

# JESPERUD BOLIGSAMEIE



## **Stikkprøveundersøkelse Balkonger og terrasser**

Utarbeidet av:

**OBOS**  
Prosjekt

**Ødegård og Lund AS**

November 2007



**OBOS****ØDEGÅRD OG LUND AS****Prosjekt****1096 JESPERUD BOLIGSAMEIE- BALKONGER/TERRASSER**

<b>Ansvarlig for utførelsen:</b>	<b>OBOS Prosjekt A/S v/ Jon Andre Ellingsen</b>
<b>Adresse:</b>	<b>Postboks 6666, St. Olavs Plass, 0129 Oslo</b>
<b>Telefon:</b>	<b>22 86 82 93 / 48 20 47 46</b>

**Innledning.**

På oppdrag fra Jesperud boligsameie har OBOS Prosjekt AS stått for en stikkprøvebasert tilstandsanalyse av boligsameiets balkonger og terrasser. På inngangssiden av alle blokkene er det balkonger mens på stuesiden er det terrasser. Alle terrasser har blomsterkasser av betong som også fungerer som rekkverk. Gulvene har forskjellige løsninger, hvor noen er overflatebehandlet mens andre har fliser. Tak og vegger er overflatebehandlet. Selve analysen er utført med bistand fra Ødegård og Lund AS. Grunnlaget for denne rapporten er dannet ved en visuell inspeksjon av gulv, tak og vegger, samt prøvetaking og inspeksjon av i alt 6 balkonger og 6 terrasser. Totalt er det tatt ut 41 kloridprøver.

**Tilstand**

Stikkprøveundersøkelsen av balkongene/terrassene viser et begrenset omfang av synlige skader fra bakkenivå, men det var lett å finne skader på de undersøkte enheter. Undersøkelsen viser skjulte skader under utvikling som øker potensialet for fremtidige skader.

For gulv ble det målt et for høyt kloridnivå i 4 av 11 prøver. Verdiene er ikke meget høye, men i kombinasjon med karbonatisering kan dette gi armeringskorrosjon.

For tak ble det nesten ikke funnet klorider, men betydelige deler av armeringen ligger i karbonisert betong. Dette har sammenheng med unormal lav overdekning som fører til korrosjonstilstand på armeringen.

På skilleveggene ble det målt for høye kloridnivåer i 11 av 12 lokaliteter. Dette betyr at samtlige blokker har for høyt kloridnivå på sine skillevegger.

For blomsterkassene har kun 1 stk. for høyt kloridnivå. Dette kan være p.g.a. høyere betongkvalitet som fører til høyere sementinnhold. Dette betyr at sementen kan binde opp mer klorider en med en lavere betongkvalitet.

**Tiltak**

Det er et klart behov for vedlikehold av balkongene/terrassene, men metodene bør nøye vurderes før tiltakene trer i kraft. Betongen må repareres mekanisk evt. i kombinasjon med katodisk beskyttelse, og beskyttes med maling/belegg. Større/nye sluk bør også vurderes. For bygningsdeler med for høye kloridnivåer bør katodisk beskyttelse benyttes, da dette vil føre til mindre meisling. Alle dilatasjonsfuger bør etterfuges om nødvendig for å unngå lekkasjer. Det anbefales uttak av kloridprøver etter hvert som arbeidet skrider frem. Resultatet vil danne grunnlag for metode som bør benyttes. Maling av vinduer og panel bør ses i sammenheng med rehabiliteringen.

**Utbedringskostnad**

Det er vanskelig på dette stadiet å anslå en utbedringskostnad, og bygningsmassene på beregnes. For å få en mest mulig korrekt sum vil vi anbefale å innhente tilbud fra entreprenører. Våre erfaringstall tilsier en total kostnad pr. leilighet på 50-60 tusen kroner, avhengig av omfang og skader.

Prosjektnr:	Sammendrag utarbeidet av:	Rapport KS/kontrollert:	Dato:
070599	Jon Andre Ellingsen	Bjørn Hansen	20.11.07

**OPPDRAKSOVERSIKT**

RAPPORTENS TITTEL:	JESPERUD BRL
	Tilstandsanalyse av balkonger og terrasser i armert betong.
RAPPORT NR.:	Ø.L. 1596
OPPDRAKSGIVER:	OBOS Prosjekt AS / Jesperud brl
OPPDRAKSGFORMIDLER	OBOS Prosjekt AS v/ Bjørn Hansen og Jon Andre Ellingsen
SAKSBEHANDLER:	Bjørn Lund / Rune Kirkestuen
FAGANSVARLIG:	Olav S. Ødegård

**VEDLEGG**

- 1 Foto
- 2 Feltresultater
- 3 Klordanalyser
- 4 Armeringskorrosjon i betong

**Ødegård og Lund AS**

Rødbergveien 59 B

0591 OSLO

Telefon: 22 72 12 60, Telefax: 22 72 12 61

e-mail: olbetong@online.no

Oslo 02 november 2007

Bjørn H. Lund

Olav S. Ødegård

Det presiseres at bruk – eller delvis bruk av rapporten for andre prosjekter ikke er tillatt uten skriftlig samtykke fra ØL.

### **Bakgrunn**

Jesperud Borettslag ligger på Stovner i Oslo og består av 6 stk terrasseblokker som er bygget i slakkarmert betong. Bebyggelsen ble oppført av as Selvaagbygg i begynnelsen av 1970 - årene.

På inngangssiden av alle blokkene er det balkonger som vist på forsidefoto, mens stuesiden på 5 av 6 blokker har terrasser.

Det er observert skader i form av enkelte utsprengninger av betong For å finne årsaken til skadene og vurdere eventuelt behov for vedlikeholdstiltak av den armerte betong, fikk Ødegård og Lund AS i oppdrag å utføre en tilstandsanalyse av betongen. Feltarbeidene ble foretatt i september d.å.

### **Undersøkelser**

Vi undersøkte 6 stk. balkonger og 6 terrasser fordelt med to enheter pr blokk. Valg av undersøkelsessted ble gjort i samarbeid med styret ut fra hvor det var beboere hjemme på dagtid. En oversikt over alle undersøkte enheter er gitt i vedlegg 2.

Det er foretatt følgende målinger i tak, gulv, skillevegger og blomsterkasser:

- Armeringsoverdekning (avstand fra overflaten og inn til armering)
- Karbonatiseringsdybde (naturlig forsuringprosess i betongen pga sure gasser i lufta), målt i oppmeislinger og borhull ved bruk av pH - indikator
- Kloridinnhold, punktprøver boret ut i dybdesjikt 0 – 40 mm
- Opphugging til armering for visuell kontroll 1 – 2 lokaliteter pr. enhet

### **Resultater og vurderinger**

I vedlegg er det gitt følgende detaljinformasjon:

Vedlegg 1: Foto

Vedlegg 2: Feltresultater

Vedlegg 3: Resultat fra kloridanalyser

Vedlegg 4: Armeringskorrosjon, generell informasjon

#### Visuell befaring:

Under undersøkelsen observerte vi følgende:

- Gulvene har i varierende omfang overflatebehandling, alt fra gammel slitt maling, til nymalte gulv og fliser. ( foto 2 og 14 )

- I tak og vegger er det generelt lite malingsavflassing, men det forekommer.
- Helhetsinntrykket er at balkongene og terrassene har få synlige skader ut fra bygningenes alder, men i de undersøkte enheter var det dog relativt lett å finne betongavskalling over korrodert armering i gulv, tak og vegg.  
( foto nr. 3,4,5,6,8,15,16 og 17 )
- Dilatasjonsfuger med skader og sprekker inn mot skillevegger i varierende omfang, (foto 10)

#### Armeringstilstand:

Av 12 kontrollerte terrasser / balkonger med totalt 41 kloridprøver, hadde 16 prøver 0,2 – 0,5 % klorider av antatt sementvekt  $280 \text{ kg/m}^3$ . I resten av rapporten brukes kun benevnelsen " %". De øvrige prøver inneholdt ikke klorider utover det naturlige innholdet i betong som regnes å være inntil 0,1 %. Grunnen til at en regner kloridinnholdet i forhold til sementvekt, er at stoffene i sementen kan binde en del av kloridene kjemisk. Dersom kloridinnholdet er større enn det som kan bindes, regnes dette som frie klorider og det er denne andelen som gir korrosjonsfare for armeringen.

