

# 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. 17**

### **Korrosjonsegenskaper for rustfri armering.**

### **Aktivitet DP2 C1**

---

Prosjektet er støttet av BA-programmet i Norges forskningsråd



# BETONGKONSTRUKSJONERS LIVSLØP

Rapport nr. 17

Korrosjonsegenskaper for rustfri armering

Aktivitet DP2 C1

Utgiver:

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

FORFATTER(E):

Vennesland, Ø., NTNU

INTERN RAPPORT NR.

GRADERING

Åpen

ANTALL SIDER OG BILAG

14+16

RAPPORTNR./ ISBN.:

82-91228-22-1

DATO

Januar 2008

PROSJEKTLEDERE:

Finn Fluge og Bernt Jakobsen

KORT SAMMENDRAG

Det er utført en sammenlignende undersøkelse av bestandighetsegenskapene til rustfri armering innstøpt i betong og eksponert for klorider. Det er støpt ut prøvestykker med innlagt armering av følgende stålqualiteter varmvalset rustfritt stål W 1.4429, kaldtrukket rustfritt stål W 1.4401, varmvalset Duplex W 1.4462, kaldtrukket Duplex W 1.4462 og vanlig svart armering.

Prøvestykkene har dimensjon 100 x 100 x 200 mm og er fremstilt av betong med masseforhold 0,66. Prøvene er eksponert i et saltpåsprøytingskammer hvor de ble påsprøytet en 3% NaCl oppløsning etterfulgt av uttørking i 4-timers sykluser. Etter 35 ukers eksponering ble syklusen endret til saltpåsprøyting i 4 timer og 20 timers uttørking.

Kloridinnholdet, målt i et snitt 19,5 – 20,5 mm fra betongoverflaten, var etter 40 ukers eksponering 0,08 av betongvekt, tilsvarende 0,58% av sementvekt.

Korrosjon registreres ved å måle strømmen i et galvanisk element der armeringsstålene som skal undersøkes er anode og et armeringsnett katode. Etter ett års eksponering indikerte målingene at systemet fremdeles var i passiv tilstand og at det ikke pågikk korrosjon på noen av armeringsstålene.

Videreføring av prøveprogrammet ville kreve at inntrengningen av klorider ble akselerert gjennom uttørking og saltpåsprøyting med en mer konsentrert NaCl oppløsning.

Det igangsatte prøveprogrammet ble avsluttet.

STIKKORD	NORSK	ENGLISH
	Armeringskorrosjon	Reinforcement corrosion
	Klorider	Chlorides
	Rustfri armering	Stainless steel reinforcement
	Kritisk kloridnivå	Critical chloride content

<b>Rapport</b>	<b>Nr. 17</b>	Korrosjonsegenskaper for rustfri armering.
<b>Prosjekt</b>		<b>Betongkonstruksjoners livsløp</b> Et utviklingsprosjekt i samarbeid mellom offentlige byggherrer, industri og forskningsinstitutter.
<b>Aktivitet</b>	<b>DP2 C1</b>	Vedlikeholds- og oppgraderingsmetoder Rustfri armering Korrosjonsundersøkelse av rustfri armering
<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 82-91228-22-1 50 eksemplarer trykt av Statens vegvesen, Teknologivdelingen  © Statens vegvesen 2008
<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>		Armeringskorrosjon Klorider Rustfri armering Kritisk kloridnivå
<b>Key words</b>		Reinforcement corrosion Chlorides Stainless steel reinforcement Critical chloride content

## 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 felterfaringer
- 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

A comparative laboratory investigation of chloride initiated corrosion has been performed on multiple reinforcement steel qualities embedded in concrete. The concrete specimens were exposed to chlorides in a salt spray chamber. Corrosion was registered by recording the macro cell current in a galvanic element where the investigated steel was the anode coupled to a net of reinforcement steels as cathode.

Concrete specimens were manufactured with reinforcement of hot rolled stainless steel W 1.4429, cold drawn stainless steel W 1.4401, hot rolled Duplex W 1.4462, cold drawn Duplex W 1.4622 and in addition ordinary black reinforcement.

The concrete test specimens had dimensions 100 x 100 x 200 mm, and were manufactured of concrete with water/cement ratio 0.66. The reinforcement was placed at two depths. The outer reinforcement consisted of two bars with 20 mm concrete cover going through the specimen. The inner reinforcement, (reinforcement net) consisted of three bars with 45 mm concrete cover going through the specimen. The outer steel bars were anodes and the object for the investigations. The reinforcement steels were going through the specimen in order to avoid potential crevice corrosion. In the transition zone between air and concrete the reinforcing bars were insulated with heat shrinkable tubing going 5 mm into the concrete. Exposed length of steel bars inside the concrete was 190 mm. The steel ends and the non-exposed sides of specimens were coated with epoxy.

All the concrete specimens were exposed in a salt spray chamber subjected to 4 hours cycles with spraying a solution containing 3% NaCl and followed by a drying period. After 35 weeks of exposure, in order to assure sufficient access of oxygen, the procedure was changed to 4 hours of salt spray cycle and 20 hours of drying cycle.

After 40 weeks in the salt spray chamber the chloride concentration at distance 19.5 – 20.5 mm from the concrete surface was found to be 0.08 % of concrete mass corresponding to 0.58 % of cement weight. At 15 – 19.5 mm from the surface the recorded chloride concentration was 0.11 % of concrete mass, corresponding to 0.80 % of cement weight.

The reinforcement was connected to a Zero Resistance Ampere Meter (ZRA). Corrosion was recorded by measuring the current between the reinforcement to be investigated (anode) and the reinforcing net (cathode). Corrosion potentials were also recorded.

After one year of exposure no sign of ongoing corrosion, related to any of the tested steels, was observed. As expected the current varied somewhat, primarily in the starting phase. After half a year of exposure the oxides stabilised and no current was recorded. No systematic connection between recorded current and steel quality was found. As the whole system was in a passive mode this become natural.

More time than expected has run without any observation of corrosion. Further tests should be accelerated by a more extensive drying process, in addition to use of a more concentrated NaCl solution.

The test programme was terminated.



- 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: 12 + 9 + 30  
Dato: Desember 2006
- 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: 14 + 46 + 12  
Dato: Desember 2006

- 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: 14 + 22 + 3 vedlegg  
Dato: Desember 2006
- 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: 14 + 20 + 2 vedlegg  
Dato: November 2007
- 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: 15 + 34  
Dato: Desember 2007
- 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: 14 + 57  
Dato: Desember 2007

- 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: 14 + 16  
Dato: Januar 2008
- 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:

**INNHOLDSFORTEGNELSE****FORORD**

iii

**SUMMARY**

v

**RAPPORTOVERSIKT**

vi

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

xi

**1. SAMMENDRAG**

xii

**2. RAPPORT – innhold utgjøres av følgende vedlegg**

NTNU rapport R-9-01, Juni 2001

Vennesland, Ø.

