

ØDEGÅRD OG LUND AS

Konsulenttenester innen betongrehabilitering



GRUNERHAGEN II BORETTSLAG

BEGRENSET TILSTANDSANALYSE AV BALKONGER
I ARMERT BETONG

OPPDRAGSGIVER: GRUNERHAGEN II BORETTSLAG

JUNI 2017

OPPDRAGSOVERSIKT

RAPPORTENS TITTEL: Grünerhagen II Borettslag
Begrenset tilstandsanalyse av balkonger i
armert betong

RAPPORT NR.: Ø.L. 1997

OPPDRAGSGIVER: Grünerhagen II Borettslag

SAKSBEHANDLER: Trond E. Amundsen / Bjørn Lund

FAGANSVARLIG: Olav S. Ødegård

Ødegård og Lund AS
Rødbergveien 59 B
0591 OSLO
Telefon: 22 72 12 60
e-mail: olbetong@online.no

Oslo 29 juni 2017


Bjørn H. Lund


Trond E. Amundsen

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

1. BAKGRUNN.

Grünerhagen II Borettslag består av 1 lang boligblokk som etter sigende er oppført i 1981 - 82. Blokken har balkonger på begge langfasadene. På stuesiden er balkongdekket opplagret på skilleveggene og på kjøkkensiden er det utkrager balkonger i armert betong som kan sees på forsidefoto til rapporten.

I forbindelse med planlegging av vedlikehold av balkongene, ønsker styret å få bedre kjennskap til tilstanden av den armerte betongen. På denne bakgrunn fikk Ødegård og Lund AS i oppdrag å utførte en begrenset tilstandsanalyse av balkongene. Feltarbeidene ble foretatt i mai d.å, i henhold til vårt tilbud av 13 januar 2017.

2. UNDERSØKELSER.

Det ble undersøkt 5 stk. balkonger og plasseringen av disse er valgt av borettslaget. Nedenfor er en oversikt over balkongenes leilighetsnummer.

Lokalitet / konstruksjonsdel	Adresse og leilighetsnummer
Lokalitet 1 Gulv 1, Tak 1 og Skillevegg 1	Sofienberggata 3B Leilighet H0203 Stuebalkong
Lokalitet 2 Gulv 2 og Tak 2	Sofienberggata 3B Leilighet H0203 Kjøkkenbalkong
Lokalitet 3 Gulv 3, Tak 3 og Skillevegg 3	Sofienberggata 3C Leilighet H0303 Stuebalkong
Lokalitet 4 Gulv 4, Tak 4 og Skillevegg 4	Sofienberggata 3E Leilighet H0401 Stuebalkong
Lokalitet 5 Gulv 5	Sofienberggata 3E Leilighet H0401 Kjøkkenbalkong

Det er foretatt følgende målinger:

- Visuell registrering.
- Bombanking. Hammerbanking på betongen er en effektiv måte for å lokalisere pågående betongavskallinger som ikke er synlig på overflaten. Når en treffer en avskalling av betong som ofte er forårsaket av armeringskorrosjon som har sprengt løs betongen, høres en karakteristisk hulllyd som kalles "bom". Denne betegnelsen brukes i resten av rapporten.

- Armeringsoverdekning (avstand fra betongoverflaten og inn til armering). Benyttet Covermeter type "Profometer 3"
- Karbonatiseringsdybde (naturlig forsuringssprosess i betongen pga. sure gasser i lufta), målt i oppmeislinger med pH – indikator phenolftalein.
- Kloridinnhold, boret ut punktprøver med Ø 25 mm slagbor i balkonggulv, tak og brystning. På hver balkong ble det tatt en prøve av påstøp og en prøve av konstruksjonsbetongen under. I hvert tak og brystning ble det tatt en enkeltprøve.
- Det ble utført opphugging for visuell kontroll av armeringen i lokalitet T1, T2, G2 og G4.
- Fall på balkongdekke / gulv ble målt med et 120 cm langt vater på alle gulv.

Foto er tatt av spesielle og generelle forhold.