I prinsipp kan en si at jo høyere kloridinnhold, jo høyere er faren for armeringskorrosjon. Hvor mye klorider som skal til før det oppstår korrosjon ( terskelverdi ), varierer med faktorer som sementtype, miljøpåvirkning osv. Som et sammenligningsgrunnlag brukes ofte norsk standard. Dagens standard anbefaler at kloridinnholdet i armert betong skal være lavere enn 0,4 %, men det påpekes at det prinsipielt ikke skal være forhøyet kloridinnhold i armet betong. Til opplysning regnes kloridinnhold på f. eks 1 – 2 % å være høyt. Dette gjelder oftest bruer og kaier i marint miljø og garasjeanlegg i byer der vegnettet saltet vinterstid.

Med bakgrunn i de målte verdier, ligger enkelte verdier i grenseområdet i forhold til anbefalingen i norsk standard. Etter hvert som karbonatiseringen trenger dypere inn i betongen, vil imidlertid kloridene anrikes foran karbonatiseringsfronten. En forklaring på dette er gitt i vedlegg nr. 4 under overskriften "karbonatisering + klorider".

Dette betyr at kombinasjonen karbonatisering + klorider kan gi armeringskorrosjon ved relativt lave kloridinnhold og vi har erfart korrosjon helt ned til kloridinnhold 0,2%. Dette er en prosess som kan ta lang tid før det oppstår vesentlig synlig korrosjon. Grunnen til dette er at det først tar lang tid før kloridene når inn til armeringen i tilstrekkelig høye mengder og deretter tar det lang tid før korrosjon utvikles og blir synlig. Som et eksempel hadde vi et balkongprosjekt med bebyggelse fra 1935. Her var det relativt få synlige skader sett fra bakken, men da meisling ble startet, ble det synlig et stort skadeomfang som var forårsaket av et lavt kloridinnhold. Ett annet forhold som medvirker til sen utvikling av synlige skader, er at betongkvaliteten som er benyttet i terrasseblokker på denne tiden, har en relativt

sammenhengende og åpent poresystem. Dette gir plass til korrosjonsproduktene som siver ut i betongen før det opparbeides nok sprengkrefter. Når armeringen korroderer, omdannes armeringsstålet til metalloksid og dette fører til en volumutvidelse som er inntil 10 ganger større enn metallisk jern.

Vi har samlet resultatene fra undersøkelsen i grupper for tak, gulv, skillevegger og blomsterkasser. Det er påfallende at for skilleveggene har 11 av 12 kloridprøver et høyere kloridinnhold enn 0,1% som regnes som et naturlig kloridinnhold i betong. Dette betyr at det er funnet forhøyet kloridinnhold i skillevegger i alle blokker. For tak er antall prøver med forhøyet kloridinnhold 1 av 11, mens det for gulv er 4 av 11 prøver. For blomsterkassene har den ene av 6 prøver et forhøyet kloridinnhold som er 0,2 %. For kassene er derimot karbonatiseringsdybden lavere og betongkvaliteten er trolig høyere pga et høyere sementinnhold som kan binde mer klorider.

Undersøkelsen viser at betongen stedvis er tilsatt klorider, og at innholdet varierer. Undersøkelsen er utført som stikkprøver og det er derfor mulig at det også finnes lokaliteter med høyere innhold enn det vi har målt.

Den vanligste årsaken til at betongen ble tilsatt kloridholdig salt på den tiden da blokkene ble bygget, var å hindre frostskaider på betongen ved støping vinterstid. Effekten av den kloridholdige salttilsetningen ble betegnet som akselerator for herdeprosessen. Vi har også funnet klorider i betong som ble støpt sommerstid for der akseleratortilsetningen ble brukt for å forsere fremdriften i byggeprosessen. Det er også mulig at betong blir påført salt for å fjerne is om vinteren.

Både armeringsoverdekning og karbonatiseringsdybde varierer, og spesielt i tak ligger betydelige deler av armeringen i karbonatisert betong. Overdekningen i tak er unormalt lav sammenlignet med tilsvarende bebyggelse. Vi fant flere felter i tak der den ytterste armeringen hadde lavere overdekning enn 10 mm. Imidlertid er karbonatiseringsdybden noe lavere enn vanlig. Når karbonatiseringsprosessen når armeringen, mister stålet sin naturlige beskyttelse fra betongen da karbonatisering fører til lavere pH i betong ( forsurningsprosess ). Dette fører til at armeringen kommer i korrosjonstilstand, men denne korrosjonsfaren er mindre sammenlignet med betong som er tilsatt klorider.

Karbonatiseringsfronten i gulv har generelt ikke nådd inn til armeringen fordi overdekningen er større og karbonatiseringsdybden er lavere, men unntak forekommer. Dette kan skyldes at gulv er malt og hindrer inntrengning av CO<sub>2</sub> – gass eller at fukt / vann fyller betongporene og bremser inntrengningen av CO<sub>2</sub> fra lufta.

Det er registrert riss med enkelte avskallinger i både dekker og skillevegger. Rissene stammer trolig fra utstøpning og herding (svinn).

Blomsterkasser har generelt lav karbonatiseringsdybde og skal være midtarmert, men dog finner vi enkeltjern som er feilplassert.

#### Nedbrytning pga frost

Vi så ingen typiske tegn til frostdedbrytning på noen av konstruksjonsdelene. Dog viser erfaring med tilsvarende betongkvalitet at betongen smuldres opp fra overflaten pga frost med tiden..

#### Generell vurdering

Undersøkelsene viser totalt sett at omfanget av synlige skader er begrenset ut fra byggets alder, men stikkprøvene viser at det er skjulte skader under utvikling og at det er et økt skadepotensial pga stedvis forhøyet kloridinnhold i betongen.

#### **Oppsummering og skissering av mulige tiltak**

Stikkprøveundersøkelsen av terrasser og balkonger i armert betong i Jesperud btl har vist følgende:

- Relativt få synlige skader som er synlig fra bakkenivå, men det var lett å finne skader på de tilfeldig valgte enheter som ble undersøkt.
- Riss i gulv og vegger som ikke skyldes korrosjon, men har støpetekniske årsaker.
- En del dype porer i betongen som reduserer armeringsoverdekningen, særlig for tak
- Det er stedvis registrert slitt sikring av dilatasjonsfuger hvor det er spor etter lekkasje.
- Forholdet mellom karbonatiseringsdybde og armeringsoverdekning varierer betydelig for de forskjellige konstruksjonsdeler. En god del armering ligger i karbonatisert betong og er utsatt for korrosjon. Det var unormalt mange tak med lav armeringsoverdekning sammenlignet med tilsvarende bebyggelse.
- Betongen inneholder stedvis et høyere kloridinnhold enn det som er naturlig og dette gir i kombinasjon med karbonatisering et forhøyet skadepotensial.

Selv om det synlige skadeomfang i dag er begrenset, viste målingene et stort skadepotensial. Spesielt gjelder dette konstruksjonsdeler der betongen er tilsatt klorider. Det er derfor et behov for vedlikehold for å hindre / redusere utvikling av fremtidige skader.

