

Bergen kommune

# SENTRALBADET SCENEKUNSTHUS TILSTANDSVURDERING BETONGKONSTRUKSJONER

---

Dato: 05.06.2019  
Versjon: 01



## Dokumentinformasjon

<b>Oppdragsgiver:</b>	Bergen kommune
<b>Tittel på rapport:</b>	RIB - Tilstandsvurdering betongkonstruksjoner
<b>Oppdragsnavn:</b>	SSK - Program og spesifikasjonsfase
<b>Oppdragsnummer:</b>	622366-01
<b>Utarbeidet av:</b>	Espen Kjetså
<b>Oppdragsleder:</b>	Per Ivar Nyhammer
<b>Tilgjengelighet:</b>	Åpen

## Kort sammendrag

I forbindelse med utarbeiding av konkurransegrunnlaget for oppgradering av Sentralbadet scenekunsthuss har det blitt utført en tilstandsvurdering av byggets primære bæresystem i betong.

Rapporten baserer seg på en visuell befaring, overdekningsmålinger, karboniseringsprøver og kloridprøver av utsatte konstruksjonsdeler. Det er foretatt en vurdering av tilstanden på yttervegger og bærende søyler, samt gitt anbefalinger til utbedringstiltak for disse.

01	05.06.19	Rapport tilstandsvurdering av betongkonstruksjoner	EK	HR
<b>VERSJON</b>	<b>DATO</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	<b>UTARBEIDET AV</b>	<b>KS</b>

## Forord

---

Asplan Viak er engasjert av Bergen kommune for å utarbeide et konkurransegrunnlag for oppgradering av Sentralbadet scenekunsthuss. I den forbindelse er det foretatt en tilstandsvurdering med betongteknologiske undersøkelser, for å kartlegge tilstand på byggets eksisterende hovedbæresystem.

Per Ivar Nyhammer har vært oppdragsleder for Asplan Viak.

Kristiansand, 05.06.2019

  
Espen Kjetså  
Saksbehandler

  
Henning Rasmussen  
Kvalitetssikrer

# Innhold

<b>1. SENTRALBADET – EKSISTERENDE KONSTRUKSJONER .....</b>	<b>4</b>
1.1. Generelt .....	4
1.2. Betong- og armeringsspesifikasjoner .....	4
1.3. Overflatebehandling og installasjoner.....	6
<b>2. SKADEMEKANISMER .....</b>	<b>7</b>
2.1. Betong.....	7
2.2. Karbonatisering.....	7
2.3. Korrosjon.....	8
2.3.1. Generelt .....	8
2.3.2. Klorider .....	9
2.3.3. Katode/anode forholdet .....	10
<b>3. BETONGTEKNOLOGISK UNDERSØKELSE .....</b>	<b>11</b>
3.1. Befaring og prøvetaking.....	11
3.2. Generelt .....	13
3.3. Observasjoner.....	13
3.4. Prøvetaking .....	17
3.4.1. Armeringens betongoverdekning og plassering .....	17
3.4.2. Kloridanalyse.....	18
3.4.3. Karbonatisering.....	20
<b>4. SKADEVURDERING OG REHABILITERINGSMETODER .....</b>	<b>21</b>
<b>5. ANBEFALING .....</b>	<b>23</b>

# 1. SENTRALBADET – EKSISTERENDE KONSTRUKSJONER

## 1.1. Generelt

Sentralbadet scenekunsthuss ble bygget på slutten av 1950- tallet, og har en sentral beliggenhet i Bergen sentrum. Bygget har i sin levetid primært fungert som badeanlegg, men bassenget ble avvirket i 2014, da byen åpnet ny svømmehall.

Det har blitt besluttet å ruste opp Sentralbadet og endre bruksformål til et scenekunsthuss. Dette innebærer rehabilitering av eksisterende konstruksjoner, samt å bygge på nye etasjer over byggets «tørre del». Asplan Viak har fått i oppdrag å utarbeide et konkurransegrunnlag for dette arbeidet, og tilstandsvurderingen av eksisterende betongkonstruksjoner er en del av dette.