”Korrosjonsegenskaper for rustfri armering”.

## SAMMENDRAG

Det er utført en sammenlignende laboratorieundersøkelse av bestandighetsegenskapene til rustfri og vanlig svart armering innstøpt i betong og eksponert for klorider. Kloridbelastningen skjer ved at betongprøvene eksponeres i saltpåsprøyingskammer. Pågående korrosjon registreres ved å måle strømmen i et galvanisk element der den armeringen som skal undersøkes er anode.

Det er utstøpt betongprøver med innlagt armering bestående av varmvalset rustfritt stål W1.4429, kaldtrukket rustfritt stål W1.4401, varmvalset Duplex W1.4462, kaldtrukket Duplex W1.4462 samt vanlig svart armering.

Betongprøvestykkene har dimensjon 100x100x200 mm, og er fremstilt av betong med masseforhold 0,66. Armeringen er plassert i to dybder, en ytre armering (to gjennomgående stenger) med overdekning 20 mm og et indre armeringsnett (tre gjennomgående stenger) med 45 mm overdekning. Det er den ytre armeringen (anoden) som undersøkes. For å unngå tildekkingskorrosjon føres armeringen ut av prøven. I overgangssonen luft/betong er armeringen isolert med en krympestrømpe som går 5 mm inn i betongen. Eksponert armeringslengde i betongen er 190 mm. Ståler og sideflater som ikke skal eksponeres er isolert med epoksy.

Samtlige betongprøver ble eksponert i et saltsprøytkammer hvor de ble utsatt for 4-timers syklisk belastning med påsprøyting av 3% NaCl-oppløsning og etterfølgende uttørring. Etter 35 uker eksponering ble syklusen, for å sikre oksygentilgangen, endret til 4 timers med kloridpåsprøyting og 20 timers uttørring.

Etter ca. 40 uker i saltsprøytkammeret var kloridinnholdet, målt i et snitt 19,5 til 20,5 mm fra overflaten, 0,08% av betongvekt. Dette tilsvarer 0,58% av sementvekt. I sjiktet 15-19,5 mm var kloridinnholdet 0,11% av betongvekt, tilsvarende 0,80% av sementvekt.

Armeringen er koblet til et 0-motstandsamperemeter. Pågående korrosjon registreres ved å måle strømmen i et galvanisk element der armeringsstålene som undersøkes er anode og et armeringsnett katode. I tillegg foretas potensialmålinger.

Etter ett års eksponering var det fremdeles ingen målinger som indikerte pågående korrosjon på noen av armeringskvalitetene. Strømmen varierte som forventet noe – spesielt i startfasen. Etter et halvt års eksponering hadde tydeligvis oksidene stabilisert seg, og det måles nesten ikke strøm. Det er ikke funnet noen systematisk sammenheng mellom målt strøm og stålkvalitet. Etersom hele systemet er i passiv tilstand, er dette naturlig.

Det har tatt lengre tid enn antatt å få initiert korrosjon. Videreføring av prøveprogrammet ville kreve at inntrengningen av klorider ble akselerert gjennom uttørring og saltpåsprøyting med en mer konsentrert NaCl oppløsning.

Det igangsatte prøveprogrammet ble terminert.



Tittel <b>Korrosjonsegenskaper for rustfri armering</b>	Rapport nr. R-9-01
	Dato 2001-06-14
Forfatter Øystein Vennesland	Sign. øV
ISBN Nr. ISBN No. 82-7482-061-4	Antall sider 16 (9 + vedlegg)

Oppdragsgiver Forsvarets bygningstjeneste v/Dr.ing. Gro Markeset	Tilgjengelighet Lukket
---	---------------------------

Ekstrakt

Prosjektet går ut på å undersøke bestandighetsegenskaper for rustfri armering mhp armeringskorrosjon initiert av klorider.

Det er utstøpt prøver med stålkalitetene varmvalset W1.4429 rustfri armeringsstål, kaldvalset W1.4401 rustfri armeringsstål, varmvalset Duplex W1.4462, kaldvalset Duplex W1.4462 og vanlig svart armeringsstål.

Korrosjon registreres ved å måle strømmen i et galvanisk element der armeringen som undersøkes er anode og et armeringsnett er katode.

Samtlige prøver er plassert i et saltsprøytkammer hvor de opprinnelig ble utsatt for 4-timers syklur med henholdsvis påsprøyting av 3 % NaCl-oppløsning og uttørking. Etter 35 uker ble syklusen endret til 4 timers påsprøyting og 20 timers uttørking.

Foreløpig er det ikke noe som tyder på at det er oppstått korrosjon på noen av armeringskalitetene.

Det er planlagt å akselerere kloridinntrengingen ved uttørking og tilførsel av konsentrert NaCl-oppløsning.

Stikkord	Indexing terms
Armeringskorrosjon	Reinforcement corrosion
Klorider	Chlorides
Rustfri armering	Stainless steel reinforcement
Kritisk kloridnivå	Critical chloride content

## 1 INNLEDNING

Prosjektet går ut på å undersøke bestandighetsegenskaper for rustfri armering mhp armeringskorrosjon initiert av klorider.

Undersøkelsen gjennomføres i laboratoriet med sammenlignende prøving av rustfri armering og vanlig armering.

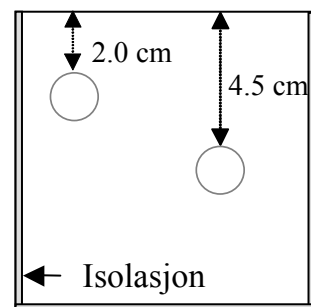
Kloridene bringes inn i betongen ved at prøvene er plassert i et saltsprøytchamber. Korrosjon registreres ved å måle strømmen i et galvanisk element der armeringen som undersøkes er anode og et annet armeringssjikt er katode. Når strømmen blir merkbart større, er det et tegn på at korrosjonsprosessen er startet på anoden (armeringen som undersøkes).

## 2 PRØVESTYKKER

Prøvestykkene er vist skjematisk i figur 1. Prøvene har dimensjon 100x100x200 mm og har armering i to dybder, en ytre armering (to gjennomgående stenger) med overdekning 20 mm og en indre armering (tre gjennomgående stenger) med 45 mm overdekning. Det er den ytre armeringen (anoden) som er gjenstand for undersøkelse.

For å unngå tildekkingskorrosjon føres armeringen ut av prøven. I overgangssonen luft/betong er armeringen isolert med en krympestrømpe 5 mm inn i betongen. Eksponert armeringslengde i betongen er 190 mm.

Eksponert stål og sideflatene isoleres med epoksy.



