

ØDEGÅRD OG LUND AS

Konsulenttenester innen betongrehabilitering



BORETTSLAGET KOLLEKTIVET

BEGRENSET TILSTANDSANALYSE AV BALKONGER
I ARMERT BETONG

OPPDRAKSGIVER: BORETTSLAGET KOLLEKTIVET

VÅR 2012

OPPDRAGSOVERSIKT

RAPPORTENS TITTEL:	Borettslaget Kollektivet Begrenset tilstandsanalyse av balkonger i armert betong
RAPPORT NR.:	Ø.L. 1783
OPPDRAGSGIVER:	Borettslaget Kollektivet
OPPDRAGSFORDIDLER	Usbl v/ Dag Frode Træet
SAKSBEHANDLER:	Trond Amundsen og Bjørn Lund
FAGANSVARLIG:	Olav S. Ødegård

Sammendrag:

- Det ble ikke funnet forhøyet kloridinnhold av betydning for armeringens bestandighet i konstruksjonsbetongen på balkongene. Dog er det et stort skadeomfang p.g.a. riss og karbonatisert betong.
- På balkongdekkene er det lett å finne synlige betongskader i form av riss, bom, utsprengetninger og synlig korrodert armering.
- Gulvene har varierende type og kvalitet på overflatebehandlingen, mange med til dels mye avflassing.
- Ved demontering av brystninger og systematisk utbedring av alle betongskader, samt påføring av ny egnet overflatebehandling vil balkongene oppnå en relativ god fremtidig bestandighet.
- Skadeomfanget og skadepotensialet er så omfattende at det bør starte planlegging av balkongrehabilitering relativt raskt.

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 27 april 2012

Olav S. Ødegård


Bjørn Lund

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

1. BAKGRUNN.

Borettslaget Kollektivet består av 3 boligblokker med 139 leiligheter og ligger på Hovseter i Oslo. Bygningene har utkragede balkonger i armert betong og brystninger som vist på forsidefoto. Blokkene er etter sigende fra 1975 – 76.

Det er tidligere registrert betong skader på balkongene p.g.a. armeringskorrosjon. For å vurdere tilstanden og eventuelt behov for reparasjoner og vedlikehold av den armerte betongen, fikk Ødegård og Lund AS i oppdrag å utføre en stikkprøvebasert undersøkelse av betongen på balkongene. Undersøkelsen er utført i henhold til vårt tilbudsbrev av 15 desember 2011. Feltarbeidene ble foretatt i februar d.å.

Balkongene og fasadene ble ettersigende rehabilitert i 2002 – 2003. Omfanget eller kvaliteten på denne rehabiliteringen er ikke vurdert i denne rapporten. Det ble ettersigende montert nye brystninger på alle balkongene ved denne rehabiliteringen.

2. UNDERSØKELSER.

De undersøkte balkongene er valgt av styret og / eller vaktmester ut fra skadeomfang og tilgang. Nedenfor er en oversikt over plassering og lokalitetenes koder.

Lokalltet / konstruksjonsdel	Adresse og beboer	Forkortelser
Balkong G1 og T1	Hovseterveien 100 B 1 etasje, leilighet nr. 134 Lise Methe Olson	G = gulv T = tak
Balkong G2 og T2	Hovseterveien 96 1 etasje, leilighet nr. 06 Ingar Fjørtoft	G = gulv T = tak
Balkong G3 og T3	Hovseterveien 96 7 etasje, leilighet nr. 42 Kari Husabø	G = gulv T = tak
Balkong G4 og T4	Hovseterveien 96 6 etasje, leilighet nr. 35 Sindre Rikheim	G = gulv T = tak
Balkong G5 og T5	Hovseterveien 96 1 etasje, leilighet nr. 04 Torgunn Larssen	G = gulv T = tak
Balkong G6 og T6	Hovseterveien 102 A 2 etasje, leilighet nr. 146 Asbjørg Husdal	G = gulv T = tak

Følgende målinger er foretatt på den enkelte balkong:

- Armeringsoverdekning (avstand fra overflaten og inn til armering)
- Karbonatiseringsdybde (naturlig forsurningsprosess i betongen pga sure gasser i lufta), målt med pH indikatorvæsken phenolphthalein
- Kloridinnhold, målt med Quantab metoden. Tatt som punktprøver fra påstøp, konstruksjonsbetong i dekke og i tak
- Opphugging til armering for visuell kontroll
- Bombanking
- For å få undersøkt dekkeforkant og sidekant var det blitt demontert brystninger på 2 av balkongene før undersøkelsen

Undersøkelsene er basert på fysiske målinger av den armerte betong og visuell befaring. Det er ikke foretatt statiske vurderinger.

