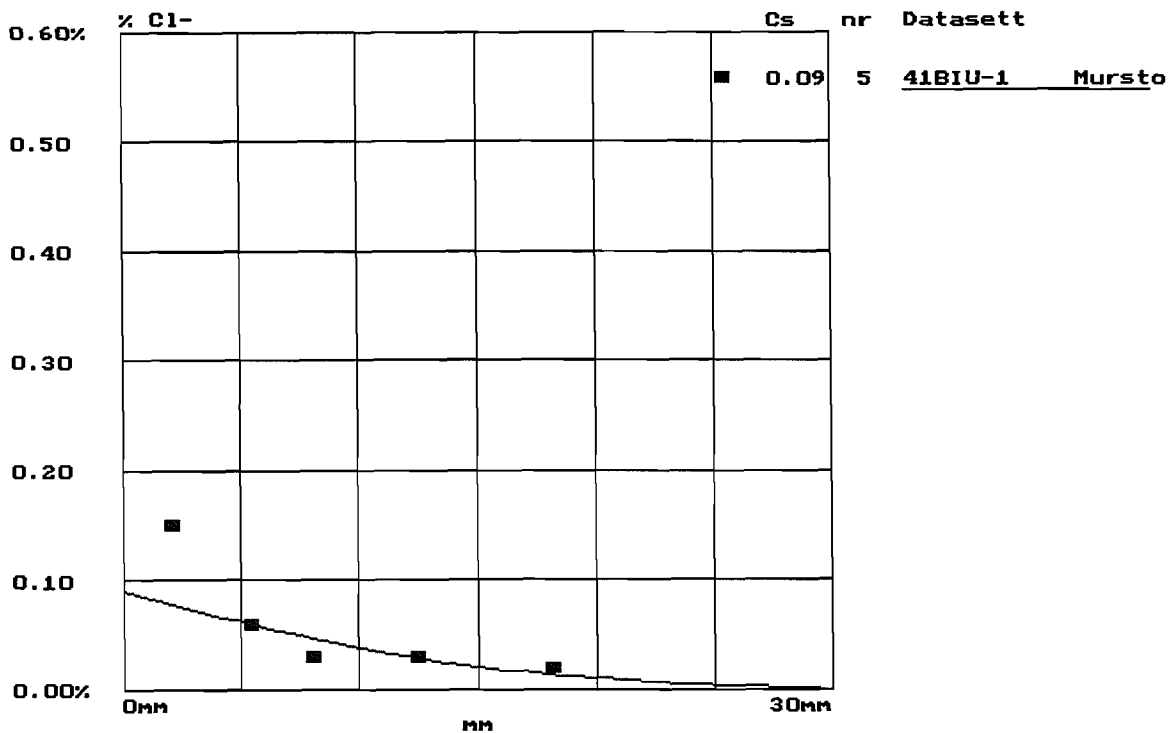
Oppdrag: Kai Sjørøya - Felt 41 : Mursto Sto Cryl HG 200

Flere datasett på samme figur:

nr Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
		Alder	Cs	D
5	41BIU-1	Mursto Sto Cryl HG 200	0.09	69

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

-----d-m-år

Filnavn: SJUR\_42

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjursøya - Felt 42 : Mursto StoCrete FB

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde max.

Eksp.

mm<sup>2</sup>/år

	betta	tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

---

1	42FI1-1	Mursto StoCrete FB :						
		0.00	28	0.04	0.00	420	0.05	73
		2.3	6.6	10.3	14.0	17.9		
		0.04	0.03	0.02	0.02	0.02		

---

2	42BYS-1	Mursto StoCrete FB :						
		0.00	28	0.12	0.00	420	0.20	160
		1.6	5.4	10.3	16.2	22.2		
		0.08	0.08	0.12	0.09	0.08		

---

3	42BIS-1	Mursto StoCrete FB :						
		0.00	28	0.14	0.00	420	0.14	161
		1.4	4.8	8.8	13.8	17.9		
		0.14	0.09	0.09	0.06	0.02		

---

4	42BIU-1	Mursto StoCrete FB :						
		0.00	28	0.42	0.00	420	0.45	72
		1.5	4.7	9.2	14.5			
		0.42	0.30	0.27	0.09			

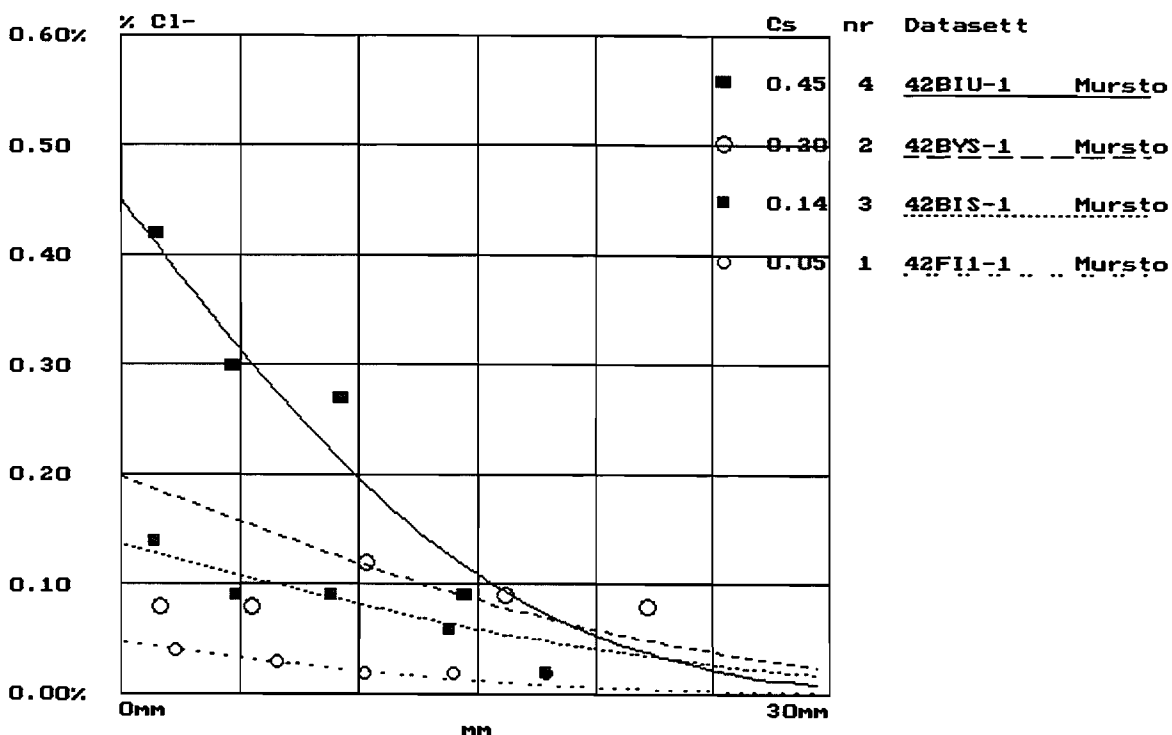
---

---

Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> /
			Alder	Cs	år
				*. **	D
1	42FI1-1	Mursto StoCrete FB	420	0.05	73
2	42BYS-1	Mursto StoCrete FB	420	0.20	160
3	42BIS-1	Mursto StoCrete FB	420	0.14	161
4	42BIU-1	Mursto StoCrete FB	420	0.45	72

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

-----d--m---år

Filnavn: SJUR\_43

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjørsoya - Felt 43 : Rescon Cem Elastic

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde max.

Eksp.

mm<sup>2</sup>/år

beta tid0 Cm Ci dager Cs D  
mm mm mm mm mm mm mm mm mm  
%Cl %Cl %Cl %Cl %Cl %Cl %Cl %Cl %Cl

1 43FI1-1 Rescon Cem Elastic :  
0.00 28 0.07 0.00 420 0.18 41  
2.6 8.1 13.3 18.2  
0.06 0.07 0.03 0.03

2 43BIU-1 Rescon Cem Elastic :  
0.00 28 0.09 0.00 420 0.11 23  
1.6 4.7 8.0 13.0 19.1  
0.09 0.05 0.03 0.02 0.02

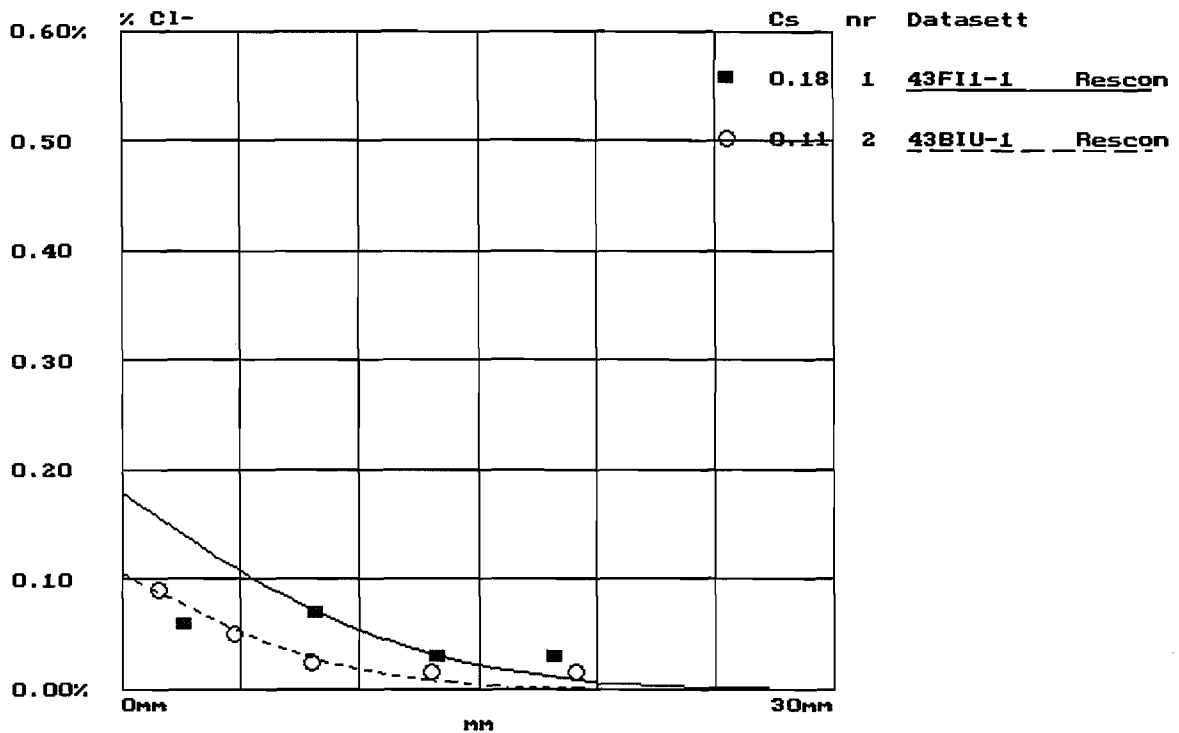


Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
			Alder	Cs	D
1	43FI1-1	Rescon Cem Elastic	420	0.18	41
2	43BIU-1	Rescon Cem Elastic	420	0.11	23

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_45

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjursøya - Felt 45 : SikaTop 106 Elastocem

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde max.

Eksp.

mm<sup>2</sup>/år

	beta			tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1	45FI1-1	SikaTop 106 Elastocem :							
		0.00	28	0.18	0.00	420	0.07	106	
		2.3	6.7	13.5	21.6				
		0.18	0.05	0.03	0.02				

2	45BIU-1	SikaTop 106 Elastocem :							
		0.00	28	0.09	0.00	420	0.04	46	
		0.9	3.3	8.1	13.2				
		0.09	0.03	0.02	0.01				

Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_45

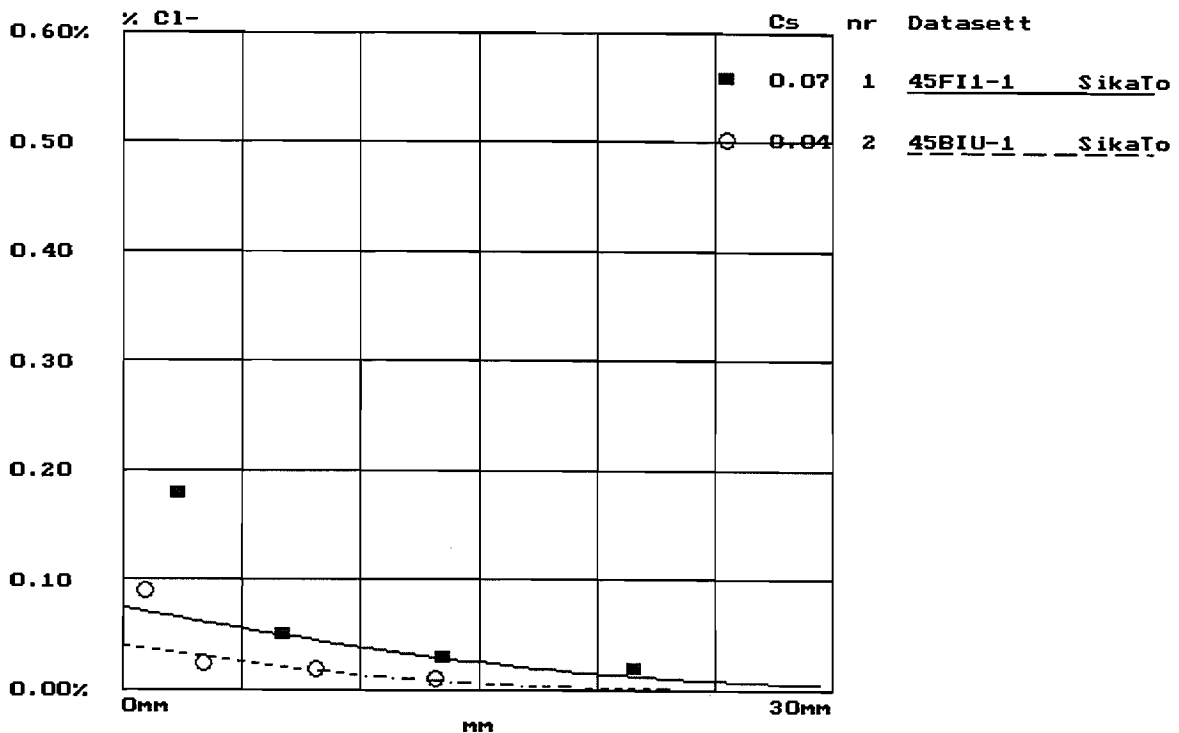
Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjørsøya - Felt 45 : SikaTop 106 Elastocem

Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
			Alder	Cs	D
1	45FI1-1	SikaTop 106 Elastocem	420	0.07	106
2	45BIU-1	SikaTop 106 Elastocem	420	0.04	46

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_46

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjørsøya - Felt 46 : SikaTop 120+ Conservado 201

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde max.

