

ØDEGÅRD OG LUND AS

Konsulentttjenester innen betongrehabilitering



BAKEROVNGRENDA HUSEIERFORENING

**BEGRENSET TILSTANDSANALYSE AV GARASJE
I ARMERT BETONG**

OPPDRAKSGIVER: BAKEROVNGRENDA HUSEIERFORENING

HØST – VINTER 2010

OPPDRAKSOVERSIKT

RAPPORTENS TITTEL:	Bakervngrenda Huseierforening Stikkprøveundersøkelse av garasjer i armert betong
RAPPORT NR.:	Ø.L. 1733
OPPDRAGSGIVER:	Bakervngrenda Huseierforening v. Lars Martin Pedersen
SAKSBEHANDLER:	Trond Amundsen / Bjørn Lund
FAGANSVARLIG:	Olav S. Ødegård

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 12 november 2010

Olav S. Ødegård

Trond Amundsen

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

Bakgrunn

Bakerovngrenda Huseierforening har et frittstående garasjehus i 2 plan med totalt 18 plasser som er oppført i 1984. I nedre plan består bakveggen, gavlveggene og 2 søyler i front av armert betong.

Øverste plan består av et armert betongdekke med en overbygning av trevirke slik det er vist på forsidefoto.

Borettslaget har registrert tegn til betongskader og på denne bakgrunn fikk Ødegård og Lund AS i oppdrag å foreta en begrenset tilstandsanalyse av den armerte betongen. Feltarbeidene ble foretatt i oktober d.å., i henhold til vårt tilbud av 07 september 2010.

Undersøkelser

Valg av lokaliteter ble bestemt ut fra tilgjengelighet av ledige parkeringsplasser.

Det ble foretatt følgende undersøkelser :

- 3 stk gulvlokaliteter i øvre plan
- 2 stk taklokaliteter i nedre plan
- 1 stk søyle i nedre plan
- 1 stk vegg i nedre plan

Nedenfor er en oversikt over lokalitetenes koder og plasseringer:

Lokalitets nr:	Hvor:	Konstruksjonsdel:
Lokalitet G 1	Øvreplan P – plass 28	Gulv
Lokalitet G 2	Øvreplan P – plass 53	Gulv
Lokalitet G 3	Øvreplan P – plass 30	Gulv
Lokalitet T 1	Nedreplan P – plass 50	Tak
Lokalitet T 2	Nedreplan P – plass 45	Tak
Lokalitet S 1	Nedreplan Mellom P – plass 48 og 50	Søyle
Lokalitet V 1	Nedreplan P – plass 45	Vegg

Det er foretatt følgende målinger:

- Visuell registrering / bombanking.
- Armeringsoverdekning (avstand fra overflaten og inn til armering). Benyttet Covermeter type "Profometer 3"
- Karbonatiseringsdybde (naturlig forsuringsprosess i betongen pga sure gasser i lufta), målt i oppmeislinger og borehull med pH indikatorvæske phenolphthalein.
- Kloridinnhold. Det ble tatt kloridprøver i gulv og tak, samt i bunn og brysthøyde på søyle og vegg. Prøvene er tilpasset

armeringsplasseringen i betongen og tatt som punktprøver og analysert med Quantab metoden.

- Opphugging til armering for visuell kontroll i G1, T1, T2.

I undersøkelsen ble det lagt vekt på kloridanalyser av betongen. Grunnen til dette er at kloridholdig veisalt som dras inn med bilene gir størst fare for armeringskorrosjon i garasjen.

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 :

Det ble registrert følgende:

- Garasjegulv i øvreplan består av ubeskyttet armert betong, men deler er påført avretningsmasse som har mye bom, riss og frostskader (foto nr. 5).
- Innvendig del av søyler, vegger og tak i nedre plan består av ubehandlet betong (foto nr. 12).
- I den ubehandlede delen av gulvet i øvre plan, er det kun mindre lokale områder med synlige betongskader i form av utsprengning (foto nr. 6).
- Gulv i øvre plan har en del områder med frostskader (foto nr. 4)
- I tak nedre plan er det minst 2 lokale områder med store betongskader i form av utsprengning, riss og fuktgjennomgang med kalkutfelling (foto nr. 7).
- Utvendig del av søyle har en del porer i overflaten (foto nr. 14).