Figur 1. Skisse av prøvestykke

## 3 MATERIALER

Stålkvaliteter og data for betonger er gitt i tabell 1. Tabellene 2 og 3 angir betegnelsene på stålkvalitetene og viser hvordan stålene er plassert i prøvene.

Tabell 1 Stålkvaliteter og betongdata

Stålkvaliteter	Betongdata
Varmvalset W1.4429 rustfri armeringsstål	Tilslag: Årdal $D_{\max} = 16 \text{ mm}$
Kaldvalset W1.4401 rustfri armeringsstål	Sement: Anleggsement ( $330 \text{ kg/m}^3$ )
Varmvalset Duplex W1.4462	v/c: 0,66
Kaldvalset Duplex W1.4462	
Vanlig svart armeringsstål	

**Tabell 2 Betegnelse og diameter på stål**

Stålkvalitet	Betegnelse	Diameter (mm)
Varmvalset W1.4429 rustfri	RAV	16
Kaldvalset W1.4401 rustfri	RAK	16
Varmvalset Duplex W.4462	RADV	20
Kaldvalset Duplex W1.4462	RADK	16
Vanlig svart armeringsstål	VA	16

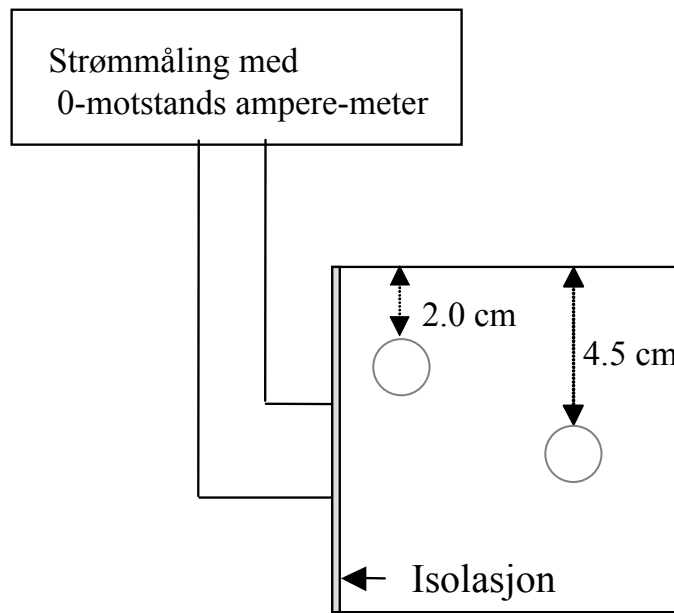
**Tabell 3 Plassering av stål**

	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4	Serie 5	Serie 6	Serie 7
Øverst	VA	RAV	VA	RAK	RADV	RADK	VA
Nederst	VA	VA	RAV	VA	VA	VA	RADV

#### 4 EKSPONERING

Samtlige prøver er plassert i et saltsprøytkammer hvor de utsettes for 4-timers cykler med henholdsvis påsprøyting av 3 % NaCl-oppløsning og uttørking.

Oppsett for måling av galvanisk strøm er vist i figur 2.



Figur 2 Skjematisk oppsett for måling av galvanisk strøm

#### 5 MÅLINGER

Stålet i prøvene er koblet til 0-motstandsamperemeter. I starten var alle målinger manuelle, men strømmålingene ble etter noen uker automatiske og rutinemessig lagret i en PC.



Potensialmålingene vil fortsatt bli manuelle og etter behov (Dvs når endring i galvanisk strøm indikerer endring i korrosjonsforholdene).

Samtlige prøver er plassert i et saltsprøytkammer hvor de opprinnelig ble utsatt for 4-timers syklere med henholdsvis påsprøyting av 3 % NaCl-oppløsning og uttørring. Etter 35 uker ble syklusen endret til 4 timers påsprøyting og 20 timers uttørring for å sikre oksygentilgangen.

## 6 RESULTATER

### 6.1 Innledende resultater

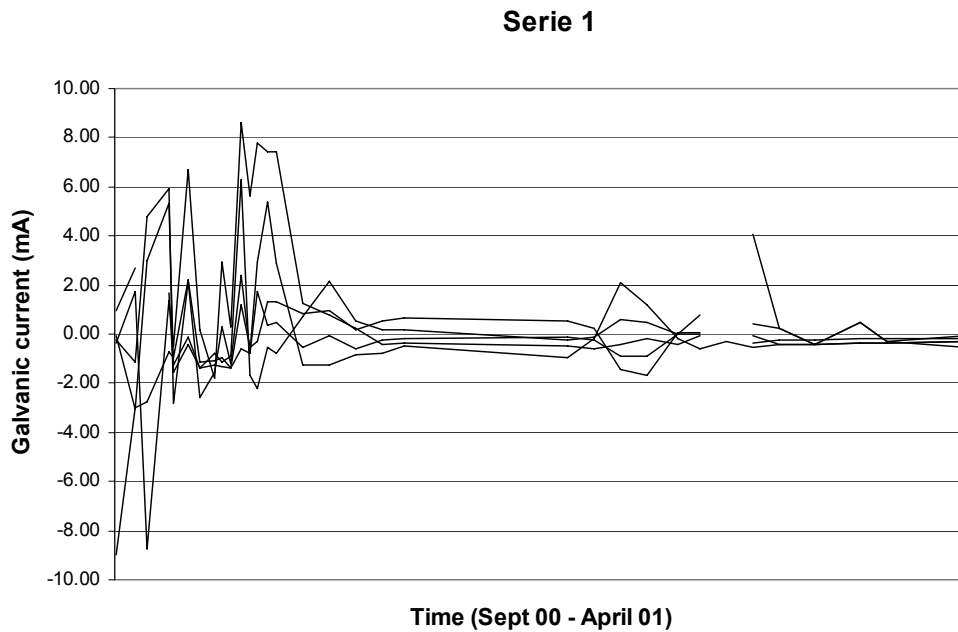
Resultater fra den første uka - potensialmålinger og strømmålinger - er vist i tabell 4 (manuelle målinger).