Eksp.

mm<sup>2</sup>/år

	beta			tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

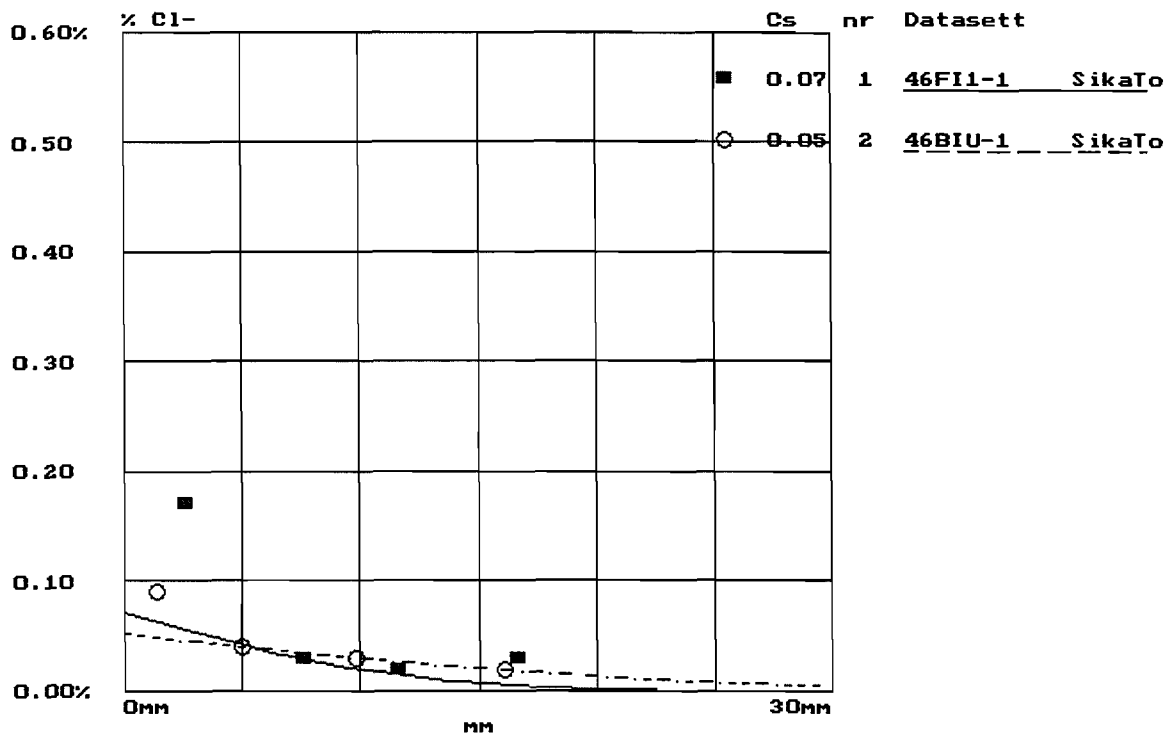
1	46FI1-1	SikaTop 120 + Conservado 201			:				
		0.00	28	0.17	0.00	420	0.07	36	
		2.6	7.6	11.6	16.7				
		0.17	0.03	0.02	0.03				

2	46BIU-1	SikaTop 120 + Conservado 201			:				
		0.00	28	0.09	0.00	420	0.05	134	
		1.4	5.0	9.8	16.1				
		0.09	0.04	0.03	0.02				

Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett	dager	% Alder	Cs	mm <sup>2</sup> /år
1	46FI1-1 SikaTop 120 + Conservado 201	420	0.07	36	
2	46BIU-1 SikaTop 120 + Conservado 201	420	0.05	134	

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_47V

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjørsøya - F.47V: Optirock T4 + Betokem Imp krem

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

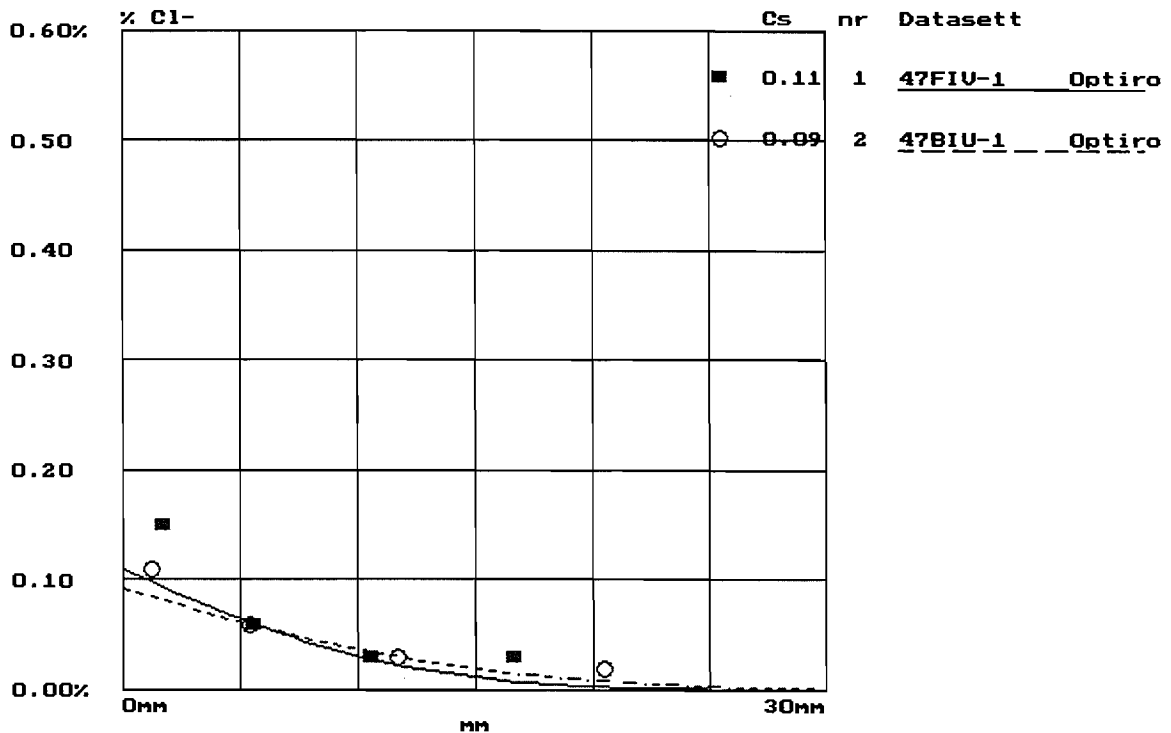
Nr.	Datasettnavn	betta		Herde	max.	Eksp.	mm <sup>2</sup> /år			
		mm	mm	tid0	Cm		Ci	Cs	D	
		%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl		
1	47FIV-1	Optirock T4 + Betokem Imp krem :								
				0.00	28	0.15	0.00	420	0.11	38
		1.7	5.6	10.5	16.7					
		0.15	0.06	0.03	0.03					
2	47BIU-1	Optirock T4 + Betokem Imp krem :								
				0.00	28	0.11	0.00	420	0.09	61
		1.2	5.4	11.7	20.5					
		0.11	0.06	0.03	0.02					

Flere datasett på samme figur:

nr Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
		Alder	Cs	D
1	47FIV-1	Optirock T4 + Betokem Imp krem	0.11	38
2	47BIU-1	Optirock T4 + Betokem Imp krem	0.09	61

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_47H

Utskrift-dato: 28.08.2000

Oppdrag: Kai Sjørøya - F47H: Optirock T4+ Betokem Silimp 240

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde max.

Eksp.

mm<sup>2</sup>/år

	beta	tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1	47FYH-1	Optirock T4 + Betokem Silimp 240	:					
		0.00	28	0.21	0.00	420	0.16	46
		2.6	7.3	11.9	17.2	21.5		
		0.21	0.08	0.03	0.03	0.03		

2	47FMH1-1	Optirock T4 + Betokem Silimp 240	:					
		0.00	28	0.06	0.00	420	0.05	57
		1.9	4.9	8.6	11.8	14.8	19.1	
		0.06	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	

3	47FMH2-1	Optirock T4 + Betokem Silimp 240	:					
		0.00	28	0.09	0.00	420	0.05	32
		1.5	4.2	8.2	13.5	18.1		
		0.09	0.02	0.02	0.02	0.02		

4	47FIH-1	Optirock T4 + Betokem Silimp 240	:					
		0.00	28	0.36	0.00	420	0.38	27
		1.8	5.8	9.4	12.3	15.9		
		0.36	0.17	0.06	0.03	0.02		

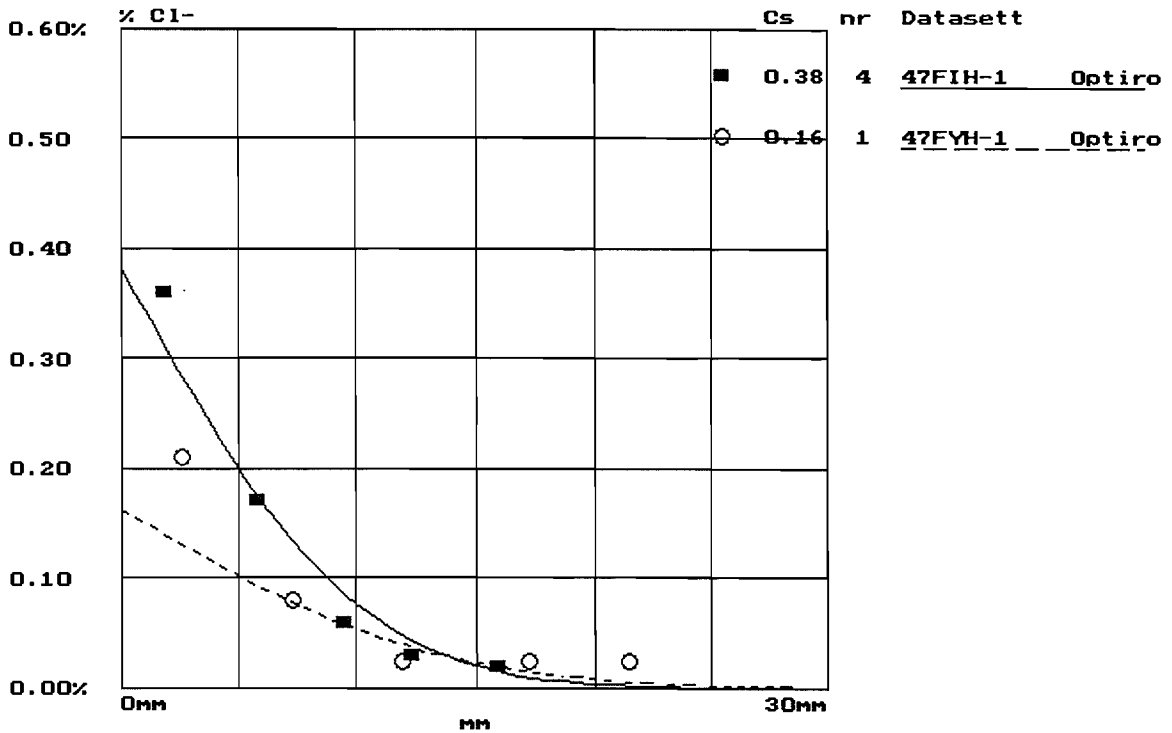


Flere datasett på samme figur:

nr	Datasett	dager	%	mm <sup>2</sup> /	
				Alder	Cs
1	47FYH-1	Optirock T4 + Betokem Silimp 240	420	0.16	46
4	47FIH-1	Optirock T4 + Betokem Silimp 240	420	0.38	27

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

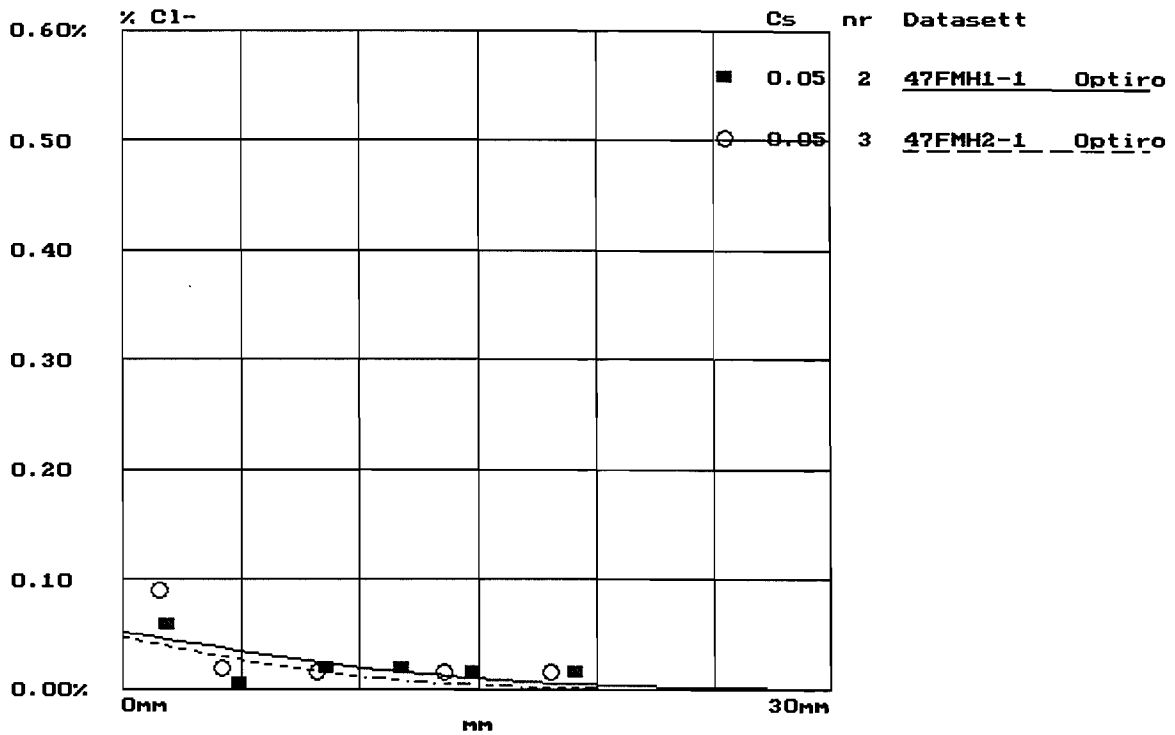


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett		dager	%	mm <sup>2</sup> / år
		Alder	Cs	D
2	47FMH1-1	Optirock T4 + Betokem Silimp 240	0.05	57
3	47FMH2-1	Optirock T4 + Betokem Silimp 240	0.05	32