Armeringstilstand

Nystøpt betong har en høy pH – verdi og dette gir armeringsjernet en naturlig beskyttelse mot korrosjon ved at det dannes en beskyttende oksidfilm på overflaten. Denne beskyttelsen kan brytes ned og de vanligste årsakene til dette er:

- Klorider når inn til armeringen i skadelige mengder
- Karbonatisering av betong inn til armeringen på grunn av sure gasser fra luften.

Vedlegg 4 til rapporten omhandler årsakene til armeringskorrosjon. Av disse årsakene gir klorider de største og alvorligste korrosjonsskader. For garasjeanlegg skyldes armeringskorrosjon vanligvis klorider fra veisalt som blir dratt inn med bilene. Da betong inneholder et sammenhengende poresystem, blir kloridholdig vann suget opp kapillært i porene. I tillegg var det ikke uvanlig at bygg som den gang ble oppført med betong, ble tilsatt klorider ved støpearbeider i kuldegrader. Kloridene er da benyttet som ”frysepunktnedsettende tilsetningsstoff ” eller som herdeakselerator.

Det naturlige kloridinnhold i betong i Oslo – området, er inntil 0,1 vekt% av sementvekt. Videre i rapporten blir dette betegnet ”%”. For betongkonstruksjoner fra denne tidsperiode, antar vi at sementinnholdet er 280 kg / m³ betong. I Norsk standard anbefales at kloridinnholdet for en slakkarmert betong bør være lavere enn 0,4% for å unngå korrosjon på armeringen. Dersom kloridinnholdet er høyere enn dette, er det fare for korrosjon.

Kloridinnholdet er målt i totalt 19 stk betongprøver tatt som punktprøver og fordelt på 7 forskjellige lokaliteter. Nedenfor har vi laget en sammenstilling av resultatene fra kloridprøvene fra 3 stk gulvlokaliteter, 2 stk taklokaliteter og 1 stk søyle og 1 stk vegg:

Gulv øvreplan:

Målinger Lokalitet	Karb. dybde [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
Lok. G 1.	3 – 10	+50 (hovedmengde) Enkelt jern ned mot 30	2,4 i dybde 00 – 20 mm >2,5 i dybde 20 – 40 mm 2,2 i dybde 40 – 60 mm
Lok. G 2.	10	+50 (hovedmengde) Noen få utslag	0,8 i dybde 00 – 20 mm 2,4 i dybde 20 – 40 mm 2,5 i dybde 40 – 60 mm
Lok. G 3.	–	–	2,1 i dybde 00 – 20 mm 2,5 i dybde 20 – 40 mm 1,3 i dybde 40 – 60 mm

Tabellen viser en sammenstilling av måleresultatene fra de 3 gulvlokalitetene som er undersøkt i øvre planet. Kloridanalysene er utført som en kloridprofil ved at det er tatt ut kloridprøver i 3 stk påfølgende sjikt i samme borhull. Vurderer en resultatene for kloridinnhold til høyre i tabellen, ser en at kloridinnholdet er fortsatt svært høyt i sjiktet 40 – 60 mm i lokalitet G1 og G2. I lokalitet G3 som er tatt nesten innerst i garasjen er innholdet noe lavere (1,3%), men det er fortsatt så høyt at det er fare for armeringskorrosjon for armering som ligger i dette sjiktet. Dette resultatet er typisk for et ubeskyttet betongdekke som er eksponert for kloridholdig vegsalt som er fraktet inn med bilene over mange år.

Ut fra tabellen ser en at overdekningen (avstanden fra overflaten og ned til armeringen) har noe variasjoner for G1 og resultatene viser overdekning fra 30 mm til over 50 mm. I lokalitet G2 fant vi ingen systematisk armeringsføring. Deteksjonsgrense for benyttet overdekningsmåler er ca 50 mm. Det er klart at armering med lavest overdekning er mest utsatt for korrosjon, men det er også stor fare for korrosjon selv for dybden 40 – 60 mm.

På armeringstegninger skal overdekningen være oppgitt og dette er grunnlaget for beregning av dekkets bæreevne. Det finnes spesialinstrumenter for å måle armeringsoverdekning for armering som ligger så dypt ned i betongen og en statiker bør vurdere hvilken betydning dette har på bæreevnen til dekket. Vi vet heller ikke om der skal være bærende overkantarmoring i denne type dekker, men med stor sannsynlighet skal det være armering i randsonene .