Tabell 4 Innledende resultater fra korrosjonstesting av rustfri armering

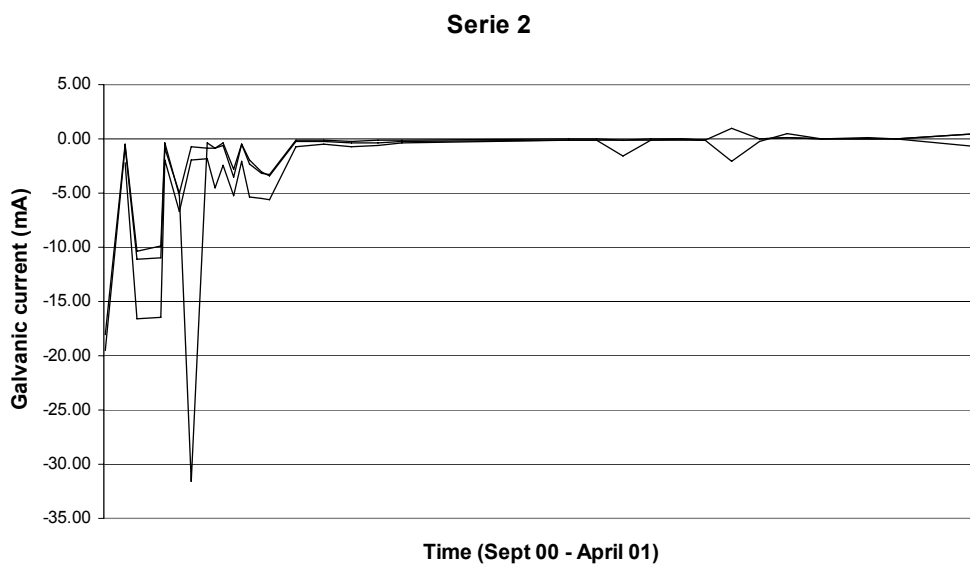
Prøve mrk	Type stål øverst	Type stål nederst (ref)	Potensial før sammenkobling 04/09 (mV)	Galvanisk strøm 2 døgn etter sammenkobling (µA)	Galvanisk strøm 7 døgn etter sammenkobling (µA)
1-1	VA	VA	8,7	0,95	2,7
1-2	VA	VA	-4,8	-0,38	1,2
1-3	VA	VA	27,6	-45	-22,8
1-4	VA	VA	-2,0	-0,06	-3,0
1-5	VA	VA	27,2	-9,0	-3,0
2-1	RAV	VA	-120	-60	-2,2
2-2	RAV	VA	-77,2	-20	-0,7
2-3	RAV	VA	-59,0	-18	-0,5
3-1	VA	RAV	85,5	17	0,6
3-2	VA	RAV	67,6	13	-0,02
3-3	VA	RAV	-2,9	3,5	-1,6
4-1	RAK	VA	-15,0	0	0
4-2	RAK	VA	-30,8	12	-0,6
4-3	RAK	VA	-13,7	-12	-0,8
5-1	RADV	VA	-59,8	-19	-0,8
5-2	RADV	VA	-44,3	-18	-0,9
5-3	RADV	VA	-185	-27	-3,6
6-1	RADK	VA	-188	-12	-0,5
6-2	RADK	VA	-211	-15	-0,5
6-3	RADK	VA	-155	-12	-0,8
7-1	VA	RADV	207	24	0,3
7-2	VA	RADV	150	15	-2,0
7-3	VA	RADV	154	19	-0,2

## 6.2 Strømmåling

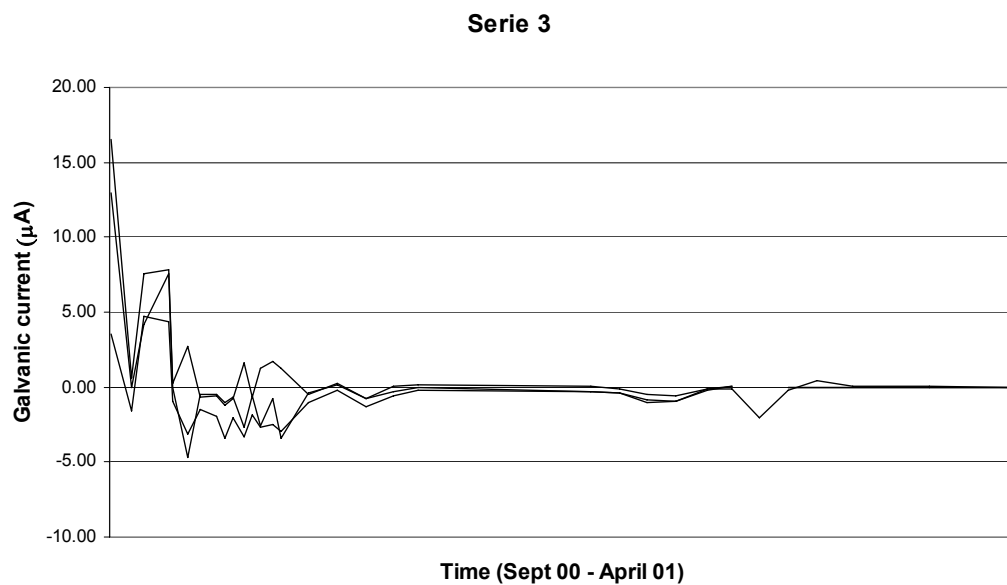
Resultater fra strømmålinger fram til 18. april 2001 er for samtlige prøveserier vist i figurene 3 til 9. Tallverdiene er dessuten gitt i Vedlegg 1



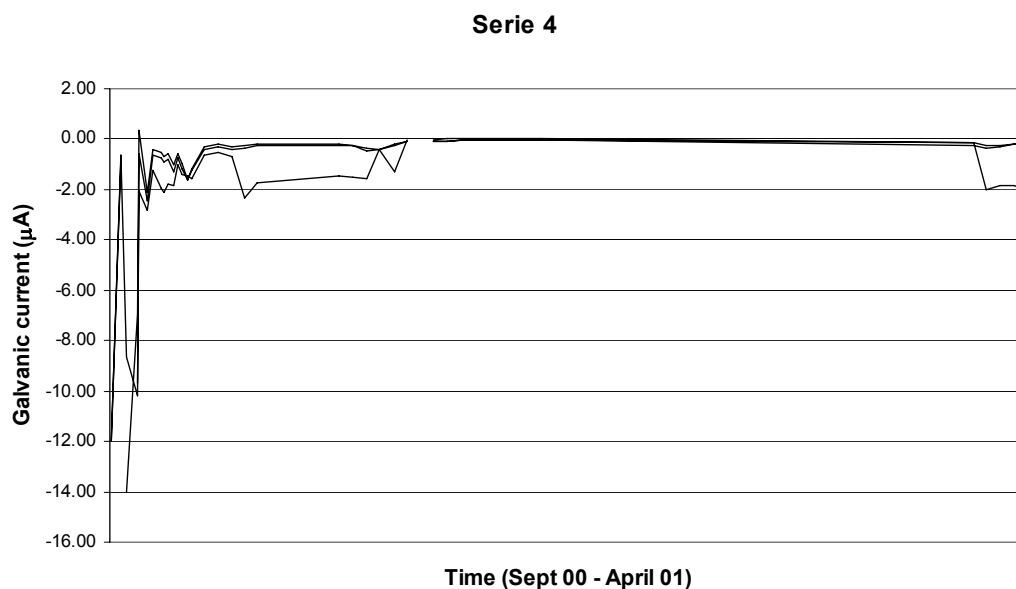
Figur 3 Galvanisk strøm for serie 1 (Vanlig svart armeringsstål ytterst og innerst)