3. RESULTATER OG VURDERINGER.

Resultater og foto er samlet i følgende vedlegg:

Vedlegg 1: Foto

Vedlegg 2: Feltresultater fra den enkelte balkong

Vedlegg 3: Resultat fra kloridanalyser

Vedlegg 4: Armeringskorrosjon, generell informasjon

Visuell befaring:

Undersøkelsen viste følgende:

- Brystninger og vannoppsamlingssystemet skjuler dekkeforkant og sidekanter
- Balkonggulv med varierende type og kvalitet på overflatebehandlingen, mange har til dels mye avflassing (foto nr. 5, 8 og 17).
- Balkonggulv med synlige skader i form av riss, bom og betongutsprengning (foto nr: 9, 10, 11, 15, 18, 19, 21 og 22).
- Gamle brystningsbolter som ikke er i bruk i ytre del av balkongene i både gulv og tak (foto nr. 3 og 6).
- Balkong tak med synlige skader i form av riss, utsprengninger, malingsavflassing og rustutslag (foto nr: 2, 12, 13 og 20).

Armeringstilstand av balkonger:

Armeringskorrosjon er den vanligste årsaken til nedbrytning av armerte betongbalkonger. Årsaken til korrosjon er hovedsaklig:

- klorider
- karbonatisert betong

Vedlegg nr. 4 til rapporten omhandler årsakene til armeringskorrosjon. For de undersøkte balkongene i Borettslaget Kollektivet er det utført 12 stk kloridanalyser og disse er utført som punktprøver. 11 av 12 prøver hadde 0,1 vekt % av antatt sementvekt 280 kg/m³ (heretter forenklet benevnt " %"). Den siste prøven viste 0,2%. Det naturlige kloridinnhold i betong fra Oslo – området regnes som inntil 0,1%. Til sammenlikning anbefaler dagens Norsk Standard inntil 0,4%. Et kloridinnhold på 0,2% regnes som et lavt kloridinnhold som normalt ikke gir korrosjonsfare uten i kombinasjon med karbonatisering av betong.

Resultatene for karbonatiseringsdybde og armeringsoverdekning viste følgende:

- I balkonggulv og forkanter er karbonatiseringsdybden 5 – 10 mm, og overdekningen 8 – 48 mm.
- I balkongtak / u.k. dekker er karbonatiseringsdybde høyere, målt til 5 – 25 mm, og overdekningen 8 – +50 mm.

Dette betyr at karbonatisering inn til armeringsjern hovedsakelig er lokalisert til balkongtak. Karbonatiserings målingene er utført i områder uten synlige riss eller skader. Riss i betongen vil gjøre at karbonatiseringen kommer lokalt dypere i betongen enn den ellers ville ha gjort (se vedlegg nr. 4).

Det ble meislet inn til armeringen på 5 stk balkonger. På 3 av innmeislingene i områder med synlige skader var armeringen korrodert, og de 2 siste oppmeislingene i områder uten synlig skade viste påbegynnende korrosjon på armeringen.

Frost skader i betongen:

Denne type nedbrytning gjelder frost av betong. Frost av betong skjer ved at poresystemet fylles av vann og når vann omdannes til is oppstår sprengkrefter pga volumutvidelsen. Ved gjentatte fryse / tinesykluser, blir betongen utsatt for nedbrytning og med tiden smuldres den opp. For balkongene i borettslaget er det varierende omfanget av synlige frostska-der på balkongene, dette gjelder spesielt ytre del av gulv. Da mye av overflatebehandlingen på gulver er defekt eller flasser av, vil trolig omfanget av frostska-der øke i tiden fremover.

4. OPPSUMMERING OG VURDERING AV TILTAK

Oppsummering:

Det ble ikke funnet forhøyet kloridinnhold av betydning i konstruksjonsbetongen. Dette er svært positivt da klorider er den klart alvorligste årsaken til korrosjonskader. Hovedmengden av bærearmeringen i balkongdekkene er foreløpig beskyttet mot korrosjon ved at den ligger i

betong som ikke er karbonatisert eller ligger i rissområder. Uten tiltak vil skadeomfanget øke, spesielt gjelder dette i områder med riss eller der hvor det er mangler i overflatebehandlingen.

Det fleste skadene er registrert i ytre del av balkongdekker, men det er også funnet skader helt inn mot vegglivet. Det er spesielt armering med lav overdekning i riss områder som korroderer og sprenger løs betongen.

Omfanget av avflassing på overflatebehandlingen er stedvis betydelig, spesielt på gulv. Dette gir fuktinngang i dekkene som igjen kan gi frostskaider i betongen. Fuktig betong fører til et mer korrosivt miljø for armeringen som ligger i karbonatisert betong.