Korrosjon som skyldes klorider i betongen, har en skummel form for korrosjon da korrosjonsangrepene på armeringen er karakterisert ved at de har lokale angrep i form av groper (Groptæring / "pitting" - korrosjon). Vi har i andre prosjekt sett tilfeller der armeringen er gjennomrustet, og ved siden av korrosjonsangrepet er armeringen helt ren. Selv om armeringen er gjennomrustet, er det ikke sikkert at betongen over armeringen sprenges løs. Det normale er dog at når armeringsjern korroderer, opptar korrosjonsproduktene som blir omdannet fra stål et volum som er inntil 5 – 10 ganger så stort som metallisk stål. Det er dette som gir sprengkreftene på betongen som ligger over armeringen.

Kloridanalysene viser klart at det er stor fare for korrosjon på det som måtte være av overkantarmoring i dekket, og det er behov for tiltak. Betydningen av korrosjon på overkantarmoring i dekket bør vurderes av en statiker da dette er viktig med tanke på hva som bør gjøres av tiltak.

Når det gjelder faren for korrosjon pga karbonatisert betong i gulv, er denne neglisjerbar da karbonatiseringsdybden ut fra tabellen bare er inntil 10 mm.

Tak i nedre plan:

Tilstanden av taket i nedre plan har synlige skader der klorider har trengt gjennom dekket i forbindelse med riss. Dette ser en tydelig av resultatene fra kloridanalysene i taklokalitet T1 i vedlegg nr. 2 hvor det er tatt prøver i forbindelse med vannførende riss. Dette viser at kloridene har trengt igjennom betongen fra gulvet i øvre plan og kloridinnholdet er ca 2 %. Kloridprøvene i taklokalitet T2 som er tatt utenom riss viste et kloridinnhold som var 0,1 %. Dette kloridinnholdet betegnes som et naturlig innhold i betong. Med den store forskjellen mellom kloridinnholdet i overkant og underkant av dekket, tyder det på at betongen ikke er tilsatt klorider ved støping.

Dog viser kloridanalysene i overkant dekke at innholdet er svært høyt selv 6 cm ned i betongen. En ser også at kloridinnholdet ikke avtar vesentlig i det 3 øverste sjikt med tykkelse 2 cm. Dette betyr at kloridene etter hvert vil trenge helt ned til underkantarmoringen som vil gi et stort skadepotensial.

Søyle i nedre plan:

- 0,1% i brysthøyde, dybde 0 – 30 mm
- 0,1% i bunn, dybde 0 – 20 og 20 - 40 mm.

Dette betegnes som et naturlig kloridinnhold i betong og gir ingen fare for armeringskorrosjon grunnet klorider. Alle enkeltresultat er vist i vedlegg 3.

Betongens karbonatiseringsdybde og armeringens betongoverdekning er også målt i de undersøkte lokaliteter. Nedenfor har vi laget en sammenstilling av resultatene fra armeringsoverdekning og karbonatiseringsdybder:

Tak:

- Armeringsoverdekning: 20 - 50 mm
Karbonatiseringsdybde: 15 - 20 mm.

Søyle:

- Armeringsoverdekning: 15 til 26 mm
Karbonatiseringsdybde: 5 - 20 mm.

Vegg:

- Armeringsoverdekning: +50 mm
Karbonatiseringsdybde: 3 - 30 mm.

Dette viser at deler av armeringen i søylen ligger i karbonatisert betong og derved er i korrosjonstilstand, mens hovedmengden av armeringen fortsatt er beskyttet mot karbonatiserings - initiert korrosjon. Sammenlignet med betongens kloridinnhold er dog karbonatisering av betong av underordnet betydning mht fare for armeringskorrosjon.

Vurdering av tiltak:

Det armerte betongdekket mellom etasjene har et svært stort skadepotensial mhp armeringskorrosjon pga det høye kloridinnholdet i betongen. Den pågående armeringskorrosjon vil uten tiltak føre til økt betongavskalling og tverrsnittsreduksjon på armeringen. Dette vil så gi reduksjon i konstruksjonenes bæreevne.

Det finnes ingen fasit for hva som er "riktig tiltak" for en liten garasje. Vi har dog som et diskusjonsgrunnlag satt opp en skissering av 3 stk alternativer. Hvilket alternativ som er best egnet er avhengig av kostnadene og hvordan byggherren ser for seg fremtidig bruk av garasjen. I dette arbeidet er det viktig å skaffe armeringstegninger av dekket slik at en statiker kan vurdere konsekvens av pågående og fremtidig armeringskorrosjon.