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



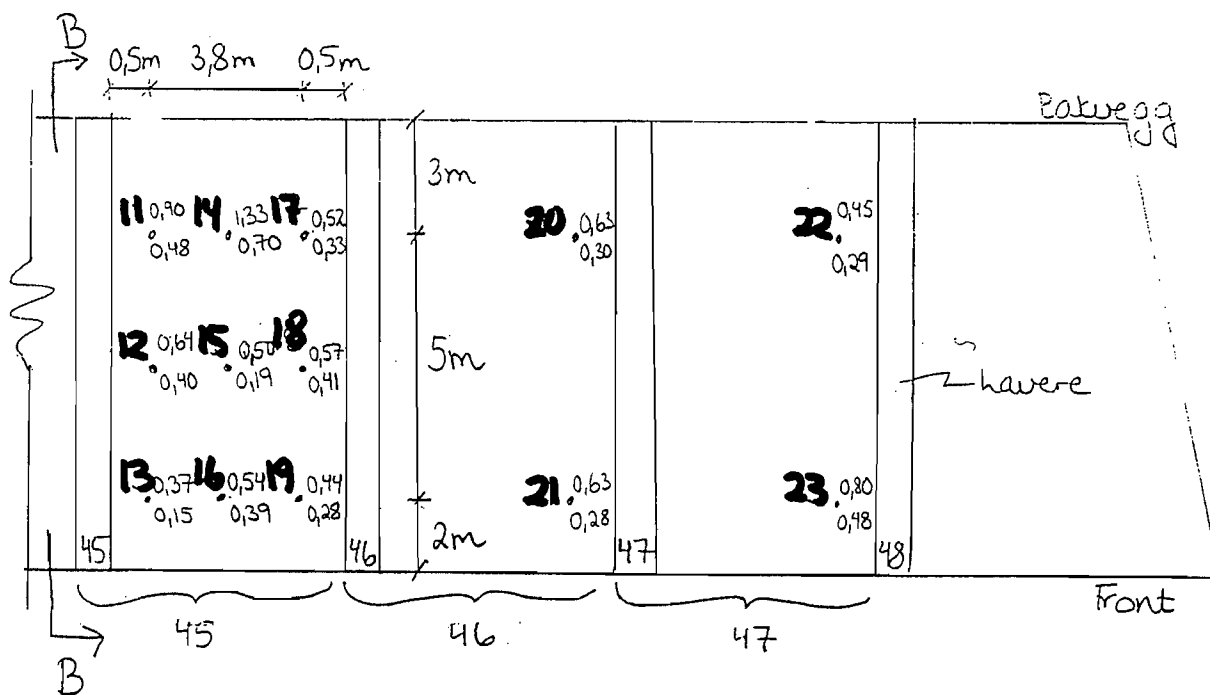
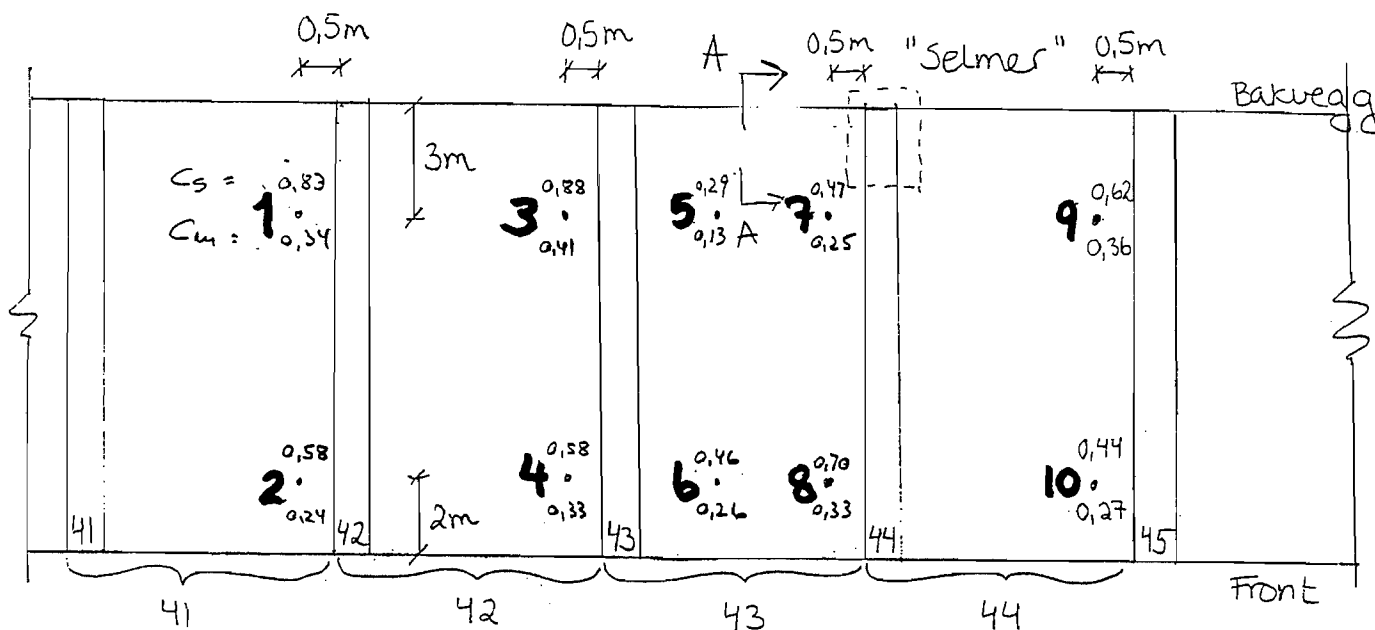
## **Vedlegg V6**

### **Kloridprofiler fra eksisterende betong:**

- fra 1999, før vannveisling, i felt 41 – 47

17 sider

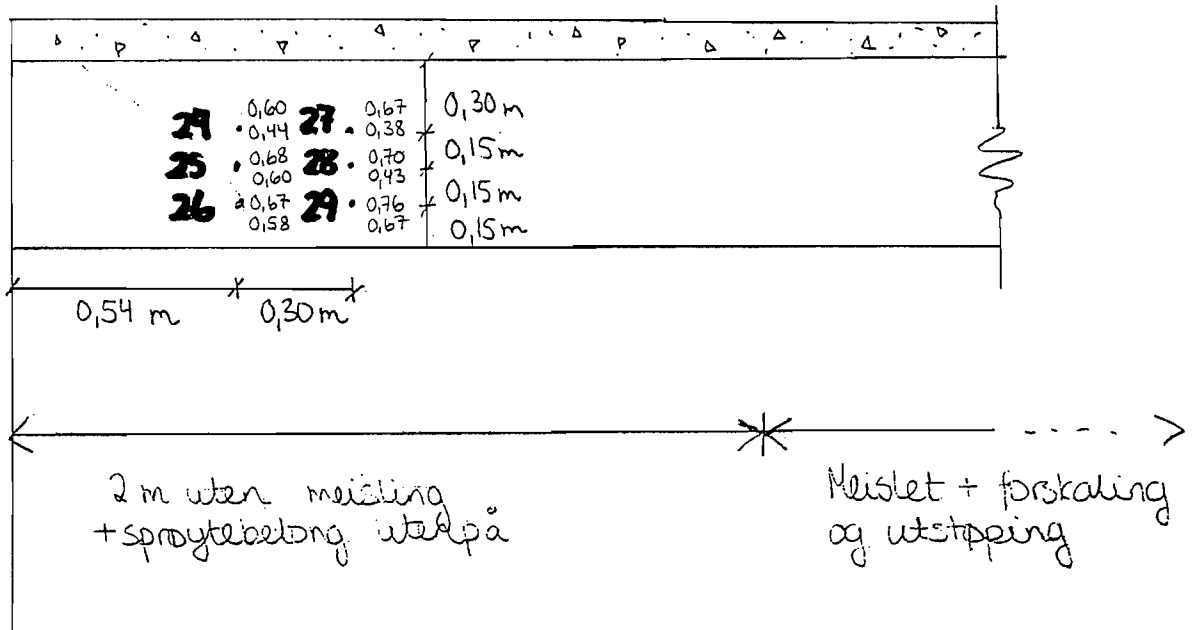




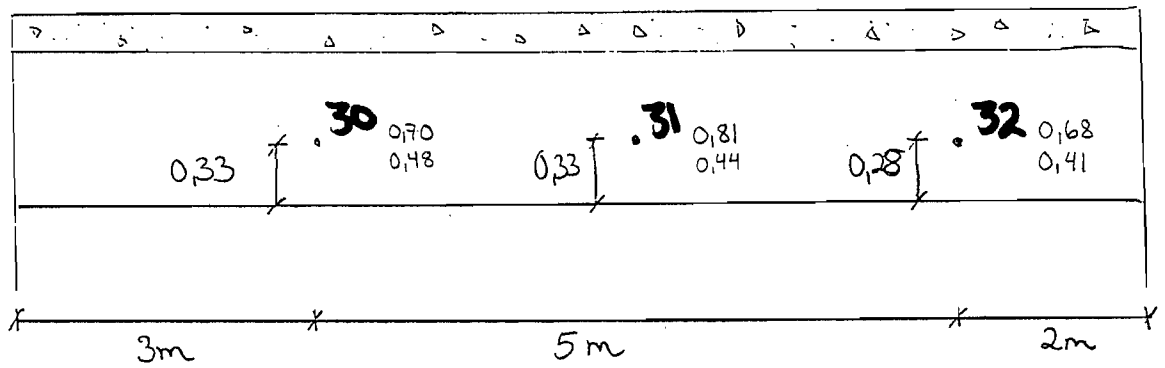
Oversikt over punkter hvor det er tatt kloridprofiler, på UK kaidokke, og på side av bjelke.

For hvert punkt er det angitt Cs og Cu-verdier (se for punkt 1). På utskrift for kloridprofilene er det disse punktene som det er referert til.

OPPRISS A



OPPRISS B



## OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde max.

Eksp.

mm2/år

betta		tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1	Bjelkeside sør, 3m fra bakvegg, 0,3m fra UK :								
		0.20	30	0.35	0.00	13500	0.42	31	
	3.7	11.1	19.0	28.0	41.5				
	0.20	0.35	0.27	0.24	0.15				

2	Bjelkeside sør, 3m fra bakvegg, 0,3m fra UK /2 :								
		0.20	28	0.24	0.00	13500	0.32	46	
	7.1	18.0	26.0	39.3	58.3	73.8	85.8	99.2	
	0.21	0.24	0.18	0.17	0.11	0.08	0.06	0.07	

3	UK Dekke 2m fra kaifront, 1m sør for bjelke :								
		0.20	28	0.52	0.00	13500	1.04	42	
	5.7	19.5	34.9	49.1	63.9	76.9	83.5		
	0.14	0.27	0.52	0.44	0.20	0.16	0.16		

4	UK dekke Sjørsoya, 24.9.98 før meisling hull 8 :								
		0.20	28	0.34	0.00	13500	0.56	59	
	11.3	33.7	53.0	70.5	89.7	109.2	124.5		
	0.21	0.34	0.25	0.16	0.10	0.06	0.03		

5	UK dekke Sjørsoya, 24.9.98 før meisling hull 9 :								
		0.20	28	0.33	0.00	13500	0.56	51	
	6.4	19.5	33.1	48.2	61.6	72.5	85.1	102.5	
	0.16	0.26	0.33	0.25	0.17	0.14	0.08	0.04	

6	UK dekke, Felt 41, Punkt 1 :								
		0.20	28	0.34	0.00	13500	0.83	42	
	9.3	25.8	38.5	48.1	63.7				
	0.24	0.29	0.33	0.34	0.26				

7	UK dekke, Felt 41, Punkt 2 :								
		0.20	28	0.24	0.00	13500	0.58	37	
	7.9	23.7	41.5	63.5	84.3				
	0.16	0.20	0.24	0.15	0.04				

8	UK dekke, Felt 42, Punkt 3 :								
		0.20	28	0.41	0.00	13500	0.88	48	
	7.9	24.4	41.8	60.9	83.1				
	0.24	0.25	0.41	0.31	0.14				

9	UK dekke, Felt 42, Punkt 4 :								
		0.20	28	0.33	0.00	13500	0.58	30	
	9.5	26.5	42.1	59.2	75.1				
	0.22	0.33	0.24	0.10	0.05				

10	UK dekke, Felt 43, Punkt 5 :								
		0.20	28	0.13	0.00	13500	0.29	37	
	8.5	24.3	40.9	54.1					
	0.09	0.13	0.12	0.09					

OVERSIKT OVER DATASETTE PÅ Filnavn: SJUR_GML forts.									
Nr.	Datasettnavn		Herde		max.	Eksp.	mm2/år		
	mm	mm	betta	tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl
11	UK dekke, Felt 43, Punkt 6 :								
			0.20	28	0.26	0.00	13500	0.46	44
	5.3	19.1	35.9	51.7	67.5				
	0.15	0.26	0.24	0.17	0.11				
12	UK dekke, Felt 43, Punkt 7 :								
			0.20	28	0.25	0.00	13500	0.50	33
	8.1	24.7	43.9	66.7	89.4				
	0.18	0.25	0.20	0.08	0.04				
13	UK dekke, Felt 43, Punkt 8 :								
			0.20	28	0.33	0.00	13500	0.70	35
	8.7	26.0	44.0	62.9	82.7				
	0.25	0.33	0.31	0.16	0.06				
14	UK dekke, Felt 44, Punkt 9 :								
			0.20	28	0.36	0.00	13500	0.62	45
	5.1	16.9	30.2	47.0	68.5				
	0.19	0.26	0.36	0.27	0.16				
15	UK dekke, Felt 44, Punkt 10 :								
			0.20	28	0.27	0.00	13500	0.44	33
	6.1	18.5	31.7	49.5	70.9				
	0.19	0.27	0.22	0.15	0.06				
16	UK dekke, Felt 45, Punkt 11 :								
			0.20	28	0.48	0.00	13500	0.90	50
	7.2	21.1	39.9	63.3	85.3				
	0.24	0.44	0.48	0.30	0.14				
17	UK dekke, Felt 45, Punkt 12 :								
			0.20	28	0.40	0.00	13500	0.64	39
	6.5	22.2	40.9	59.4	79.2				
	0.21	0.40	0.30	0.18	0.07				
18	UK dekke, Felt 45, Punkt 13 :								
			0.20	28	0.15	0.00	13500	0.37	38
	6.5	20.4	38.3	61.1	82.7				
	0.12	0.14	0.15	0.14	0.04				
19	UK dekke, Felt 45, Punkt 14 :								
			0.20	28	0.70	0.00	13500	1.33	39
	7.2	25.0	47.4	66.5	81.8				
	0.39	0.56	0.70	0.29	0.16				
20	UK dekke, Felt 45, Punkt 15 :								
			0.20	28	0.19	0.00	13500	0.50	35
	6.6	18.9	33.9	54.1	70.1				
	0.13	0.19	0.19	0.16	0.11				