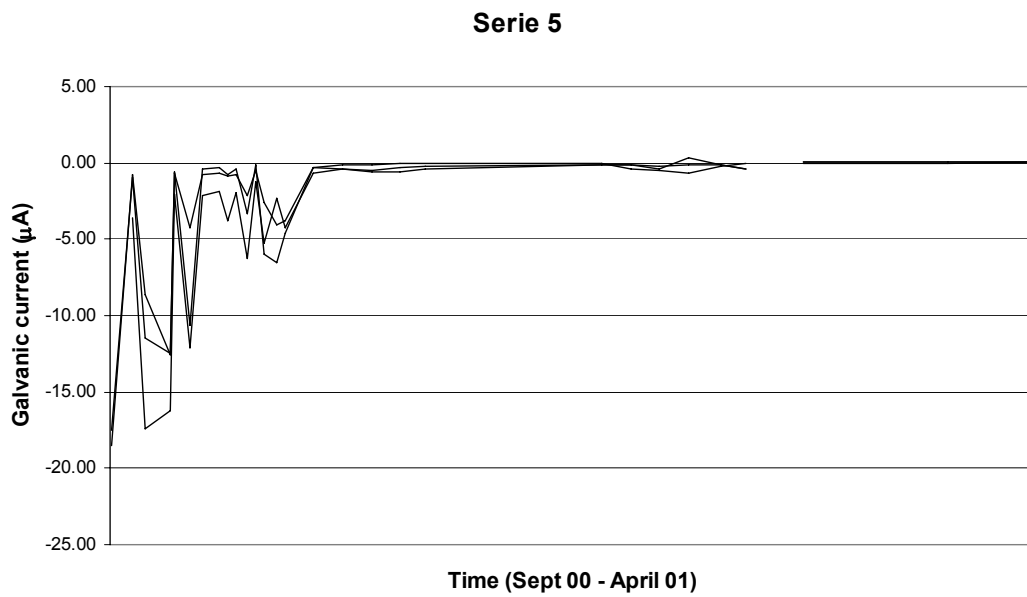
Figur 4 Galvanisk strøm for serie 2 (Varmvalset W1.4429 rustfri ytterst og vanlig svart armeringsstål innerst)



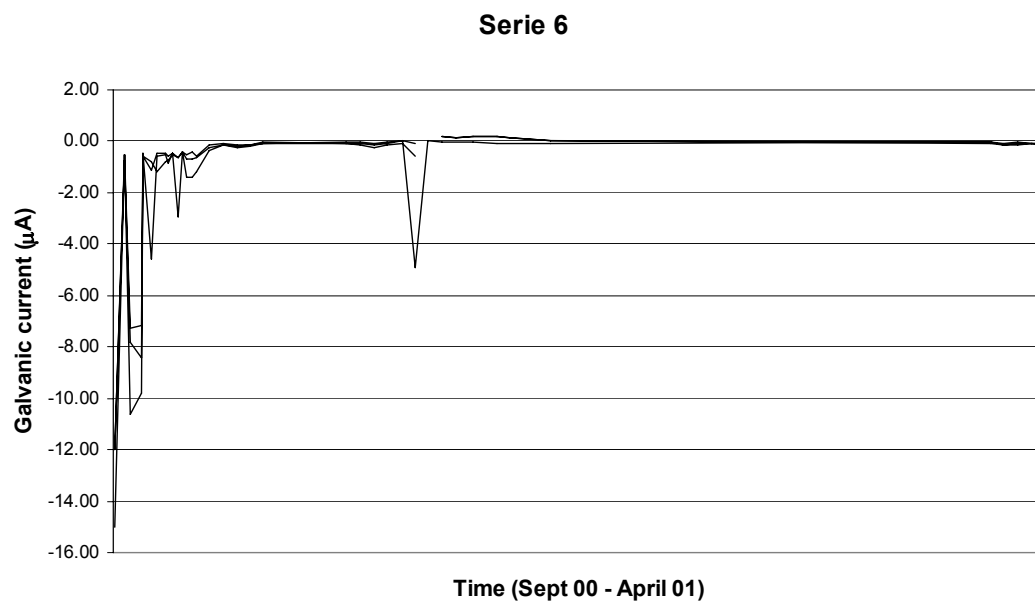
Figur 5 Galvanisk strøm for serie 3 (Vanlig svart armeringsstål ytterst og varmvalset W1.4429 rustfri innerst)



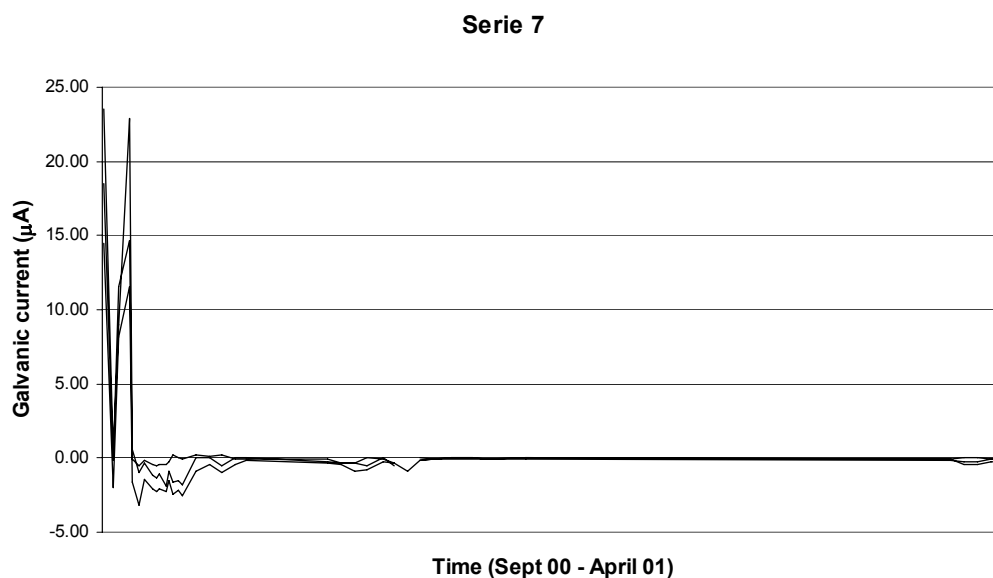
Figur 6 Galvanisk strøm for serie 4 (Kaldvalset W1.4401 rustfri ytterst og vanlig svart armeringsstål innerst)



Figur 7 Galvanisk strøm for serie 5 (Varmvalset Duplex W.4462 ytterst og vanlig svart armeringsstål innerst)