Alternativ 1: Katodisk beskyttelse

På grunn det svært høye kloridinnholdet i dekket, er det teknisk riktige å anbefale en mekanisk reparasjon av skadene kombinert med katodisk beskyttelse (KB) av armeringen. Særlig gjelder dette overkant dekket, men prøver fra underkant dekket viser at kloridene stedvis har trukket gjennom dekket. KB vil kunne beskytte armering i både o.k og u.k av dekket dersom anode legges på en av sidene.

Imidlertid krever denne metoden at all armering har elektrisk kontakt med hverandre. For dette bygget kan det bli omfattende og kostbart å etablere kontinuitet. (NB! Er ikke undersøkt). Bruk av KB er relativt kostbart og det trengs en fremtidig oppfølging av KB – anlegg som gir en årlig kostnad som skal fordeles på et mindre antall garasjer .

**Foto nr. 1:****G 1.**

Her er utstyret rigget opp og det er klart for undersøkelsen.

**Foto nr. 2:****G 1.**

Oppmeisling inn til et innmålt armeringsjern viste korrodert armering med begynnende tversnittsreduksjon.

**Foto nr. 3:****G 1.**

Samme opphugning som over etter påsprøyting av pH indikator phenolphthalein. Rødfarget betongen er "frisk" og ikke karbonatisert. Fargeutslaget er litt ujevnt i øvre sjiktet av betongen, men armeringen ligger ikke i karbonatisert betong. Legg merke til gropene som er dannet på stålet pga korrosjon.

**Foto nr. 4:****G 2.**

Betongoverflaten har en del frostskafer i form av groper og små avskallinger som vist på foto.

**Foto nr. 5:****Gulv, generelt.**

Eksempel på område belagt med sparkel masse. Disse områdene har en del bom, riss og frostskafer.

**Foto nr. 6:****Gulv, generelt.**

Eksempel på synlig utsprengning / delaminering av betong. denne skaden skyldes med stor sannsynlighet armeringskorrosjon som sprenger løs betongen.

**Foto nr. 7:****T 1.**

Oversiktsfoto over betongtaket før undersøkelsen.

Her er det riss, betongutsprengninger og fuktgjennomgang med kalkutfellinger.

**Foto nr. 8:****T 1.**

Armeringen som er funnet med et armerings "covermeter" er merket med rødt i taket. Tallene angir dybden inn til armeringen målt i millimeter.

**Foto nr. 9:****T 1.**

Oppmeisling inn til armeringen viste kraftig korrosjon på armeringen med begynnende tversnittsreduksjon.

**Foto nr. 10:****T 1.**

Samme opphugning som forrige foto. Påsprøyting av pH indikator phenolphtalein gir rød farge der betongen er ”frisk” og ikke karbonatisert. Fargeutslaget er nesten inn til armeringen.

**Foto nr. 11:****T 2.**

Oppmeisling i et område uten synlige skader viste armeringen med flekk korrosjon.

**Foto nr. 12:****V 1.**

Oversikts foto over den ubehandlede betong i vegg og tak før undersøkelsen.



Foto nr. 13:

V 1.

Her ser vi borehullet etter uttaket av kloridprøven i bunn på veggen.



Foto nr. 14:

S 1.

Utvendige delen av søylen har en del porer som vist på foto. Dette gir i praksis redusert armeringsoverdekning.

I tillegg må overkant dekke påføres en egnet membran som hindrer oppfukting av betongen og stopper tilførsel av ytterligere mengder klorider.

Vegger og søyler har ut fra stikkprøvene et lavt kloridinnhold og har ingen synlige skader. Dog bør overflatebehandling med CO₂ brems påføres, men husk faren for malingsavflassing ved fuktgjennomgang eller oppsug.

Alternativ 2: Mekanisk rehabilitering

Skal mekanisk reparasjon være langtidsbestandig må en i praksis meisle ned hele dekket eller erstatte dette. Dette vil føre til så høye kostnader at en bør vurdere kost / nytte sammenlignet med en ny garasje.

En mekanisk betongrehabilitering av skadene i dekket uten montering av katodisk beskyttelse vil være en lite holdbar løsning. Skadeområdet vil utvikles videre i tilstøtende områder til det som er blitt utbedret på grunn av det høye kloridinnholdet. Kun en tetting av overflaten med membran på dekket vil heller ikke hjelpe da kloridinnholdet er så høyt at skadeutviklingen mhp armeringskorrosjon vil fortsette under membranen.

Alternativ 3. Forsterkning.

En statiker kan skissere mulige forsterkningstiltak for å øke restlevetiden av dekke. Man må da være inneforstått med at skader vil utvikles videre og at det f. eks kan være fare for nedfall av betongstykker. Framtidig skadeutvikling på armering i underkant dekke er som nevnt en usikkerhet.