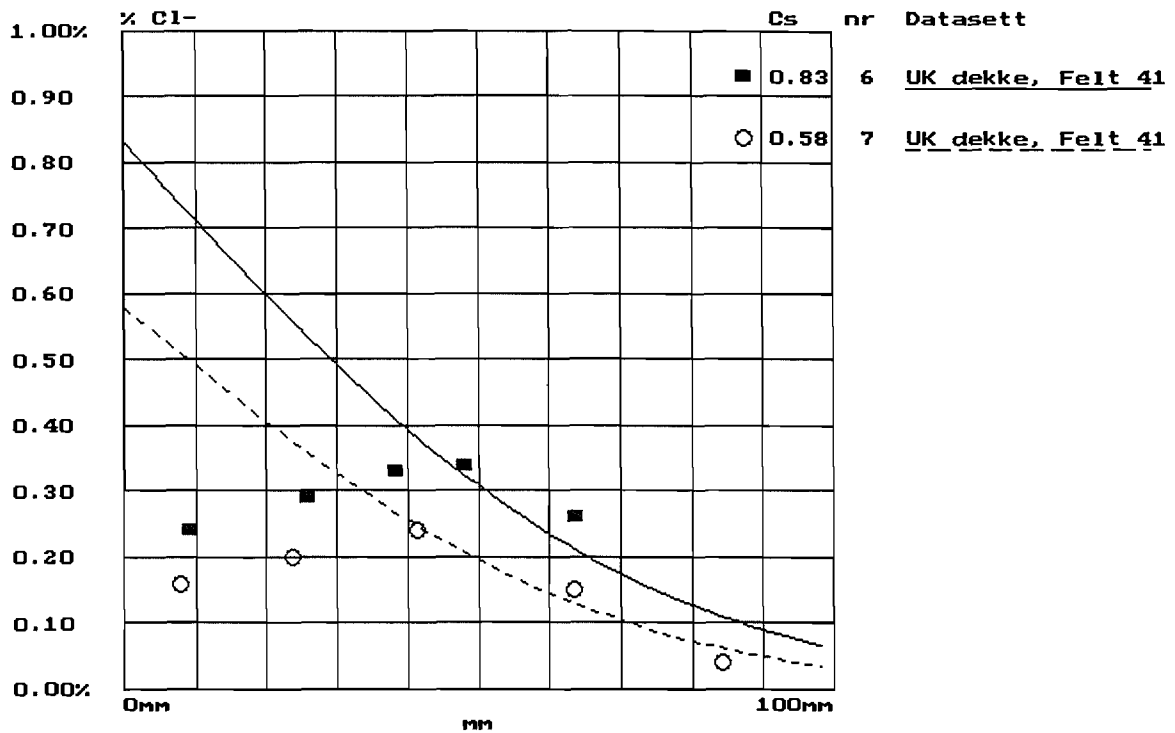
-----									
OVERSIKT OVER DATASET PÅ Filnavn: SJUR_GML forts.									
Nr.	Datasettnavn		Herde		max.	Ci	Eksp.	mm2/år	
	mm	mm	betta	tid0	Cm		dager	Cs	D
	%Cl	%Cl	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl
21	UK dekke, Felt 45, Punkt 16		0.20	28	0.39	0.00	13500	0.54	40
	5.9	19.5	33.8	47.3	65.1				
	0.32	0.39	0.25	0.20	0.16				
-----									
22	UK dekke, Felt 45, Punkt 17		0.20	28	0.33	0.00	13500	0.52	34
	5.8	20.8	38.5	56.2	75.7				
	0.15	0.33	0.27	0.16	0.07				
-----									
23	UK dekke, Felt 45, Punkt 18		0.20	28	0.41	0.00	13500	0.57	31
	4.9	16.3	29.6	44.9	62.8				
	0.20	0.41	0.32	0.19	0.14				
-----									
24	UK dekke, Felt 45, Punkt 19		0.20	28	0.28	0.00	13500	0.44	40
	4.2	17.2	35.8	57.3	80.0				
	0.19	0.28	0.24	0.17	0.07				
-----									
25	UK dekke, Felt 46, Punkt 20		0.20	28	0.30	0.00	13500	0.63	45
	5.9	20.5	38.1	57.7	79.7				
	0.19	0.24	0.30	0.24	0.17				
-----									
26	UK dekke, Felt 46, Punkt 21		0.20	28	0.28	0.00	13500	0.63	40
	4.8	14.1	26.6	45.5	67.2				
	0.15	0.09	0.28	0.26	0.20				
-----									
27	UK dekke, Felt 47, Punkt 22		0.20	28	0.29	0.00	13500	0.45	42
	7.0	23.2	41.3	57.4	75.8				
	0.23	0.29	0.19	0.19	0.13				
-----									
28	UK dekke, Felt 47, Punkt 23		0.20	28	0.48	0.00	13500	0.80	41
	5.0	17.3	32.4	48.9	64.8				
	0.30	0.48	0.46	0.33	0.20				
-----									
29	Sidekant, Bjelke 44, Punkt 24		0.20	28	0.44	0.00	13500	0.60	33
	3.3	9.4	15.2	22.2	30.9	41.0	51.8	62.0	
	0.39	0.39	0.44	0.44	0.29	0.24	0.17	0.16	
-----									
30	Sidekant, Bjelke 44, Punkt 25		0.20	28	0.60	0.00	13500	0.68	38
	2.3	9.0	19.3	28.4	35.7	44.5	54.9	65.7	75.3
	0.46	0.60	0.48	0.41	0.31	0.27	0.24	0.19	0.14
-----									

OVERSIKT OVER DATASET PÅ Filnavn: SJUR_GML forts.									
Nr.	Datasettnavn		Herde		max.	Eksp.		mm2/år	
	mm	mm	beta	tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl
31	Sidekant, Bjelke 44, Punkt 26 :		0.20	28	0.58	0.00	13500	0.67	41
	3.2	9.5	17.9	26.4	32.6	38.1	44.9	55.2	67.6
	0.52	0.58	0.36	0.21	0.19	0.22	0.29	0.22	0.21
32	Sidekant, Bjelke 44, Punkt 27 :		0.20	28	0.38	0.00	13500	0.67	51
	3.4	11.5	19.4	25.8	36.2	47.8	61.2	76.2	
	0.30	0.27	0.24	0.34	0.33	0.38	0.31	0.21	
33	Sidekant, Bjelke 44, Punkt 28 :		0.20	28	0.43	0.00	13500	0.70	52
	2.2	7.8	15.7	24.2	31.8	40.5	51.7	63.0	73.2
	0.29	0.39	0.43	0.43	0.34	0.34	0.31	0.26	0.21
34	Sidekant, Bjelke 44, Punkt 29 :		0.20	28	0.67	0.00	13500	0.76	38
	3.1	9.0	14.5	19.5	24.3	29.1	33.5	41.1	52.4
	0.54	0.65	0.67	0.46	0.27	0.22	0.29	0.31	0.27
35	Sidekant, Bjelke 45, Punkt 30 :		0.20	28	0.48	0.00	13500	0.70	70
	4.2	12.9	21.6	31.8	43.4	52.9	60.0	70.2	83.2
	0.33	0.44	0.44	0.44	0.48	0.29	0.30	0.31	0.27
36	Sidekant, Bjelke 45, Punkt 31 :		0.20	28	0.44	0.00	13500	0.81	61
	4.9	16.3	30.1	43.2	54.2	67.9	81.1		
	0.17	0.29	0.38	0.44	0.38	0.30	0.22		
37	Sidekant, Bjelke 45, Punkt 32 :		0.20	28	0.41	0.00	13500	0.68	49
	3.4	9.7	16.8	24.7	33.2	44.0	55.4	64.3	73.3
	0.20	0.23	0.30	0.41	0.39	0.35	0.28	0.21	0.15

Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager Alder	% Cs	mm2/
			år D
6 UK dekke, Felt 41, Punkt 1	13500	0.83	42
7 UK dekke, Felt 41, Punkt 2	13500	0.58	37

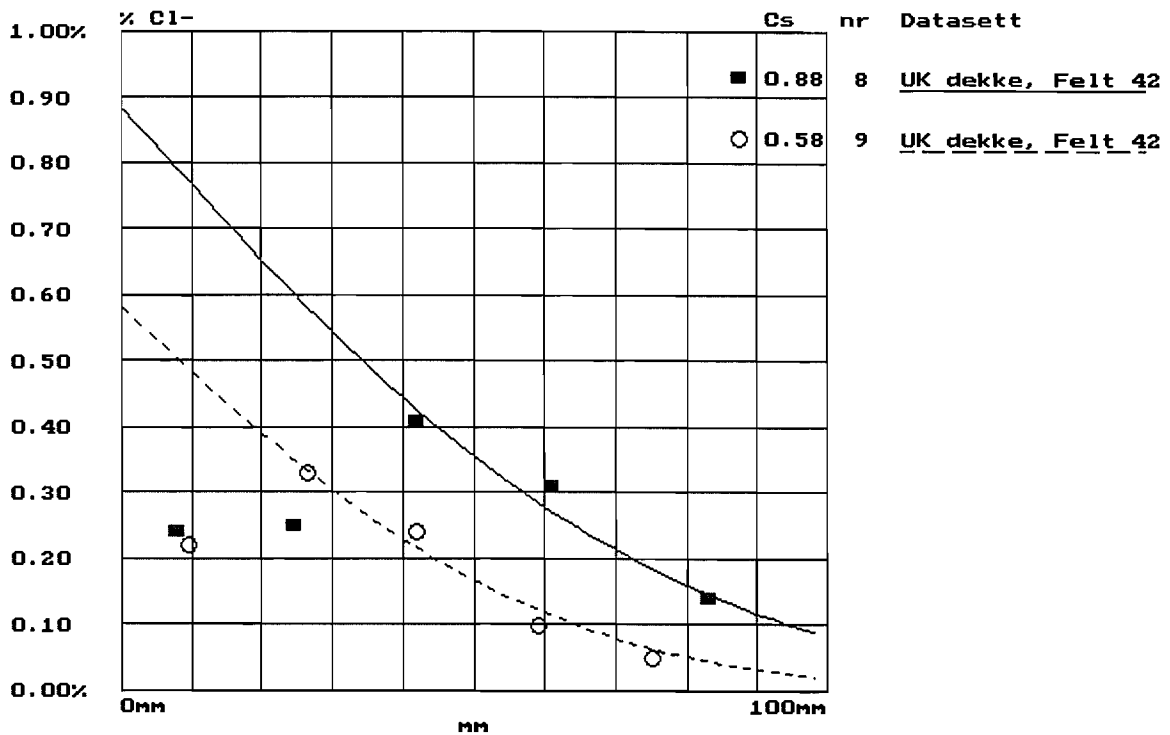
Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager Alder	% Cs	mm2/år D
8 UK dekke, Felt 42, Punkt 3	13500	0.88	48
9 UK dekke, Felt 42, Punkt 4	13500	0.58	30

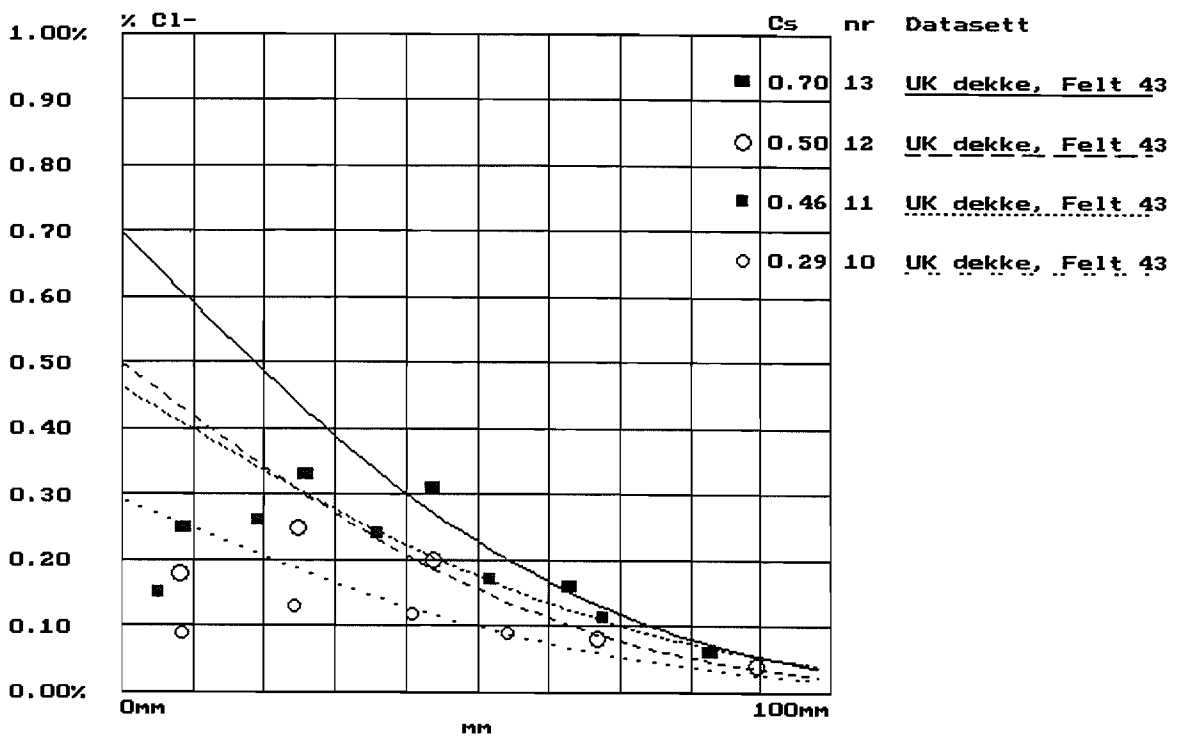
Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager Alder	% Cs	mm <sup>2</sup> /år D
10 UK dekke, Felt 43, Punkt 5	13500	0.29	37
11 UK dekke, Felt 43, Punkt 6	13500	0.46	44
12 UK dekke, Felt 43, Punkt 7	13500	0.50	33
13 UK dekke, Felt 43, Punkt 8	13500	0.70	35

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

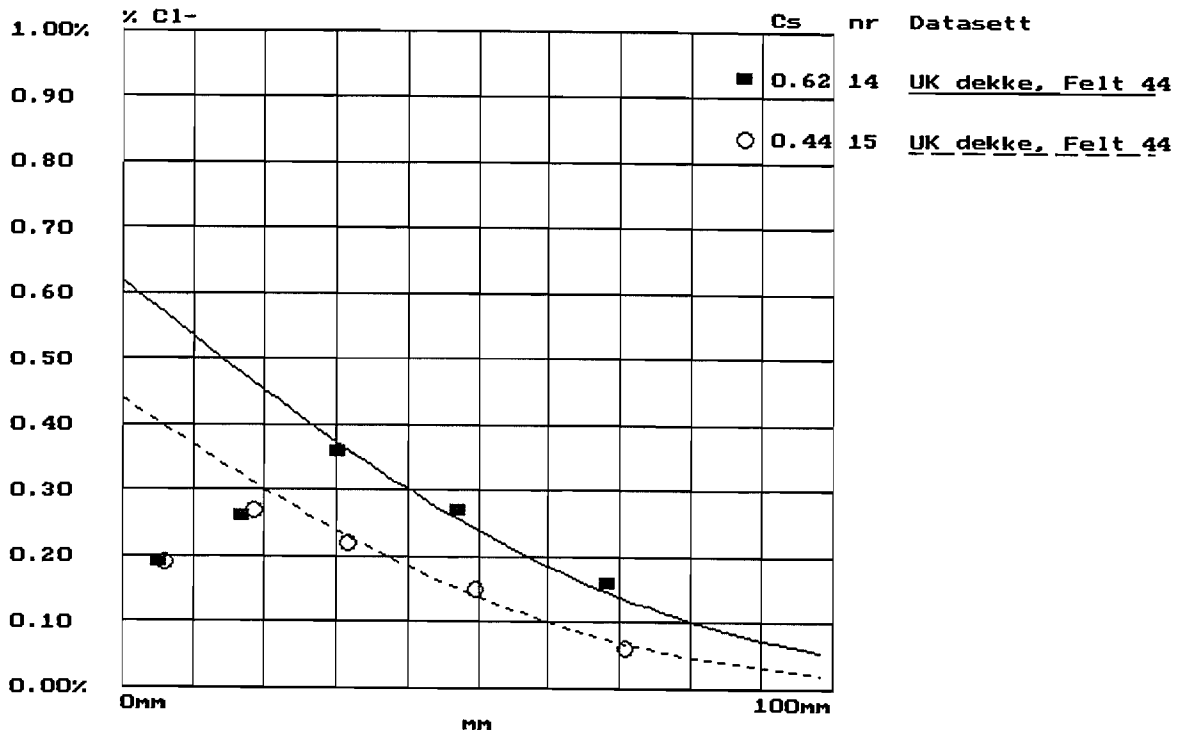


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	% Alder	Cs	mm2/år D
14 UK dekke, Felt 44, Punkt 9	13500	0.62	45	
15 UK dekke, Felt 44, Punkt 10	13500	0.44	33	

