

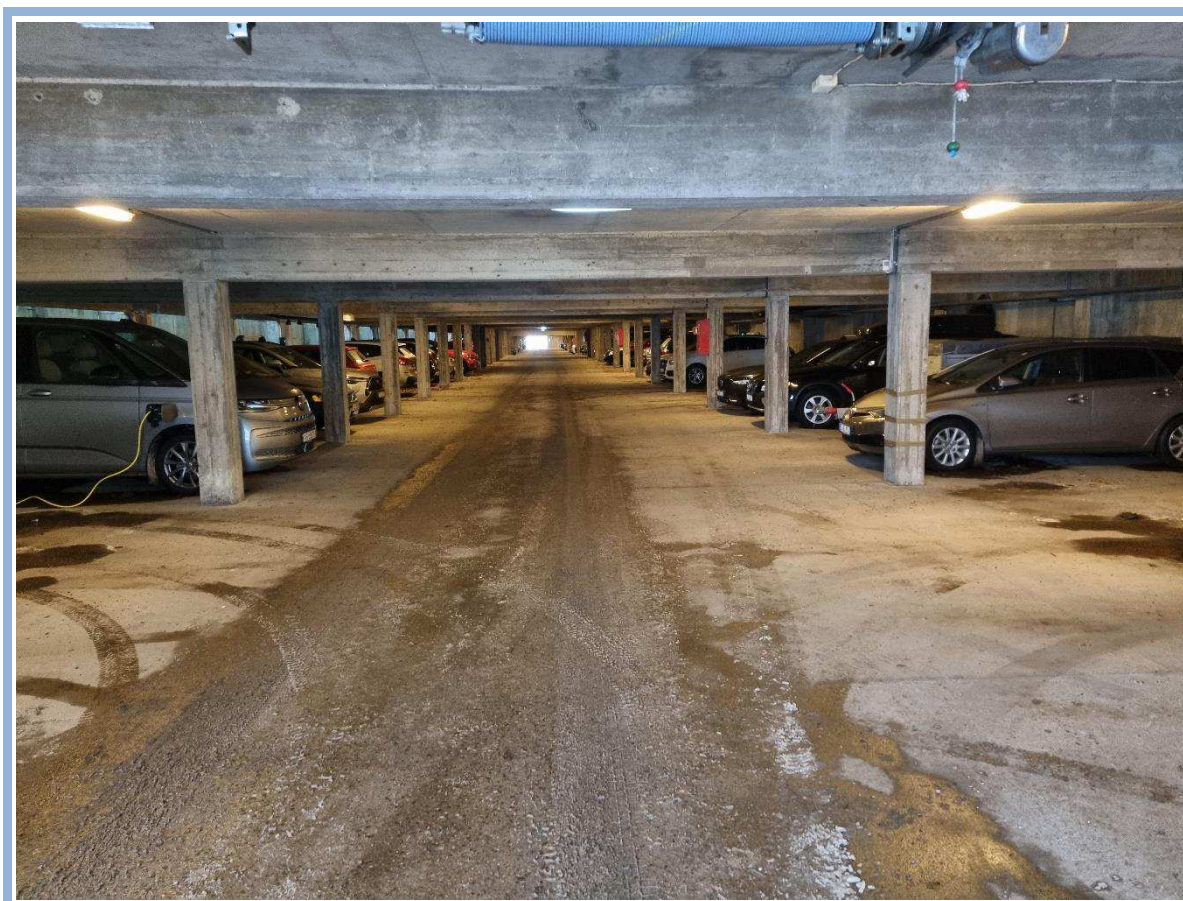
140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

RAPPORT

Oppdragsgiver: Tvesteråsen Eiendom AS

21.12.2023

Tilstandsvurdering garasjeanlegg



Innhold

| | |
|---|----|
| Oppdragsopplysninger | 3 |
| Sammendrag | 3 |
| Oppdrag | 4 |
| Hensikt | 4 |
| Eiendom | 4 |
| Opplysninger | 4 |
| Tidligere tilstandsvurderinger | 7 |
| Funn fra OPAKs befaring | 9 |
| Vurderingsgrunlaget skademekanismer betong | 17 |
| Utbedringsmetoder betong | 18 |
| Bakgrunn for vurdering av vedlikeholdstiltak | 21 |
| Material undersøkelse | 22 |
| Vurdering/årsak | 24 |
| Tiltak | 25 |
| Kostnader | 27 |
| Forutsetninger | 28 |
| Vedlegg I: Kontrollskjema for oppdrag byggfaglig spesialrådgivning | 29 |
| Vedlegg II: Karbonatiseringsundersøkelse med tymolftalein | 31 |
| Vedlegg III: Kloridanalyse sjekklister | 33 |
| Vedlegg IV: Kloridanalyse skjema | 35 |
| Vedlegg V: Kartlegging av prøvelokasjoner og fotodokumentasjon | 36 |

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

Oppdragsopplysninger

Oppdragsadresse: Olav Nygaards vei 123, Oslo
 Møtested: Olav Nygaards vei 123, Oslo
 Oppdragsgiver: Tvesteråsen Eiendom AS
 Oppdragsleder: Andres Belda Revert
 Befaringsnummer: 01, 02, 03, og 04
 Befaringsdato: 27.11.2023
 Oppdragsbeskrivelse: Tilstandsvurdering med utbedringstiltak av garasjeanlegg

Egenkontroll Sidemannskontroll Overordnet kontroll
 21.12.2023 ABR Dato Initialer 20.12.2023 JJ

| Foretak/organisasjon | Kode | Navn og rolle | E-post | Deltatt | Sendt til |
|------------------------|------|---------------------|-----------------------------|---------|-----------|
| Tvesteråsen Eiendom AS | OPG | Nils Fredrik Røren | styret@tveterasen.no | - | X |
| OPAK AS | - | Andres Belda Revert | andres.belda-revert@opak.no | X | - |

Sammendrag

OPAK AS v/ Steffen Hegg, Suzana Ismail, og Andres Belda Revert har gått befarings og har vurdert tilstand til garasjeanlegg. Parkeringsanlegg i plasstøpt betong fra slutten av 60-tallet, som består av tre plan, med ca. 3000 m² per plan. Første og andre plan ligger delvis under bakken mens tredje plan er åpen. Bærendesystem består av et flatdekke med underliggende drager på tvers av garasjen og søyler. Fasaden og yttervegger er også en del av bærendesystemet.

Det er ukjent når garasjen ble forsterket med stålsøyler HEA 200 langs østre vegg i midtre og nederste plan.

Konstruksjon er generelt preget av alder. Det er registrert store avvik på armeringsoverdekning og fordeling av armeringen. Dette gir større usikkerhet når man vurderer tilstand/skadekonsekvenser:

- Tredje plan. Det er ikke registrert skader på oversiden av betongdekke. Slitelag i støpeasfalt er tykk og kan skjule betongskader
- Andre plan har dårligst tilstand. Det er registrert tegn på stor fuktpåkjenning på tak (undersiden av betongdekke i 3. etasje), og rust utslag på flere søyler. På oversiden av betongdekke i 2. etasje finnes også slitelag av støpeasfalt, som kan skjule betongskader. Det er registrert tegn på skadeutvikling under slitelaget.
- Første plan har bedre tilstand på søyler, men det er registrert en del skader på undersiden av tak (undersiden av betongdekke i 2. etasje).

Skadeutvikling er årsaket av salter i betong på søyler og oversiden av betongdekke, og karbonatisering på undersiden av betongdekkene og drager. Det er registrert flere felter med tegn på stor fuktpåkjenning på undersiden av dekkene, noe som tyder på at slitelag er ikke lenger tett. Dette fører til skadeutvikling grunnet armeringskorrosjon, siden det finnes salter i betong eller betongen er karbonatisert.

OPAK har vurdert primærbærendesystem av garasjeanlegg: søyler, drager, og betongdekke. Fasade, yttervegger, og andre betongkonstruksjoner tilhørende garasjen er ikke vurdert, men generelt er de preget av alder. Utbedringstiltak må vurderes i de kommende år.

OPAK har skissert to strategier for utbedringstiltak etter ønske fra styret:

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

- Strategi A: Tilbakestille opprinnelige beskyttende miljøet i betongen som forhindrer skadeutvikling grunnet armeringskorrosjon.
Etter OPAKs vurdering vil dette ha en kostnad på ca. kr 47 000 000 inkl. mva.
- Strategi B: stanse skadeutvikling på bygningsdeler som er mest utsatt for nedbrytning nå, og utføre større utbedringstiltak i de kommende år.
Etter OPAKs vurdering vil dette ha en kostnad på ca. kr 5 000 000 inkl. mva.

Oppdrag

Oppdraget er gitt OPAK av Tvesteråsen Eiendom AS, jamfør bestilling av 17.11.2023

Hensikt

OPG ønsker en tilstandsvurdering av betongkonstruksjoner tilhørende garasjeanlegg. Styret ønsker en vurdering på primærbærendesystem (søyler, dekke og drager) med utbedringstiltak.

Eiendom

Parkeringsanlegg i slakkarmert betong utført på slutten av 60-tallet over tre plan, med ca. 3000 m² per plan. Bærendesystem består av et flatdekke med underliggende drager på tvers av garasjen og søyler, alt i plasstøpt betong. Det finnes 62 søyler på første etasje, og 58 på andre etasje.

Fasaden og yttervegger er også en del av bærendesystemet.

Det er ukjent når garasjen ble forsterket med stålsøyler HEA 200 langs østre vegg i midtre og nederste plan.

Øverste plan er åpen, og 2. og 1. etasje er uisolert, med naturlig ventilasjon gjennom utsparinger på fasaden. Mellometasje er delt i to, syd og nord. Delene ligger i to forskjellige plan med en høydeforskjell på ca. 0.6 meter.