Som et diskusjonsgrunnlag kan følgende prinsipielle framgangsmåte benyttes:

- Rengjøring av alle flater.
- Utføre en begrenset mekanisk rehabilitering. Dette innebærer at alle synlig skader utbedres ved meisling og mørtling. Det foretas også



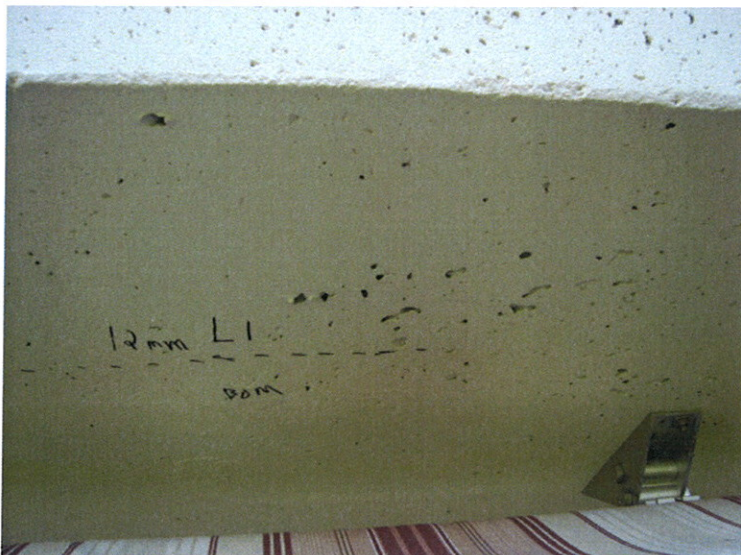
stikkprøver i utsatte konstruksjonsdeler som i dag ikke har synlige skader. Etter endt rehabilitering vil deler av armeringen fortsatt ligge i karbonatisert betong, og byggherren må ta en kalkulert risiko mhp utvikling av nye skader.

- Utbedre utsatte riss og sprekker med et fleksibelt system som hindrer luft og vanninntrengning.
- Belegge oversiden og forkant av balkongene samt oversiden av terrassedekkene med en diffusjonstett og fleksibel tykkfilmsmembran.
- Påføre karboniseringsbremsende overflatebehandling på de øvrige flatene. Dette er en spesialmaling som effektivt hindrer karbondioksid (CO<sub>2</sub>) å trenge inn i betongen.
- Blomsterkassene bør males med en mest mulig diffusjonsåpen maling.

Det skisserte vedlikehold er mest benyttet for slike konstruksjoner. Betongkvaliteten for den plasstøpte betong i bærekonstruksjonene betegnes som relativt lav. Dette innebærer at bestandigheten har en begrensning sammenlignet med betongen som benyttes i tilsvarende bygg i dag. Prinsippet for den skisserte fremgangsmåte, er å reparere skader og påføre betongen en beskyttende overflatebehandling.

For konstruksjonsdeler med tilsatte klorider bør det teknisk sett benyttes elektrokjemiske metoder som for eksempel katodisk beskyttelse. En slik metode er mer kostbar, men reduserer samtidig meislingsbehovet.

Da det er funnet tilsatte klorider i betongen i alle blokkene, bør det utføres systematiske kloridprøver i forbindelse med rehabiliteringsarbeidene. En slik undersøkelse kan betydelig redusere omfanget av kostbare tiltak.



**Foto nr. 1:**  
Lokalitet 1, FB 40, terr,  
3 etg  
Armeringsoverdekning  
12 mm i tak, ingen  
synlige skader, men  
mange porer.



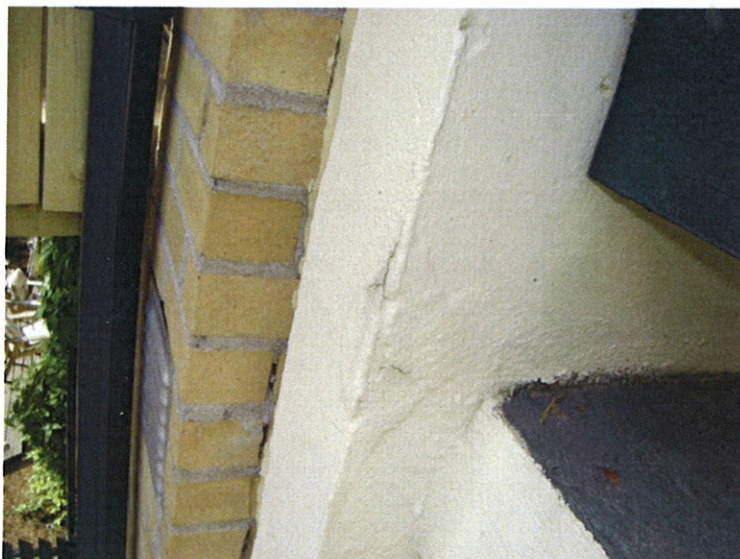
**Foto nr. 2:**  
Lok. 1 som foto 1.  
Opphugning viser  
tilnærmet ren armering  
selv om det er åpne  
porer inn til  
armeringen.  
Karbonatisering har  
delvis nådd  
armeringen.



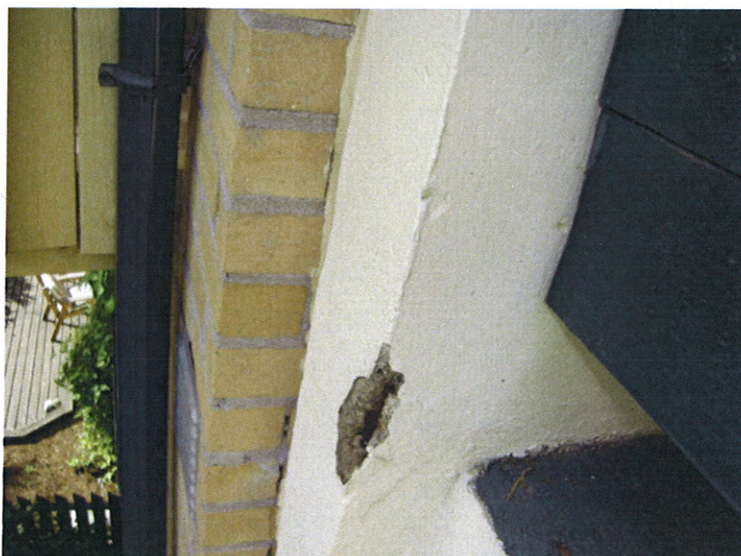
**Foto nr. 3:**  
Lok. 2, FB 44, balk, 1  
etg. Stor avskalling i  
balkong gulv.

**Foto nr. 4:**

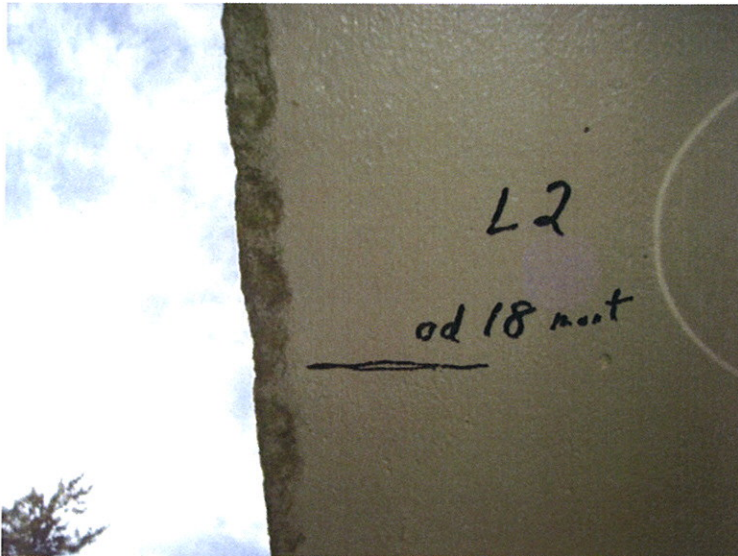
Lok. 2, som foto 3 etter opphugging av armering. Det er omfattende korrosjon på armeringen. Grunnen til utsprengningen av betongen, er at korrosjonsproduktene ( rust ) opptar mye større plass enn metallisk jern.