Kommentar:

Vi presiserer at ovennevnte tiltak ikke er å regne som noen reparasjonsbeskrivelse, men en grov skissering av aktuelle tiltak.

Vi takker for oppdraget som er utført i henhold til vårt tilbud av 7 september 2010, og bekrefter at oppdraget er avsluttet med denne rapporten.

FELTRESULTATER**Gulv:**

Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Målinger Lokalitet	Karb. dybde [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
Lok. G 1.	3 – 10	+50 Hm Enkelt jern ned mot 30	2,4 i dybde 00 – 20 mm >2,5 i dybde 20 – 40 mm 2,2 i dybde 40 – 60 mm
Lok. G 2.	10	+50 Hm Noen få utslag	0,8 i dybde 00 – 20 mm 2,4 i dybde 20 – 40 mm 2,5 i dybde 40 – 60 mm
Lok. G 3.	–	–	2,1 i dybde 00 – 20 mm 2,5 i dybde 20 – 40 mm 1,3 i dybde 40 – 60 mm

Merknader: Følgende forkortelser blir brukt:

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

Kommentarer:

- Lok. G 1: Valgt p.g.a. synlig riss med bom i området til høyre bakhjuls plassering. Ubehandlet overflate. Svanke mitt i garasjen med vann ansamling. Oh i risset viste korrodert armering med Od 35 – 40 mm. Det ble målt tversnittsreduksjon på dette armeringsjernet på ca. 20%.
- Lok. G 2: Ubehandlet overflate med en del frostskafer. Lokaliteten er i området til venstre bakhjuls plassering.
- Lok. G 3: Kun kloridprøver. Ubehandlet overflate. Prøvene er boret ut i indre del av garasjen hvor det var tørt og betong overflaten ligger høyere en resten.

Tak : Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Målinger Lokalitet	Karb. dybde [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
Lok. T 1.	15 v/ bom og riss	20 – 50 Hm 25 – 35	1,9 i dybde 00 – 25 2,4 i dybde 25 – 50
Lok. T 2.	20	20 – 40 Hm 25 – 35	0,1 i dybde 00 – 20 0,1 i dybde 20 – 40

Merknader: Følgende forkortelser blir brukt:

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

Kommentarer:

Lok. T 1: Lokalitet valgt p.g.a. synlige skader i form av riss, utsprengetninger og kalkutfellinger med fuktgjennomgang. Ubehandlet overflate. Oh viste korrodert armering, både langsgående og tversgående. Od på disse er 20 og 30 mm med tvernsnittreduksjon på ca. 10%. Kloridprøvene er boret ut ved risset.

Lok. T 2: Lokalitet valgt p.g.a. ingen synlige skader. Ubehandlet overflate. Oh viste armeringsjern med flekk korrosjon, Od 20 mm.

Søyle : Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Målinger Lokalitet	Karb. dybde [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
Lok. S 1.	18 – 20 i brysthøyde 5 – 8 i bunnen	20 – 26 i brysthøyde på bøyler 15 – 22 i bunn på bøyler	0,1 i dybde 00 – 30 i bryst 0,1 i dybde 00 – 20 i bunn 0,1 i dybde 20 – 40 i bunn

Merknader: Følgende forkortelser blir brukt:

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

Kommentarer:

Lok. S 1: En del porer, spesielt i øvre del. Ingen hulkil. Ingen bom eller synlige betongskader på det som er tilgjengelig. Malt utvendig, ubehandlet innvendig.

Vegger :

Oversikt over undersøkte lokaliteter.

Målinger Lokalitet	Karb. dybde [mm]	Overdekning [mm]	Kloridinnhold [vekt% av sementvekt]
Lok. V 1.	30 i brysthøyde	+ 50 i brysthøyde Ingen utslag	0,1 i dybde 00 – 60 i bryst
	3 i bunnen	+ 50 i bunn Noen få utslag	0,2 i dybde 00 – 20 i bunn 0,1 i dybde 20 – 40 i bunn

Merknader: Følgende forkortelser blir brukt:

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

Kommentarer:

Lok. V 1: Ingen synlige skader. Ubehandlet overflate. Noen små porer i overflaten.

Kloridanalyser

PROSJEKT: Bakervngrenda Huseierforening

OPPDRAKSGIVER: Bakervngrenda Huseierforening v/ Lars Martin Pedersen

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

QUANTAB KONTROLLNR.: A9315 (Nedres deteksjonsgrense er 32 mg Cl- / l. Verdier under denne grensen er ekstrapolerte verdier).