Opplysninger

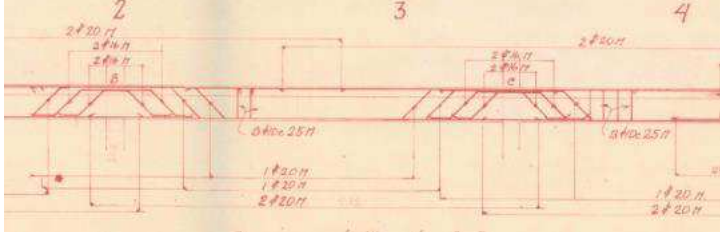
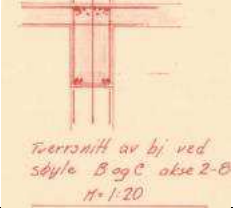

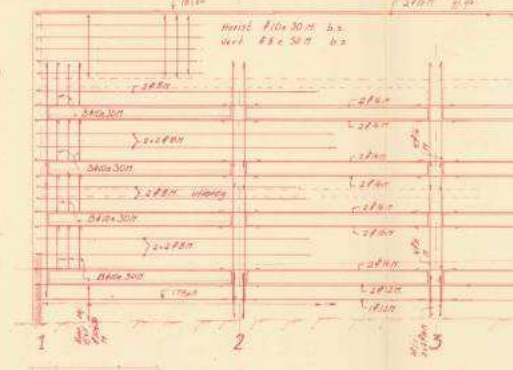
OPAK verken åpner eller river konstruksjoner og tar forbehold om skjulte feil og mangler. Det er kun de beskrevne forhold som er vurdert av OPAK.

OPAK har eiendomsrett til materialet utarbeidet av selskapet. Det prosjektmaterialet som er utarbeidet av OPAK kan iht. avtalen bare benyttes av vår oppdragsgiver i forbindelse med det oppdraget OPAK er engasjert for.

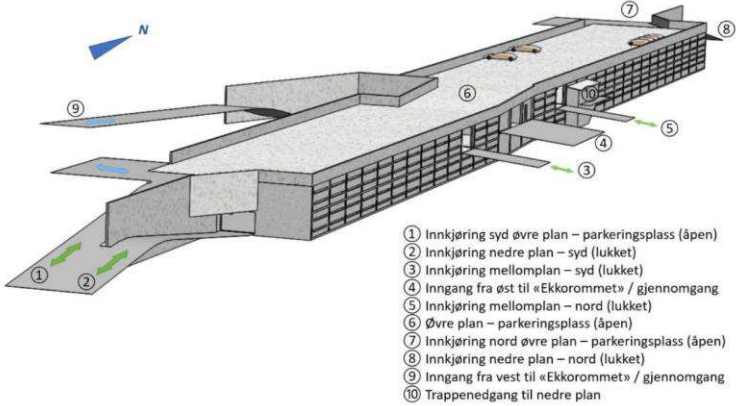
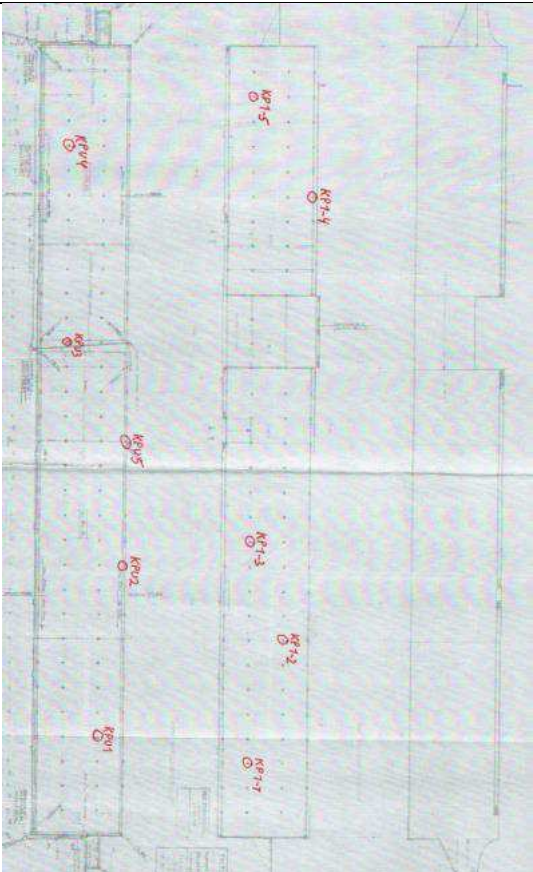
Dokumenter overlevert fra oppdragsgiver:

| Bilde av funn | Beskrivelse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|------|------------|-------------------------|--|--|--|------------------|--|--|--|------------|--|--|--|----------------|--|--|--|-----------------|--|--|--|------------|--|--|--|------------------|--|--|----------------|--------------------------|--|--|----------------|--------------------------------|--|--|-------------|--------------------------------|--|--|--|
| | <p>Byggetegninger hentet fra PBE.</p> <p>Støttemur er fundamentert på fjell.</p> <p>Yttervegg utført i betongkvalitet B250, og armering kamstål.</p> <table border="1" data-bbox="986 607 1401 757"> <tr> <td>INDRETT</td> <td>DATE</td> <td>AVEN</td> <td>KORREKSJON</td> </tr> <tr> <td>PRO. KV. 3.280</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DETL. KV. 4.3.40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ETP. KL. C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SP. KL. II</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROJ. 26-5-1967</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SKALA 1:50</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BYG. 1 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">TRYGVE BRUDEVOLD</td> <td>ANLEGG NR. 647</td> </tr> <tr> <td colspan="3">BYGNINGS- OG ENTREPRENØR</td> <td>TEMA NR. 55</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TORGST. 8. 0480 E. TEL. 023378</td> </tr> </table> | INDRETT | DATE | AVEN | KORREKSJON | PRO. KV. 3.280 | | | | DETL. KV. 4.3.40 | | | | ETP. KL. C | | | | SP. KL. II | | | | PROJ. 26-5-1967 | | | | SKALA 1:50 | | | | BYG. 1 cm | | | | TRYGVE BRUDEVOLD | | | ANLEGG NR. 647 | BYGNINGS- OG ENTREPRENØR | | | TEMA NR. 55 | TORGST. 8. 0480 E. TEL. 023378 | | | |
| INDRETT | DATE | AVEN | KORREKSJON | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRO. KV. 3.280 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DETL. KV. 4.3.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETP. KL. C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SP. KL. II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROJ. 26-5-1967 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SKALA 1:50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BYG. 1 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRYGVE BRUDEVOLD | | | ANLEGG NR. 647 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BYGNINGS- OG ENTREPRENØR | | | TEMA NR. 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TORGST. 8. 0480 E. TEL. 023378 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p>Tverrsnitt av garasjen. Bærende system består av søyler og yttervegger fundamentert på fjell, og et flatdekke med underliggende drager på tvers av garasjen.</p> <table border="1" data-bbox="986 1189 1401 1323"> <tr> <td>PRO. KV. 3.300</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DETL. KV. 4.3.40 ST. 00</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ETP. KL. C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SP. KL. II</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROJ. 16/66 DS</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SKALA 1:30</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BYG. 1 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">TRYGVE BRUDEVOLD</td> <td>ANLEGG NR. 647</td> </tr> <tr> <td colspan="3">BYGNINGS- OG ENTREPRENØR</td> <td>TEMA NR. 44</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TORGST. 8. 0480 E. TEL. 023378</td> </tr> </table> | PRO. KV. 3.300 | | | | DETL. KV. 4.3.40 ST. 00 | | | | ETP. KL. C | | | | SP. KL. II | | | | PROJ. 16/66 DS | | | | SKALA 1:30 | | | | BYG. 1 cm | | | | TRYGVE BRUDEVOLD | | | ANLEGG NR. 647 | BYGNINGS- OG ENTREPRENØR | | | TEMA NR. 44 | TORGST. 8. 0480 E. TEL. 023378 | | | | | | | |
| PRO. KV. 3.300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DETL. KV. 4.3.40 ST. 00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETP. KL. C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SP. KL. II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROJ. 16/66 DS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SKALA 1:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BYG. 1 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRYGVE BRUDEVOLD | | | ANLEGG NR. 647 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BYGNINGS- OG ENTREPRENØR | | | TEMA NR. 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TORGST. 8. 0480 E. TEL. 023378 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p>Det finnes 3 dilatasjonsfuger på garasjen som går gjennom alle etasjene.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p>Armeringsprinsipp på dekke. Hovedarmering ligger på overkant over drager og på underkant på midten av feltene.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

140584 Tveteråsen garasjeanlegg



| Bilde av funn | Beskrivelse |
|---|--|
|  | <p>Armerings prinsipp på drager. Drager har hovedarmering på overkant over søylene, og på underkant mellom søylene. Det finnes tilleggs skjærarmering ved søylene.</p>  <p>Tverrsnitt av bj ved søyle B og C, akse 2-B M=1:20</p> |
|  <p>30x30 4φ20 M Bφ8@25H</p> | <p>Søylar er 30x30 cm, og er armert med 4 langsgående φ20, og bøyler φ 8 med senteravstand på 25 cm.</p> |
|  <p>Murene 110x30 cm b.s. Vegg 23x30 cm h=2</p> | <p>Armeringstegning av fasade mot øst. Fasade i armert betong med både horisontal og vertikal armering.</p> |

Tidligere tilstandsvurderinger




| Bilde av funn | Beskrivelse |
|--|---|
|  <ol style="list-style-type: none"> ① Innkjøring syd øvre plan – parkeringsplass (åpen) ② Innkjøring nedre plan – syd (lukket) ③ Innkjøring mellomplan – syd (lukket) ④ Inngang fra øst til «Ekkorommet» / gjennomgang ⑤ Innkjøring mellomplan – nord (lukket) ⑥ Øvre plan – parkeringsplass (åpen) ⑦ Innkjøring nord øvre plan – parkeringsplass (åpen) ⑧ Innkjøring nedre plan – nord (lukket) ⑨ Inngang fra vest til «Ekkorommet» / gjennomgang ⑩ Trappenedgang til nedre plan | <p>Bilde hentet fra dokumentasjon tilsendt av OPG.</p> <p>OPAK har vurdert primærbærendesystem av garasjeanlegg: søyler, drager, og betongdekke.</p> <p>Fasade, yttervegger, og andre betongkonstruksjoner tilhørende garasjen er ikke vurdert.</p> |
|  | <p>Tilstandsundersøkelse av parkeringsanlegg utført den 01.12.2022 av Multikraft AS.</p> <p>Det ble tatt klorid- og karbonatiseringsprøver på første og andre plan.</p> <p>Materialundersøkelse viser varierende kloridverdier. KPU1, KPU2, KPU5, KP1-1, KP1-4, og KP1-5 viste høye kloridverdier som kan føre til skadeutvikling grunnet armeringskorrosjon.</p> <p>Det er beskrevet at armering ligger i karbonatisert betong, men karbonatiseringsdyber er ikke angitt i rapporten.</p> <p>Rapporten konkluderer med at mesteparten av bygget bør rehabiliteres over en periode på ca. 7 år.</p> |