**Foto nr. 5:**

Lok. 2, FB 44, balk, 1 etg. Det er tegn til skade i ytre del av skillevegg.

**Foto nr. 6:**

Lok. 2, som foto 5. Lett hammerbanking på betongen avdekket korroderende armering.

**Foto nr. 7:**

Lok. 2, I dette taket er det trolig benyttet monteringsjern. Ingen ting tyder imidlertid på at dette er benyttet systematisk.

**Foto nr. 8:**

Lok. 3, FB 44, balk 3 etg. Oppmeisling til armering i tak uten tegn til synlig skade viser begynnelsen av korrosjon.

**Foto nr. 9:**

Lok. 4, FB 44, terr, 2u etg, gulv. Det skal normalt være en enkel dilatasjonsfuge inn mot vegg, men her er det laget en stor fuge "langt" ut på gulvet.



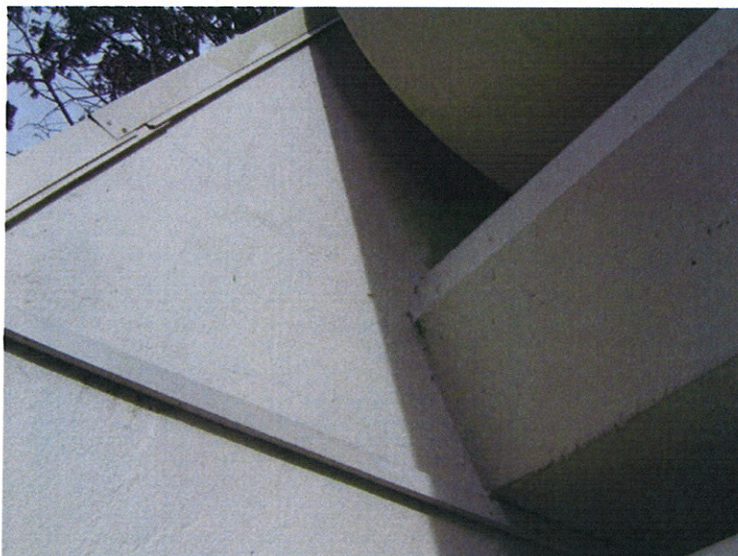
**Foto nr 10.**

Typisk sprekk / riss i overgangen mellom dekkeforkant og skillevegg. Dette er en "normal" Selvaag dilatasjonsfuge.



**Foto nr 11.**

Riss i overkant dekke inn mot skillevegg. Dette er typisk for de fleste terrasser / balkonger bygget på denne måten.



**Foto nr 12.**

Eksempel på typisk riss fra dekkeforkant og ut gjennom skillevegg til ytterkant vegg.



**Foto nr 13.**  
Toppen av blomsterkasser er vanligvis "rufsete" som her med avskallet maling, noe frostskaader og mye begroing.



**Foto nr 14.**  
Mange gulv har gammel slitt maling.



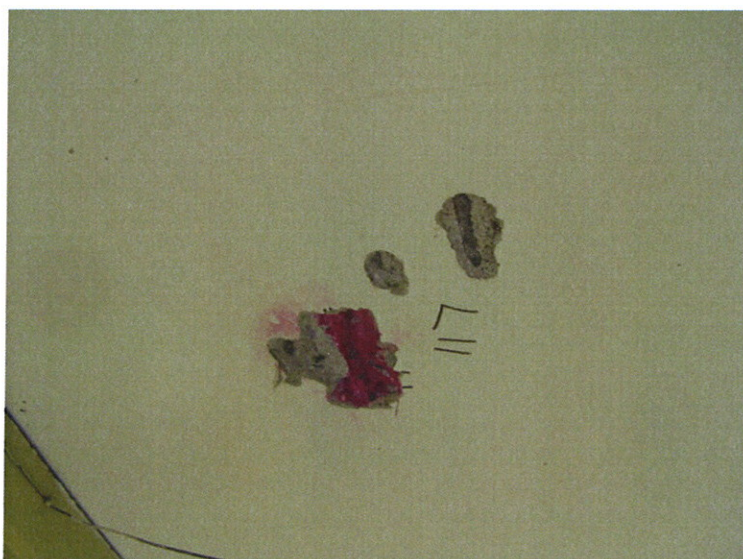
**Foto nr 15.**  
Lok 8, FB 24, terr, 1 etg  
Gammel reparasjon i tak og indikasjon på ny skadeutvikling.

**Foto nr 16.**

Samme lok som foto 15 etter lett meisling. Det er betydelig armeringskorrosjon i den gamle reparasjonen som ikke har vært vellykket.

**Foto nr 17.**

Lok 10, FB 52, balk 1 etg. Riss indikerer korrosjonsskader i hele dekkeforkanten / ytre del av tak. Lett meisling bekreftet dette. Her er hele hjørnet skadet.

**Foto nr 18.**

Lok 11, FB 52, terr, 4 etg. Eksempel på armering som er tilnærmet ren for rust selv om overdekningen er lav.

**Tak:** Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Lokalitet	Målinger	Karb. dybde ca [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
Lok. 1, nr. FB 40 – terrasse 3 etg. Rolf Hanssen		10	12 - 25	0,1
Lok. 2, nr. FB 36 – balkong 1 etg. Vaktmesterleilighet		5	15 – 20 20 - 30	0,1
Lok. 3, nr. FB 44 – balkong 3 etg. Abarrak		15	8 - 20	0,1
Lok. 4, nr. FB 44 – terrasse 2 u etg. Træthaug		12 - 15	8 - 30	0,1
Lok. 5, nr. FB 34 – terrasse 1 etg. Holand		8 – 10	10 – 30 mye 15 - 20	0,1
Lok. 6, nr. FB 34 – balkong 3 etg. Leil. syd		10	15 - 30	0,1
Lok. 7, nr. FB 24 – terrasse U. etg. Bergum		12 – 15	16 – 35	0,1
Lok. 8, nr. FB 24 – terrasse 1. etg. Finsand		10 – 12	12 – 25	0,1
Lok. 9, nr. FB 54 – balkong U. etg. Bala		15 – 20	5 – 35	0,1
Lok. 10, nr. FB 52 – balkong 1. etg. Berntsen		15 – 17	7 – 20	0,1
Lok. 11, nr. FB 52 – terrasse 4. etg. Navekvien		7 – 10	11 – 25	0,1
Lok. 12, nr. FB 56 – balkong U. etg. Leil på inngangsside mot gavl		15	7 – 25	0,2