Grunnlaget for rapporten er en befaring 2019-05-06 med visuell kontroll og prøvetaking. Etter vurdering av de første prøvene ble det utført en andre befaring 2019-05-22/23 med uttak av tilleggsprøver.

## 1.2. Betong- og armeringsspesifikasjoner

Det foreligger ingen informasjon om betongkvalitet, armeringskvalitet eller betongoverdekning i det tilgjengelige tegningsgrunnlaget. Tegninger av bærende konstruksjonsdeler er datert til 1956, og følgelig antas det at betongkonstruksjonene har blitt prosjektert etter NS 427:1939, som var gjeldende standard frem til 1962.

### Betongkvalitet

I henhold til NS 427:1939 ble det benyttet fire ulike betongklasser (A-D), med fasthet og blandingsforhold i henhold til tabell 1 og 2. Standarden opplyser om at trykkfastheten i tabell 1 kan økes med 10 %, ved bruk av terninger 10x10x10cm. Betongkvalitetene i tabell 1 og 2 kan forenklet sammenlignes med følgende betongkvaliteter i dag; A = B25, B = B15-20, C = B15 og D = B10.

*Tabell II: Betongkvaliteter.*

Betongkvalitet	A	B	C	D
Trykkfasthet $K_{f28}$ kg/cm <sup>2</sup> etter 28 døgn av 20×20×20 cm betongterninger	290	230	180	140

Tabell 1: Definerte betongkvaliteter iht. NS 427:1939

*Tabell III: Normalblandingsforhold.*

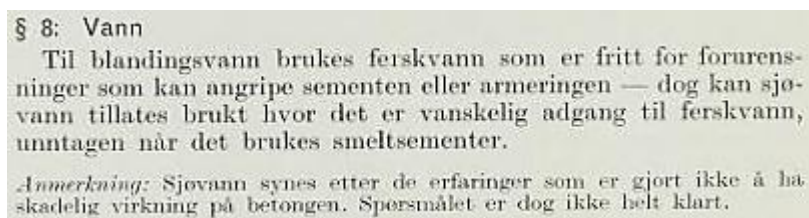
Betongkvalitet	Normalblandingsforhold (volum) 1 : m : n	Største tillatte vann-sementforhold <sup>1)</sup>
A	1 : 1,8 : 1,8 1 : 1,5 : 2,3	0,50
B	1 : 2,4 : 2,4 1 : 2,1 : 3,1	0,60
C	1 : 3,4 : 1,7 1 : 3 : 3 1 : 2,6 : 3,8	0,72
D	1 : 4 : 2 1 : 3,5 : 3,5 1 : 3,2 : 4,8	0,85

<sup>1)</sup> Det tas hensyn til fuktighetsinnhold i sand og stein.

Tabell 2: Angitte normalblandingsforhold for ulike betongkvaliteter i NS 427:1939 En beskrivelse av betongkvalitetene A-D fremgår av tabell 3. Det nevnes også at standarden åpner opp for bruk av sjøvann i betongen, i tilfeller hvor tilgangen på ferskvann var liten, iht. figur 1.

≥ A	Betong som er særlig utsatt for kjemisk angrep fra f.eks. sjøvann, aggressive gasser, syreholdige væsker etc./ Betong som på grunn av skiftende vannstand eller bølgeslag er særlig utsatt for frostvirkning/ Betong i damkonstruksjoner utsatt for ensidig vanntrykk, og ikke i innebygde vanntette beholdere
≥ B	Betong i ferskvann eller i svak sulfat-, syre- eller humusholdig grunn i innebygde, vanntette beholdere/ Konstruksjoner i fri luft som benyttes for alminnelig trafikk (kaidekker, brukonstruksjoner etc.
≥ C	Betong i konstruksjoner i fri luft som ikke er forsynt med effektiv og varig beskyttelse mot været
D	Øvrig

Tabell 3: Beskrivelse av de definerte betongkvalitetene fra tabell 1 (NS 427:1939)