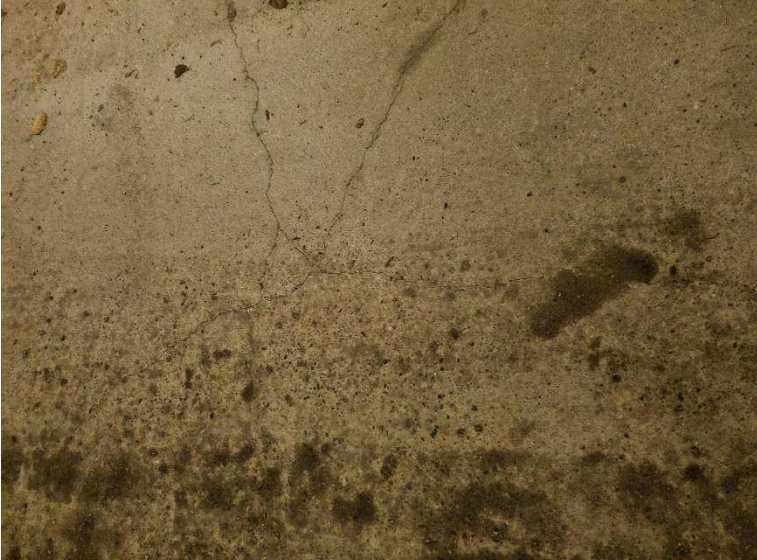
| Bilde av funn | Beskrivelse | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|----------------------|------------------------|--------------|---------------|--------------------------|--|------------------|---|-------------------|---------------------------------|--|
| <p style="text-align: center;">s.1</p> <p style="text-align: right;">Ødegård og Lund AS Rødbergveien 59 A 0591 Oslo Tlf: 22721260 bjorn@olbetong.no</p> <p>BEFARINGSRAPPORT NR 01 - 2023</p> <table border="1" data-bbox="240 439 933 801"> <tr> <td>Prosjekt:</td> <td>Tvesteråsen Borettslag. Garasjedekke i armert betong under asfalt</td> </tr> <tr> <td>Oppdragsgiver</td> <td>Tvesteråsen Borettslag</td> </tr> <tr> <td>Dato:</td> <td>27 april 2023</td> </tr> <tr> <td>Konstruksjonsdel:</td> <td>Dekke i armert betong under asfalt i mellomplan.</td> </tr> <tr> <td>Bakgrunn:</td> <td>Tvesteråsen borettslag har et frittstående garasjeanlegg som er bygget i armert betong. I mellomplan er dekket etter sigende belagt med støpeasfalt. Det er observert tegn til betongskader og borettslaget har tidligere fått utarbeidet en tilstandsanalyse. Slik vi forstår er det dog ikke tatt prøver av betongen under asfalt. Det er usikkert hvilket år denne asfalten er lagt. På en felles befaring tidligere i år ble det registrert mulige betongskader under asfalt ved "bombanking" på asfaltoverflaten. På denne bakgrunn fikk Ødegård og Lund AS i oppdrag å foreta en punktprøveundersøkelse av den armerte betongen under asfalt iht. tilbud av 11 april 2023.</td> </tr> <tr> <td>Deltagere:</td> <td>Bjørn Lund (Ødegård og Lund AS)</td> </tr> </table> | Prosjekt: | Tvesteråsen Borettslag. Garasjedekke i armert betong under asfalt | Oppdragsgiver | Tvesteråsen Borettslag | Dato: | 27 april 2023 | Konstruksjonsdel: | Dekke i armert betong under asfalt i mellomplan. | Bakgrunn: | Tvesteråsen borettslag har et frittstående garasjeanlegg som er bygget i armert betong. I mellomplan er dekket etter sigende belagt med støpeasfalt. Det er observert tegn til betongskader og borettslaget har tidligere fått utarbeidet en tilstandsanalyse. Slik vi forstår er det dog ikke tatt prøver av betongen under asfalt. Det er usikkert hvilket år denne asfalten er lagt. På en felles befaring tidligere i år ble det registrert mulige betongskader under asfalt ved "bombanking" på asfaltoverflaten. På denne bakgrunn fikk Ødegård og Lund AS i oppdrag å foreta en punktprøveundersøkelse av den armerte betongen under asfalt iht. tilbud av 11 april 2023. | Deltagere: | Bjørn Lund (Ødegård og Lund AS) | <p>Ødegård og Lund AS har utført en tilstandsvurdering på betongdekke i 2. etasje den 27. april 2023. Det ble tatt punktprøveundersøkelse av den armerte betongen under asfalt på 4 prøvefelter.</p> <p>Det ble registrert en armeringsoverdekning på ca. 35-55 mm, karbonatiseringsdybder på 5 mm, og kloridinnhold i sementvekt mellom 0,8 og 1,9 % på armeringsnivået.</p> <p>Det ble registrert skadeutvikling grunnet armeringskorrosjon ved opphugging av armeringen i 3 stk lokaliteter med bom.</p> <p>Det konkluderes med at reparasjoner av skader og preventive tiltak er nødvendige.</p> |
| Prosjekt: | Tvesteråsen Borettslag. Garasjedekke i armert betong under asfalt | | | | | | | | | | | | |
| Oppdragsgiver | Tvesteråsen Borettslag | | | | | | | | | | | | |
| Dato: | 27 april 2023 | | | | | | | | | | | | |
| Konstruksjonsdel: | Dekke i armert betong under asfalt i mellomplan. | | | | | | | | | | | | |
| Bakgrunn: | Tvesteråsen borettslag har et frittstående garasjeanlegg som er bygget i armert betong. I mellomplan er dekket etter sigende belagt med støpeasfalt. Det er observert tegn til betongskader og borettslaget har tidligere fått utarbeidet en tilstandsanalyse. Slik vi forstår er det dog ikke tatt prøver av betongen under asfalt. Det er usikkert hvilket år denne asfalten er lagt. På en felles befaring tidligere i år ble det registrert mulige betongskader under asfalt ved "bombanking" på asfaltoverflaten. På denne bakgrunn fikk Ødegård og Lund AS i oppdrag å foreta en punktprøveundersøkelse av den armerte betongen under asfalt iht. tilbud av 11 april 2023. | | | | | | | | | | | | |
| Deltagere: | Bjørn Lund (Ødegård og Lund AS) | | | | | | | | | | | | |



Funn fra OPAKs befaring



| Bilde av funn | Beskrivelse |
|--|--|
|  | <p>Garasjeanlegg består av flere bygningsdeler i armert betong.</p> <p>Oversiktsbilde av innkjøring 8.</p> <p>Konstruksjon er preget av alder.</p> <p>OPAK har vurdert søyler, dekker og drager tilhørende garasjeanlegget.</p> |
|  | <p>Oversikt av første plan.</p> <p>Gulv er gulv på grunn i armert betong, og bærendesystem består av søyler med drager på tvers av garasjen, yttervegger, og betongdekke.</p> <p>Garasjen er uisolert, med naturlig ventilasjon.</p> |

| Bilde av funn | Beskrivelse |
|---|---|
|  | <p>Det er tatt kloridprøver 10, 30, og 50 cm over gulvet på to søyler i 1. etasje.</p> <p>Lave kloridverdier ble registrert.</p> <p>Karbonatiseringundersøkelsen viser at armering kan delvis ligge i karbonatisert betong.</p> <p>Søylen har støpedefekter.</p> |
|  | <p>Det er registrert flere felter med tegn på lekkasje i nedre plan på undersiden av betongdekke. Betongdekket på 2. et. har et slitelag på ca. 2 cm av støpeasfalt av ukjent dato.</p> <p>Det finnes en del skader som er utbedret. Det ble registrert tegn på skadeutvikling på flere felter.</p> <p>Det finnes en felt isolert med siporexplater under «ekkorommet».</p> |

| Bilde av funn | Beskrivelse |
|---|--|
|  | <p>Yttervegg under terreng er en støttevegg. Fasaden er inntrukket slik at det finnes en luftspalte mellom dem. Det finnes en drager under betongdekke som går i langsgående retning av garasjen. Drageren er utsatt for nedbør og det er registrert tegn på skadeutvikling grunnet armeringskorrosjon.</p>  |
|  | <p>Det er registrert 3 fugekonstruksjoner på garasjen. Fugekonstruksjoner går gjennom alle etasjer. Det er registrert en del skader langs fugene. Betongdekke er utett og området er utsatt for lekkasje fra etasjen over. I tillegg er det registrert armering med lite overdekning på flere felter både på betongdekke og drager.</p> |

| Bilde av funn | Beskrivelse |
|---|---|
|  | <p>Det er registrert rustutslag på en felt under «ekkorommet». Det er ukjent hvordan konstruksjon er fuktsikret. Sannsynligvis er dette årsaket utettheter/mangelfull drenering rundt garasjen. Fuktpåkjenning har ført til skadeutvikling på betongdekke.</p>  |
|  | <p>Det er registrert sprekker på gulv. Sprekkene er årsaket bevegelser i betongen (svinn og temperatur). Det finnes rissanvisninger men sprekken har oppstått på andre steder. Dette er en svakhet i konstruksjon som gjør at armering som ligger i gulvet kan blir utsatt for salter ved sprekken. Det ble ikke registrert bom/delaminering på gulvet.</p> |

| Bilde av funn | Beskrivelse |
|---|--|
|  | <p>Konstruksjon er forsterket med søyler type HEA 200. Tilstand til stålsøylene er generelt god, men det er registrert overfladisk korrosjon på nedre deler av søylene.</p> <p>Det er ukjent om stålsøylene er brannsikkert.</p> |
|  | <p>Andre etasje har slitelag av støpeasfalt, søyler, yttervegger og dekke i armert betong.</p> <p>Himling er isolert med siporexplater.</p> <p>Det er registrert rustutslag på bunnen av en del av søylene i 2. etasje.</p> <p>Endevegger er også isolert med siporexplater.</p> |

| Bilde av funn | Beskrivelse |
|--|---|
|  | <p>Siporexplater er preget av alder. Det er registrert flere skader og tidligere reparasjoner.</p> <p>Flere av dem har tegn på stor fukt påkjenning, sannsynligvis grunnet lekkasje fra etasjen over.</p> |
|  | <p>Det finnes to felter der siporex plater er fjernet. Det finnes synlig armering på disse feltene.</p> <p>Betongen er overflatebehandlet med maling og det er registrert en del støpedeffekter.</p> <p>Det ble registrert en karbonatiseringsdybde på 10-20 mm på underkant betongdekke. Armeringsoverdekning varierer mellom 0 til 30 mm.</p> |

| Bilde av funn | Beskrivelse |
|---|---|
|  | <p>Det er tatt kloridprøver 10, 30, og 50 cm over gulvet på to søyler i andre etasje.</p> <p>Høye kloridverdier ble registrert på 10 og 30 cm over gulv på armeringsnivå.</p> <p>Karbonatiseringsundersøkelsen viser at armering ligger i ukarbonatisert betong.</p> <p>Søyer i 2. et. er overflatebehandlet.</p> |
|  | <p>Det ble kontrollert 3 prøvelfelter på andre etasje.</p> <p>Det ble registrert høye kloridverdier på armeringsnivået på en av dem.</p> <p>Bomkontroll viste ikke tegn til skadeutvikling grunnet armeringskorrosjon.</p> |

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

| Bilde av funn | Beskrivelse |
|--|---|
|  | <p>Det ble kontrollert 3 prøvelfelter på 3. etasje.</p> <p>Det ble registrert lave kloridverdier på alle feltene.</p> <p>Bomkontroll viste ikke tegn til skadeutvikling grunnet armeringskorrosjon.</p> |

Vurderingsgrunnlaget skademekanismer betong

De mest aktuelle nedbrytningsmekanismene i betongkonstruksjoner er armeringskorrosjon som følger av klorider eller karbonatisering.