**Merknader:** Følgende forkortelser blir brukt:

Oh: Opphugging  
Od: Armeringsoverdekning  
Karb.: Karbonatisering

**Kommentarer:**

- Lok. 1: Malt, en del porer, 2 små bompunkt / avskallinger. Oh ved od 12 mm viser stienreir, dårlig utstøpning og tilnærmet rent jern.
- Lok. 2: Malt, ingen avflassing, ingen drypprille, få porer. Trolig monteringsjern.
- Lok. 3: Malt, ingen synlige skader, men tegn til gamle rep i ytre del. ingen avflassing. Oh ved od 10 mm viser overflatekorrosjon.
- Lok. 4: Malt, ingen synlige skader, ingen avflassing. Oh ved od 8 mm i ytre del viste tilnærmet rent jern.
- Lok. 5: Malt, lite avflassing, en del porer, ingen synlige skader. Oh i indre del ved od 10 mm viste ren armering.
- Lok. 6: Malt, ingen synlige skader.
- Lok. 7: Malt, ingen synlige skader. Oh viste rent jern med Od 19 – 20 mm.
- Lok. 8: Ikke synlige skader. Oh viste rent jern med Od 15 mm
- Lok. 9: Skade mot vegg øst (dil fuge?). Utsprengt betong over korroderende armering. Oh viste at armering korroderer kraftig. Oh viste også at det har vært utført reparasjoner tidligere.
- Lok. 10: Skade i forkant av dekke i form av riss med bom ble hugget løs. Armering med Od 7 – 10 korroderer. Malingsavflassing i forkant.
- Lok. 11: Ingen synlige skader. Oh viste jern med od 10 – 11 med små rustprikker på kammene.
- Lok. 12: Ingen skade på takflate, men utsprengning av endejern i forkant.



**Gulv:** Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Lokalitet	Målinger	Karb. dybde [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
Lok. 1, nr. FB 40 – terrasse 3 etg. Rolf Hanssen		5	38 – 55 inkl fliser	0,1
Lok. 2, nr. FB 36 – balkong 1 etg. Vaktmesterleilighet		10 – 12	12 – 35 15 – 50	0,1
Lok. 3, nr. FB 44 – balkong 3 etg. Abarrak		10	30 – 50 + 60	0,1
Lok. 4, nr. FB 44 – terrasse 2 u etg. Træthaug		5 – 8	30 – 40 + 60	0,1
Lok. 5, nr. FB 34 – terrasse 1 etg. Holand		5	+ 60 inkl fliser	0,1
Lok. 6, nr. FB 34 – balkong 3 etg. Leil. syd		ca 20	+ 60	0,2
Lok. 7, nr. FB 24 – terrasse U. etg. Bergum		3	28 – +50	0,3
Lok. 8, nr. FB 24 – terrasse 1. etg. Finsand		3 – 4	26 – +50	0,1
Lok. 9, nr. FB 54 – balkong U. etg. Bala		15 – 20	38 – +50	0,2
Lok. 10, nr. FB 52 – balkong 1. etg. Berntsen		-	-	-
Lok. 11, nr. FB 52 – terrasse 4. etg. Navekvien		3 – 4	39 – +50	0,1
Lok. 12, nr. FB 56 – balkong U. etg. Leil på inngangsside mot gavl		5 – 6	37 – +50	0,3

**Kommentarer:**

- Lok. 1: Flislagt, malt i renne og ytre del. V – formet renne.
- Lok. 2: Malt gulv. Betydelig synlig skade i ytre del av gulv mot den ene skilleveggen. Oh viste korrodert armering som er årsak til skadene. Skaden er trolig reparert tidligere.
- Lok. 3: Gamel slitt maling. Dilatasjonsfuge av gammel type inn mot ene skillevegg.
- Lok. 4: Begrenset tilgjengelighet pga trelemmer. Dilatasjonsfuge "langt ut på gulv" trolig pga unøyaktig bygging.
- Lok. 5: Flislagt. Det er lagt en fugesikring type Combiflex (?) ut mot gavlvegg. Er det fuge her eller er det kun en "hulkilsløsning" ?
- Lok. 6: I praksis ikke tilgjengelige flater pga rot. Ser en gammel ødelagt dilatasjonsfugesikring mot ene skillevegg.
- Lok. 7: Gulv tildekket. Ser malingsavflassing. Riss inn mot skillevegg nord og under blomsterkasse mot nord.
- Lok. 8: Maling flasser av lokalt gulv og i vannrenne. Riss inn mot støtter.
- Lok. 9: Maling flasser. Ikke skader på innfesting til rekkverk.
- Lok. 10: Gulv er flislag. Det er mye bom i fliser inn mot vegg/liv.
- Lok. 11: Maling er slitt og flasser lokalt, også i renne. Riss inn mot støtte. Etablert fuge mot gavlvegg.
- Lok. 12: Tegn til malingsavflassing på o.k. dekke. Synlige skader i forkant av dekke i form av riss / utsprengning og bom. Oh viste korroderende armering i område med skader.

**Skillevegger:** Oversikt over undersøkte lokaliteter.

<b>Lokalitet</b>	<b>Målinger</b>	<b>Karb. dybde</b>	<b>Overdekning</b>	<b>Kloridinnhold</b>
	<b>[mm]</b>	<b>[mm]</b>	<b>[mm]</b>	<b>[vekt% av sementvekt]</b>
Lok. 1, nr. FB 40 – terrasse 3 etg. Rolf Hanssen	5		+ 60	0,2
Lok. 2, nr. FB 36 – balkong 1 etg. Vaktmesterleilighet	10		15 - 50	0,2
Lok. 3, nr. FB 44 – balkong 3 etg. Abarrak	15 – 20		20 - 50	0,2
Lok. 4, nr. FB 44 – terrasse 2 u etg. Træthaug	8 - 10		20 - 50	0,4
Lok. 5, nr. FB 34 – terrasse 1 etg. Holand	8		20 - 40	0,2
Lok. 6, nr. FB 34 – balkong 3 etg. Leil. syd	20		15 - 30	0,1
Lok. 7, nr. FB 24 – terrasse U. etg. Bergum	15		46 – +50	0,4
Lok. 8, nr. FB 24 – terrasse 1. etg. Finsand	10 – 12		+50 Hylse 7 – 10	0,5
Lok. 9, nr. FB 54 – balkong U. etg. Bala	10		+50	0,2
Lok. 10, nr. FB 52 – balkong 1. etg. Berntsen	10 – 12		+50 Enkeltjern 5 – 10	0,4
Lok. 11, nr. FB 52 – terrasse 4. etg. Navekvien	15 – 17		30 – +50	0,4
Lok. 12, nr. FB 56 – balkong U. etg. Leil på inngangsside mot gavl	10 – 15		+50 Enkeltjern 38	0,20

**Kommentarer:**

Lok. 1: Malt, mange porer, lite avfallsing.

Lok. 2: Malt, ingen synlige skader, dog skade i overgang dekkeforkant / vegg. Oh od 15 mm viste ren armering

Lok. 3: Malt, mange porer gamle reparasjoner med tegn til bom. Oh od 20 mm viste korrodert armering

Lok. 4: Malt, noe porer.

Lok. 5: Relativt mange porer, men ingen synlige skader.

Lok. 6: Avflassing av maling i øvre del av vegg inn mot dilatasjonsfuge.

Lok. 7: Malt, ingen synlige skader.

Lok. 8: Ingen synlige skader, men grønske i bunn av vegg mot syd.

Lok. 9: Skade på forkant av skillevegg mot øst. Endejern med lav Od korroderer og sprenger løs betong.

Lok. 10: Skade i bunn av vegg mot syd. Jern med od 5 – 10 mm korroderer. Ellers ingen synlige skader.

Lok. 11: Tegn til malingsavflassing på vegg mot nord, ellers ingen synlige skader.

Lok. 12: Skade i forkant av vegg mot vest i forbindelse med bøyle. Veggflater uten synlige skader.