3. RESULTATER OG VURDERINGER AV BALKONGER.

I vedlegg er det gitt følgende detaljinformasjon:

- Vedlegg 1: Foto
- Vedlegg 2: Feltresultater
- Vedlegg 3: Resultat fra kloridanalyser
- Vedlegg 4: Armeringskorrosjon, generell informasjon
- Vedlegg 5: Katodisk beskyttelse av armering i betong

Visuell befaring:

Undersøkelsen viste følgende:

- Det er synlige betongskader som er forårsaket av armeringskorrosjon. Spesielt gjelder dette ytre del av dekker og dekkeforkant (foto nr. 9, 10 - 11 og 14 – 17)
- Balkonggulv med "tynnbom" under overflatebehandlingen (foto nr. 18 og 19). Gulv kan være påført en avretningsmasse e.l med mangelfull heft?
- Vi registrerte gulv med gammel slitt overflatebehandling og gulv uten overflatebehandling. (foto nr 2, 14 og 18)
- Det er spor etter gamle reparasjoner i tak (foto 5 og 6)
- Det er tverrgående riss i gulv inn mot opplagret for stuebalkongene (foto 9)
- Det er trolig en fuge mellom balkongdekke og vegg liv på stueside. (foto nr 4)
- Alle tak er malt (foto 7 og 11)

Armeringstilstand:

Armeringskorrosjon er den vanligste årsaken til nedbrytning av armert betong på balkonger. Årsaken til korrosjon er hovedsakelig:

- Karbonatisert betong
- Klorider

Når armeringen korroderer, øker volumet av stål inntil 10 ganger når det omdannes til korrosjonsprodukter (rust). Denne volumutvidelsen fører til at det oppstår sprengkrefter på betongen som ligger over armeringen (overdekningen) slik at betongen sprenges løs og skaller av. På sikt kan dette føre til manglende samvirke mellom betong og armering og i tillegg reduseres armeringens tverrsnitt. Resultatet blir at konstruksjonens bæreevne blir redusert.

Vedlegg nr. 4 til rapporten omhandler årsakene til armeringskorrosjon.

Karbonatisering og armeringsoverdekning:

Karbondioksid (CO_2) i lufta er en sur gass som trenger inn i poresystemet i betongen. Gassen reagerer med sementpastaen og over tid oppstår en reaksjon mellom gassen og betongen slik at det dannes karbonater i betongens porestruktur. Dette fører til at pH -verdien i betongen synker. Denne endringen kalles karbonatisering av betong. Prosessen starter fra overflaten etter at betongen er støpt og beveger seg som en front som trenger dypere og dypere inn i betongen med tiden.

Når karbonatiseringsfronten når inn til armeringsjernet, får betongen som er i kontakt med jernet en lavere pH – verdi (dvs. betongen blir surere). Denne miljøendringen fører til at den naturlige overflatebeskyttelsen (oksidsjikt) som betongen gir armeringsstålet brytes ned og armeringen kommer i korrosjonstilstand. Dette er omtalt i vedlegg nr. 4.

I vedlegg 2 er målt karbonatiseringsdybde og målt armeringsoverdekning vist i tabeller for de undersøkte balkonger. Tilstanden for armeringen med tanke på karbonatisering av betong kan oppsummeres slik for de ulike konstruksjonsdeler:

Undersøkelsen viste følgende:

Balkonggulv: I gulv er det målt karbonatiseringsdybder i påstøp 5 – 20 mm. Stikkprøvemålingene av armeringsoverdekningen viste 18 – +55 mm. Det er noe av armeringen som ligger i nærheten av karbonatiseringsfronten. Disse jernene kan være i korrosjonstilstand.

Tak (undersiden av balkongdekker):

For de undersøkte tak, var karbonatiseringsdybden fra 5 til 20 mm. Til sammenligning er målt armeringsoverdekning 9 – 33 mm.

Dersom resultatene er representative, ligger armeringen med lavest overdekning i karbonatisert betong og er i korrosjonstilstand.

Skillevegger:

For de undersøkte skillevegger, var karbonatiseringsdybden 10 – 18 mm. Armeringsoverdekningen var 5 – +55 mm. Dette viser at det er betydelige variasjoner. Dog viser målingene at armeringen med lavest overdekning kan ligge i karbonatisert betong.

NB! Det må generelt forventes dypere karbonatisering i eller ved riss enn de verdier vi har målt på homogen flate.