Armeringskorrosjon kan initieres av saltinfisering (klorid). Når klorider kommer inn til armeringsjernet og det er høy nok konsentrasjon av klorid, ødelegges den beskyttende filmen rundt armeringen og korrosjon kan oppstå. Klorider i betong kan komme fra eksterne kilder, stort sett sjøvann og veisalt, eller innstøptes i betong (delbyggematerialer).

SINTEF Community detaljblad 520.034 gir en beskrivelse av sannsynlighet for korrosjon ved kloridinnholdet av sementvekten, se tabell under. Fargekode illustrerer sannsynlighet for korrosjon. Den kritiske grenseverdien for kloridinnhold i betongen varierer fra 0,2 – 2% av sementvekt og er avhengig av betongkvalitet, fuktnivå og pH. Grenseverdi for ukarbonatisert betong settes vanligvis til 0,4% av sementvekt.

| Kloridinnhold i % Cl ⁻ av sementvekt | | | Sannsynlighet for korrosjon |
|---|-----|-----|-----------------------------|
| Under | | 0,4 | Ingen |
| 0,4 | til | 1 | Mulig |
| 1 | til | 2 | Sannsynlig |
| over | | 2 | Sikker |

Armeringskorrosjon kan også initieres av karbonatisering. Karbonatisering er en naturlig prosess der CO₂ fra atmosfæren trenger inn i betong og reagerer med sementpasta. Under prosessen reduseres pH i betongen. Betong har en opprinnelig høy pH-verdi. Den opprinnelige høye pH-verdien i betong beskytter stålarmingen mot korrosjon. Beskyttelsen forsvinner når karbonatiseringsfronten når inn til armeringen. Karbonatiseringshastighet er avhengig av miljøeksponering og betongkvalitet.

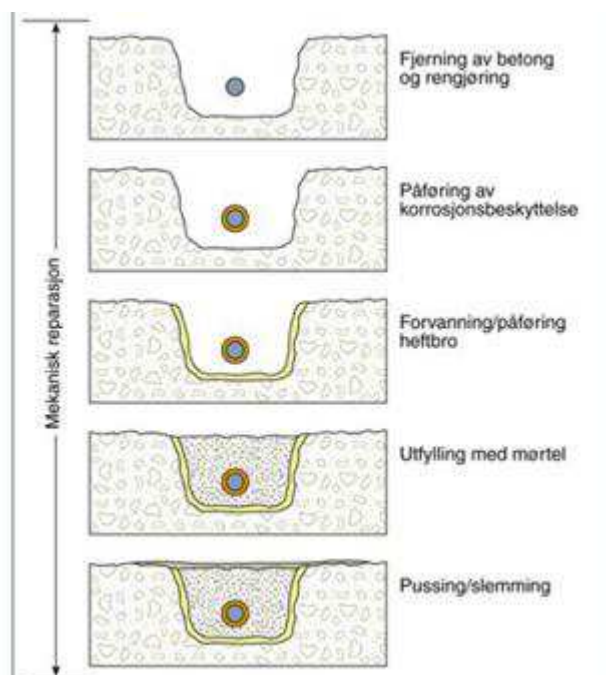
Utbedringsmetoder betong

Betongskader grunnet armeringskorrosjon kan utbedres iht. NS-EN 1504-9:2008+NA:2013 etter fem forskjellige prinsipper:

- Bevaring og oppretting av passivitet: hensikten er å reetablere det korrosjonsbeskyttende miljøet rundt armeringen, f.eks. ved mekanisk reparasjon eller realkalisering.
- Økning av elektrisk motstand: redusere fuktighetsnivået i betongen slik at betongens elektriske motstand øker, f.eks. ved utføring impregnering eller et tett belegg.
- Katodisk regulering: hensikten er å begrense oksygeninnholdet ved armeringen, f.eks. ved metning av betongen eller påføre et overflatebelegg.
- Katodisk beskyttelse: armering beskyttes mot korrosjon ved å polarisere den til lavere potensialer, slik at jernet blir termodynamisk stabilt og ikke oppløses (ikke korroderer)
- Regulering av anodiske områder: hensikten er å gjøre tiltak som forhindrer anodiske reaksjonen, f.eks. ved tilsetning av korrosjonsinhibitorer i/eller på betongen

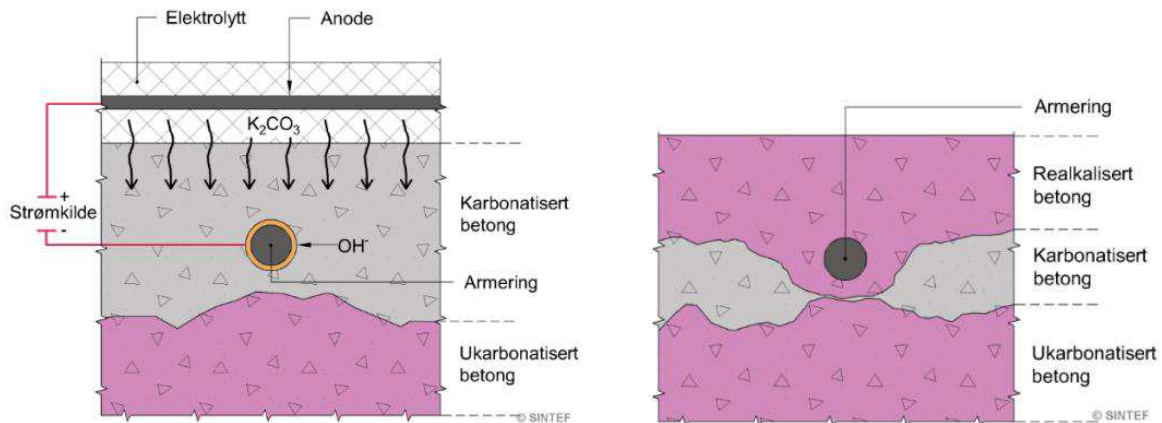
Figuren nedenfor viser prinsipp til fullstendig mekanisk reparasjon, hentet fra R-bok, Norsk Forening for Betongrehabilitering. Mekanisk reparasjon omfatter generelt følgende deloperasjoner: merking av skader/meislingsareal, fjerning av betong, rengjøring av korrodert armering, rengjøring av sårflatene, eventuell montering av ny/kompletterende armering, påføring av korrosjonsbeskyttelse, forskaling, forvanning/påføring av heftbro, utfylling med reparasjonsmørtel/betong, og etterbehandling. Mekanisk reparasjon kan utføres på tre nivåer: forenklet, begrenset og fullstendig mekanisk reparasjon:

- Forenklet mekanisk reparasjon: meislingsomfanget er begrenset, dvs. at kun fjernes løs betong, steinreir, og tidligere reparasjoner utført med uegnet reparasjonsmørtler som kan føre til utfordringer ved elektrokjemisk utbedring. Forenklet mekanisk reparasjon utføres kun i forbindelse med elektrokjemiske utbedringsmetoder.
- Begrenset mekanisk reparasjon: det fjernes all løs og dårlig betong, og korrodert armering frilegges.
- Fullstendig mekanisk reparasjon: det frilegges all armering i karbonatisert betong.

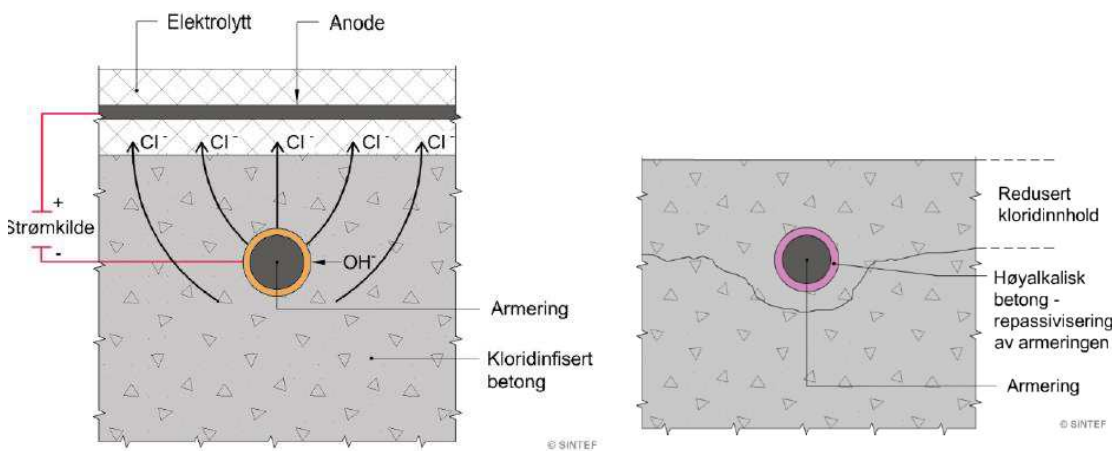


140584 Tveteråsen garasjeanlegg

Figuren nedenfor viser prinsipp til realkalisering, hentet fra Sintef Community Byggforskserien 720.431. Armering ligger i karbonatisert betong (grå farge), se bilde til venstre. Ved realkalisering kan man tilbakestille de opprinnelige høye pH-verdiene som beskytter armering mot korrosjon (rosa farge), se bilde til høyre.