**Blomsterkasser** Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Lokalitet	Målinger	Karb. dybde	Overdekning	Kloridinnhold
		[mm]	[mm]	[vekt% av sementvekt]
Lok. 1, nr. FB 40 – terrasse 3 etg. Rolf Hanssen		3	12 - 40	0,1
Lok. 4, nr FB 44 – terrasse 2 u etg. Træthaug		1 – 2	25 - 40	0,1
Lok. 5, nr FB 34 – terrasse 1 etg. Holand		2	20 - 40	0,2
Lok. 7, nr FB 24 – terrasse U. etg. Bergum		6 – 7	25 – 40	0,1
Lok. 8, nr FB 24 – terrasse 1. etg. Finsand		3 – 4	30 – 40	0,1
Lok. 11, nr FB 52 – terrasse 4. etg. Navekvien		6 – 7	25 – 40	0,1

**Kommentarer:**

- Lok. 1: Malt, litt flassing men ingen åpenbare synlige skader.  
 Lok. 4: Lite synlig, men ingen åpenbare skader.  
 Lok. 5: Malt, litt flassing men ingen åpenbare synlige skader.  
 Lok. 7: Malingsavflassing i topp av kasse. Ellers uten synlige skader.  
 Lok. 8: Grønske og malingsavflassing i topp av kasse.  
 Lok. 11: Tegn til frost ytre del. Synlig korroderende bøyle i topp.

**Kloridanalyser**

PROSJEKT: Jesperud Boligsameie

OPPDRAKSGIVER: OBOS Prosjekt AS, v. Jon Andre Ellingsen

MÅLEMETODE: Syreuttrekk av betongstøv, nøytralisert, og målt med Quantab – strips.

QUANTAB KONTROLLNR.: A5314 (Nedre deteksjonsgrense er 28 mg Cl- / l. Verdier under denne grensen er ekstrapolerte verdier).

ANTATT SEMENTMENGDE: 280 kg pr. m<sup>3</sup> betong.

Rester av prøvematerialet blir lagret i 3 uker etter at resultatene foreligger, dersom ikke annet er avtalt.

Prøvenummer og lokalitet	Innveid mengde betong	Avlest Quantab	Mengde Cl - (mg/l)	% Cl - av betongvekt	% Cl - av antatt sementvekt
Lokalitet 1, gulv	10	1,0	22	0,011	0,1
Skillevegg syd	10	1,8	51	0,026	0,2
Tak	10	0,8	18	0,009	0,1
Blomsterkasse	10	0,8	18	0,009	0,1
Lokalitet 2, gulv	10	1,2	28	0,014	0,1
Tak	10	0,8	18	0,009	0,1
Skillevegg syd	10	2,0	61	0,031	0,2
Lokalitet 3, gulv	10	1,2	28	0,014	0,1
Tak	10	0,8	18	0,009	0,1
Skillevegg nord	10	1,8	51	0,026	0,2
Lokalitet 4, tak	10	1,2	28	0,014	0,1
Gulv	10	1,0	22	0,011	0,1
Skillevegg nord	10	2,8	103	0,052	0,4
Blomsterkasse	10	0,8	18	0,009	0,1
Lokalitet 5, tak	10	1,0	22	0,011	0,1
Gulv	10	1,0	22	0,011	0,1
Skillevegg nord	10	2,0	61	0,031	0,2
Blomsterkasse	10	0,8	18	0,009	0,1
Lokalitet 6, tak	10	0,8	18	0,009	0,1
Gulv	10	1,8	51	0,026	0,2
Skillevegg nord	10	1,4	35	0,018	0,1
Lokalitet 7, gulv	10	2,4	81	0,041	0,3
Tak	10	1,0	22	0,011	0,1
Skillevegg nord	10	2,8	103	0,052	0,4
Blomsterkasse	10	0,8	18	0,009	0,1

Prøvene er utført i henhold til Ødegård og Lund AS kvalitetsplan.

**Kloridanalyser**

PROSJEKT: Jesperud Boligsameie

OPPDRAKSGIVER: OBOS Prosjekt AS, v. Jon Andre Ellingsen

MÅLEMETODE: Syreuttrekk av betongstøv, nøytralisert, og målt med Quantab – strips.

QUANTAB KONTROLLNR.: A5314 (Nedre deteksjonsgrense er 28 mg Cl- / l. Verdier under denne grensen er ekstrapolerte verdier).

ANTATT SEMENTMENGDE: 280 kg pr. m<sup>3</sup> betong.

Rester av prøvematerialet blir lagret i 3 uker etter at resultatene foreligger, dersom ikke annet er avtalt.

Prøvenummer og lokalitet	Innveid mengde betong	Avlest Quantab	Mengde Cl - (mg/l)	% Cl - av betongvekt	% Cl - av antatt sementvekt
Lokalitet 8, gulv	10	0,8	18	0,009	0,1
Tak	10	0,8	18	0,009	0,1
Skillevegg nord	10	3,0	114	0,057	0,5
Blomsterkasse	10	0,8	18	0,009	0,1
Lokalitet 9, gulv	10	1,8	51	0,026	0,2
Tak	10	1,4	35	0,018	0,1
Skillevegg nord	10	1,8	51	0,026	0,2
Lokalitet 10, tak	10	0,8	18	0,009	0,1
Skillevegg nord	10	2,8	103	0,052	0,4
Lokalitet 11, gulv	10	0,8	18	0,009	0,1
Tak	10	0,8	18	0,009	0,1
Skillevegg nord	10	2,6	91	0,046	0,4
Blomsterkasse	10	0,8	18	0,009	0,1
Lokalitet 12, gulv	10	2,4	81	0,041	0,3
Tak	10	1,8	51	0,026	0,2
Skillevegg vest	10	2,0	61	0,031	0,2

Prøvene er utført i henhold til Ødegård og Lund AS kvalitetsplan.

## Armeringskorrosjon i betong

### HVA ER BETONG OG HVORFOR BRUKES ARMERING

Betong består av hovedkomponentene:

- Sand / stein
- Sement
- Vann

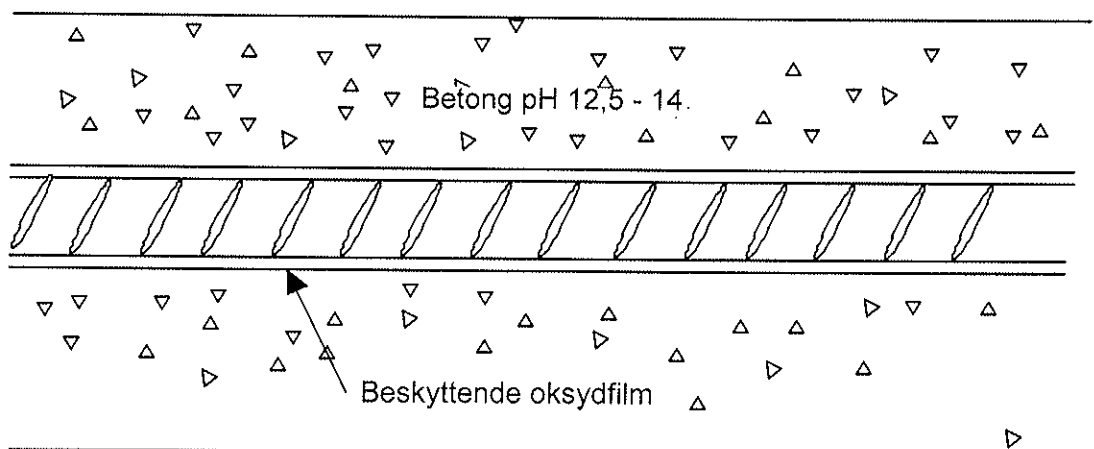
Når disse komponentene er blandet, fylles de vanligvis i en forskalingsform som rives når betongen er blitt sterk nok. Det som gir betongen styrke, er at vann og sement går sammen og danner en såkalt "sementpasta" som omslutter sand og stein. Denne prosessen kalles "herding" av betong.