Tilstandsanalysen av balkongene viser et stort behov for å rehabilitere balkongene i armert betong.

Vurdering av tiltak på balkongene:

For oppnå en god bestandig rehabilitering av balkongene, har vi som et diskusjonsgrunnlag satt opp følgende prinsipp for en rehabilitering:

- Demontere brystninger og vannoppsamlingsystemer.
- Avdekke alle synlige skader.
- Fjerne alle gamle bolter som ikke er i bruk i betongen.
- Utføre en begrenset mekanisk rehabilitering. Dette innebærer at alle synlig skader utbedres ved meisling og mørtling.
- Sikre alle riss i betongen.
- Kontrollere balkonggulv mhp bom og foreta nødvendig utbedring.
- Alle overflater rengjøres og løstsittende maling fjernes, fortrinnsvis med helsliping av all gammel overflatebehandling. Etter utførte reparasjoner påføres balkonggulv og forkanter / sidekanter en egnet vanntett og fleksibel tykkfilmsmembran. Det bør undersøkes hvilken type produkter det er brukt vis ikke all gammel overflatebehandling fjernes.
- I balkongtak / underkant dekker påføres en CO2 bremsende maling som er diffusjonsåpen.
- Sjekke betongen under beslaget inn mot yttervegger på balkonggulvene.

Generelle vurderinger:

Benyttes prinsippet begrenset mekanisk reparasjon, må en være klar over at det vil være igjen armering som ligger i karbonatisert betong og det er fare for at det kan oppstå nye skader. Det bør derfor planlegges vedlikeholdssykluser på 12 – 15 år. Dog er dette den mest brukte metoden i markedet og langtidserfaringene er gode. I tillegg er det viktig å påføre betongen en

vannavisende overflatebehandling som beskytter betongen fra nedbryting p.g.a. vann. Betong kvaliteten fra denne tiden bygget ble oppført er lavere en dagens standard, den trenger overflatebehandling for å hindre videre nedbryting. Ønsker en ekstra sikkerhet mot at det oppstår nye skader, kan elektrokjemiske metoder benyttes, f. eks katodisk beskyttelse der armeringen ligger i karbonatisert betong. Dette er dog kostbare metoder.

Vi takker for oppdraget som er utført i henhold til vårt tilbud av 15 desember 2011, og bekrefter at oppdraget er avsluttet med denne rapporten.

**Foto nr. 1:**

Lokalitet G1 og T1.
Oversiktsfoto over balkongen før undersøkelsen.
Brystningen og vannavrenningssystemet er demontert og plassert på stillaset for bedre tilgang til forkant og ytre del av balkongdekket.

**Foto nr. 2:**

Undersiden av balkongdekket G 1.
Her ser vi ytre del av taket / balkongdekkets underside som ellers er delvis skjult av vannavrenningssystemet.
Det er drypprille i betongen. Vi ser også noen mindre rustutslag.

**Foto nr. 3:**

Undersiden av balkongdekket G 1.
Rett innenfor drypprillen i ytterkanten (som vist på forrige foto) er det en kappet gammel bolt etter den gamle brystningen.



Foto nr. 4:

G 1.

På dekkeforkanten er det synlige tegn til en påstøp på dekket.



Foto nr. 5:

G 1.

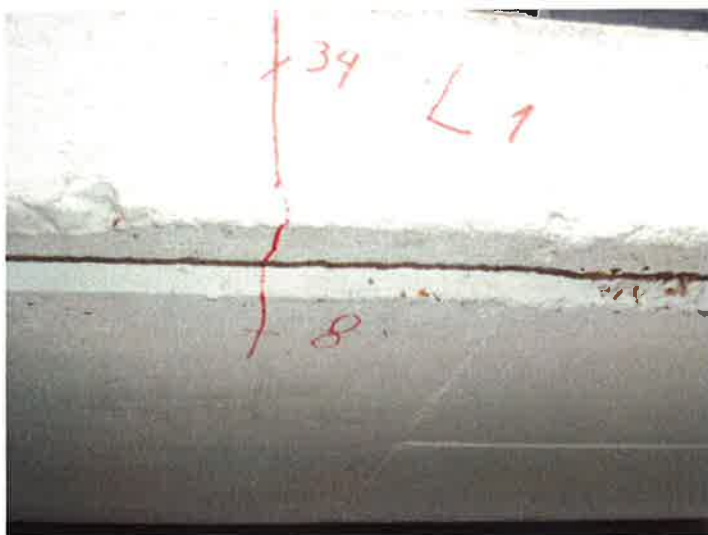
Det er lokale områder med avflassing på overflatebehandlingen som vist her i ytre del av balkonggulvet.