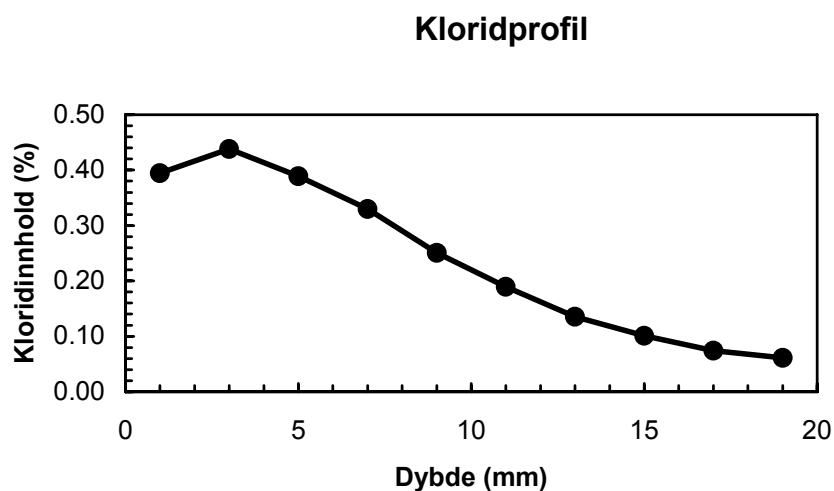
Figur 8 Galvanisk strøm for serie 6 (Kaldvalset Duplex W1.4462 ytterst og vanlig svart armeringsstål innerst)



Figur 9 Galvanisk strøm for serie 7 (Vanlig svartstål ytterst og varmvalset Duplex W.4462 innerst)

### 6.3 Kloridanalyser

Kloridprofilen per 2000-12-5 (etter 20 uker i saltsprøytkammeret) er vist i figur 3. Kloridinnholdet er angitt som % av betongvekt. I dybde med armeringen er kloridinnholdet 0,061 % av betongvekten.



Figur 3 Kloridprofil etter 20 uker i saltsprøytkammeret.

Etter ca 40 uker i saltsprøytkammeret (2001-04-18) er kloridinnholdet i nivå 19,5 til 20,5 mm fra overflaten analysert til 0,08 % av betongvekten. Det tilsvarer 0,58 % av sementvekten. I sjiktet 15-19,5 mm (middelavstand fra overflaten: 17,25 mm) var kloridinnholdet 0,11 % av betongvekten, tilsvarende 0,80 % av sementvekten.

## **7 DISKUSJON**

Foreløpig (per 2001-06-02) er det ikke noe som tyder på at det er oppstått korrosjon på noen av armeringskvalitetene. Strømmene variere noe – spesielt i startfasen, men det var ventet. Etter årsskiftet 00/01 har tydeligvis oksidene stabilisert seg og det måles nesten ikke strøm.

Det er ingen systematisk sammenheng mellom strøm og stålqualität. Ettersom hele systemet er i passiv-tilstand er også dette naturlig.

Det har tatt lengre tid enn antatt å få initiert korrosjon. Kloridinntrengingen bør akselereres ved uttørring og tilførsel av konsentrert NaCl-oppløsning.

## **8 KONKLUSJONER**

Det er (per 2001-06-02) ikke oppstått korrosjon på noen av armeringskvalitetene.

Det er planlagt å akselerere kloridinntrengingen ved uttørring og tilførsel av konsentrert NaCl-oppløsning.

## **VIDERE ARBEID**

- 1 Arbeidet vil fortsette etter hovedplanen:  
Korrosjon registreres ved å måle strømmen i et galvanisk element der armeringen som undersøkes er anode og et armeringsnett er katode.
- 2 Kloridinntrengingen vil fortsette som før i saltsprøytkammeret inntil det er initiert korrosjon på anodene av vanlig armering.
- 3 Den videre kloridinntrengingen skal ytteligere akselereres ved aktiv uttørring og tilførsel av NaCl-oppløsning etter følgende prosedyre (Dette er et forslag som først gjennomføres på en referanse uten armering for å kontrollere og måle kloridinntrengingen):
  - a Prøven tørkes ett døgn ved 40 °C
  - b Prøven neddykkes ett døgn i 3 % NaCl
  - c Prøven tørker ved 20 °C og 40 % Rf i en uke mens strømmen måles
  - d a og b gjentas inntil strømmåling indikerer korrosjon
  - e Kloridinntrengingen måles på referanse uten armering

**VEDLEGG 1**
**Enkeltresultater fra måling av galvaniske strømmer**

 Tabell VL 1 Resultater fra prøveserie 1. Galvanisk strøm ( $\mu\text{A}$ )

<b>Dato</b>	<b>Prøve 1-1</b>	<b>Prøve 1-2</b>	<b>Prøve 1-3</b>	<b>Prøve 1-4</b>	<b>Prøve 1-5</b>
6. sept.	0.94	-0.39	-0.22	-0.06	-9.00
11. sept.	2.70	1.75	-1.14	-3.04	-2.97
14. sept.		-8.75	4.80	3.00	-2.74
20. sept.	1.67	1.37	5.90	5.35	-0.73
21. sept.	-1.58	-0.49	-2.80	-1.25	-0.95
25. sept.	-0.39	6.70	2.17	-0.09	2.23
28. sept.	-1.35	0.19	-2.55	-1.37	-1.13
2. okt.	-0.79	-1.78	-1.53	-1.23	-1.07
4. okt.	-1.12	2.91	0.28	-1.30	-0.97
6. okt.	-0.88	0.33	-1.18	-1.39	-1.37
9. okt.	6.30	8.65	2.40	-0.59	1.22
11. okt.	-1.70	5.65	-0.73	-0.78	-0.55
13. okt.	-2.22	7.80	2.95	1.73	-0.29
16. okt.	-0.56	7.45	5.40	0.37	1.33
18. okt.	-0.76	7.40	2.85	0.45	1.30
25. okt.	0.71	1.24	-1.25	-0.55	0.86
1. nov.	2.14	0.79	-1.26	-0.07	0.98
8. nov.	0.55	0.23	-0.82	-0.60	0.17
15. nov.	0.18	-0.41	-0.81	-0.22	0.54
21. nov.	0.19	-0.36	-0.47	-0.15	0.63
29. nov.	-0.01	-0.47	-0.65	-0.12	0.69
6. des.	-0.28	-0.71	-0.72	-0.25	1.24
13. des.	-0.44	-0.93	-0.67	-0.32	0.90
20. des.	-0.32	-0.70	-1.16	-0.20	1.25
27. des.	-0.44	-0.72	-1.80	-0.18	0.97
3. jan.	-0.25	-0.48	-0.99	-0.15	0.51
10. jan.	-0.10	-0.59	-0.20	-0.25	0.22
17. jan.	0.58	-0.44	2.09	-0.91	-1.45
24. jan.	0.45	-0.17	1.22	-0.88	-1.67
1. febr.	0.03	-0.44	-0.16	-0.03	0.04
7. febr.	-0.03	-0.06	-0.61	0.79	0.08
14. febr.			-0.28		
21. febr.	-0.34	-0.06	-0.55	4.05	0.41
28. febr.	-0.23	-0.41	-0.41	0.23	0.23
9. mars	-0.25	-0.43	-0.43	-0.41	-0.41
21. mars	-0.20	-0.35	-0.35	0.47	0.47
28. mars	-0.15	-0.36	-0.36	-0.27	-0.27
18. april	-0.15	-0.29	-0.29	-0.06	-0.56