Klorider:

For å vurdere bestandigheten av en armert betongkonstruksjon, er det viktig å analysere kloridinnholdet i betongen. Et kloridinnhold som er inntil 0,1 vekt% av sementvekt, karakteriseres som et naturlig innhold for betong i Oslo – området. I Norsk standard (prosjekterings-standard) anbefales det at kloridinnholdet for en slakkarmert betong skal være lavere enn 0,4 % av sementvekt for å unngå korrosjon på armeringen. I denne rapporten er alle kloridinnhold angitt som % av antatt sementvekt 280 kg / m³ betong i balkongene. I resten av rapporten oppgis kloridinnholdet kun som % og da er dette i forhold til sementvekt. Grunnen til at kloridinnholdet oppgis i forhold til sementvekt, er at sementen kan binde til seg en del av kloridene. Kloridene som ikke bindes, betegnes som frie klorider og det er denne andelen som bryter ned den beskyttende oksidfilmen på armeringen slik at det er fare for armeringskorrosjon. Dette skjer selv om betongen rundt stålet ikke er karbonatisert.

Det ble totalt tatt 12 stk punktprøver for kloridanalyser av de undersøkte balkongene. Prøvene er fordelt på gulv, tak og skillevegger. Av disse var 10 av prøvene inntil 0,1 vekt% av antatt sementvekt 280 kg/m³ Som nevnt er dette det naturlige kloridinnhold i betong og det gir derfor ingen fare for armeringskorrosjon.

De 2 siste prøvene hadde kloridinnhold på respektive 0,2% og 0,9%, begge i balkonggulv. 0,2% er kun svakt forhøyet og karakteriseres som lavt og er under anbefalingen i Norsk Standard. Et kloridinnhold på 0,9% kan gi store korrosjonsskader på armeringen, noe også undersøkelsen avdekket.

Kloridinnholdet som ble funnet på 0,9% skiller seg tydelig ut med et høyere innhold. Dette skyldes med stor sannsynlighet at betongen ble tilsatt klorider ved støpning og da er det mulig at andre balkonger også er tilsatt klorider i betongen. Da blokkene ble bygget, var det ikke uvanlig å tilsette kloridholdig salt, - og dette ble betegnet som akselerator. Virkningen er at herdingen av betongen skjer raskere og denne effekten var avgjørende for at betongen ikke skulle få frostskafer ved at vannet i betongen frøs ved vinterstøp. Kloridholdig salt fører også til at vann fryser ved lavere temperatur og tilsetningen ble også betegnet frysepunkt nedsettende.

Et forhøyet kloridinnhold gir betydelig økt skadepotensiale mhp. armeringskorrosjon. Korrosjonsskadene blir langt større og mer alvorlig enn for korrosjon forårsaket av karbonatisering, og er mer utfordrende å utbedre.

Selv et kloridinnhold på 0,4 % som er standardens grense kan gi et betydelig økt skadepotensial mhp. armeringskorrosjon når betongen i tillegg er karbonatisert. Årsaken til dette er at klorider er langt mindre løselig i karbonatisert betong enn i betong med høy pH – verdi. Dette fører til at kloridene oppkonsentreres foran karbonatiseringsfronten slik at de trenger dypere og dypere inn i betongen med tiden. Erfaring viser at kloridkonsentrasjonen foran fronten kan øke flere ganger i forhold til det opprinnelige kloridinnholdet da betongen ble støpt. Dette er vist med skisser i vedlegg nr. 4. Dette betyr at kloridinnholdet lokalt ved armeringen kan være langt høyere enn det målte gjennomsnitt for prøvestedet. Denne effekten kan først gi synlige skader etter mange 10 år. Først tar det lang tid før kloridene blir dyttet innover i betongen og at det deretter utvikles korrosjon på armeringen.

For balkonger som inneholder klorider, anbefaler vi at det benyttes elektrokjemiske metoder for å beskytte armeringen mot korrosjon i tillegg til mekanisk utbedring. Den er mest vanlig å benytte katodisk beskyttelse (KB) av armeringen. Dette utføres ved å montere en anode på eller i betongen og påtrykke en likespenning mellom anoden og armeringen. Dette er dog en kostbar metode som er omtalt i vedlegg nr. 5. Dersom omfanget av klorider i betongen begrenset, kan det benyttes mer omfattende meisling.

Måling av fall på balkongene

Det ble foretatt en enkel måling av fall på alle balkonger med et 120 cm langt vater. Målingene viste at det både er gulv som er tilnærmet i vater og gulv med fall mot dekkeforkant slik det skal. Dog fant vi også eksempel på motfall dvs. fall mot vegg i mindre områder. Slike gulv må falljusteres for å hindre vann å renne inn i veggen.