Foto nr. 6:

G 1.

Etter demonteringen av vannristene på sidekantene kan det sees korroderte bolter som er kappet. Ved kapping av denne bolten har de også skåret i overflatebehandlingen på gulvet.

**Foto nr. 7:**

G 1.

Dette er trolig et av bærearmeringene som er påvist med et armerings "covermeter". Det er merket med rød strek på dekkeforkanten og videre på undersiden av dekket. Tallene indikerer avstanden inn til armeringen målt i millimeter, 34 mm på forkanten og kun 8 mm på det minste på undersiden.

**Foto nr. 8:**

G 2.

Det er store områder med avflassing og bom i overflatebehandlingen, spesielt i ytre del. Det er lokale områder med frostskafer i betongoverflaten der overflatebehandlingen er ødelagt.

**Foto nr. 9:**

G 2.

Opphugning i en utsprengning i overgangen mellom dekkeforkant og balkonggulvet viste 2 korroderte armeringsjern. Dette er trolig samme type armeringsjern som ble påvist på foto nr. 7.



Foto nr. 10:

G 2.

Annnet eksempel på synlig korrodert armering i ytre del av balkonggulvet.



Foto nr. 11:

G 2.

En videre opphugning innover i balkonggulvet langs det korroderte jernet på forrige foto viser ren armering videre inn i betongen.



Foto nr. 12:

T 2.

I balkongtaket er det et tversgående riss i betongen.

**Foto nr. 13:**

T 2.

En opphugning inn til et tilfeldig innmålt armeringsjern som krysser risset viser korrodert armering, men korrosjonen avtar tilside for risset. Dette skyldes lokalt dyp karbonatisering i risset.

**Foto nr. 14:**

T 2.

Påsprøyting av pH indikator phenolphtalein gir rød farge der betongen er "frisk" og ikke karbonatisert i samme opphugning og borehull som forrige foto. Legg merke til at fargeutslaget er dypere i betongen en avstanden inn til armeringen. Dvs. armeringen ligger i karbonatisert betong.

**Foto nr. 15:**

G 4.

På balkonggulvet er det 2 parallelle bærearmeringsjern som er korroderte. Disse er korrodert også i området der de går innenfor ytterveggen. Dette er bærearmeringen for gulvet.

**Foto nr. 16:**

G 4.

Vaktmesteren mørtlet fortløpende igjen alle borehull og oppmeislinger som ble foretatt fra lokalitet 3, 4, 5 og 6. Dette var både økonomisk og tidsbesparende.

**Foto nr. 17:**

G 5.

Dette balkonggulvet har samme overflate og skader som G2. Se tekst og foto nr. 8.

**Foto nr. 18:**

G 5.

Under det grønne teppet i ytre del er det en utsprenning i betongen.



Foto nr. 19:
G 5.
Opphugning i
utsprengningen på forrige
foto viser korrodert
armering.



Foto nr. 20:
T 5.
I balkongtaket er det
lokale områder med
malingsavflassing.

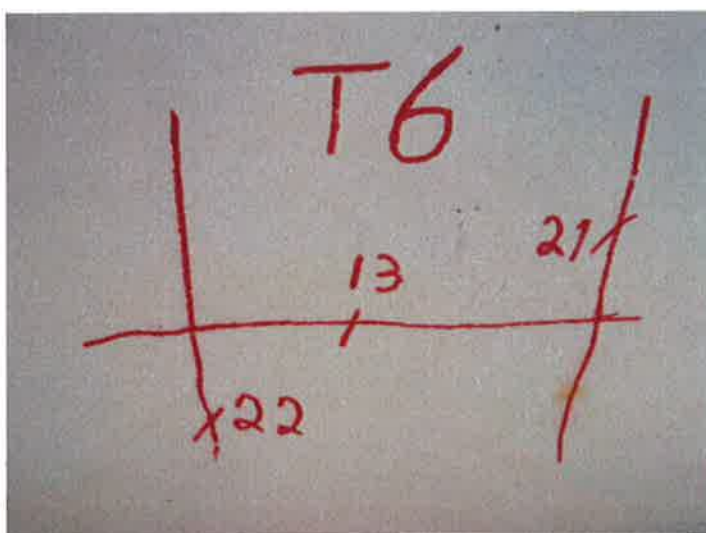


Foto nr. 21:
G 6.
I balkonggulvet er det
flere tversgående riss,
noen med bom i betongen
som vist her.

**Foto nr. 22:**

G 6.

Opphugning i risset med bom på forrige foto viser korrodert armering.