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

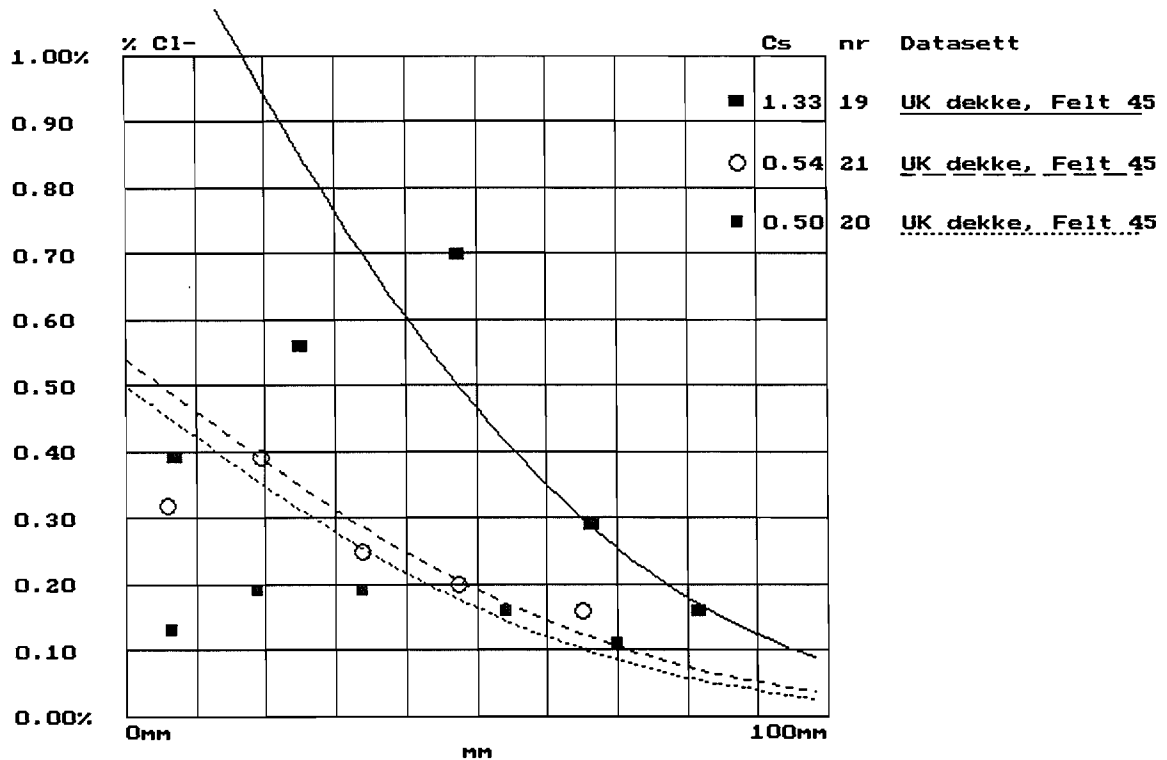


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager Alder	% Cs	mm2/år D
19 UK dekke, Felt 45, Punkt 14	13500	1.33	39
20 UK dekke, Felt 45, Punkt 15	13500	0.50	35
21 UK dekke, Felt 45, Punkt 16	13500	0.54	40

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

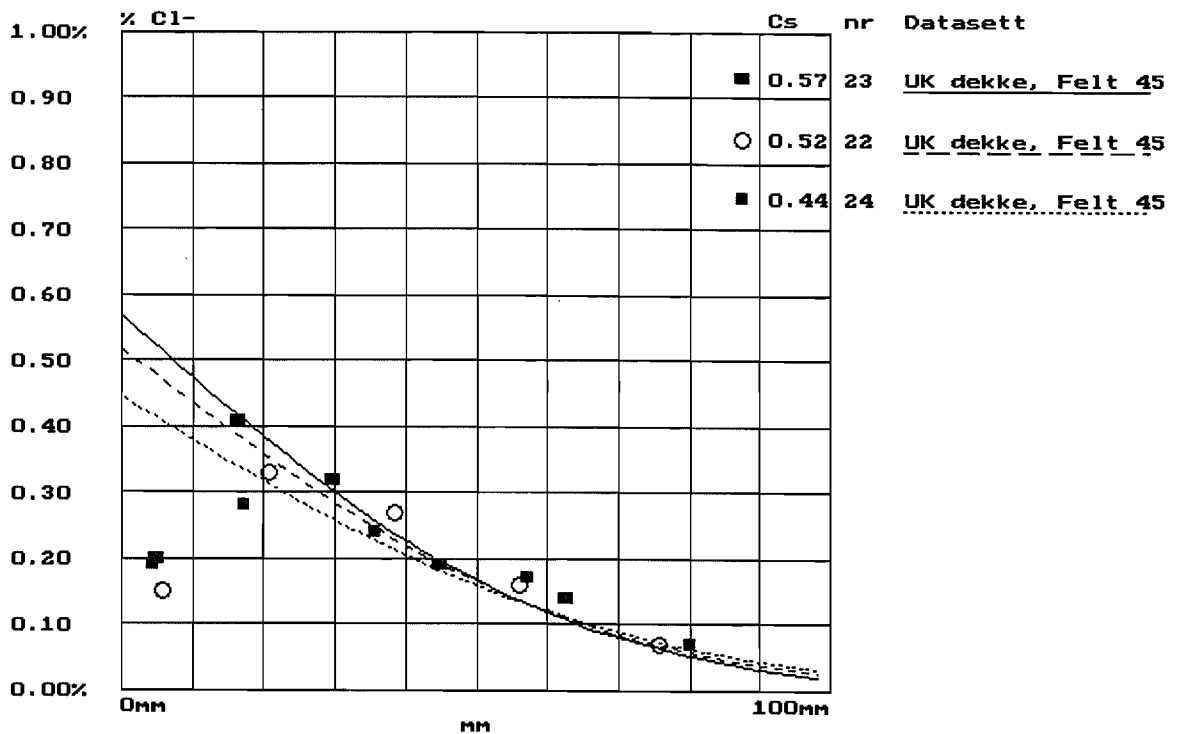


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	% Alder	Cs	mm <sup>2</sup> / år D
22 UK dekke, Felt 45, Punkt 17	13500	0.52		34
23 UK dekke, Felt 45, Punkt 18	13500	0.57		31
24 UK dekke, Felt 45, Punkt 19	13500	0.44		40

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

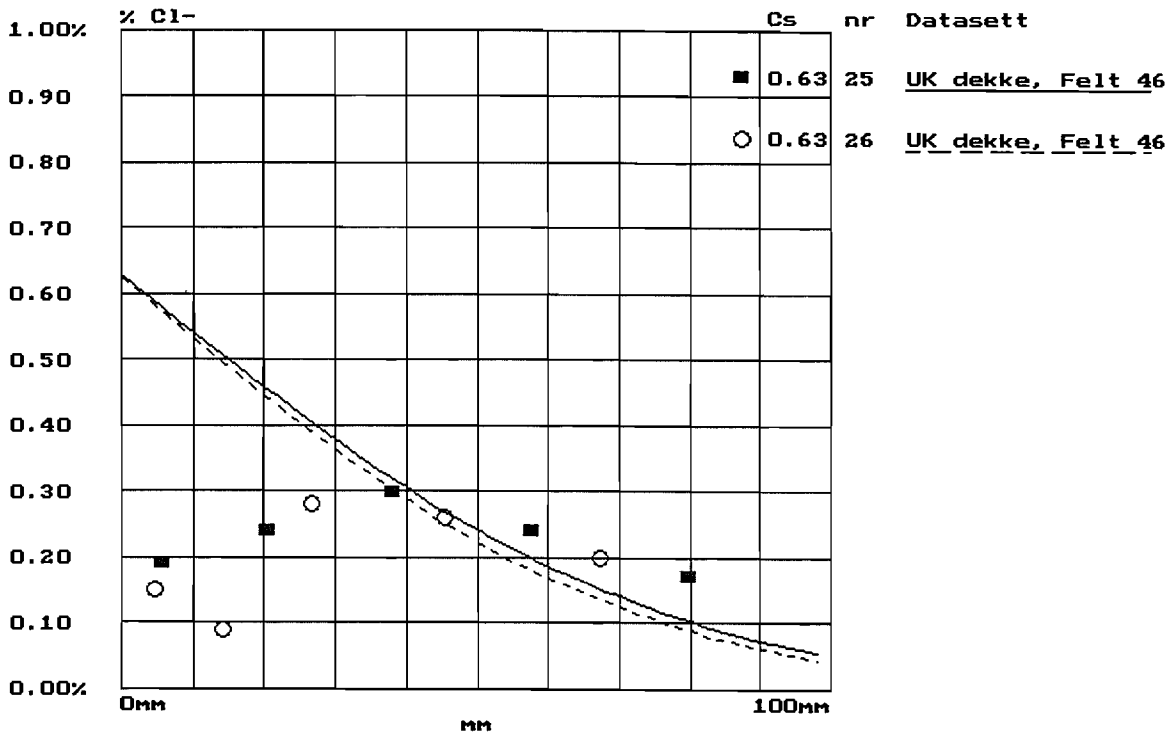




Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	%	mm <sup>2</sup> /	
			Alder	år
		Cs	D	
25 UK dekke, Felt 46, Punkt 20	13500	0.63	45	
26 UK dekke, Felt 46, Punkt 21	13500	0.63	40	

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

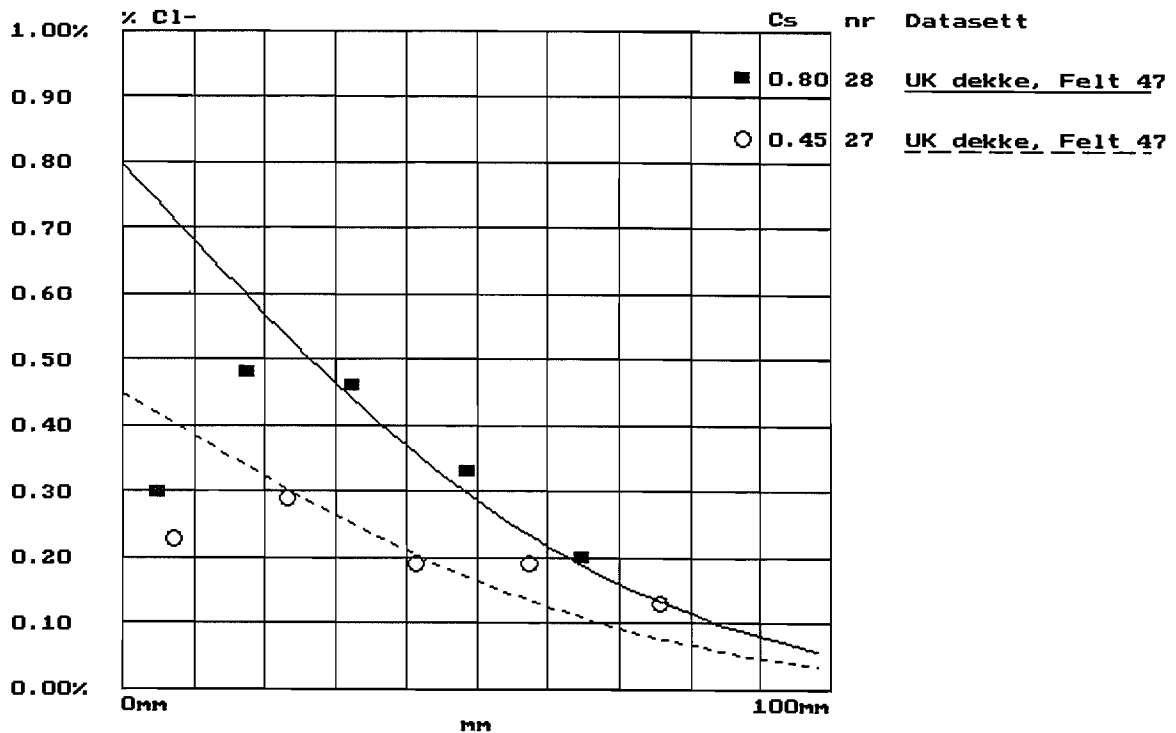


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	% Alder	Cs	mm <sup>2</sup> /år D
27 UK dekke, Felt 47, Punkt 22	13500	0.45	0.45	42
28 UK dekke, Felt 47, Punkt 23	13500	0.80	0.80	41

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

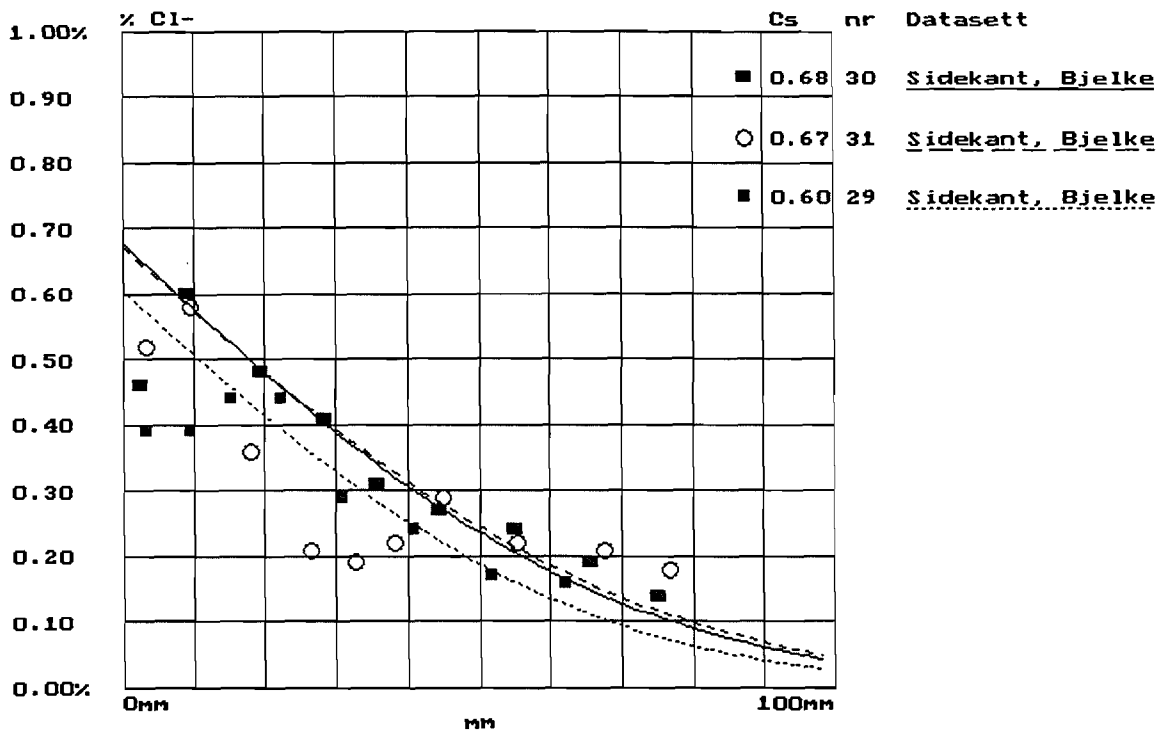
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	%	mm <sup>2</sup> /
			år
	Alder	Cs	D
29 Sidekant, Bjelke 44, Punkt 24	13500	0.60	33
30 Sidekant, Bjelke 44, Punkt 25	13500	0.68	38
31 Sidekant, Bjelke 44, Punkt 26	13500	0.67	41