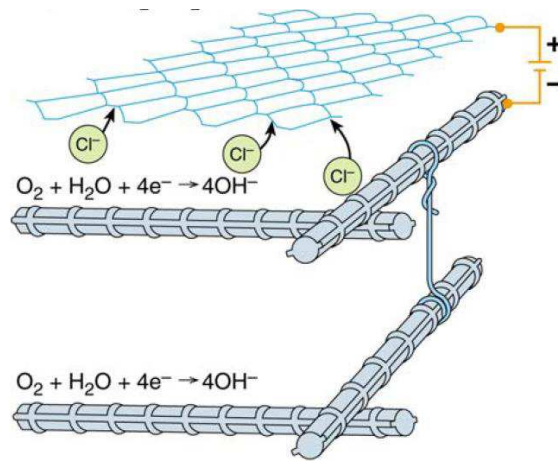


Figuren nedenfor viser prinsipp til kloriduttrekk, hentet fra Sintef Community Byggforskserien 720.431. Ved kloriduttrekk kan man fjerne klorider i betong, se bilde nedenfor.



Figuren nedenfor viser prinsipp til katodisk beskyttelse med påtrykt likestrøm, hentet fra Norsk Forening for Betongrehabilitering. Katodisk beskyttelse er et permanent system som beskytter armering mot korrosjon ved å polarisere armeringsjernet. For å gjøre dette monteres anoder på betong som kobles til armeringen. Anoden sender en beskyttelsesstrøm til armeringen. På denne måten gir armeringen ikke elektroner fra seg (ruster ikke) og korrosjonsprosessen stanses. Armeringen blir "en katode" iht. korrosjonsteori, derfor kalles metoden «katodisk» beskyttelse.

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

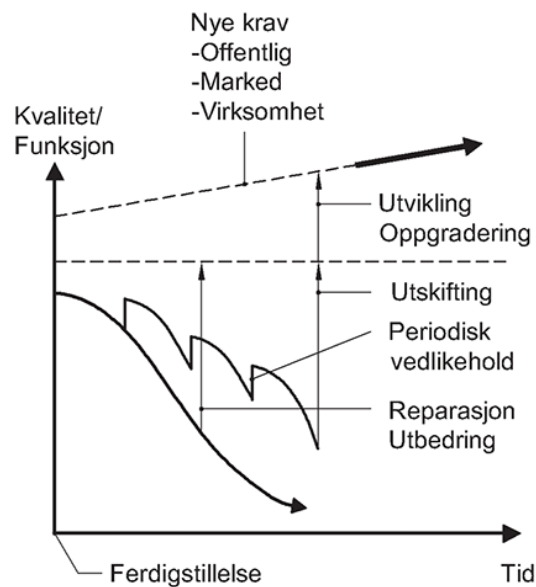


Bakgrunn for vurdering av vedlikeholdstiltak

Konstruksjoner utsatt for klorider prosjekteres for at armeringen ikke korroderer i løpet av levetiden, dvs. at kloridkonsentrasjon på armeringsnivået ikke skal være høy nok for å initiere korrosjon. Dimensjonerende levetid/brukstid er den forutsatte tidsperioden en konstruksjon eller en del av denne, med et tiltenkt formål og med antatt vedlikehold, skal kunne brukes uten at det skal være nødvendig med omfattende reparasjon.

Dimensjonerende levetid til p-hus er generelt 50 år. Skadebilde på garasjen er varierende per i dag, 2. etasje er mest utsatt for nedbrytningen. Konstruksjon er nå ca. 50 år gammelt, og har blitt rehabilitert tidligere. Det må vurderes hvilken vedlikeholds strategi som er ønskelig: forhindre skadeutvikling nå og unngå større vedlikeholdskostnader i fremtiden, eller utsette utbedringstiltak nå å utføre et større betongrehabiliteringsprosjekt om noen år.

Figuren nedenfor hentet fra Sintef Community Byggforskserie 700.320 viser prinsippet.



Material undersøkelse

Materialundersøkelse består av følgende:

- Kontroll av overdekning ved hjelp av en overdekningsmåler
- Kontroll av karbonatisering i betong med pH indikator
- Kontroll av kloridinnhold i betong ved å samle borestøv fra betongen
- Bomkontroll/klangtest gjennomføres ved banking med hammer/stålkjetting på betongoverflater

Følgende dokumentasjon finnes i vedleggene:

- Vedlegg I: Kontrollskjema for oppdrag byggfaglig spesialrådgivning
- Vedlegg II: Karbonatiseringsundersøkelse med tymolftalein
- Vedlegg III: Kloridanalyse sjekklister
- Vedlegg IV: Kloridanalyse skjema
- Vedlegg V: Kartlegging av prøvelokasjoner og fotodokumentasjon

Tabellen nedenfor oppsummerer resultater fra materialundersøkelse.

Fargekode for korrosjonsrisiko er benyttet iht. SINTEF Community detaljblad 520.034.

Det er registrert store avvik på armeringsoverdekning og fordeling av armeringen. Det er registrert felter med synlig armering på drager og betongdekke på undersiden, mens søylene og dekke på oversiden har en overdekning på ca. 30-50 mm.

| Prøve | Beskrivelse | Armeringsoverdekning (mm) | Karbonatiseringsdybde (mm) |
|-------|----------------|---------------------------|----------------------------|
| K1 | Søyle 1.etg | 21 | 17 |
| K2 | søyle 2.etg | 34 | 20 |
| K3 | UK-dekke 2etg | 29 | 10 |
| K4 | Drager 2etg. | 28 | 30 |
| K5 | Drager 2etg. | 20 | 20 |
| K6 | Drager 1etg. | 11 | 25 |
| K7 | UK-dekke 2etg. | 19 | 20 |
| K8 | Drager 1etg. | 24 | 13 |
| K9 | UK-dekke 2etg. | 16 | 17 |

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

Tabellen nedenfor oppsummerer kloridprøver med høye kloridverdier. Alle kloridresultatene ligger i vedlegg III.

| Prøve | Beskrivelse | Armerings- | Kloridinnhold (% Cl- av sementvekt) | |
|-------|----------------------------------|------------|-------------------------------------|------|
| | | | | |
| P8 | OK dekke. 2etg prøvefelt nr.2 | 50-60 | 0-20 | 0.38 |
| | | | 20-40 | 0.80 |
| | | | 40-60 | 1.10 |
| P9 | 10cm opp på Søyale 2.etg | 45 | 0-20 | 1.43 |
| | | | 20-40 | 1.93 |
| | | | 40-60 | 1.40 |
| P10 | 30cm opp på Søyale 2.etg | 45 | 0-20 | 0.82 |
| | | | 20-40 | 0.32 |
| | | | 40-60 | 0.10 |
| P12 | 10cm opp på Søyale 2.etg | 45 | 0-20 | 2.07 |
| | | | 20-40 | 3.42 |
| | | | 40-60 | 3.95 |
| P13 | 30cm opp på Søyale 2.etg | 45 | 0-20 | 0.78 |
| | | | 20-40 | 0.52 |
| | | | 40-60 | 0.18 |
| P20 | OK dekke. 1etg | 60 | 0-20 | 0.79 |
| | | | 20-40 | 1.16 |
| | | | 40-60 | 1.02 |

Vurdering/årsak

Første plan

Betonggulv. Det er registrert sprekker på betonggulv. Disse er ikke relatert til armeringskorrosjon, men hvordan betonggulv beveger seg grunnet svinn i betong og endringer i temperatur og mulighet for bevegelse. Det er registrert høye kloridverdier på armeringsnivå (kun 1 kloridprøve er tatt). OPAK vurderer at betonggulv kan bli skadet grunnet armeringskorrosjon over tid, men dette er en sekundærbygningsdel som fungerer som slitelag.

Styre kan vurdere om det er ønskelig å utføre utbedringstiltak på betonggulvet, men OPAK anbefaler å prioritere utbedringstiltak på andre bygningsdeler.

Søyler. Det er registrert støpedefekter fra byggeår på noen søyler, men skadebildet grunnet armeringskorrosjon er begrenset. Materialundersøkelse viser at kloridverdier på søylene er lave, og karbonatiseringsdybder er generelt mindre enn armeringsoverdekning (deler av armering kan uansett ligge i karbonatisert betong). Dette kan variere veldig lokalt fra søyle til søyle, tidligere prøvetaking utført av Multikraft AS viser høye klorid verdier på 3 prøvelokasjoner i første etasje.

Drager. Det er registrert betongskader på drager grunnet armeringskorrosjon. Karbonatiseringsdybder er varierende, og det finnes en del armering med lite overdekning.

Betongdekke (takk). Det er registrert en del tidligere reparasjoner på undersiden av betongdekke.

Karbonatiseringsdybder er varierende, og det finnes en del armering med lite overdekning.

Kloridverdier på undersiden av betongdekke er lave. Det er tegn på lekkasje på flere områder.

Det finnes en felt med siporexplater.

Konstruksjonsfuger er utsatt for lekkasje og betongskader er registrert.

Andre plan

Betongdekke (gulv). Det ligger støpeasfalt på betongdekke. Dette gjør det vanskelig å vurdere tilstand til betongdekke på oversiden. Det er kontrollert 3 prøvefelter, der kloridverdier er lave på armeringsnivået på to av dem. Kontroll utført av Ødegård og Lund viste høye kloridverdier på armeringsnivå på 3 av 4 undersøkte områder.

Søyler. Det finnes støpedefekter fra byggeår på noen søyler, og rustutslag på flere av søylene.

Materialundersøkelse viser at kloridverdier på søylene er høye på nedre delen av søylen.

Karbonatiseringsdybder er mindre enn armeringsoverdekning. Dette kan variere veldig lokalt fra søyle til søyle, tidligere prøvetaking utført av Multikraft AS viser høye klorid verdier på 3 prøvelokasjoner i andre etasje.

Drager. Det er registrert betongskader på drager grunnet armeringskorrosjon. Karbonatiseringsdybder er varierende, og det finnes en del armering med lite overdekning.

Dekke (tak). Det er kun kontrollert 2 felter der siporexplater er fjernet. Karbonatiseringsdybder er varierende, og det finnes en del armering med lite overdekning. Kloridverdier på undersiden av betongdekke er lave. Det er registrert tegn på lekkasje, spesielt langs fugekonstruksjoner.