**Foto nr. 23:**

T 6.

Armeringen som er funnet med et armerings "covermeter" er merket med røde streker i balkongtaket. Tallene indikerer avstanden inn til armeringen målt i millimeter.

**Foto nr. 24:**

T 6.

Opphugning inn til et av de innmålte armeringsjernene på forrige foto viser armering med begynnende korrosjon.

FELTRESULTATER**Balkonggulv:**

Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Målinger Lokalitet	Karb. dybde [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
G 1.	5 i gulv 10 i forkanten	20 – 30 i indre del 33 – 48 i ytre del 33 – 48 på forkanten 28 – 37 på sidekanten 8 – 27 i ytre del på undersiden av dekket	0,1 i dybde 00 – 20 mm 0,1 i dybde 20 – 60 mm
G 2.	5 i gulv 10 i forkanten	Indre del ikke tilgjengelig 8 – 28 i ytre del 8 – 37 på forkanten 10 – 33 i ytre del på undersiden av dekket	0,1 i dybde 00 – 40 mm
G 3.	–	–	–
G 4.	5 i gulv	10 – 33 i indre del 20 – 32 i ytre del	0,1 i dybde 00 – 50 mm
G 5.	5 i gulv	Indre del ikke tilgjengelig 8 – 34 i ytre del	0,1 i dybde 00 – 40 mm
G 6.	5 i gulv	21 – 28 i indre del 30 – 41 i ytre del	0,2 i dybde 00 – 40 mm

Merknader: Følgende forkortelser blir brukt:

Oh: Opphugging
 Od: Armeringsoverdekning
 Karb: Karbonatisering

Kommentarer:

- G 1: Brystningen på forkanten og sidekant mot gavl, samt vannavrennings systemet var demontert før undersøkelsen. Begrenset tilgang i indre del. Behandlet overflate av ukjent type. Lokale områder med avflassing. Trolig påstøp (ca 20 mm), ingen bom. Riss v/ yttervegg. Ingen synlig hulkil, men et beslag som ligger helt ned på betongdekket. Mot sidekantene på gulvets overflate er det synlige korroderte bolter. Dette er trolig gamle rekkverksfester som er avkappet. På balkongdekkets underside var det en del mindre rustutslag, spesielt i ytre del. Også her var det synlig avkappede bolter. Litt innenfor drypprillen ligger det et langsgående armeringsjern med Od 8 – 15 mm.
- G 2: Brystningen på forkanten og sidekant mot gavl, samt vannavrennings systemet var demontert før undersøkelsen. Meget begrenset tilgang i indre del. Ingen påstøp. Ingen synlig hulkil, men et beslag som ligger helt ned på betongdekket. Trolig overflatebehandlet med et tynt lag sementbasert puss produkt av ukjent type. Det er store områder med avflassing og bom i dette produktet, spesielt i ytre del. Frostskader i betongoverflaten i ytre del. Flere utsprengninger og synlig korrodert armering i ytre del og på forkanten. En Oh langs en av de korroderte armeringsjernene i ytre del videre innover i dekket, viste ren armeringen etter ca 3 – 4 cm med Oh.

- G 3: Flislagt. Noen lokale områder med bom i flisene.
- G 4: Begrenset tilgang. Behandlet overflate av ukjent type, trolig epoksy basert. Ingen synlig hulkil, men et beslag som ligger helt ned på betongdekket. Lokale områder med avflassing. 2 stk synlig korroderte armeringsjern i indre del ved vegglivet. Mot sidekantene på gulvets overflate er det synlige korroderte bolter. Dette er trolig gamle rekkverksfester som er avkappet. Ytre del av gulvet mot forkant og sidekanter ikke tilgjengelig p.g.a. vannrist.
- G 5: Meget begrenset tilgang, spesielt i indre del. Ingen synlig hulkil, men et beslag som ligger helt ned på betongdekket. Trolig overflatebehandlet med et tynt lag sementbasert puss produkt av ukjent type. Det er store områder med avflassing og bom i dette produktet, spesielt i ytre del. Bom i betongen i ytre del mot det ene hjørnet. Oh i denne bommen viste korrodert armering med synlig tvernsnittsreduksjon. Mot sidekantene på gulvets overflate er det synlige korroderte bolter. Dette er trolig gamle rekkverksfester som er avkappet. Ytre del av gulvet mot forkant og sidekanter ikke tilgjengelig p.g.a. vannrist.
- G 6: Behandlet overflate av ukjent type, trolig epoksy basert. Ingen synlig hulkil, men et beslag som ligger helt ned på betongdekket. Flere tversgående riss ut fra vegglivet. Noen av rissene har bom. Oh i et av disse rissene med bom viste korrodert armering. Mot sidekantene på gulvets overflate er det synlige korroderte bolter. Dette er trolig gamle rekkverksfester som er avkappet. Ytre del av gulvet mot forkant og sidekanter ikke tilgjengelig p.g.a. vannrist.