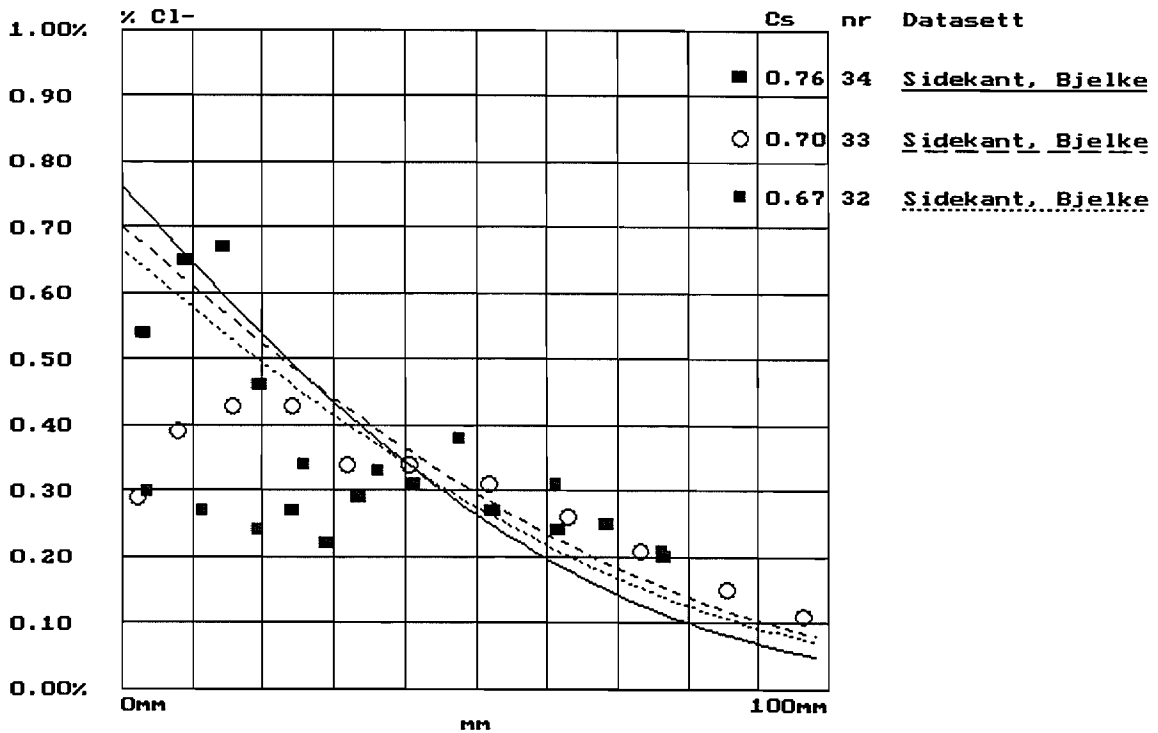
Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
 Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	% Cs	mm <sup>2</sup> /år D
32 Sidekant, Bjelke 44, Punkt 27	13500	0.67	51
33 Sidekant, Bjelke 44, Punkt 28	13500	0.70	52
34 Sidekant, Bjelke 44, Punkt 29	13500	0.76	38

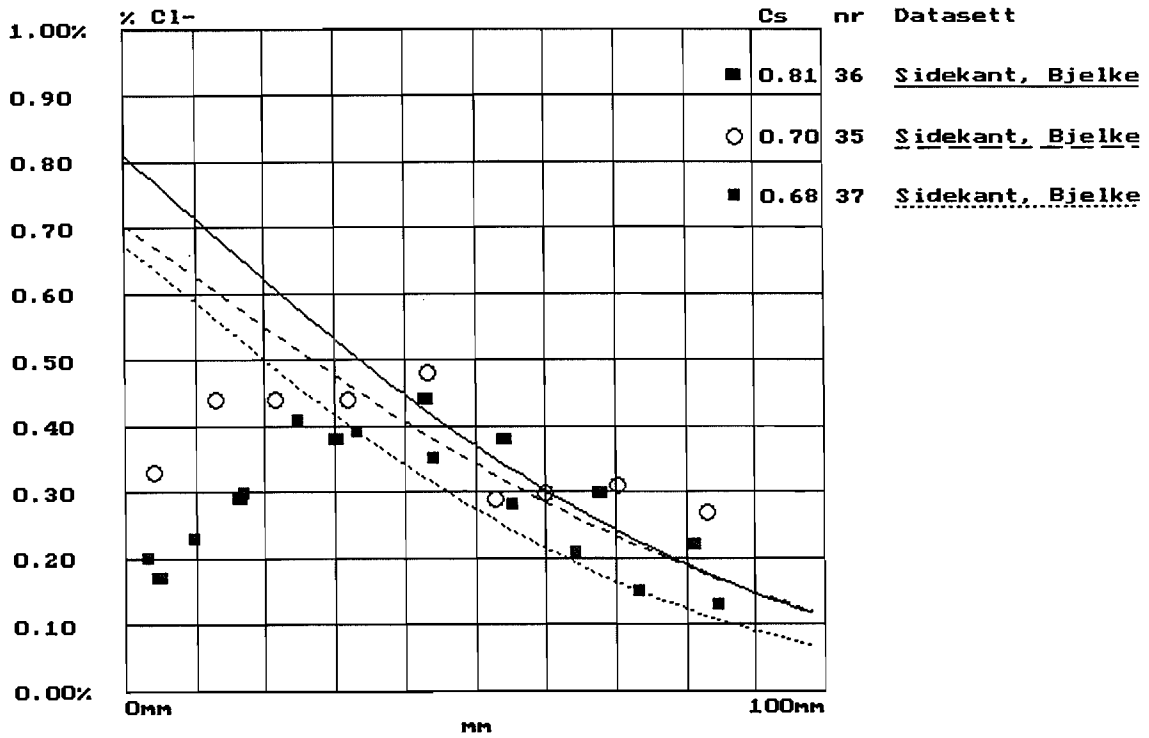
Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	%	mm <sup>2</sup> / år
	Alder	Cs	D
		*. **	
35 Sidekant, Bjelke 45, Punkt 30	13500	0.70	70
36 Sidekant, Bjelke 45, Punkt 31	13500	0.81	61
37 Sidekant, Bjelke 45, Punkt 32	13500	0.68	49

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :





## **Vedlegg V7**

**Kloridprofiler fra eksisterende betong:**

- **fra 1998, før vannveisling**

**4 sider**





Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_GML

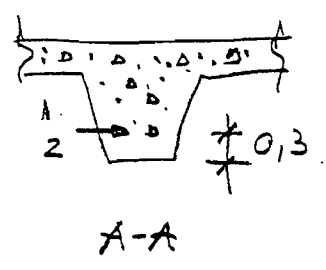
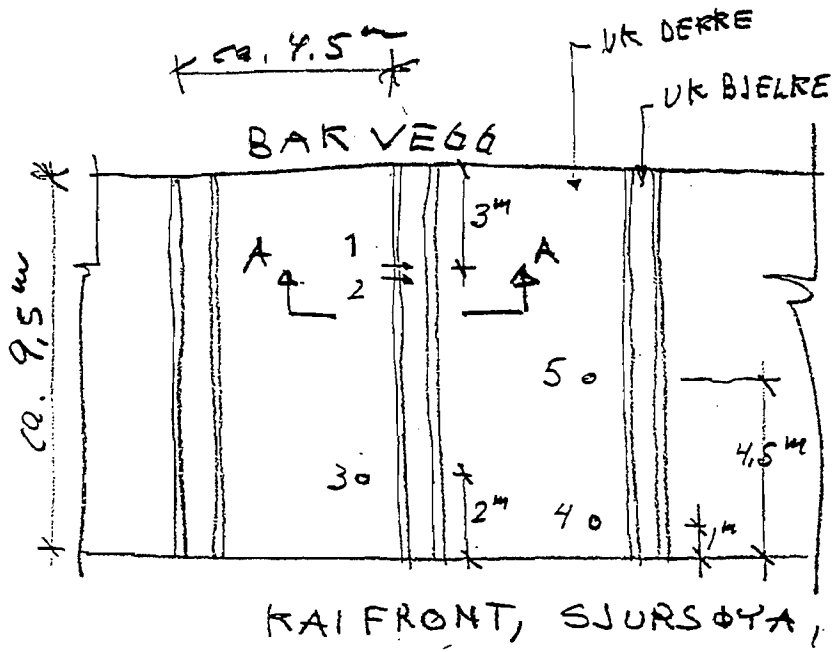
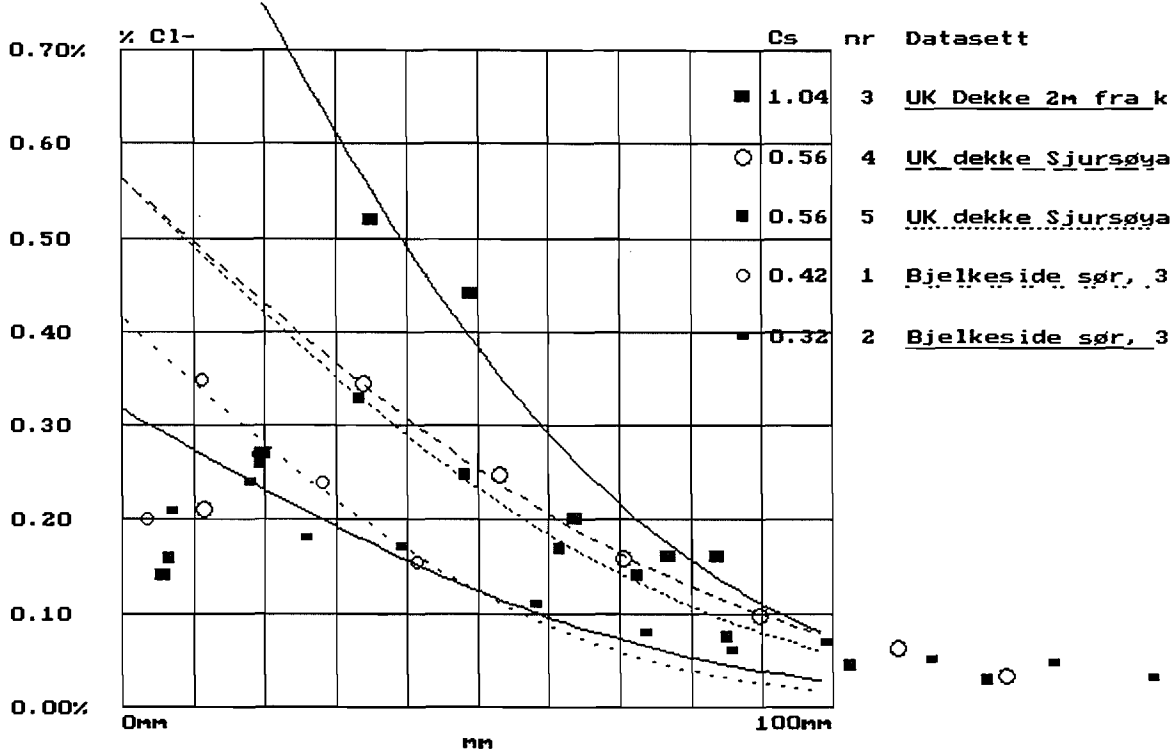
Utskrift-dato: 13.02.2001

Oppdrag: Kai Sjørøya - Eksist. betong 1998

Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	Alder	%	mm <sup>2</sup> /år	
			Cs	D
1	13500	0.42	31	
2	13500	0.32	46	
3	13500	1.04	42	
4	8/4	0.56	59	
5	9/5	0.56	51	

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :

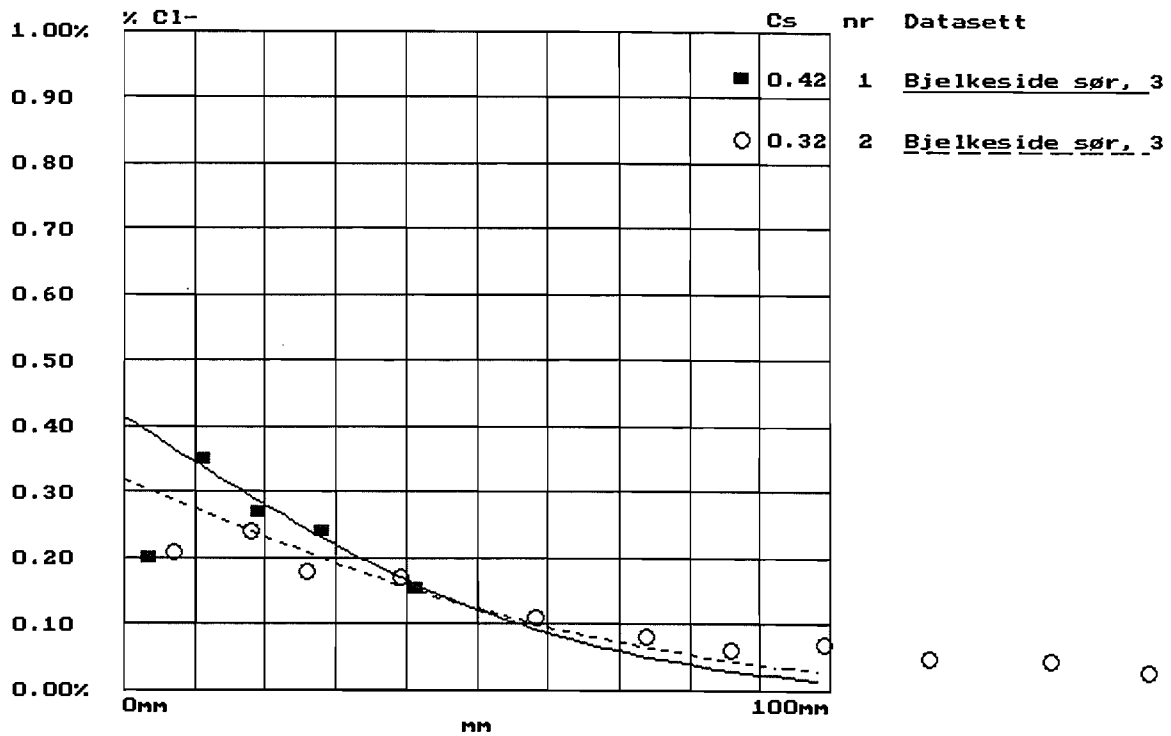


Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	dager	% Alder	Cs	mm2/år D
1	13500	0.42	31	
2	13500	0.32	46	

Datasett ovenfor er sortert etter nr.

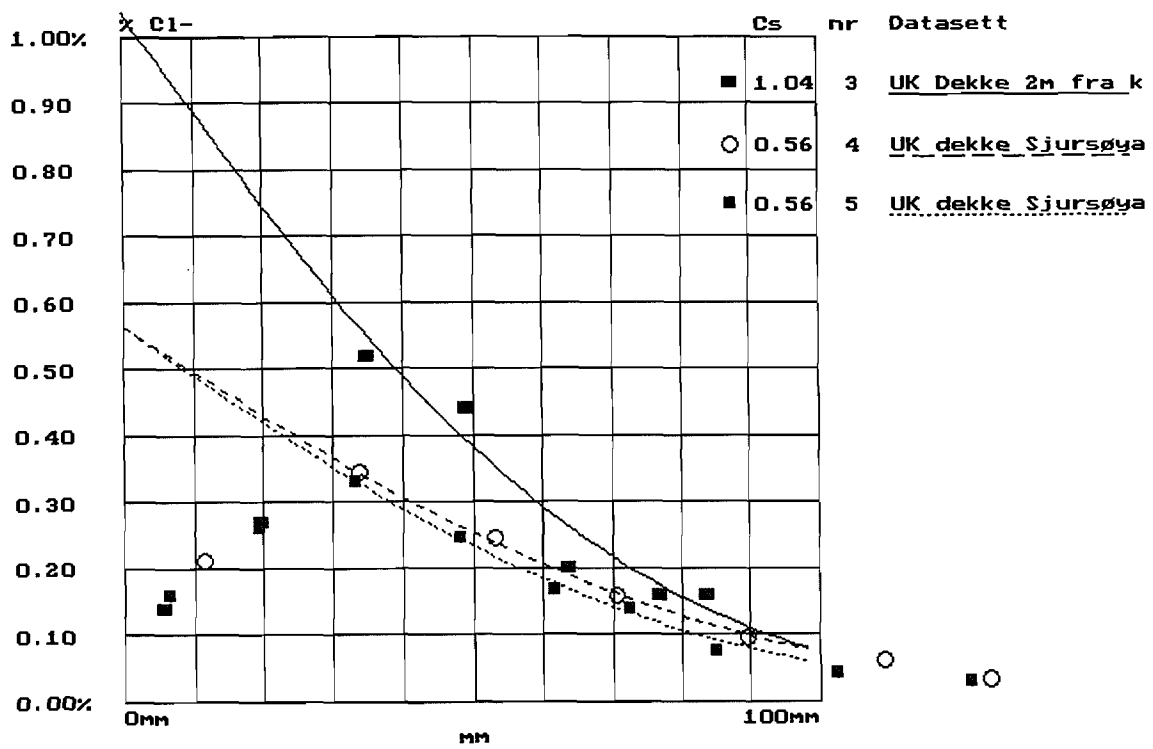
Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Flere datasett på samme figur:

nr Datasett	Alder	dager	%	mm <sup>2</sup> /	
				Cs	år
3	UK Dekke 2m fra kaifront, 1m sør for bjelke	13	13500	1.04	42
4	UK dekke Sjursøya, 24.9.98 før meisling hull	8	13500	0.56	59
5	UK dekke Sjursøya, 24.9.98 før meisling hull	9	13500	0.56	51