Tabell VL 2 Resultater fra prøveserie 2. Galvanisk strøm ( $\mu\text{A}$ )

<b>Dato</b>	<b>Prøve 2-1</b>	<b>Prøve 2-2</b>	<b>Prøve 2-3</b>
6. sept.		-19.50	-18.00
11. sept.	-2.18	-0.72	-0.51
14. sept.	-16.60	-11.10	-10.40
20. sept.	-16.50	-10.95	-9.90
21. sept.	-1.91	-0.88	-0.37
25. sept.	-6.65	-5.00	-5.20
28. sept.	-1.90	-0.70	-31.60
2. okt.	-1.83	-0.81	-0.38
4. okt.	-4.55	-0.80	-0.89
6. okt.	-2.38	-0.62	-0.38
9. okt.	-5.30	-3.55	-2.86
11. okt.	-2.03	-0.45	-0.44
13. okt.	-5.35	-2.01	-2.32
16. okt.	-5.45	-3.00	-3.20
18. okt.	-5.60	-3.40	-3.25
25. okt.	-0.79	-0.26	-0.14
1. nov.	-0.52	-0.20	-0.14
8. nov.	-0.74	-0.39	-0.21
15. nov.	-0.60	-0.37	-0.15
21. nov.	-0.39	-0.20	-0.08
29. nov.	-0.29	-0.26	-0.05
6. des.	-0.34	-0.18	-0.07
13. des.	-0.26	-0.13	-0.06
20. des.	-0.18	-0.14	-0.07
27. des.	-0.21	-0.10	-0.03
3. jan.	-0.08	-0.07	-0.01
10. jan.	-0.07	-0.09	-0.02
17. jan.	-1.54	-0.06	-0.07
24. jan.	-0.07	-0.07	-0.06
1. febr.	0.02	-0.08	-0.03
7. febr.	-0.14	-0.14	-0.08
14. febr.		1.01	-2.09
21. febr.	-0.02	-0.02	-0.21
28. febr.	0.06	0.06	0.47
9. mars	0.05	0.05	0.05
21. mars	0.04	0.04	0.07
28. mars	0.04	0.04	0.02
18. april	0.55	0.55	-0.74



Tabell VL 3 Resultater fra prøveserie 3. Galvanisk strøm ( $\mu\text{A}$ )

<b>Dato</b>	<b>Prøve 3-1</b>	<b>Prøve 3-2</b>	<b>Prøve 3-3</b>
6. sept.	16.50	13.00	3.50
11. sept.	0.63	-0.02	-1.55
14. sept.	7.60	4.20	4.70
20. sept.	7.85	7.60	4.38
21. sept.	0.26	-0.01	-0.98
25. sept.	2.74	-4.70	-3.16
28. sept.	-0.63	-0.47	-1.53
2. okt.	-0.62	-0.51	-1.93
4. okt.	-1.19	-1.01	-3.44
6. okt.	-0.75	-0.72	-2.08
9. okt.	1.64	-2.70	-3.31
11. okt.	-0.65	-0.55	-1.83
13. okt.	1.28	-2.61	-2.67
16. okt.	1.75	-0.74	-2.49
18. okt.	1.29	-3.40	-2.97
25. okt.	-0.49	-0.38	-1.03
1. nov.	0.23	0.19	-0.25
8. nov.	-0.80	-0.77	-1.30
15. nov.	0.09	-0.32	-0.56
21. nov.	0.14	-0.02	-0.24
29. nov.	0.23	0.07	-0.16
6. des.	-0.46	-0.56	-0.69
13. des.	-0.17	-0.39	-0.57
20. des.	0.58	0.07	-0.17
27. des.	0.39	0.07	-0.12
3. jan.	0.02	-0.30	-0.35
10. jan.	-0.12	-0.40	-0.44
17. jan.	-0.50	-1.00	-0.89
24. jan.	-0.61	-0.98	-0.91
1. febr.	-0.09	-0.26	-0.17
7. febr.	-0.08	0.02	0.02
14. febr.	-2.09		
21. febr.	-0.21	-0.07	-0.07
28. febr.	0.47	-0.04	-0.04
9. mars	0.05	-0.03	-0.03
21. mars	0.07	-0.04	-0.04
28. mars	0.02	-0.03	-0.03
18. april	-0.07	-0.01	-0.01

Tabell VL 4 Resultater fra prøveserie 4. Galvanisk strøm ( $\mu\text{A}$ )

<b>Dato</b>	<b>Prøve 4-1</b>	<b>Prøve 4-2</b>	<b>Prøve 4-3</b>
6. sept.		-12.00	-12.00
11. sept.		-0.63	-0.79
14. sept.	-14.00	-8.65	
20. sept.	-6.95	-10.20	-9.70
21. sept.	0.38	-0.59	-2.05
25. sept.	-2.11	-2.43	-2.85
28. sept.	-0.42	-0.63	-1.24
2. okt.	-0.55	-0.72	-1.96
4. okt.	-0.68	-0.91	-2.10
6. okt.	-0.59	-0.83	-1.81
9. okt.	-1.02	-1.28	-1.86
11. okt.	-0.59	-0.74	-1.03
13. okt.	-0.97	-1.18	-1.42
16. okt.	-1.63	-1.61	-1.43
18. okt.	-1.17	-1.23	-1.56
25. okt.	-0.29	-0.43	-0.65
1. nov.	-0.21	-0.33	-0.54
8. nov.	-0.31	-0.43	-0.71
15. nov.	-0.24	-0.34	-2.34
21. nov.	-0.17	-0.26	-1.71
29. nov.	-0.15	-0.23	-0.17
6. des.	-0.23	-0.36	-2.02
13. des.	-0.26	-0.33	-1.83
20. des.	-0.19	-0.22	-1.86
27. des.	-0.16	-0.20	-2.01
3. jan.	-0.19	-0.24	-1.48
10. jan.	-0.23	-0.27	-1.51
17. jan.	-0.38	-0.45	-1.58
24. jan.	-0.39	-0.41	-0.41
1. febr.	-0.26	-0.20	-1.28
7. febr.	-0.07	-0.07	-0.02
14. febr.			
21. febr.	-0.07	-0.07	-0.02
28. febr.	-0.06	-0.06	0.00
9. mars	-0.04	-0.04	0.00
21. mars	-0.04	-0.04	0.01
28. mars	-0.04	-0.04	0.01
18. april	-0.02	-0.02	0.02