Figur 1: Utklipp av paragraf i NS 427:1939

Hvilken betongkvalitet som har blitt benyttet til konstruksjonene på Sentralbadet er ikke angitt på tilgjengelig tegningsgrunnlag, og må sees i sammenheng med NS 427:1939. Basert på beskrivelser i NS 427:1939 ville man forvente at betongen i bassengdelen var prosjektert med betongkvalitet A, utvendig betong med kvalitet C, og D for øvrige konstruksjoner. Observasjoner ved boring og meisling gir inntrykk av en betong, som sett i sammenheng med NS 427:1939, konservativt kan anslås å tilsvare B15-20-betong i dag.

For å få et noe mer presist estimat av fastheten til eksisterende betong, bør det utføres ikke-destruktive målinger med en Schmidt-hammer. De beste resultatene får man ved at det tas ut kjerneborprøver til påfølgende trykktesting.

### Stålkvalitet

I NS 427:1939 fremgår det at betongkonstruksjoner i all hovedsak ble armert med glattstål av typen St 37. Standarden angir en minste strekkfasthet på 370 MPa, og en flytegrense på minst 240 MPa.

Standarden ga også mulighet til å benytte et hardere stål av typen St 52 til trykkarmering, eller strekkarmering med tillatt forhøyede spenninger. Dette stålet har angitt en minste strekkfasthet på 500 MPa og en minste flytegrense på 350 MPa.

I forbindelse med meisling i vegger har det blitt frilagt armeringsjern av glattstål med diameter 8mm. Det antas at dette er av kvalitet St 37.

### Betongoverdekning

I henhold til NS 427:1939 skal betongoverdekningen bestemmes etter verdier gitt i tabell 4. I tillegg åpner standarden opp for å øke betongoverdekningen i konstruksjoner som er særlig utsatt for armeringskorrosjon, som følger av eksponering for ulike typer væsker og gasser.

Tabell IV: Armeringens avstand fra betongens ytterkant.

Konstruksjoner	Minste avstand		
	i plater og vegger em	i bjelker em	i søyler em
Innebygde, pussede . . . . .	1	2	3
Innebygde, ikke pussede . . .	1,5	2,5	3,5
I fri luft . . . . .	1,5	3	3,5
I vann, men støpt på det tørre, eller i fri luft og utsatt for bølgeslag, is eller vanntrykk	2,5	4	4
Støpt i vann . . . . .	5	7	7

Tabell 4: Minste betongoverdekning iht. NS 427:1939

Ut fra tabellen kan det tolkes slik at minstekravet til de ulike konstruksjonsdelene under datidens prosjektering ville vært:

- Yttervegger – 15mm
- Innervegger – 10mm
- Søyler – 35mm

Sett i sammenheng med minstekravet til overdekning i NS 427:1939 har yttervegger i dag god overdekning i henhold til datidens regelverk, slik det fremgår av tabell 4 og 6. En stor andel av overdekningen er imidlertid pusslag, som har større utfordringer knyttet til bestandighet. Det er observert flere steder hvor pusslaget har omfattende riss og sprekker, i tillegg til mye bomskader/delaminering og avskallinger. Pusslaget har ujevn tykkelse, men det er registrert opptil 30mm puss enkelte steder. Områder med riss, sprekker og avskallinger vil medføre at karbonatiseringsfronten og eventuelle klorider trenger lettere innover i tverrsnittet, med raskere initiering av armeringskorrosjon som resultat.

### 1.3. Overflatebehandling og installasjoner

#### Overflatebehandling

Utvendige betongvegger er generelt behandlet med to lag puss, i tillegg til maling. Store deler av veggarealet er også dekket av spraymaling, som følger av tillatt «tagging». Øvre del av vegger på hovedbygget er dekket med fasadeplater, som er fredet.

Søyler i bassengdelen er behandlet med strietapet og maling. Vegger og tak er dekket av metallplater, og gulv er flisebelagt. Nedre del av vegger rundt basseng er også flisebelagte. I kjeller er yttervegger kledd/isolert med Leca og teglstein. Øvrige betongoverflater innvendig er pusset og malte.