ANTATT SEMENTMENGDE: 280 kg pr. m³ betong.

Rester av prøvematesrialet blir lagsret 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 G 1 gulv øvre plan 00 - 20 mm	10	7,2	589	0,295	2,4
2. Lok G 1 gulv øvre plan 20 - 40 mm	10	7,6	>633	>0,317	>2,5
3. Lok G 1 gulv øvre plan 40 - 60 mm	10	7,0	549	0,275	2,2
4. Lok G 2 gulv øvre plan 00 - 20 mm	10	4,2	194	0,097	0,8
5. Lok G 2 gulv øvre plan 20 - 40 mm	10	7,2	589	0,295	2,4
6. Lok G 2 gulv øvre plan 40 - 60 mm	10	7,4	633	0,317	2,5
7. Lok G 3 gulv øvre plan 00 - 20 mm	10	6,8	513	0,257	2,1
8. Lok G 3 gulv øvre plan 20 - 40 mm	10	7,4	633	0,317	2,5
9. Lok G 3 gulv øvre plan 40 - 60 mm	10	5,4	314	0,157	1,3
10. Lok T 1 tak 00 - 25 mm	10	6,6	479	0,240	1,9
11. Lok T 1 tak 25 - 50 mm	10	7,2	589	0,295	2,4
12. Lok T 2 tak 00 - 20 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
13. Lok T 2 tak 20 - 40 mm	10	1,4	32	0,016	0,1
14. Lok S 1 søyle bryst 00 - 30 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
15. Lok S 1 søyle bunn 00 - 20 mm	10	1,2	26	0,013	0,1
16. Lok S 1 søyle bunn 20 - 40 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
17. Lok V 1 vegg bryst 00 - 60 mm	10	1,0	20	0,010	0,1
18. Lok V 1 vegg bunn 00 - 20 mm	10	1,6	38	0,019	0,2
19. Lok V 1 vegg bunn 20 - 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

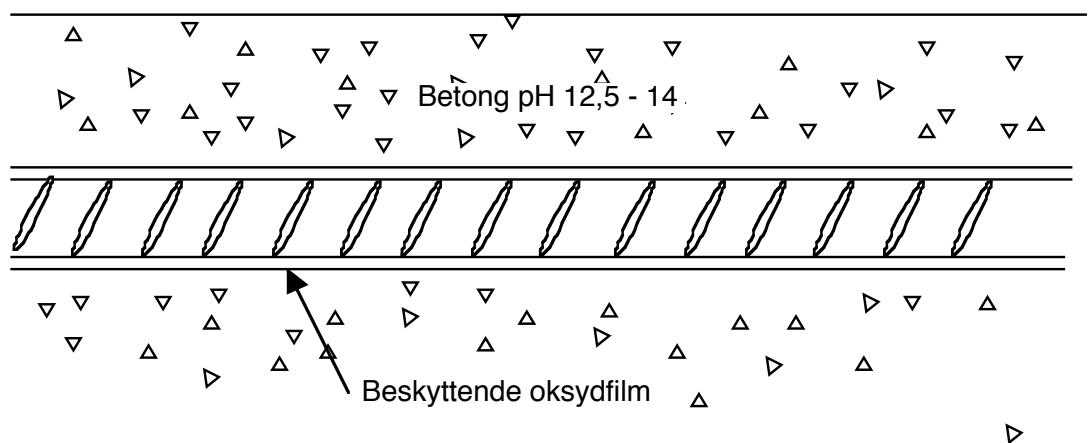
Når disse komponentene er blandet, fylles de vanligvis i en forskalingsform som rives når betongen er blitt sterk nok. Det som gir betongen styrke, er at vann og sement går sammen og danner en såkalt "sementpasta" som omslutter sand og stein. Denne prosessen kalles "herding" av betong.

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 sementpastaen som har et såkalt basisk miljø, med pH - verdi 12,5 - 14 (nøytralt er $\text{pH} = 7$.) 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 ?