Tabell VL 5 Resultater fra prøveserie 5. Galvanisk strøm ( $\mu\text{A}$ )

<b>Dato</b>	<b>Prøve 5-1</b>	<b>Prøve 5-2</b>	<b>Prøve 5-3</b>
6. sept.	-18.50	-17.50	
11. sept.	-0.81	-0.91	-3.58
14. sept.	-8.60	-11.50	-17.40
20. sept.	-12.60	-12.45	-16.20
21. sept.	-0.59	-0.67	-2.06
25. sept.	-10.60	-4.23	-12.10
28. sept.	-0.40	-0.76	-2.14
2. okt.	-0.32	-0.70	-1.85
4. okt.	-0.78	-0.86	-3.82
6. okt.	-0.39	-0.72	-1.96
9. okt.	-3.35	-2.14	-6.25
11. okt.	-0.10	-0.48	-1.20
13. okt.	-6.00	-2.63	-5.25
16. okt.	-6.50	-4.10	-2.34
18. okt.	-4.60	-3.75	-4.25
25. okt.	-0.27	-0.28	-0.63
1. nov.	-0.08	-0.43	-0.44
8. nov.	-0.16	-0.58	-0.45
15. nov.	-0.06	-0.57	-0.34
21. nov.	0.01	-0.43	-0.21
29. nov.	0.03	-0.45	-19.90
6. des.	-0.13	-0.74	-0.39
13. des.	-0.06	-0.39	-0.14
20. des.	-0.11	-0.40	-0.12
27. des.	-0.10	-0.30	-0.20
3. jan.	-0.05	-0.16	-0.08
10. jan.	-0.39	-0.13	-0.09
17. jan.	-0.53	-0.17	-0.36
24. jan.	-0.68	-0.15	0.38
1. febr.	-0.24	-0.13	-0.16
7. febr.	-0.02	-0.37	-0.37
14. febr.			
21. febr.	-0.02	0.08	0.08
28. febr.	0.00	0.06	0.06
9. mars	0.00	0.05	0.05
21. mars	0.01	0.04	0.04
28. mars	0.01	0.07	0.07
18. april	0.02	0.04	0.04

Tabell VL 6 Resultater fra prøveserie 6. Galvanisk strøm ( $\mu\text{A}$ )

<b>Dato</b>	<b>Prøve 6-1</b>	<b>Prøve 6-2</b>	<b>Prøve 6-3</b>
6. sept.	-12.00	-15.00	-12.00
11. sept.	-0.51	-0.50	-0.75
14. sept.	-7.25	-10.60	-7.85
20. sept.	-7.15	-9.80	-8.45
21. sept.	-0.50	-0.58	-0.59
25. sept.	-4.56	-1.12	-0.83
28. sept.	-0.56	-0.49	-1.18
2. okt.	-0.54	-0.48	-0.78
4. okt.	-0.87	-0.56	-0.74
6. okt.	-0.49	-0.48	-0.53
9. okt.	-2.92	-0.63	-0.62
11. okt.	-0.43	-0.39	-0.41
13. okt.	-1.43	-0.71	-0.51
16. okt.	-1.39	-0.69	-0.44
18. okt.	-1.20	-0.64	-0.58
25. okt.	-0.34	-0.28	-0.16
1. nov.	-0.16	-0.16	-0.07
8. nov.	-0.20	-0.26	-0.14
15. nov.	-0.17	-0.21	-0.15
21. nov.	-0.03	-0.10	-0.08
29. nov.	-0.05	-0.11	-0.06
6. des.	-0.16	-0.17	-0.10
13. des.	-0.11	-0.14	-0.06
20. des.	-0.06	-0.11	-0.07
27. des.	-0.09	-0.12	-0.09
3. jan.	-0.09	-0.11	-0.05
10. jan.	-0.08	-0.12	-0.06
17. jan.	-0.14	-0.24	-0.06
24. jan.	-0.09	-0.16	-0.04
1. febr.	0.02	-0.09	0.00
7. febr.	-0.06	-0.58	-4.91
14. febr.			0.00
21. febr.	0.19	0.19	-0.01
28. febr.	0.14	0.14	-0.02
9. mars	0.18	0.18	-0.05
21. mars	0.16	0.16	-0.07
28. mars	0.12	0.12	-0.09
18. april	0.05	0.05	-0.08

Tabell VL 7 Resultater fra prøveserie 7. Galvanisk strøm ( $\mu\text{A}$ )

<b>Dato</b>	<b>Prøve 7-1</b>	<b>Prøve 7-2</b>	<b>Prøve 7-3</b>
6. sept.	23.50	14.50	18.50
11. sept.	0.34	-2.01	-0.17
14. sept.	8.95	8.15	11.55
20. sept.	22.90	11.60	14.65
21. sept.	0.62	-1.60	-0.03
25. sept.	-1.01	-3.16	-0.54
28. sept.	-0.33	-1.45	-0.12
2. okt.	-1.12	-2.05	-0.46
4. okt.	-1.38	-2.24	-0.54
6. okt.	-1.06	-2.03	-0.40
9. okt.	-1.86	-2.28	-0.40
11. okt.	-0.91	-1.57	-0.23
13. okt.	-1.58	-2.44	0.25
16. okt.	-1.55	-2.14	-0.01
18. okt.	-1.81	-2.49	-0.09
25. okt.	0.01	-0.92	0.24
1. nov.	0.04	-0.43	0.17
8. nov.	-0.53	-0.97	0.22
15. nov.	0.07	-0.41	-0.08
21. nov.	0.03	-0.18	-0.09
29. nov.	-0.11	-0.10	-0.10
6. des.	-0.23	-0.47	0.00
13. des.	-0.23	-0.41	0.00
20. des.	-0.05	-0.21	-0.10
27. des.	-0.08	-0.22	-0.09
3. jan.	-0.25	-0.37	-0.07
10. jan.	-0.34	-0.46	-0.33
17. jan.	-0.31	-0.85	-0.32
24. jan.	-0.48	-0.77	0.00
1. febr.	0.04	-0.28	-0.04
7. febr.	-0.49	-0.30	-0.30
14. febr.			-0.85
21. febr.	-0.01	-0.12	-0.12
28. febr.	-0.02	-0.06	-0.06
9. mars	-0.05	0.00	0.00
21. mars	-0.07	0.02	0.02
28. mars	-0.09	-0.03	-0.03
18. april	-0.08	0.00	0.00