#### Installasjoner

Bassenget i bygget ble satt ut av drift i 2014.

## 2. SKADEMEKANISMER

### 2.1. Betong

Selv om betong i utgangspunktet er et svært bestandig byggemateriale, så utsettes den for en rekke nedbrytningsmekanismer, som hver for seg, eller i kombinasjon med hverandre, kan føre til at konstruksjonene svekkes eller ødelegges. Felles for prosessene er at de over tid endrer betongens struktur og egenskaper. Følgende prosesser er de vanligst forekommende i forbindelse med betongkonstruksjoner:

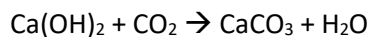
- Karbonatisering
- Frostangrep
- Utluting
- Mekanisk slitasje
- Angrep av aggressive stoffer
- Biologisk aktivitet
- Alkalikiselreaksjoner
- Korrosjon av armering og annet metall

I dette kapitlet er det gitt en kort oversikt over de mest vanlige nedbrytningsmekanismer som opptrer og som har relevans til rapporten.

### 2.2. Karbonatisering

Sementpasta inneholder 20-25 % kalsiumhydroksyd,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . dette gjør at pH-verdien for frisk betong ligger i området 12-14. Karbonatisering er en kjemisk prosess som skjer ved at betongen tilføres kuldiksyd,  $\text{CO}_2$ , enten fra luften eller fra kullsyreholdig vann.

Sementpastaens innhold av kalsiumhydroksyd,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , vil da omdannes til kalsiumkarbonat,  $\text{CaCO}_3$  etter følgende kjemiske ligning:

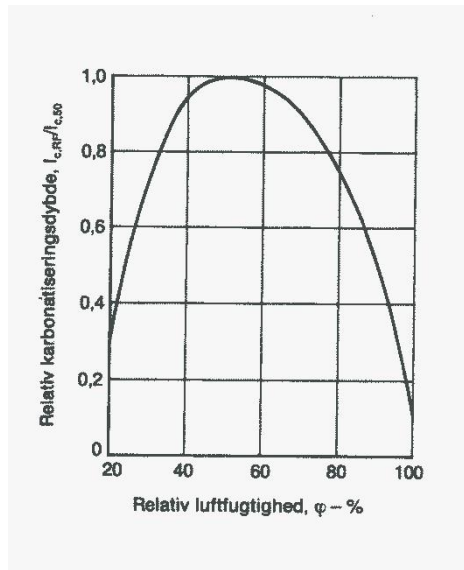


Under denne prosessen reduseres pH- verdien i sementpastaen til et nivå under 9. For **uarmerte konstruksjoner** kan karbonatiseringsprosessen i seg selv være en fordel, fordi den medfører en økning i både tetthet og styrke for betongen.

For armerte betongkonstruksjoner derimot, så kan karbonatiseringsprosessen være svært skadelig. Armeringsjern som ligger i tett betongen er beskyttet på grunn av pastaens høye innhold av kalsiumhydroksyd,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , som gjør porevannet basisk (pH=12-14). Den høye konsentrasjonen av  $\text{OH}^-$  ioner reduserer oppløseligheten av  $\text{Fe}^{2+}$ , og det dannes en passivfilm av  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  på overflaten av armeringsjernet, som forhindrer videre jernoppløsning. Under karbonatiseringsprosessen reduseres OH-konsentrasjonen, og passivfilmen på armerings overflate brytes, vanligvis over et stort område.

Karbonatisering skjer alle steder hvor atmosfærisk luft kommer i kontakt med betongens kalsiumhydroksyd, dvs. i betongoverflaten og i sprekker. Inntrengningsdybden og hastigheten er avhengig av betongens tetthet og fuktinnhold, som vist på figur 2.