Det er registrert skader og tegn på fuktighet på flere siporexplater

140584 Tvesteråsen garasjeanleggTredje plan

Det er kontrollert 3 prøvefelter på oversiden av betongdekke. Kloridverdier er lave på armeringsnivå, og bomkontroll viser ingen skade.

Tiltak

OPAK har vurdert primærbærendesystem av garasjeanlegg: søyler, drager, og betongdekke.

Fasade, yttervegger, og andre betongkonstruksjoner tilhørende garasjen er ikke vurdert, men generelt er de preget av alder. Utbedringstiltak må vurderes i de kommende år.

Etter ønske fra styret har OPAK vurdert to strategier, den ene som blir en totalrehabilitering av primærbærendesystemet, og den andre som blir en lokal utbedring av de mest sårbare bygningsdeler og må regnes med flere utbedringstiltak i løpet av noen år.

OPAK anbefaler å stanse skadeutvikling slik at skadebilde ikke blir større. Det er registrert store avvik på armeringsoverdekning og fordeling av armeringen. Dette gir større usikkerhet når man vurderer tilstand/skadekonsekvenser.

Strategi A: Tilbakestille opprinnelige beskyttende miljøet i betongen som forhindrer skadeutvikling grunnet armeringskorrosjon:

Første plan

- Fjerning av siporexplater på taket under «ekkorommet»
- Utbedring av betongskader etter forenklet reparasjonsprinsipp
- Lokal utbedring langs fuger.
Felter infisert med salter behandles med kloriduttrekk/KB på forhånd
- Realkalsisering av drager.
- Karbonatiseringsbremsende maling på dekke og søyler.
- Hulkil og 30 cm belegg på søylene
- Hvis det oppdages klorider på enkelte søyler utbedres med KB

Andre plan

- Fjerning av siporexplater på taket
- Utbedring av betongskader etter forenklet reparasjonsprinsipp
- Realkalsisering av betongdekke og drager
- Fjerning av støpeasfalt
- Utbedring av betongskader etter forenklet reparasjonsprinsipp
- KB på betongdekke på oversiden og nedre delen av søylene. KB-anlegg prosjekteres slik at det beskytes alt armering som ligger betongdekke (både overkant og underkant).
- Karbonatiseringsbremsende maling på dekke og søyler.
- Hulkil og 30 cm belegg på søylene

Tredje plan

- Utbedre fuktsikring: fornyelse av støpeasfalten eller nytt herdeplastbelegg på asfalten
- Utbedring langs fugekonstruksjoner

140584 Tvesteråsen garasjeanleggStrategi B: Prioritere utbedring av området mest utsatt for skadeutvikling:

Første plan:

- Følge opp skadeutvikling på betongdekke og drager
- Lokal utbedring av fugekonstruksjoner

Andre plan:

- Montere KB på søyler
- Lokal utbedring av fugekonstruksjoner
- Følge opp skadeutvikling på betongdekke

Tredje plan:

- Lokal utbedring av fugekonstruksjoner

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

Kostnader

Etter OPAKs vurdering har strategi A en kostnad på ca. kr 47 000 000 inkl. mva. Dette forutsetter at prosjekt utføres i en fase med kontinuerlig drift.

Det er kun beskrevet utbedring av slitelag/fuktsikring på 3. etasje. Det som er priset er å fjerne eksisterende støpeasfalt, sannsynligvis 2 lag, og lage en tilsvarende løsning med ny støpeasfalt og underliggende membran.

Det er også mulig å vurdere å fornye fuktsikringen med et herdeplastbelegg som foreslått på andre etasjen. Eventuelt kan det vurderes å legge herdeplastbelegg på eksisterende slitelaget. Dette vil redusere kostnader knyttet til utbedring, men kan være uheldig med tanke på egenvekt til konstruksjon og mulig underliggende betongskader.

Samme vurdering gjelder på andre etasje avhengig av utbedringstiltak som er ønskelig.

| | Aktivitet | Mengde | Enhet | Enhetspris | Kostnad |
|--------|---|--------|-------|------------|----------------------|
| 3. et. | Fjerning eksisterende asfalt/støpeasfalt | 3000 | m2 | 350 | kr 1 050 000 |
| | Ny støppeasfalt med underliggende membran og beslag | 3000 | m2 | 900 | kr 2 700 000 |
| 2. et. | Fjerning og nye siporexplater | 3000 | m2 | 800 | kr 2 400 000 |
| | Økning av armeringoverdekning | 2000 | m2 | 700 | kr 1 400 000 |
| | Realkalisering betongdekke og drager på undersiden | 3650 | m2 | 1200 | kr 4 380 000 |
| | KB nedre del av søyler (30 cm) | 58 | stk | 1500 | kr 87 000 |
| | Fjerning eksisterende støpeasfalt | 3000 | m2 | 250 | kr 750 000 |
| | KB betongdekke oversiden | 3000 | m2 | 1800 | kr 5 400 000 |
| | Utbedring av svanker betongdekke | 2000 | m2 | 600 | kr 1 200 000 |
| | Nytt belegg og hulkil og oppbrett | 3000 | m2 | 900 | kr 2 700 000 |
| | Karbonatiseringsbremsende maling på søyler, dekke og drager | 3900 | m2 | 300 | kr 1 170 000 |
| | Fugeløsning type mapejoint | 60 | m | 12 000 | kr 720 000 |
| 1. et. | Fjerning og nye siporexplater | 250 | m2 | 800 | kr 200 000 |
| | Økning av armeringoverdekning | 2000 | m2 | 700 | kr 1 400 000 |
| | Realkalisering drager på undersiden | 800 | m2 | 1200 | kr 960 000 |
| | Karbonatiseringsbremsende maling på søyler, dekke og drager | 4050 | m2 | 300 | kr 1 215 000 |
| | Utbedring overflatebehandling stålsøyler | 1 | RS | 150 000 | kr 150 000 |
| | Hulkil og 30 cm oppbrett på søyler | 62 | stk | 500 | kr 31 000 |
| | Delsum poster | | | | kr 27 913 000 |
| | Uforutsett | 20 | % | | kr 5 582 600 |
| | Rigg og drift | 15 | % | | kr 4 186 950 |
| | Sum ekskl. mva | | | | kr 37 682 550 |
| | Sum avrundet inkl. mva. | | | | kr 47 103 188 |

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

Etter OPAKs vurdering har strategi B en kostnad på ca. kr 5 000 000 inkl. mva.

Strategi B vil sørge for å stanse skadeutvikling på bygningsdeler som er mest utsatt som nedbrytning, men det må regnes med større utbedringstiltak i det kommende år.

I tillegg må skadeutvikling på bærende system følges opp.

| Aktivitet | Mengde | Enhet | Enhetspris | Kostnad |
|---|--------|-------|------------|---------------------|
| KB nedre del av søyler (30 cm) 2. et. | 58 | stk | 2500 | kr 145 000 |
| Hulkil og 30 cm oppbret på søyler 2. et. | 58 | stk | 500 | kr 29 000 |
| Komplet utbedring av betongskader langs utette i 2. og 3. et. | 120 | m | 21000 | kr 2 520 000 |
| Utbedring av enkelte betongskader | 1 | RS | 600000 | kr 600 000 |
| Delsum poster | | | | kr 3 294 000 |
| Uforutsett | 20 | % | | kr 658 800 |
| Rigg og drift | 15 | % | | |
| Sum ekskl. mva | | | | kr 3 952 800 |
| Sum avrundet inkl. mva. | | | | kr 4 941 000 |

Forutsetninger

Kostnadene er basert på følgende forutsetninger:

- Pristilbud på arbeidene er ikke innhentet, men er basert på erfaringstall fra liknende arbeider.
- Det innhentes konkurrerende pristilbud fra flere entreprenører.
- Pris- og lønnsnivå per dags dato.
- Eventuell lønns- og prisstigning i byggetiden er ikke inkludert.
- Finanskostnader er ikke inkludert.
- Administrasjon, kontroll og oppfølging av arbeidene er ikke inkludert.
- Det er ikke medtatt kostnader i forbindelse med utflytting, kostnader for midlertidig bosted og mellomlagring av møbler/innbo.

For **OPAK AS**



Andres Belda Revert
Dr. ingeniør

Vedlegg I: Kontrollskjema for oppdrag byggefaglig spesialrådgivning

| Henvisning for interne kvalitetskrav | | |
|--|--|--|
| OPAKs Kvalitets- og miljøhåndbok OPAKs HMS – Håndbok Prosesskjema med tilhørende rutiner | | |

| Sjekkliste intern kvalitet | Ja | Nei |
|---|----|-----|
| Oppdragsbeskrivelse, betingelser og honorar er avtalt og bekreftet av oppdragsgiver og bekreftelsen er lagret i dokumentsenderet tilhørende oppdraget. | X | |
| Sikringstiltak ved befaring er ivarettatt i henhold til HMS-Håndbok. <i>Eventuell bruk av sikker jobbanalyse skal lagres i OPAKs dokumentsender.</i> | X | |
| Alle oppdragsdokumenter og arkivverdige e-poster er lagret i OPAKs dokumentsender eller e-postarkiv knyttet til oppdraget. | X | |
| Kvalitetskontroll av oppdragets OPAK-dokumenter er gjennomført i henhold til OPAKs rutiner. | X | |

| Dokumentasjon og opplysninger som er grunnlag for vurderingene i rapport/notat |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Norsk Standard: <ul style="list-style-type: none"> ○ NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2004+NA:2018, Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner, del 1-1 Allmenne regler og regler for bygninger ○ NS-EN 1504-9:2008+NA:2013, Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner - Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar - Del 9: Allmenne regler for bruk av produkter og systemer • SINTEF Community byggforsk serien: <ul style="list-style-type: none"> ○ 520.026 – Viktige parameter for prosjektering og utførelse av bestandige betongkonstruksjoner ○ Byggforskserien 520.034, Kloridinnhold i betong. Prøveuttak og analysemetoder ○ Byggforskserien 700.320, Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler • Betongrehabilitering-bok, Norsk Forening for Betongrehabilitering (NFB) |

| Måleinstrumenter som er benyttet ved befaring |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Covermeter • Borhammer • Skyvelære • Hammer • Rissviddemåler |

Oppdragsevaluering

OPAK ønsker tilbakemelding på vårt arbeid fra våre oppdragsgivere. Vi er takknemlig om du bruker et øyeblikk på å svare på noen spørsmål.