4. MULIGE TILTAK

Undersøkelsen har vist at det er behov for både reparasjoner og preventive tiltak / vedlikehold på balkongene i Grünerhagen II brl. Vi har funnet betongskader pga. armeringskorrosjon og skader under utvikling.

Da det er funnet forhøyet kloridinnhold bør det tas kloridprøver av alle balkonger fordi tiltak / vedlikehold gjøres forskjellig for enheter med og uten forhøyet kloridinnhold.

På flere balkonggulv var overflatebehandlingen nedbrutt og hadde riss og avflassing. Da en overflatebehandling / membran på balkonggulv har en viktig funksjon for å hindre oppfukning av dekket og beskytte konstruksjonen mot nedbrytning, bør det utføres en systematisk utbedring av alle balkonger.

Som et diskusjonsgrunnlag kan følgende være et utgangspunkt:

- Det utføres supplerende kloridanalyser av alle balkonger for å kartlegge omfanget av kloridholdig tilsetning.
- Avdekke alle synlige skader, og om mulig skader under utvikling. Alle synlige skader utbedres ved meisling og mørtling.
- Kontrollere fall på balkonggulv. De med motfall (fall mot vegg) falljusteres f. eks med hellimt påstøp eller avretning med sand / epoxy.
- På gulv bør all gammel overflatebehandling fjernes.
- Riss i gulv forsegles.
- Etablere egnet hulkisløsning for å hindre vann å komme inn i vegg.
- Etter utførte reparasjoner påføres balkonggulv, dekkforkant og hulkiler en egnet vanntett og fleksibel tykkfilmsmembran.
- Alle overflater rengjøres.
- Maling uten tilstrekkelig heft i tak og på skillevegger fjernes.
- Vurdere behov for porefylling.
- I tak og på skillevegger påføres en rissoverbyggende CO₂ bremsende maling som er diffusjonsåpen.
- Ut fra resultatene fra supplerende kloridanalyser etableres katodisk beskyttelse (KB) av armering i betong i balkonger med forhøyet kloridinnhold. Dersom det kun er et fåtall enheter med forhøyet kloridinnhold kan det vurderes å benytte et "mini – KB anlegg". Eller at det utføres mer omfattende meisling.

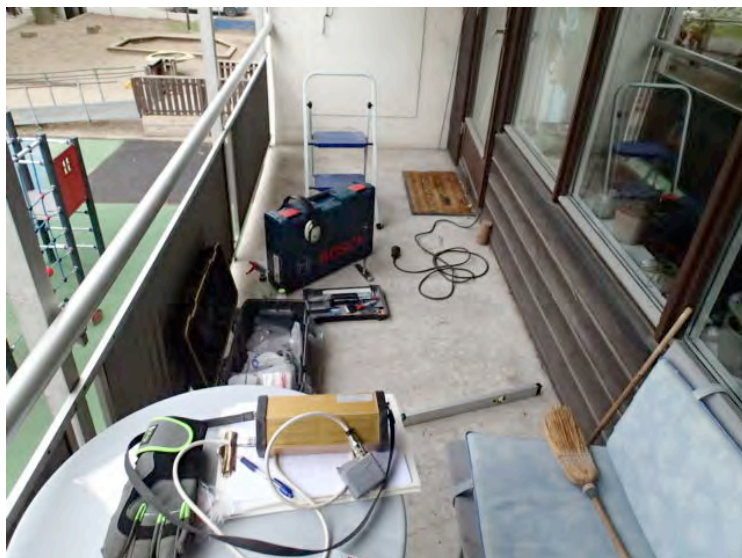


Foto nr. 1:
Balkong 1.
Oversiktsfoto over deler av balkongen som er valgt som lokalitet 1.



Foto nr. 2:
Gulv 1.
Balkonggulvet har ubehandlet overflate. Fall forholdene på alle gulvene blir kontrollert med vater.



Foto nr. 3:
Gulv 1.
Dette balkonggulvet har tilnærmet ikke fall mot dekkeforkanten. Men det har et mindre område innerst mot vegg som mulig har litt motfall.

**Foto nr. 4:****Gulv 1.**

Inn mot vegg liv er det en fuge mellom betong i balkongdekke og gulv inne i leilighet. Vi antar dette er et potensielt lekkasjepunkt ved motfall eller mye vann på balkongene.

**Foto nr. 5:****Tak 1.**

Vi registrerte et felt med "bom" i tak. Se neste foto for hva vi fant ved oppmeisling.