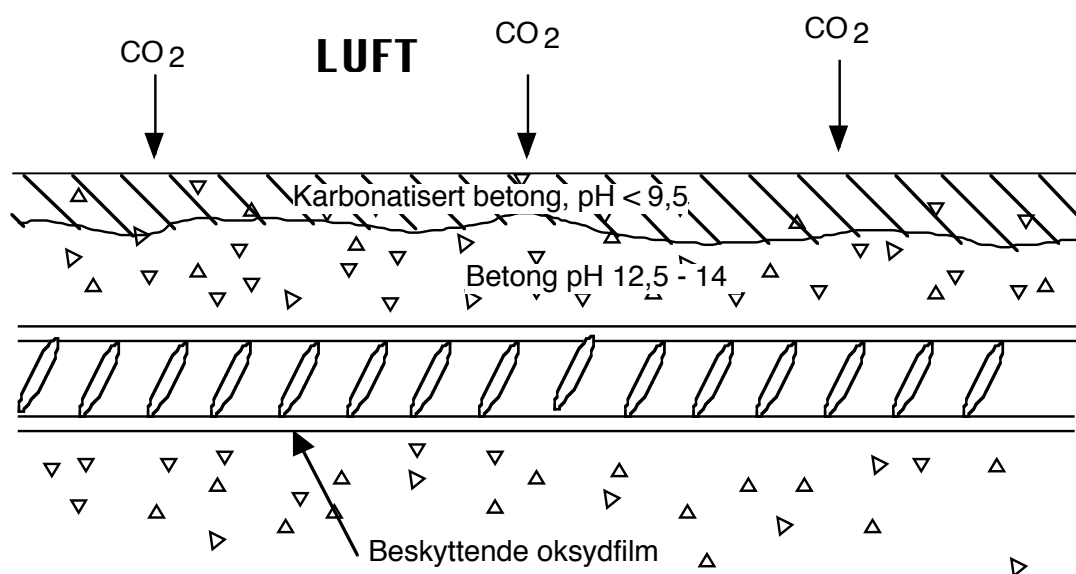
Selv om betong i utgangspunktet er et bestandig bygningsmateriale, erfarer vi at det oppstår nedbrytning av armert betong. Av nedbrytning er armeringskorrosjon den mest vanlige. Korrosjon oppstår når den beskyttende oksydfilm brytes ned.

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 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.

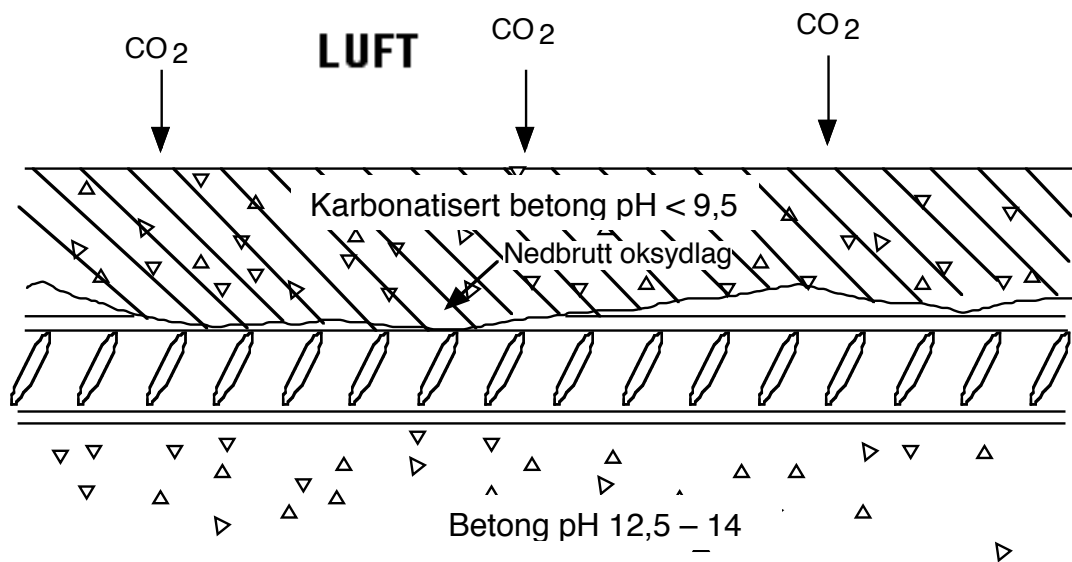
Skille mellom den karboniserte betong som er skravert på skisse nr. 2 og betongen under som ikke er påvirket, sees lett ved å bruke en spesiell indikatorløsning (fenolftalein). Dette gjøres ved å sprøyte løsningen på en fersk bruddflate i betongen. Karbonisert betong (skravert) beholder sin naturlige grå-farge, mens betongen som er upåvirket blir 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 karbonisert betong og frisk betong bevege seg videre innover. Karbondioksyd fra luften vil stadig få lengre vei inn til fronten og dette