Betong er et gammelt kjent bygningsmateriale. Slottet i Oslo ble oppført rundt 1850 og søylene på slottsbalkongen er av betong uten armering. Disse har et langt større tverrsnitt enn dagens betongsøyler hvor det er lagt inn jernstenger.

Etter ca. 1900 begynte man å legge inn jernstenger i betongen, og det er dette som kalles "armert betong" eller forsterket betong. Grunnen til dette er at betong tåler stor trykkbelastning og forholdsvis lave strekkrefter. Ved å legge inn jernstenger hvor betongen er utsatt for strekkrefter, er det mulig å lage betydelig slankere søyler og større spennvidder av dekker og bjelker.

Jernstenger som ligger ute begynner å ruste. Når jernstenger støpes inn i betong, blir de naturlig beskyttet av sementpastaen som har et såkalt basisk miljø, med pH - verdi 12,5 - 14 (nøytralt er pH = 7.) I dette miljøet med den høye pH - verdien, dannes det naturlig en tynn usynlig "hinne" som består av en oksydfilm på jernoverflaten. Denne filmen gir så god beskyttelse at jernet i praksis er evigvarende. Dette er vist på skissen som følger hvor oksydfilmen er markert:

### LUFT



Skisse nr. 1. Armering i betong omgitt av en tynn beskyttende film som er markert

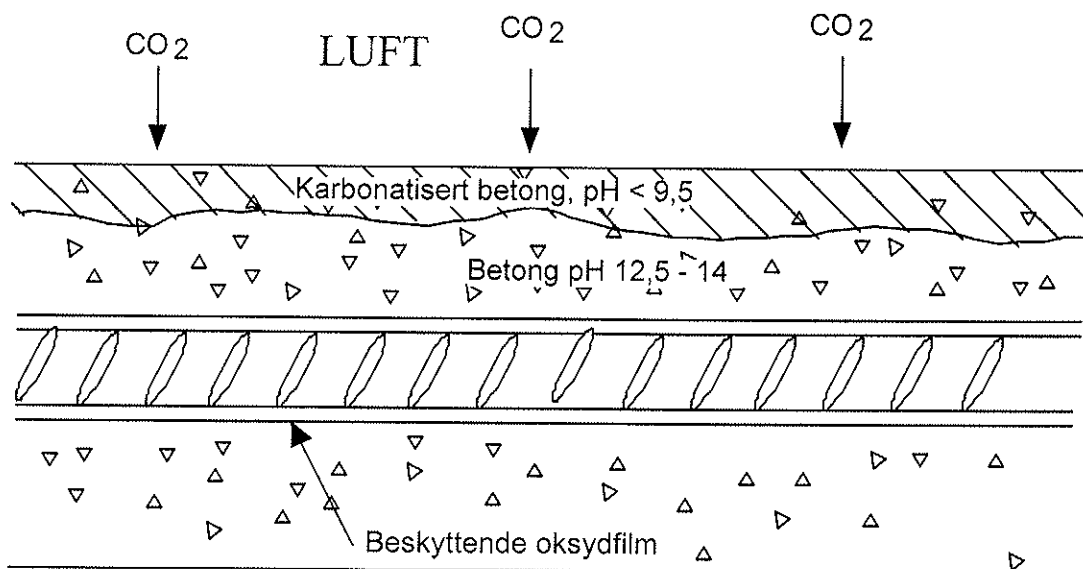
## HVORDAN OPPSTÅR ARMERINGSKORROSJON I BETONG ?

Selv om betong i utgangspunktet er et bestandig bygningsmateriale, erfarer vi at det oppstår nedbrytning av armert betong. Av nedbrytning er armeringskorrosjon den mest vanlige. Korrosjon oppstår når den beskyttende oksydfilm brytes ned. Det er to hovedårsaker til at denne filmen brytes ned slik at det oppstår armeringskorrosjon:

- Karbonatisering
- Klorider

### Karbonatisering

Vanlig betong er et porøst materiale som består av små porer og et nettverk av små sammenhengende ganger. Dette gjør at luft kan trenge inn i betongen. En bestanddel av luften er karbondioksyd (Kjemisk betegnelse  $\text{CO}_2$ ) og denne lager en "karbonatforbindelse" med betongen, derav navnet "karbonatisering". Dette medfører at betongen blir forsuret slik at pH - verdien synker fra 12,5 - 14 til under 9,5. På skisse nr. 2 som følger har karbonatiseringen foregått i det skraverte sjiktet i overflaten.



Skisse nr. 2. Det skraverte sjikt i overflaten er karbonatisert.

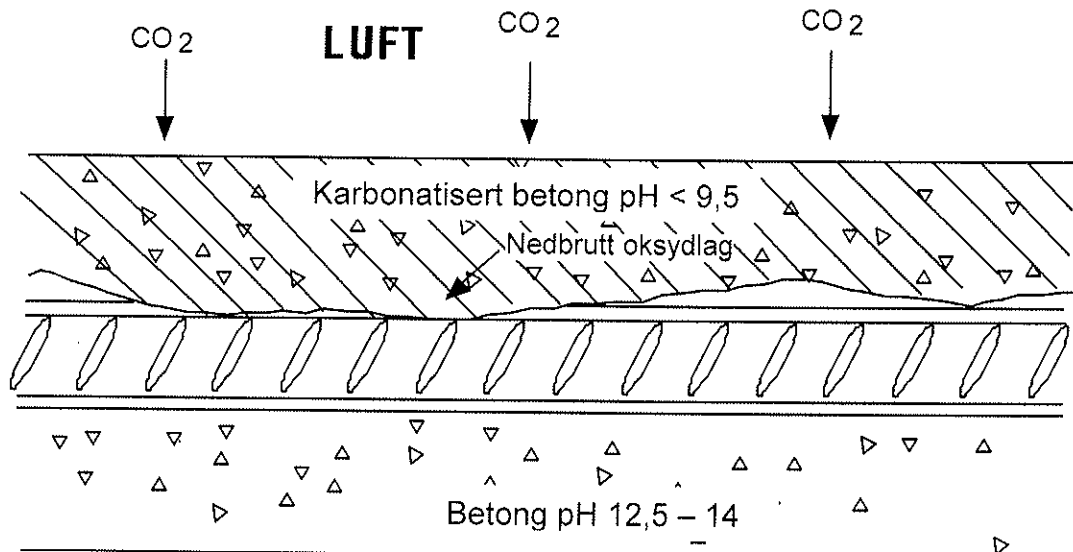
Skille mellom den karbonatiserte betong som er skravert på skisse nr. 2 og betongen under som ikke er påvirket, sees lett ved å bruke en spesiell indikatorløsning (fenolftalein). Dette gjøres ved å sprøyte løsningen på en fersk bruddflate i betongen. Karbonatisert betong (skravert) beholder sin naturlige grå- farge, mens betongen som er upåvirket blir rødlilla.

Tilstanden som vist på skisse nr 2 har ingen betydning for armeringen. Når det gjelder betongen blir denne sterkere da dannelsen av karbonat fyller porene i betongen.