For å svare på kundeevalueringen registrer din e-postadresse via [denne linken](#), og du vil få tilsendt et elektronisk spørreskjema med tre spørsmål.

Vedlegg II: Karbonatiseringsundersøkelse med tymolftalein

| Utstyr |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Sprutflaske med tymolftalein - Overdekningsmåler - Borhammer - Hammer - Blåsepumpe - Skyvelære - Hørselvern - Alt. Kjerneprøver - Kamera |

| Kontrollpunkter | Sjekket | Ikke relevant | Kommentar/beskrivelse |
|--|---------|---------------|-----------------------|
| Visuell | | | |
| Er det synlige skader på betongoverflate? | X | | |
| Prosedyre: det velges en prøvelokasjon | | | |
| Kontroll av bom/delaminering ved banking | X | | |
| Kontroll av armeringsoverdekning | X | | |
| Kontroll av karbonatisering ved pigging: | X | | |
| Meislingen utføres slik at det dannes rene bruddflater. Det anbefales å hugge opp til armering. | X | | |
| Meislingsflaten renses grundig | X | | |
| Tymolftalein påføres bruddflaten ved bruk av sprutflaske. | X | | |
| Tymolftalein løsning dampes (ca. 3-5 minutter). Når betongen er tørr, måler man karbonatiseringsdybder med et skyvelære. | X | | |
| Kontroll av karbonatisering ved borehull: | | X | |
| Når kunden ønsker å minske omfanget kan man vurdere karbonatiseringsdyber ved borehull. | | | |
| Det bores stegvis dypere hull i betongen (12-22 mm bordiameter), f.eks. i steg på 5 mm. Dybden måles med skyvelære. Det sprøytes tymolftalein i hullet for hvert steg, inntil fargeomslag registreres. Karbonatiseringsdybden angis å være mellom dybden for nest siste og siste boring. | | | |
| Kontroll av karbonatisering ved kjerneprøver: | | X | |
| En kjerneprøve undersøkes på betonglab. | | | |
| Måle karbonatiseringsdybder | X | | |

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

| Kontrollpunkter | Sjekket | Ikke relevant | Kommentar/beskrivelse |
|--|---------|---------------|-----------------------|
| Karboniseringsdybden måles med skylære. | X | | |
| OBS! blåfargen kan "smitte utover" i den karboniserte betongen ved at tymolftalein suges opp i betong. | X | | |
| Ev. armering kontrolleres for rust/skader | X | | |
| Resultater oppsummeres i en tabell som inkluderer alle undersøkte lokasjoner med armeringsoverdekning, bom/delaminering, karboniseringsdybder og ev. skader. | X | | |

| Referanser |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Byggdetaljblader fra Sintef Community: <ul style="list-style-type: none"> - 520.031- Kvalitetskontroll og dokumentasjon av herdnet betong. Laboratoriemetoder - 520.061- Armeringskorrosjon - Statens vegvesen: 435 Karboniseringsdybder i betong |

Vedlegg III: Klordanalyse sjekkliste

| Utstyr |
|--|
| Koffert med komplett RCD-utstyr: <ul style="list-style-type: none"> - Kloridselektiv elektrode - Elektrodevæske med sprøyte og plastkanyle - Sprayflaske med destillert vann til elektroderengjøring - Multimeter med likestrøm millivoltavlesning - Ampuller med ekstraksjonsvæske plassert i pakningsforseglet minikoffert - Hullbrett til sikring av ampuller mot velt, samt til effektiv risting - Vekt til innveining av prøve- og referansestøv, oppløsning 0.01g, presisjon +/- 0.02g - Kontroll- og kalibreringslodd til vekten - Urglass for oppsamling av materiale til innveining - Spatel til håndtering av borstøv - Pulvertrakt til ifylling av borstøv i ampuller - Sett med referansestøv for kalibrering - Semilogaritmisk og linært plottepapir, eller egnet excel ark. - Støvleder til å lede borstøv i poser ved prøvetaking på vegger, dragere og himlinger |

| Kontrollpunkter | Sjekket | Ikke relevant | Kommentar/beskrivelse |
|---|---------|---------------|-----------------------|
| Verneutstyr | | | |
| Man skal alltid bruke verneutstyr: <ul style="list-style-type: none"> - Vernebriller - Hansker - Munnbind | X | | |
| Prosedyre | | | |
| Sette elektrodevæske i elektroden ca. 2-3 timer før analyse utføres og la den stå i destillert vann. | X | | |
| Merk ampullene i henhold til prøvematerialets nummerering ved å skrive på ampullelokkene. | X | | |
| Elektroden kalibreres med referansestøvet. Dette er «før» kalibrering. | X | | |
| 1.5 gram av prøvematerialet innveies og overføres til ampullen med korresponderende prøvenummer. Ampullene ristes godt. | X | | |
| La ampullene stå til ekstraksjon i minimum 10 minutter. | X | | |
| Sette elektroden i ampullene og måle spenning. Ta tiden til mV-verdien blir stabil, og deretter noter mV-verdien. Normalt tar dette 1-2 minutter. Det må brukes samme måle/ventetid i alle ampullene. | X | | |
| Mellom hver måling rengjøres elektrodemembranen med destillert vann ved å benytte medfølgende sprayflaske og | X | | |

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

| Kontrollpunkter | Sjekket | Ikke relevant | Kommentar/beskrivelse |
|--|---------|---------------|--------------------------------------|
| overflaten til elektrode tørkes forsiktig med papir. | | | |
| Kalibreringskurven plottes og kloridkonsentrasjonene avleses ved hjelp av kurven. Kloridkonsentrasjonene som avleses er i prosent av betongvekt. | X | | <i>Kan benyttes egnet excel ark.</i> |
| Ved analyse serier større enn 20 prøver elektroden kalibreres igjen. Dette er «etter» kalibrering. | X | | |
| Man vurderer kalibreringsbehov når målinger er ustabile. | X | | |
| Resultater oppsummeres i en tabell og kloridinnhold i sementvekt beregnes. | X | | |
| Elektroden lagres og eventuelt rengjøres. | X | | |

Referanser


- MillChlor RCD- Brukermanual
- Byggdetaljblader fra Sintef Byggforsk:
 - 520.034- Kloridinnhold i betong. Prøveuttak og analysemetoder
- Statens vegvesen: 431- Kloridinnhold i betong ved RCT-test

Vedlegg IV: Kloridanalyse skjema


| OPAK | | Kloridinnhold i betong | | | | |
|---|---------------|---|---|---------------------------------|------------|------------|
| | | SVV Håndbok 3.4.4, Byggeforskeren 520.034 | | | | |
| Prøvetaking utført av | Dato | Oppdragsgiver | | Ref. | | |
| SH & SI | 27.11.23 & 28 | Tvesteråsen Eiendom AS | | | | |
| Kloridanalyse utført av | Dato | Oppdrag | | Nummer | | |
| SH & SI | 30.11.2023 | 0 | | 140584 | | |
| Konstruksjonsbeskrivelse | | | | | | |
| Konstruksjon | | Byggeår | Kg/m ³ | Betong | Sement | |
| Garasje | | 1968-1969 | | 2400 | 260 | |
| Kontrollert av | | Dato | Sementfaktor | | 9.23 | |
| ABR | | 30.11.2023 | | | | |
| Korrosjonrisiko iht. SINTEF Byggeforskeren 520.034 | | | | | | |
| Kloridinnhold i % Cl ⁻ av sementvekt | | | Den kritiske grenseverdien for kloridinnhold i betongen varierer fra 0,2 – 2% av sementvekt og er avhengig av betongkvalitet, fuktnivå og pH. Grenseverdi for ukarbonatisert betong settes vanligvis til 0,4% av sementvekt | | | |
| Under | | 0.4 | | | | Ingen |
| 0.4 | til | 1 | | | | Mulig |
| 1 | til | 2 | | | | Sannsynlig |
| over | | 2 | | | | Sikker |
| Resultater | | | | | | |
| Prøve | Sjikt | | % Cl ⁻ av betongvekt | % Cl ⁻ av sementvekt | Vurdering | |
| P1 | 0-20 | 10cm opp på Søyle 1.etg | 0.05 | 0.5 | Mulig | |
| | 20-40 | | 0.01 | 0.1 | Ingen | |
| | 40-60 | | 0.01 | 0.0 | Ingen | |
| P2 | 0-20 | 30cm opp på Søyle 1.etg | 0.01 | 0.1 | Ingen | |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.0 | Ingen | |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.0 | Ingen | |
| P3 | 0-20 | 50cm opp på Søyle 1.etg | 0.01 | 0.0 | Ingen | |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.0 | Ingen | |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.0 | Ingen | |
| P4 | 0-20 | 10cm opp på Søyle 1.etg | 0.01 | 0.10 | Ingen | |
| | 20-40 | | 0.01 | 0.05 | Ingen | |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.03 | Ingen | |
| P5 | 0-20 | 30cm opp på Søyle 1.etg | 0.00 | 0.04 | Ingen | |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.02 | Ingen | |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.03 | Ingen | |
| P6 | 0-20 | 10cm opp på Søyle 1.etg | 0.01 | 0.06 | Ingen | |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.03 | Ingen | |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.02 | Ingen | |
| P7 | 0-20 | OK dekke. 2etg prøvefelt nr.1 | 0.01 | 0.10 | Ingen | |
| | 20-40 | | 0.02 | 0.15 | Ingen | |
| | 40-60 | | 0.01 | 0.11 | Ingen | |
| P8 | 0-20 | OK dekke. 2etg prøvefelt nr.2 | 0.04 | 0.38 | Ingen | |
| | 20-40 | | 0.09 | 0.80 | Mulig | |
| | 40-60 | | 0.12 | 1.10 | Sannsynlig | |
| P9 | 0-20 | 10cm opp på Søyle 2.etg | 0.15 | 1.43 | Sannsynlig | |
| | 20-40 | | 0.21 | 1.93 | Sannsynlig | |
| | 40-60 | | 0.15 | 1.40 | Sannsynlig | |
| P10 | 0-20 | 30cm opp på Søyle 2.etg | 0.09 | 0.82 | Mulig | |
| | 20-40 | | 0.04 | 0.32 | Ingen | |
| | 40-60 | | 0.01 | 0.10 | Ingen | |