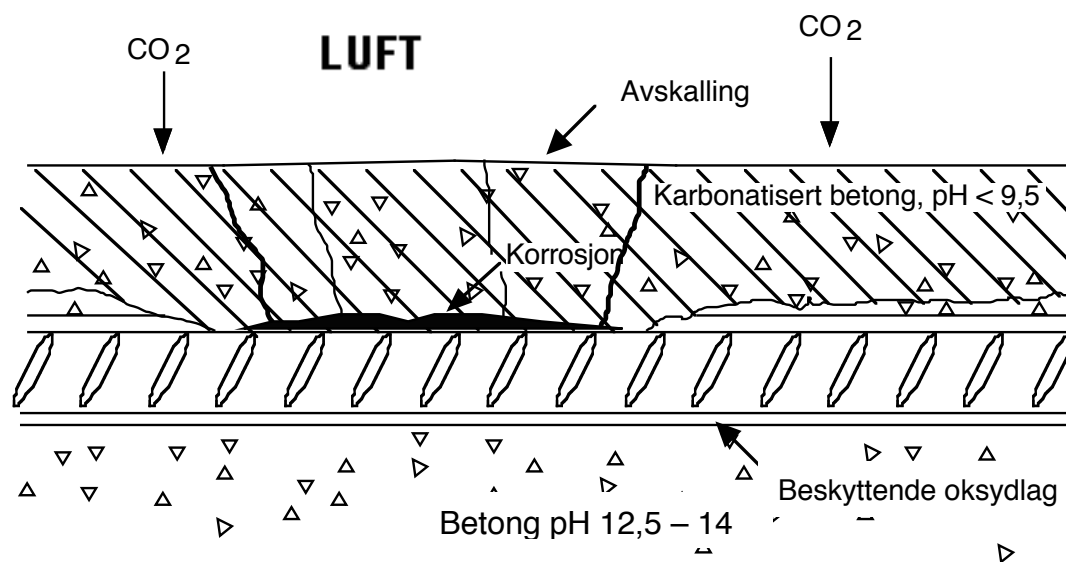
medfører at prosessen går saktere og saktere. Av denne grunn er det viktig at armeringen plasseres slik at overdekningen tilsvare anbefalingene som stilles i Norsk Standard, da det i standarden er nedfelt en bred erfaring med tanke på bestandighet.

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.

Karbonatiseringshastigheten 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.

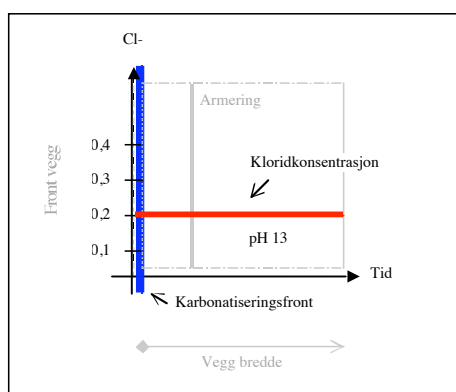
Klorider i betong er tilsatt som salt ved støping for å unngå frost om vinteren. Samtidig oppnås en akselererende herding av betongen. Ellers kommer salt inn i betongen utenfra, enten ved salting, eller saltvann i marint miljø.

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



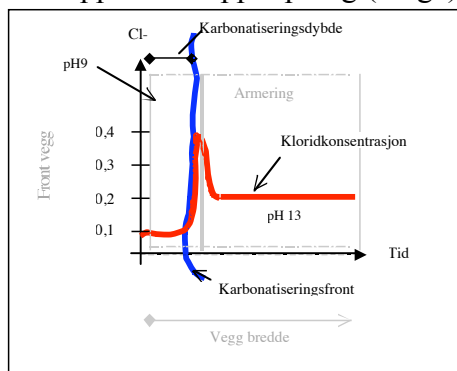
Kloridkonsentrasjon på en vegg år 0.

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 forskallingen 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 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.

OPPDRAKSOVERSIKT

RAPPORTENS TITTEL: Bakerovngrenda Huseierforening
Stikkprøveundersøkelse av garasjer i armert
betong

RAPPORT NR.: Ø.L. 1733

OPPDRAKSGIVER: Bakerovngrenda Huseierforening
v. Lars Martin Pedersen

SAKSBEHANDLER: Trond Amundsen / Bjørn Lund

FAGANSVARLIG: Olav S. Ødegård

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 12 november 2010

for Bjørn Lund
Olav S. Ødegård

Trond Amundsen

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