Datasett ovenfor er sortert etter nr.  
 Datasett nedenfor er sortert etter Cs :



Selmer ASA

Betongteknologiavdelingen

Filnavn: SJUR\_GML

Utskrift-dato: 14.02.2001

Oppdrag: Kai Sjursøya - Eksist. betong 1998

OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

		beta	Herde	max.	Eksp.		mm <sup>2</sup> /år	
		tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1 Bjelkeside sør, 3m fra bakvegg, 0,3m fra UK :

		0.20	30	0.35	0.00	13500	0.42	31
3.7	11.1	19.0	28.0	41.5				
0.20	0.35	0.27	0.24	0.15				

2 Bjelkeside sør, 3m fra bakvegg, 0,3m fra UK /2 :

		0.20	28	0.24	0.00	13500	0.32	46
7.1	18.0	26.0	39.3	58.3	73.8	85.8	99.2	114.1
0.21	0.24	0.18	0.17	0.11	0.08	0.06	0.07	0.05

3 UK Dekke 2m fra kaifront, 1m sør for bjelke  $\sqrt{3}$

		0.20	28	0.52	0.00	13500	1.04	42
5.7	19.5	34.9	49.1	63.9	76.9	83.5		
0.14	0.27	0.52	0.44	0.20	0.16	0.16		

4 UK dekke Sjursøya, 24.9.98 før meisling hull 8/4 :

		0.20	28	0.34	0.00	13500	0.56	59
11.3	33.7	53.0	70.5	89.7	109.2	124.5		
0.21	0.34	0.25	0.16	0.10	0.06	0.03		

5 UK dekke Sjursøya, 24.9.98 før meisling hull 9/6 :

		0.20	28	0.33	0.00	13500	0.56	51
6.4	19.5	33.1	48.2	61.6	72.5	85.1	102.5	121.9
0.16	0.26	0.33	0.25	0.17	0.14	0.08	0.04	0.03

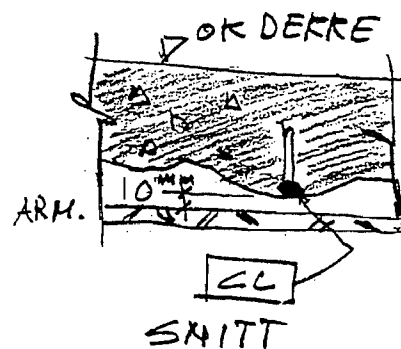
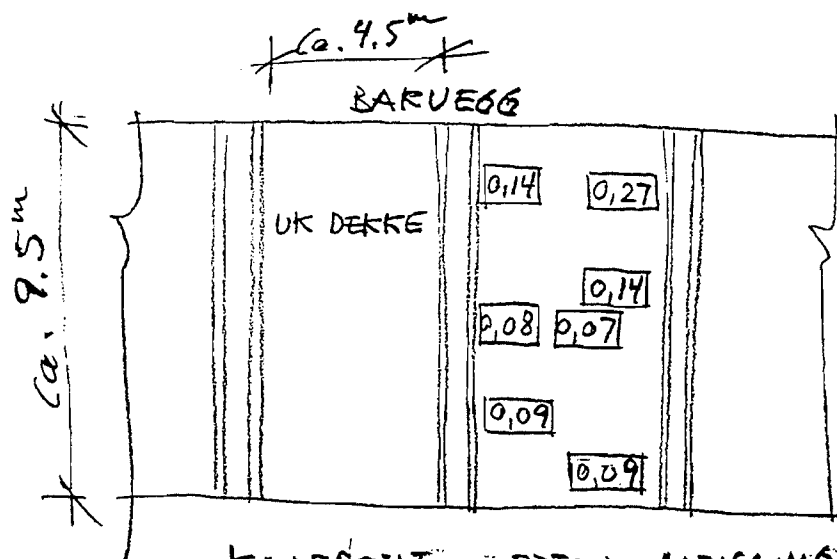
## **Vedlegg V8**

### **Kloridprofiler fra eksisterende betong**

- **fra 1998, etter vannveisling, bak armering, før påsprøyting**

**2 sider**





KAI FRONT, EITER MEISLING  
 KLORIDER I MEISLET OVERFLATÉ,  
 CA. 10mm BAK FRIMEISLET ARMERING

## OVERSIKT OVER DATASETTENE.

Kun 9 punkter er tatt med her.

Nr. Datasettnavn

Herde

max.

Eksp.

mm<sup>2</sup>/år

beta		tid0	Cm	Ci	dager	Cs	D
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl	%Cl

1 Bak armering etter meisling, 3m fra forkant :  
 0.00 28 0.09 0.00 13500 0.10 7  
 2.0 7.0 12.6 20.1  
 0.09 0.07 0.06 0.04

2 Bak armering etter meisling, 4,5m fra forkant :  
 0.00 28 0.08 0.00 13500 0.08 13  
 3.4 11.6 20.1 26.9  
 0.08 0.06 0.05 0.04

3 Bak armering etter meisling, 4,6m fra forkant :  
 0.00 28 0.07 0.00 13500 0.08 19  
 4.4 13.1 23.3 36.4 46.9  
 0.07 0.05 0.04 0.03 0.03

4 Bak armering etter meisling, 5m fra forkant :  
 0.00 28 0.15 0.00 13500 0.18 4  
 3.7 10.9 17.2  
 0.15 0.09 0.06

5 Bak armering etter meisling, 7,5m fra forkant :  
 0.00 28 0.27 0.00 13500 0.29 55  
 4.3 13.8 24.5  
 0.27 0.24 0.22

6 Bak armering etter meisling, 7m fra forkant :  
 0.00 28 0.14 0.00 13500 0.18 7  
 5.9 16.8 27.0  
 0.14 0.08 0.05

7 Bak armering etter meisling, 1,5m fra forkant :  
 0.00 28 0.09 0.00 13500 0.11 8  
 4.3 13.5 23.1 33.8  
 0.09 0.06 0.05 0.05



## **Vedlegg V9**

**Diverse tidlige notater,  
Slaggsementdata,  
Oslo Havnevesens kloridprofiler**

**12 sider**



NOTAT

Fra: Jan Erik Carlsen Selmer ASA

Dato: 14. sept. 1998

Vannmeisling med sjøvann.

Rehabilitering av betongkonstruksjoner i marint miljø dreier seg ofte om fjerning av kloridholdig betong inn til en viss dybde bak armeringen. Dersom betongen i dette ytre sjiktet fjernes v.h.a. vannmeisling (800-1000 bar) så går det med store mengder vann. Generelt blir det brukt ferskvann til meislingen, men enkelte rehabiliteringsobjekter ligger langt fra ferskvannskilder, og spørsmålet er da om det er mulig å benytte sjøvann til meislingen.

I det følgende eksempel er det sett på en C25/C35-betong (høyere fasthet er gunstigere), i omgivelser som tilsvarer verdenshavene, som er vannmeislet med sjøvann.

Forutsetninger:

Betongen:	vann/semest-tallet, v/c:	0,6-0,8
	kapillærporeprosent i sementpastaen:	13 %
	pastavolumets andel av betongen:	30%
Sjøvannet:	saltinnhold:	3,5% (hvorav 62% er klorider Cl <sup>-</sup> )

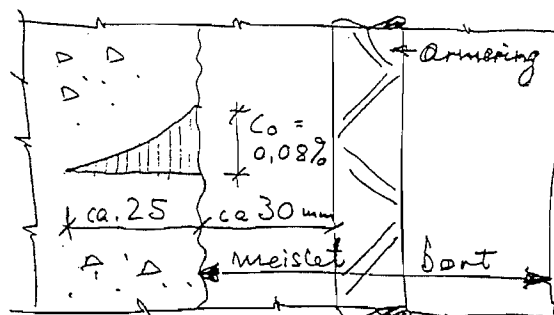
Den frilagte betongoverflaten vil inneholde noe klorider fra vannmeislingen med sjøvann. I betongoverflaten kan hele kapillærporen være fylt med sjøvann, tilsvarende et kloridinnhold C<sub>0</sub> % av betongvekt. Det antas at betongen/pastaen får et jevnt avtagende kloridinnhold innover til en dybde ca. 25 mm, hvor kloridinnholdet er 0.

Fra det ovenstående kan kloridprosenten C<sub>0</sub> beregnes:

$$C_0 = 3,5\% * 62\% * 13\% * 30\% * 100\% = 0,035 * 0,62 * 0,13 * 0,30 * 100\% = 0,08 \%$$

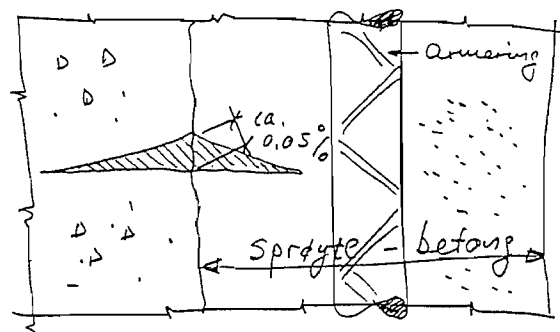
Iflg. Norm for betongrehabilitering (RIF) skal kloridholdig betong fjernes til min. 30 mm bak armering.

Straks etter vannmeisling vil fig. 1 gjelde for kloridinnholdet i den frimeislede overflaten i den eksisterende betongen:



Sprøytebetong påsprøytes.

Etter en tid vil kloridprofilet i fig. 1 ha jevnet seg ut som vist i fig. 2:



Det kan antas at grensen for kloridinnhold som gir minimal risiko for korrosjon for en betong med 300 kg sement pr. m<sup>3</sup> betong er ca. 0,05% av betongvekt.

Mulig korrosjonsrisiko opptrer ved kloridinnhold ca. 0,05-0,13% av betongvekt.

## NOTAT

Fra: Jan Erik Carlsen Selmer ASA  
Dato: 15. sept. 1998

### Utjevning av klorider bak armering

Ved rehabilitering av betongkonstruksjoner i marint miljø skal kloridholdig betong fjernes, iflg Norm for betongrehabilitering (RIF), til 30 mm bak armeringen. Når betongen fjernes v.h.a. vannmeisling kan avstanden fra armeringen og inn til den meislede overflaten variere fra 0 mm til 100 mm. 0 mm oppstår for betongen som ligger rett bakenfor et armeringsjern som ligger parallelt med vannmeislingsdysen fremdriftsretning. Her kan det stå igjen en rygg av betong som ligger helt innpå armeringsjernet fordi betongen ligger i skyggen av armeringsjernet. Andre steder, hvor vannmeislingsdysen kommer best til, kan betong ha blitt fjernet opptil 100 mm innenfor armeringen. Gjennomsnittlig meislet dybde anslås til 60-70 mm.

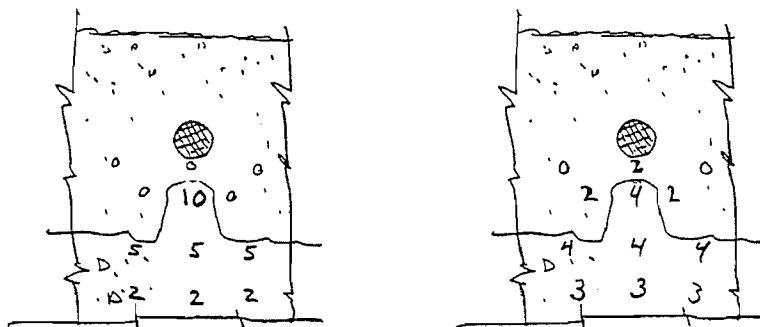
Det er vanlig å fjerne ryggen bak armeringsjernene mer eller mindre manuelt etter at roboten er ferdig med de store flater. Man fjerner betongen som ligger nærmest armeringsstangen, slik at jernet blir godt omhyldet av den nye sprøytebetongen, ca. 10mm klaring mellom armering og betongryggen. Den robotiserte måten å fjerne betongen på (som er det fornuftigste alternativ på store flater) har altså den ulempe at den fjerner betong dårligst der hvor det trengs mest (rett bak langsgående armering), mens det i partier mellom armeringsstenger fjernes til dels mye mer enn nødvendig. For betongkonstruksjonens bæreevne er det oftest best med minst mulig fjerning av betong, og derfor er det ikke logisk at den gjennomsnittlige fjernede dybde bak armering er hele 60-70 mm så lenge det allikevel må gjøres noe rett bak en del av armeringsstengene.

Dersom betongryggen som ligger 10mm innenfor armeringen inneholde klorider, så vil disse klorider med tiden diffundere ut i den omgivende sprøytebetong. Diffusjonen vil skje i retning mot armeringsjernet, men også ut til sidene av ryggen. Det er derfor av betydning at det er en rygg med sider slik at kloridtransporten fra ryggen også vil skje sideveis, og således avlaste kloridtransporten mot armeringsjernet. Et vesentlig spørsmål blir da hvor stor høyde ryggen bør ha.

Betongkonstruksjonene som rehabiliteres har gjerne en betongfasthet ca. tilsv. C25 (-C35), mens den påførte sprøytebetongen har fasthet ca. C45-C55. Disse to betongtyper har forskjellig kloriddiffusjonskoeffisienten  $D$ , hvor  $D$  for sprøytebetongen er 4-5 ganger så liten som for en C25-betong. Det medfører at transporten av klorider i betongryggen vil skje mye raskere i den gamle betongen enn ut i sprøytebetongen.

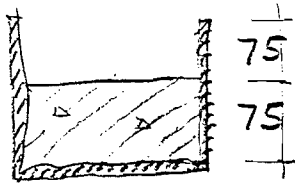
Den høyeste konsentrasjon av klorider vil finnes i ryggen nærmest armeringsjernet. Herfra vil kloridionene diffundere ut i strøytebetongen, både mot jernet og ut til sidene av ryggen, og videre innover i den gamle betongen (som har en lavere kloridkonsentrasjon enn i toppen av ryggen). Siden transporten av kloridioner skjer raskere i den gamle betongen vil konsentrasjonen i toppen av ryggen avta og minke påkjenningen/kloriddiffusjonen mot armeringsjernet.

Det er i figuren gjort et overslag over kloridkonsentrasjonen rundt ryggen og armeringsjernet med en gjennomsnittlig høyde på ryggen på ca. 20 mm. Ryggens bredde er antatt å være 30 mm. Tallene i fig. er relative tall for kloridkonsentrasjonen, og skal anskueliggjøre utviklingen over tid.

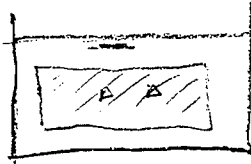


Dette får være en arbeidshypotese, som grunnlag for videre undersøkelser som tenkes utført i 98/99.

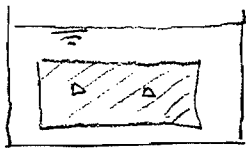
# LAB-testing i innestoppte klorider



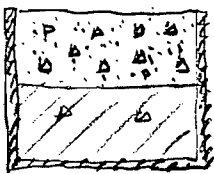
C35 støpes halvt opp  
i en 150mm terningsform  
 $D_{max} = 8-11\text{mm}$ , RØD C35



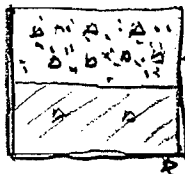
Herding i 20°C vann i 2 døgn.