140584 Tvesteråsen garasjeanlegg

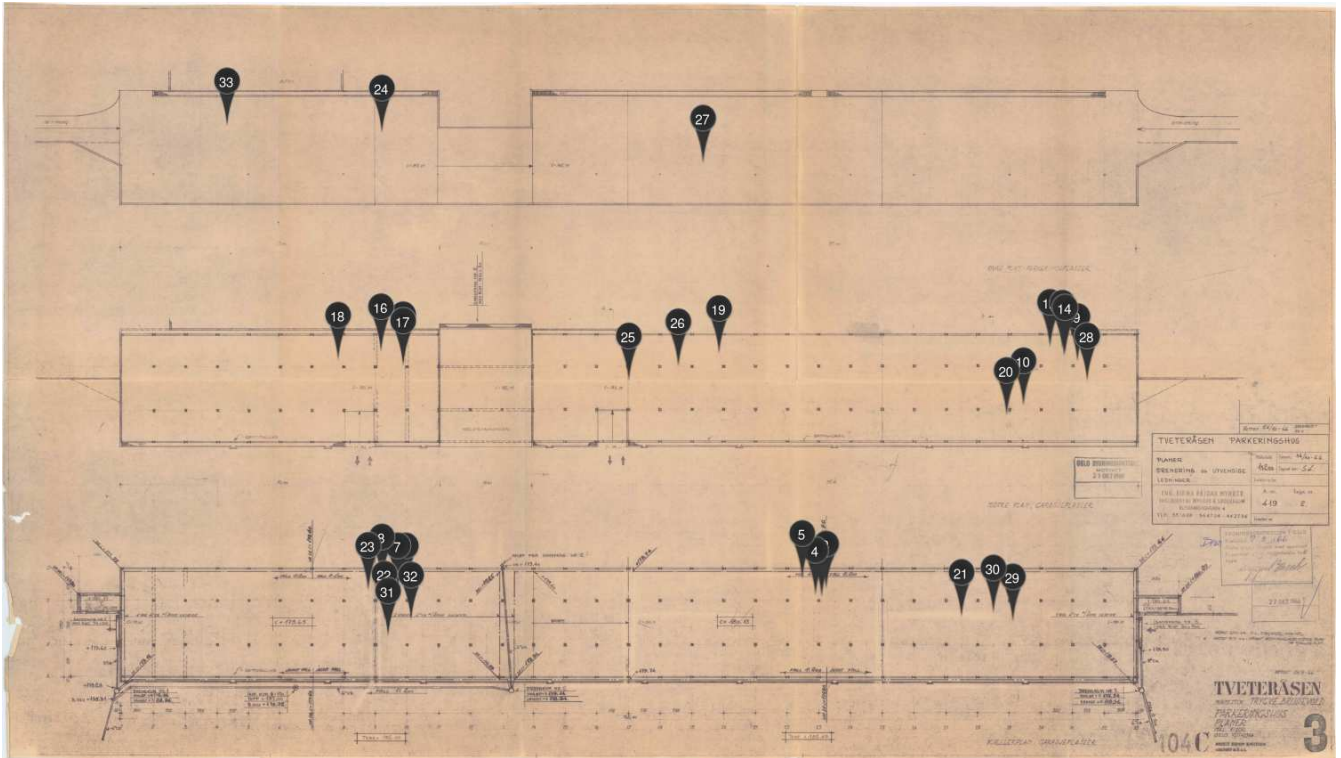
| Resultater | | | | | |
|------------|-------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------|
| Prøve | Sjikt | | % Cl ⁻ av betongvekt | % Cl ⁻ av sementvekt | Vurdering |
| P11 | 0-20 | 50cm opp på Søyale 2.etg | 0.01 | 0.05 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| P12 | 0-20 | 10cm opp på Søyale 2.etg | 0.22 | 2.07 | Sikker |
| | 20-40 | | 0.37 | 3.42 | Sikker |
| | 40-60 | | 0.43 | 3.95 | Sikker |
| P13 | 0-20 | 30cm opp på Søyale 2.etg | 0.08 | 0.78 | Mulig |
| | 20-40 | | 0.06 | 0.52 | Mulig |
| | 40-60 | | 0.02 | 0.18 | Ingen |
| P14 | 0-20 | 50cm opp på Søyale 2.etg | 0.01 | 0.06 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| P15 | 0-20 | UK dekke 3-etg | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| P16 | 0-20 | UK dekke 3-etg | 0.01 | 0.07 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| P17 | 0-20 | OK dekke. 2etg prøvefelt nr.3 | 0.01 | 0.09 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.03 | 0.27 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.02 | 0.16 | Ingen |
| P18 | 0-20 | UK dekke 2-etg | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.01 | 0.07 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.01 | 0.14 | Ingen |
| P19 | 0-20 | UK dekke 2-etg | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| P20 | 0-20 | OK dekke. 1etg | 0.09 | 0.79 | Mulig |
| | 20-40 | | 0.13 | 1.16 | Sannsynlig |
| | 40-60 | | 0.11 | 1.02 | Sannsynlig |
| P21 | 0-20 | OK dekke. 3etg prøvefelt nr.4 | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| P22 | 0-20 | OK dekke. 3etg prøvefelt nr.5 | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.02 | Ingen |
| P23 | 0-20 | OK dekke. 3etg prøvefelt nr.6 | 0.00 | 0.04 | Ingen |
| | 20-40 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |
| | 40-60 | | 0.00 | 0.03 | Ingen |

 1 drawing(s)

 33 item(s)

 Created by **Steffen Hegg** 30/11/2023 Time Zone Europe/Oslo

plantegning 02.pdf



| Title | Description |
|-----------|--------------------------------|
| Søyle | |
| | |
| P1-Søyle | Overdekning ca 9mm 1-etasje |
| | |
| P2- Søyle | Overdekning 12mm 1-etasje |



P3-Søyle

Overdeking 17mm
1-etasje



K1 søyle

Overdeking 21mm
karbbybde 17mm



P4-Søyle

Overdeking 48mm
1-etasje



P5-Søyle

Overdeking 41mm
1-etasje



P6-søyle

Overdeking 53
1-etasje



P7-prøvefelt nr.1

Overdeking 41/50mm
2-etasje



P8-prøvefelt nr.2

Overdeking 58/53mm
2-etasje



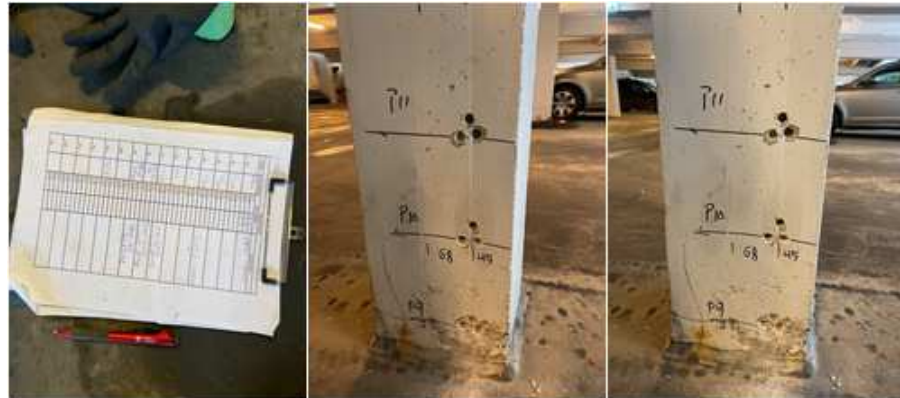
P9- søyle

Overdeking 45mm
2-etasje



P10-søyle

Overdeking 45mm



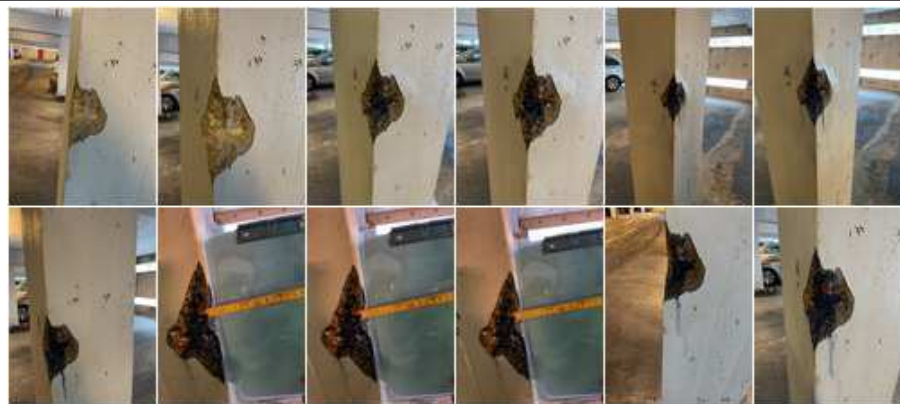
P11 -søyle

Overdeking 39mm



K2- 2-etasje

Overdeking 34mm
karbdybde 20mm



P12-søyle

Overdeking 44mm
2-etasje



P13-søyle

Overdeking 46mm
2-etasje



P14-søyle

Overdeking 33mm
2-etasje
fikk jern fra 2 av hulene



P15- underkant dekke

Overdeking 11mm
3-etasje



P16 - underkant dekke

Overdeking 19mm

| | | | | |
|--|----------------------|--|-----------------------------|--|
| | | | 2-etasje | |
| | P17 prøvelfelt nr. 3 | | Overdeking 47mm 2-etasje | |
| | P18 -underkant dekke | | Overdeking 12mm 2-etasje | |
| | P19 underkant dekke | | Overdeking 10mm 2-etasje | |
| | P20 - overkant gulv | | Overdeking 63 | |

| | | | |
|--|--|--------------------------------|--|
| | | 1-etasje | |
|  | | | |
| P21 prøvelfelt nr. 4 | | Overdeking 40mm tak | |
|  | | | |
| k3 Uk- 3etasje | | Overdeking 29mm karbdybde 17mm | |
|  | | | |
| k4 Ku-dekke 3 -etasje | | Overdeking 28 karbdybde 25/30 | |
|  | | | |
| P22- prøvelfelt nr. 5 | | Overdeking 102mm tak | |



K5 ku- 2-etasje

Overdeking 20mm
karbdybde 25/30mm



K6 underkant 1-etasje

Overdeking 11mm
karbdybde 25



K7 1-etasje

Overdeking 19mm
karbdybde 20mm



K8 underkant 2-etasje

Overdeking 16mm
karbdybde 17mm



K9 underdekk 2-etasje

Overdeking 16mm
karbdybde 17mm



P23- Prøvefelt nr.6

Overdeking 77mm
tak