Tak / undersiden av balkongdekker:

Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Mållinger Lokalltet	Karb. dybde [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
T 1.	20 – 25	Ytre del: 12 – 29 (12 – 16 langsgående jern) Indre del: 18 – 38 (Hm 29 – 38)	0,1 i dybde 00 – 40 mm
T 2.	20	Ytre del: 8 – 29 (8 – 15 langsgående jern) Indre del: 30 – 38	0,1 i dybde 00 – 35 mm
T 3.	8 – 10	Ytre del: 15 – 27 (15 – 18 langsgående jern) Indre del: 30 – 39	0,1 i dybde 00 – 50 mm
T 4.	8	Ytre del: 13 – 30 (13 – 16 langsgående jern) Indre del: 30 – 38	0,1 i dybde 00 – 30 mm
T 5.	5 – 8	Ytre del: 8 – 20 Indre del: 30 – +50	0,1 i dybde 00 – 30 mm
T 6.	20	Ytre del: 11 – 30 (11 – 13 langsgående jern) Indre del: 25 – 50	0,1 i dybde 00 – 40 mm

Merknader: Følgende forkortelser blir brukt:

Oh: Opphugging
 Od: Armeringsoverdekning
 Karb: Karbonatisering
 Hm: Hovedmengde

Kommentarer:

- T 1: Malt. Avskalling i ytre del. Synlig korroderte bolter i drypprilleområdet, trolig gamle brystningsbolter.
- T 2: Malt. Noen mindre rustutslag. Synlig korroderte bolter i drypprilleområdet, trolig gamle brystningsbolter. Avskalling i ytre hjørnet. Tversgående riss på midten. Oh inn til armeringen i dette risset i ytre del viste korrodert armering med Od 8 mm. Videre Oh langs dette jernet viste at korrosjonen avtar tilside for risset.
- T 3: Malt. Et langsgående riss på midten. Synlig korroderte bolter i drypprilleområdet, trolig gamle brystningsbolter. Ellers ingen bom eller synlige betongskader. Spor etter plateforskalling.
- T 4: Malt. Noen mindre rustutslag, ellers ingen bom eller riss. Spor etter plateforskalling.
- T 5: Malt. Noen lokale områder med avflassing. Spor etter plateforskalling. Ingen bom eller synlige betongskader.
- T 6: Malt. Noen porer, rustutslag og lokal avflassing. Oh inn til et langsgående armeringsjern i ytre del i et område uten synlige skader viste påbegynnende korrosjon med Od 13 mm.

Kloridanalyser

PROSJEKT: Borettslaget Kollektivet

OPPDRAKSGIVER: Borettslaget Kollektivet

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

QUANTAB KONTROLLNR.: A1116 (Nedre deteksjonsgrense er 28 mg Cl- / l. Verdier under denne er ekstrapolerte verdier).

ANTATT SEMENTMENGDE: 280 kg pr. m³ 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
1. Lok G1. Gulv påstøp 00 - 20 mm	10	1,2	28	0,014	0,1
2. Lok G1. Gulv kont. betong 20 - 60 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
3. Lok T1. Tak 00 - 40 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
4. Lok G2. Gulv kont. betong 00 - 40 mm	10	1,4	33	0,017	0,1
5. Lok T2. Tak 00 - 35 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
6. Lok T3. Tak 00 - 50 mm	10	0,8	14	0,007	0,1
7. Lok G4. Gulv kont. betong 00 - 50 mm	10	1,4	33	0,017	0,1
8. Lok T4. Tak 00 - 30 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
9. Lok G5. Gulv kont. betong 00 - 40 mm	10	1,4	33	0,017	0,1
10. Lok T5. Tak 00 - 30 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
11. Lok G6. Gulv kont. betong 00 - 40 mm	10	1,8	46	0,023	0,2
12. Lok T6. Tak 00 - 40 mm	10	1,0	20	0,010	0,1

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:

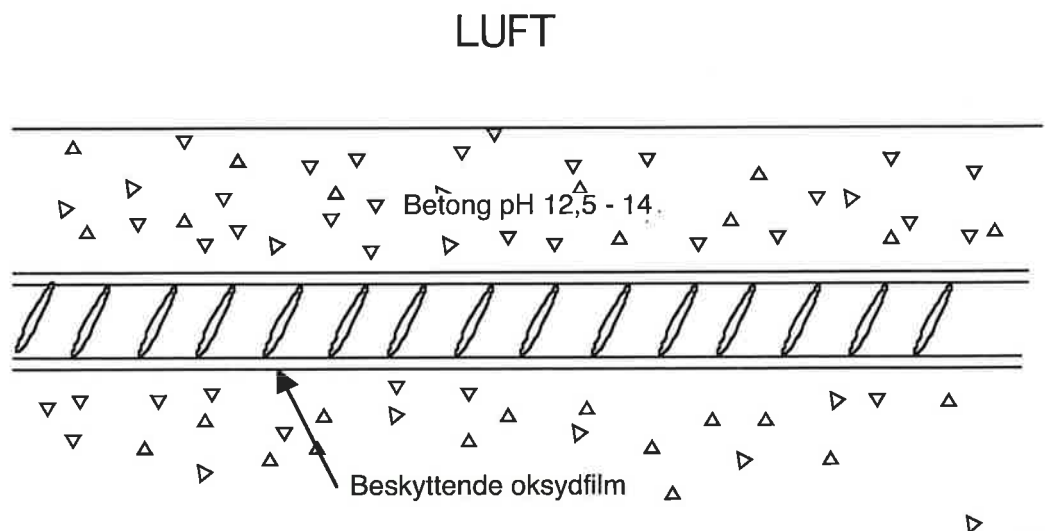
- Sand / stein
- Sement
- Vann

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 seimentpastaen 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:



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

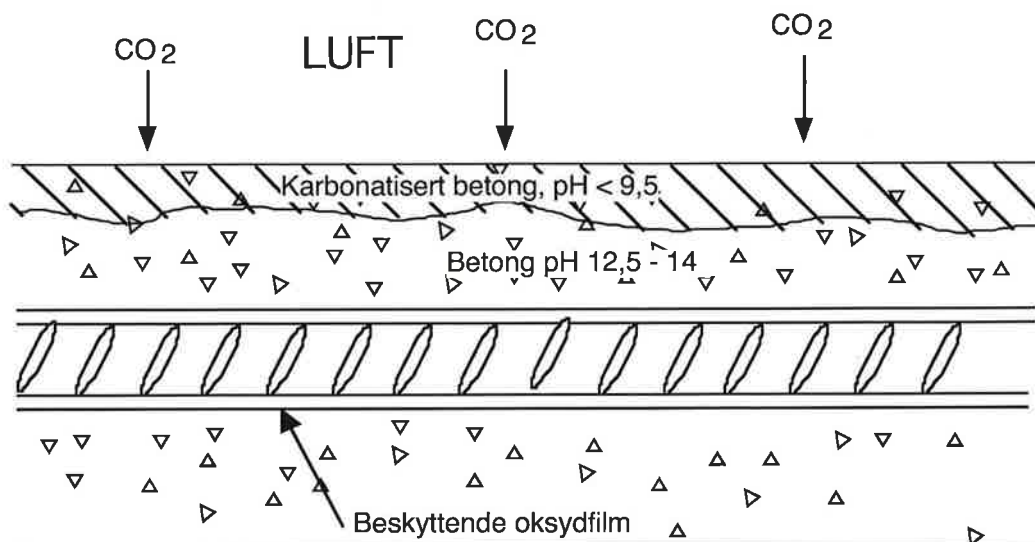
HVORDAN OPPSTÅR ARMERINGSKORROSJON I BETONG ?

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 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 karbonisert.

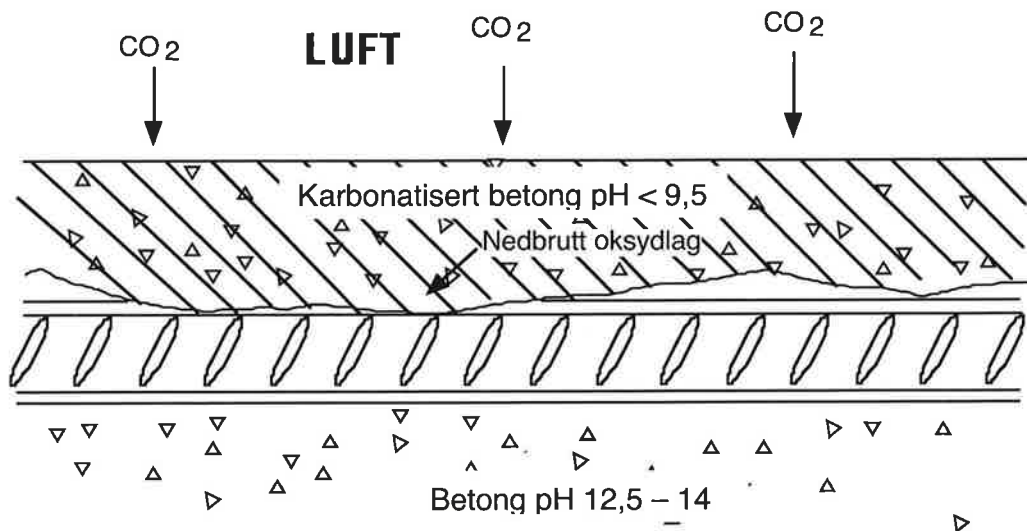
Skille mellom den karboniserte betong som er skravert på skisse nr. 2 og betongen under som ikke er påvirket, sees lett ved å bruke en spesiell indikatorløsning (fenolftalein). Dette gjøres ved å sprøyte løsningen på en fersk bruddflate i betongen. Karbonisert betong (skravert) beholder sin naturlige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