Neddykket i 28 døgn i  
10% Ca-vann i 20°C

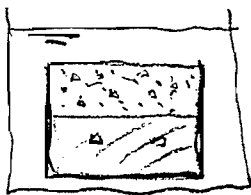


Reparasjonsbetong  
støpes på



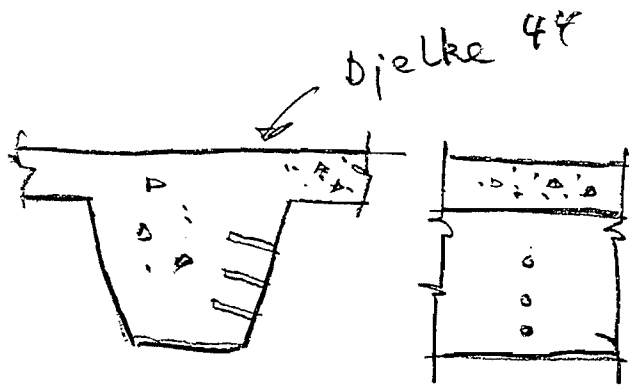
epoxy påføres,

Deretter: Herding i 28 døgn  
i fuktvakuum i 20°C

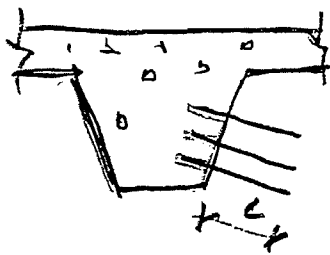


Eksposering i sjøvann,  
kloridprofiler tas etter  
200 d, 1 år, 2 år ...  
gjennom hele terningen.

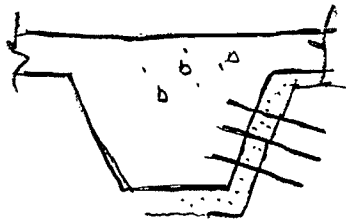
# IN SITU - testing lunde støpte klorider



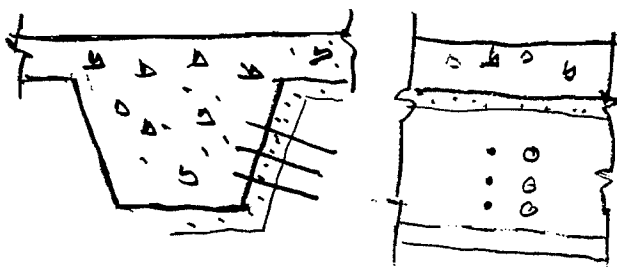
Kloridprofiler fra  
kai for reparasjon  
( $\phi 24$  mm hull)



Rustfritt stål  $\phi 10$  mm  
støpes inn i  $\phi 24$ -  
hullene, med kjent  
lengde L



Sprøytebetong  
påføres



Kloridprofiler  
tar gjennom  
sprøytebetong  
etter 4 timer  
eksponeringstid

# CEM III/B 42.5 LH HS

*The following information is supplied in good faith and may be used to assess the usefulness of this cement for a specific application. The data presented are typical values and should not be used as specification criteria for the performance of this cement. Where one or more of the technical properties of this cement has to be guaranteed, will do so by separate letter, explicitly stating the requested warranty.*

## **General purpose Blastfurnace cement; Normal strength development; Sulphate resistant; Low heat; Low alkali.**

This cement is suitable for work where a low heat Blastfurnace cement in combination with sulphate resistance is asked for. Because of its excellent sulphate resistance, the use of this cement is recommended in situations where concrete has to be placed in sulphate-bearing soils or sulphate-bearing water. This cement is also the right choice for concrete in a marine environment. Concrete made with this cement shows a high resistance to chloride diffusion, thus reinforcement will be well protected, even in tidal zones. The heat of hydration of this cement (low heat cement) makes it suitable for use in mass concrete structures.

The high slag content deems the cement suitable for use in concretes, where potentially alkali-silica reactive aggregates are to be used.

This cement can be used in combination with any other Portland, Blastfurnace, or Portland fly ash cement; this will however influence the specific properties of the cement.

### **Standards**

This cement complies fully with the standards listed.

- ENV 197-1 : CEM III/B 42.5
- NEN 3550 : CEM III/B 42.5 LH HS
- DIN 1164 : CEM III/B 42.5-NW/HS/NA
- NBN B 12 : CEM III/B 42.5 HSR LA

The use of this cement is also indicated where low heat Blastfurnace cement conforming to BS 4246:1991 or ASTM C595-92 type IS (MS), (MH); or any other sulphate resisting cement is specified. Although it may differ in certain respects, this cement fully meets or exceeds the technical requirements of these standards.

### **Chemical analysis**

	<b>% by mass</b>
CaO	44
SiO <sub>2</sub>	28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1
MgO	9
SO <sub>3</sub>	3.0
Cl <sup>-</sup>	approx. 0.03
slag content	approx. 76
loss on ignition	approx. 1
insoluble residue	approx. 1
Na <sub>2</sub> O-equivalent	0.6

Due to the high slag content this cement can be classified as 'low alkali cement'.

### **Fineness**

#### **Specific surface area**

This cement has a typical specific surface area of 390 m<sup>2</sup>/kg, determined by air permeability method in accordance with European standard EN 196-6.

#### **Specific gravity, bulk density**

The specific gravity of this cement is 2.95 kg/l. Its bulk density depends mainly on the degree of packing;

Loose: 1.0 kg/l.

Compacted: 1.2 kg/l.

#### **Initial setting time**

The initial setting time, as determined in accordance with the European standard EN 196-3, is 210 minutes.

### Heat of hydration

The heat of hydration as determined by the solution method is < 270 J/g after 7 days at 20°C.

### Compressive strength

age days	compressive strength	
	MPa	psi
1	5	700
2	12	1700
3	18	2600
7	34	4900
28	52	7500

Note: The compressive strengths given are determined on specimens, made, stored and tested in accordance with the European standard EN 196-1.

For an indication of the equivalent strength conforming to ASTM: Strengths under 30 MPa remain unaltered, strengths over 30 MPa should be multiplied by 0.75.

### ENCI N.V. Sales Department

P.O. Box 3233, 5203 DE 's-Hertogenbosch, The Netherlands

Phone: +31 73 640 12 04 Fax: +31 73 640 12 18



## Fra Oslo Havnvesen

### Søndre Sjursøykai

Kaien er tidligere reparert med fiberarmert sprøytebetong i dekke og dragere. Det høye kloridinnholdet (opptil 2,5% i drager v. kaifront) er den mest sannsynlige årsaken til korrosjonen som nødvendiggjorde en reparasjon.

Ellers nevnes svinnriss og utluting.

Kaien har/har hatt for store skader til at elektrokjemisk avsalting er en aktuell reparasjonsmetode.

Armeringskorrosjonen er sannsynligvis allerede i fullgang igjen, det må undersøkes nærmere. Vurder katodisk beskyttelse/mekanisk reparasjon med fjerning av kloridinnisert betong.

# SØNDRE SJURSØYKAI

Bygget når ? 1952-71 (1959-60)

Typekai : ~~Morsø~~ / pelekai

Type betong:

Overdekning: dekk: 45055, drainage 100

Armering UK:

evt. till. reparasjoner:

tillatt nyttelast: 3,0 t/m<sup>2</sup> (2,0 t/m<sup>2</sup>)

trykkløse deler:

# Kloridtest (Quantab), kai: Søndre Sjørøyhai nr. 11, dato des

Generelle merknader:

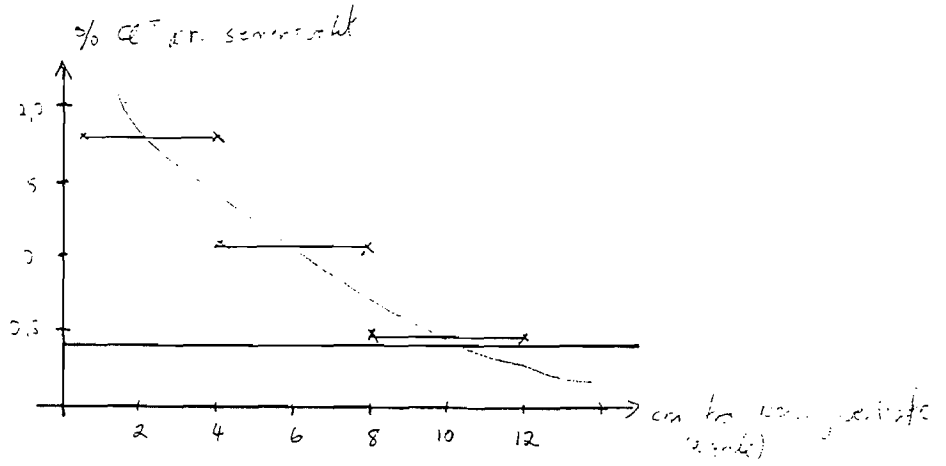
Hvor prøven er tatt.	Dybde fra betong overflaten. cm	Quantab. avlesning	mg $Cl^-$ /liter	$Cl^-$ pr. sementvekt
"k. deluke, ytterst	a) 0,5-4	4,6	299	1,79
	b) 4-8	3,4	176	1,06
	c) 8-12	2,0	79	0,47
2. v.k. deluke, innerst	a) 0,5-4	4,4	279	1,67
	b) 4-8	3,4	176	1,06
	c) 8-12	2,4	104	0,62
drager, ytterst	a) 0,5-4	4,8	326	1,96
	b) 4-8	3,6	197	1,18
	c) 8-12	1,6	56	0,34
drager, innerst	a) 0,5-4	5,6	437	2,62
	b) 4-8	3,2	155	0,93
	c) 8-12	1,8	67	0,40

# Søndre Sjørsøykai, deluke og drager

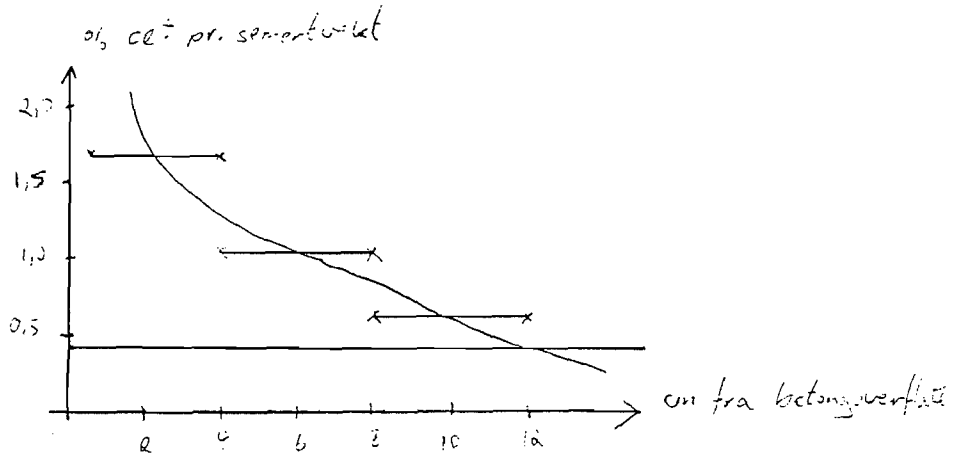
des. 90

Ø1

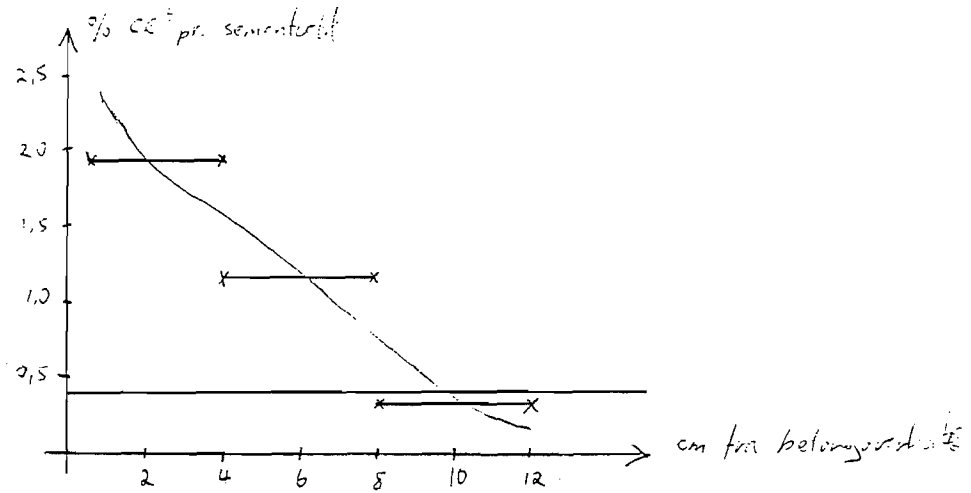
deluke, ytterst



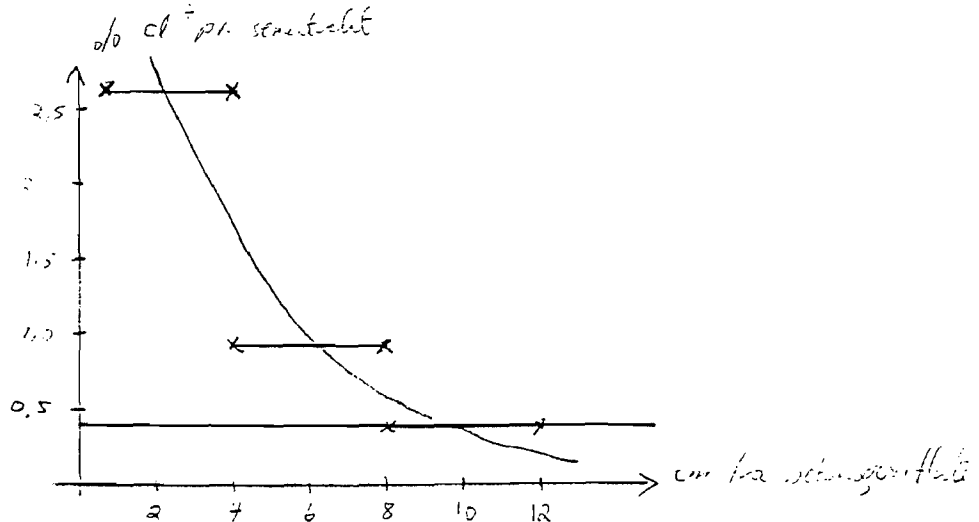
deluke, innerst



drager, ytterst



drager, innerst



Söndru Sjúkshöfud , nr: 21. U

2-öve	Aust. Venstre kúll Aust. Kai front (m)	Prófu dybde ①	Prófu dybde ②	Prófu dybde ③	Prófu dybde ④
<u>l. dekk</u> yðerst	v: Drögn 2.6 f: 1	0,5 - 4 4.6	4 - 8 3.4	8 - 12 2.0	
<u>l. dekk</u> innerst	v: 2.6 f: 2	0,5 - 4 <del>4.4</del> <del>3.8</del>	4 - 8 3.4	8 - 12 2.4	
<u>rager</u> yðerst	v: 3.6 f: 1	0,5 - 4 4.8	4 - 8 3.6	8 - 12 1.6	
<u>draager</u> innerst	v: 2.6 f: 2	0,5 - 4 5.6	4 - 8 3.2	8 - 12 1.8	
<u>spyle</u> yðerst	v: f:				
<u>h. spyle</u> innerst	v: f:				

Merlunader :