Med tiden vil fronten mellom karbonatisert betong og frisk betong bevege seg videre innover. Karbondioksyd fra luften vil stadig få lengre vei inn til fronten og dette

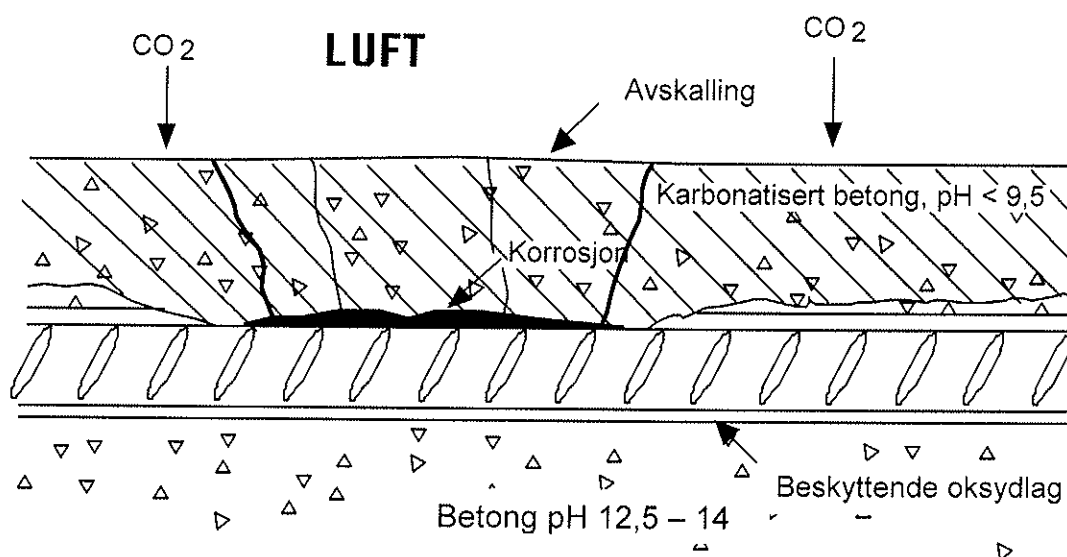
medfører at prosessen går saktere og saktere. Av denne grunn er det viktig at armeringen plasseres slik at overdekningen tilsvarer anbefalingene som stilles i Norsk Standard, da det i standarden er nedfelt en bred erfaring med tanke på bestandighet.

Når karbonatiseringen når armeringsjernet, brytes beskyttelsesfilmen ned, som vist på skisse nr. 3.



Skisse nr. 3. Karbonatisering har nådd armeringen og beskyttelsesfilmen er nedbrutt.

Når jernet har mistet sin beskyttelse, ruster jernet dersom det er fukt og tilgang på luft. Dette er tilfelle for utendørs konstruksjoner. Rust dannes av jern og luft og det opptar et volum som er flere ganger større enn opprinnelig jern. Dannelse av rust fører derfor til at det oppstår sprekkekrefter mellom armering og betong og resultatet sees som avskallet betong over armeringsjernet. Dette er vist på skisse nr 4.



Skisse nr. 4. Nedbrutt film og dannelse av rust på armeringen. Rusten sprenger løs betongen.

Karboniseringshastigheten er svært avhengig av betongkvalitet. Det er viktig at det brukes minst mulig vann i forhold til sementmengden. Forholdet er slik at jo mer vann det brukes, jo mer porøs og åpen blir betongen. Dette kommer av at overskuddsvann



vil etterlate seg hulrom i betongen når den tørker. På sementsekkene er de trykket en oppfordring om å spare på vannet når en lager betong.

### Klorider

Selv om betongen ikke er karbonatisert, kan den beskyttende film på jernoverflaten brytes ned. Dette skjer dersom betongen rundt jernet har et kloridinnhold over en bestemt mengde. Det har vist seg at denne mengden varierer fra konstruksjon til konstruksjon i de ulike miljø.

Dersom en tar utgangspunkt i Norsk Standard 3420, som gjelder i dag, anbefales at kloridinnholdet i betong som lages skal være lavere enn 0,4 vekt % av sementmengden.

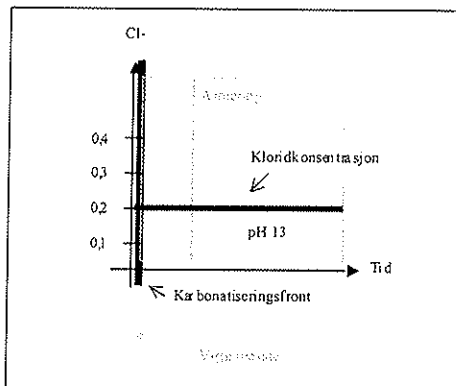
Klorider i betong er tilsatt som salt ved støping for å unngå frost om vinteren. Samtidig oppnås en akselererende herding av betongen. Ellers kommer salt inn i betongen utenfra, enten ved salting, eller saltvann i marint miljø.

Når korrosjon (rust) på jern oppstår pga klorider oppstår det markerte gropdannelser på jernet. (av mange betegnet pitting).

Korrosjon som oppstår pga klorider, medfører et mye større problem enn karbonatisering.

### Karbonatisering + klorider

For konstruksjoner der karbonatiseringsdybden er i ferd med å nå, men ikke har nådd, armeringen er det funnet armeringskorrosjon selv ved så lave kloridkonsentrasjoner som 0,2 vekt % av sementvekten. Årsaken til dette er at kloridene naturlig anrikes i



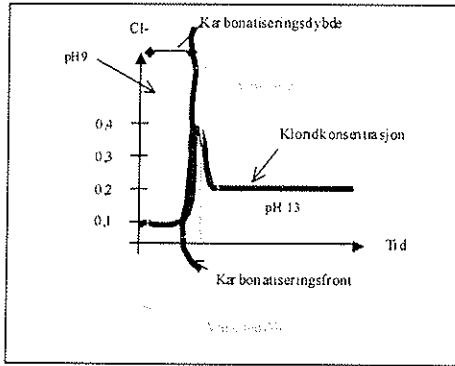
Kloridkonsentrasjon på en vegg år 0.

den friske betongen like foran karbonatiseringsgrensen. Denne kombinasjonen av karbonatisering og klorider øker faren for armeringskorrosjon betydelig.

Som figuren under viser er kloridinnholdet likt i hele konstruksjonen dersom det er tilsatt klorider i støpeprosessen. Karbonatiseringsfronten sammenfaller med veggens yterflate fordi forskalingen tetter til slik at det ikke kommer karbondioksid i kontakt med betongflaten. Når forskalingen fjernes vil det normalt oppstå en karbonatisering av de første 1 – 3 mm betong målt fra yttersiden. Deretter beveger karbonatiseringsfronten seg langsomt innover i konstruksjonen, avhengig av betongkvalitet, overflatebehandling og fuktinnhold.

Etter noen år vil karbonatiseringsfronten ha trengt dypere inn i betongen. Kloridene er ikke en del av reaksjonen som kalles karbonatisering, men blir dyttet videre inn i betongen å grunn av prosessen.

Det oppstår en opphopning (bølge) av klorider ved karbonatiseringsfronten. Kloridinnholdet før og etter "bølgen" er så lavt at det alene ikke vil initiere korrosjon.



Kloridkonsentrasjon på en eldre vegg.

I den perioden armeringen ligger i området med høyest kloridinnhold, er det et risiko for at det oppstår armeringskorrosjon. Når korrosjon først er igangsatt har jernet vesentlig lavere terskel for videre korrosjon selv om kloridinnholdet er lavt. Samtidig har man ikke lenger den korrosjonsbeskyttelsen betongen gav før den ble karbonisert.

### HVORFOR ER ARMERINGSKORROSJON ET PROBLEM?

Som tidligere nevnt skal armeringen oppta strekkraftene for betongen. Armeringsstengene er derfor plassert i strekksonene.

I første fase er armeringskorrosjon av estetisk art ved at en ser enkelte korroderte jern. Etter hvert vil korrodert armering sprengte løs betongbiter, og dette kan for eksempel føre til personskade dersom betongbiter faller ned hvor det ferdes mennesker.

Etterhvert som korrosjonsprosessen skrider frem, vil armeringen miste sitt tverrsnitt slik at det er fare for bæreevnen.