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

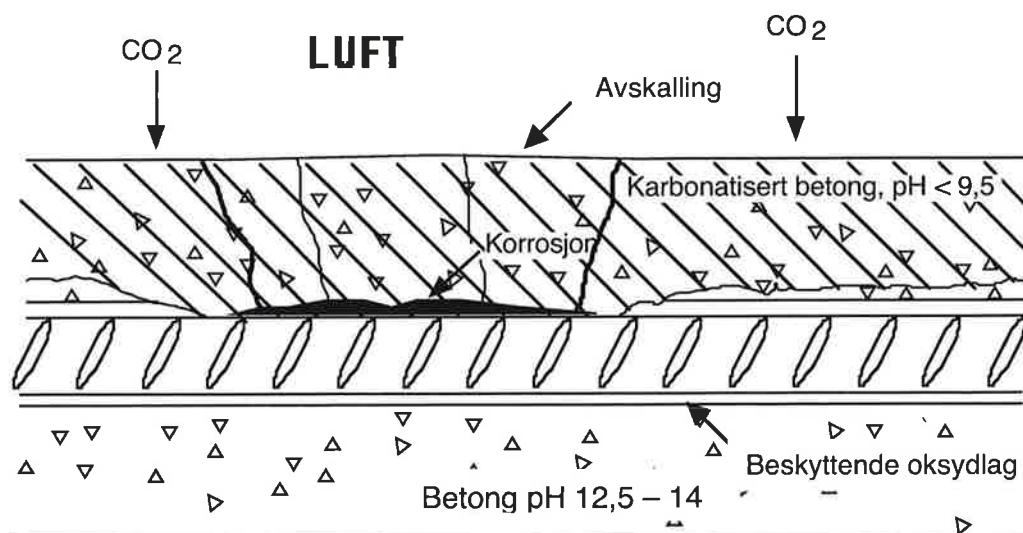
medfører at prosessen går saktere og saktere. Av denne grunn er det viktig at armeringen plasseres slik at overdekningen tilsvarer anbefalingene som stilles i Norsk Standard, da det i standarden er nedfelt en bred erfaring med tanke på bestandighet.

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 sprengkrefter 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.

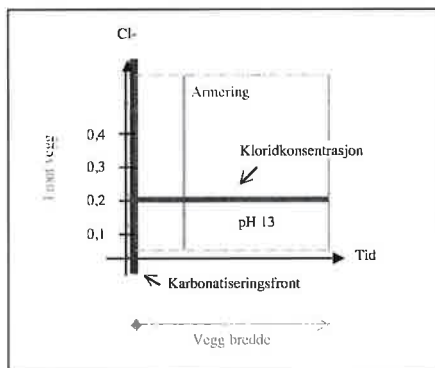
Klorider i betong er tilsatt som salt ved støping for å unngå frost om vinteren. Samtidig oppnås en akselererende herding av betongen. Ellers kommer salt inn i betongen utenfra, enten ved salting, eller saltvann i marint miljø.

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.

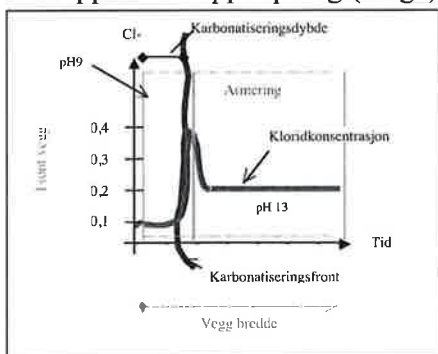
den friske betongen like foran karbonatiseringsgrensen. Denne kombinasjonen av karbonatisering og klorider øker faren for armeringskorrosjon betydelig.

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 er 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 karbonatisert.

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.