**Foto nr. 6:****Tak 1.**

Se foto 5. Lett meisling avdekket at det er en gammel reparasjon (ukjent årsak) hvor det er bom mellom 2 sjikt i oppbyggingen).

**Foto nr. 7:****Tak 1.**

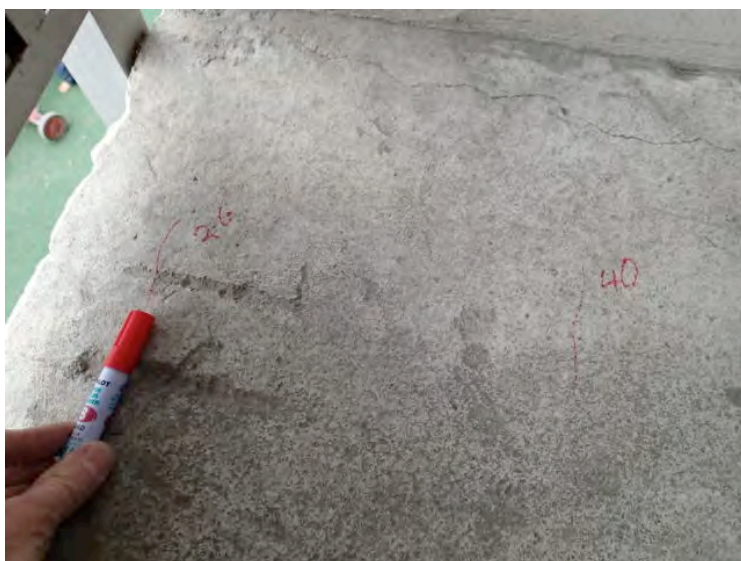
Laveste målte overdekning for armering var 9 mm i de felt som ble målt.

Tegnet inn armeringsjernet med tusj.

**Foto nr. 8:****Tak 1.**

Samme armeringsjernet som vist på forrige foto er her meislet opp.

Overdekningene på armeringsjernet er 9 mm og det er tilnærmet rent selv om det delvis ligger i karbonatisert betong. Målt karbonatiseringsdybde ved armering er 10 – 12 mm.

**Foto nr. 9:****Gulv 1, overside.**

2 stk langsgående jern er målt inn med henholdsvis 26 og 40 mm overdekning. Legg også merke til tverrgående riss inn mot skilleveggen.



Foto nr. 10:
Gulv 2, underside.
I ytre del av taket på undersiden av balkongdekket er det riss og bom i betongen



Foto nr. 11
Gulv 2, underside.
Opphugning i risset med bom på forrige foto viser korrodert armering.



Foto nr. 12:
Tak 2.
Innmåling av armering i taket viser at overdekningen er lavere i den brede drypprillen i ytre del av taket. Det oppmerkede armeringsjernet har overdekning 24 mm midt i taket og 9 mm i drypprillen. Opphugning i drypprillen viste ren armering.



Foto nr. 13:
Skillevegg 3.
Påsprøyting av pH indikator phenolphtalein i borehullet til kloridprøven gir rød farge der betongen er "frisk" og ikke karbonatisert.



Foto nr. 14:
Gulv 4.
I ytre del mot dekkeforkanten er det et stort riss med bom i betongen.



Foto nr. 15:
Gulv 4.
Opphugning i risset og bommen på forrige foto viser korrodert armering, både tversgående og langsgående armering. Vi ser den tversgående armeringsenden har liten overdekning mot dekkeforkanten. Denne type korrosjon indikerer klorider i betongen og det ble bekreftet ved analysene.

**Foto nr. 16:****Gulv 4**

Her er deler av betongen som ble hugget opp på forrige foto. Vi ser korrosjonsproduktene fra den korroderte armeringen er presset inn i betongen. Det er dette presset / trykket som den korroderende armeringen skaper som gir bom-lyden, riss og senere avskalling betongen.

**Foto nr. 17:****Gulv 4.**

Også midt på gulvet er det riss med bom ut mot dekkeforkanten.

**Foto nr. 18:****Gulv 5.**

Retten utenfor balkongdøren er det bom i ytre sjiktet under overflatebehandlingen.



Foto nr. 19:

Gulv 5.

Bommen på forrige foto er i ytre sjiktet på betongen. Her har betongen et tynt svakt sjikt (avretningsmase?) som har gitt denne bommen.