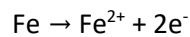


Figur 2: Karbonatiseringens hastighet varierer med RF

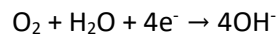
## 2.3. Korrosjon

### 2.3.1. Generelt

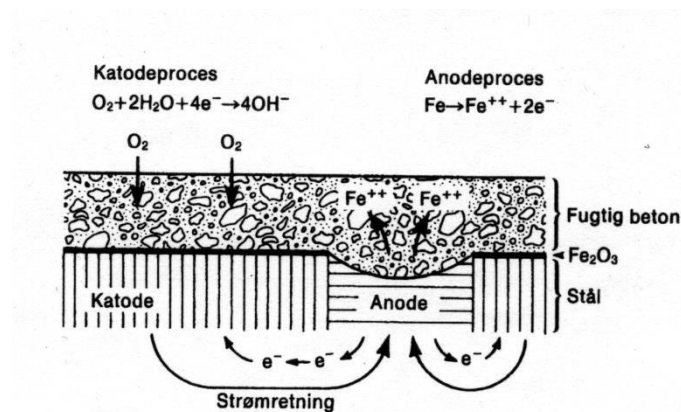
Ubeskyttet jern (armering) nedbrytes etter følgende kjemiske formel, og det området hvor denne prosessen skjer er anoden:



Hvis det er tilgang på vann og oksygen på jernoverflaten, så forbrukes elektronene etter følgende ligning:

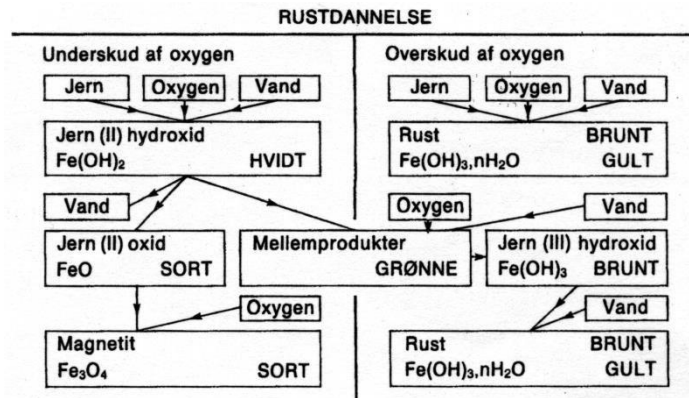


Det området hvor denne prosessen skjer er katoden.



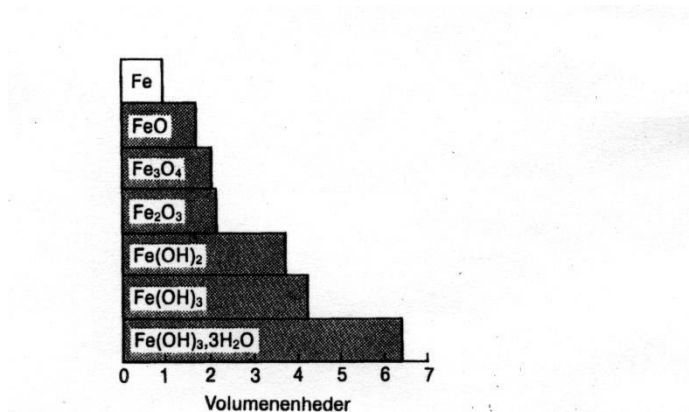
Figur 3: Prinsippkisse for korrosjonsprosessen i armert betong

Resultatet av disse to prosessene er at det dannes  $\text{Fe}^{2+}$  og  $\text{OH}^{-}$  ioner. Disse medvirker i dannelsen av korrosjonsprodukter, eller rust. Rust er imidlertid ikke et bestemt stoff, men vil avhenge av hvor mye oksygen som er tilgjengelig. En oversikt over jernets korrosjonsprodukter kan sees på figur 4:



Figur 4: Oversikt over jernets ulike korrosjonsprodukter

Felles for alle korrosjonsproduktene er at de har større volum enn det opprinnelige jernet som vist nedenfor.



Figur 5: Korrosjonsproduktenes relative volumøkning

Under vanlig atmosfærisk korrosjon får man den mest vanlige formen for rust som har betegnelsen  $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  og har et volum som er 4-8 ganger større enn jernet. Dette er årsaken til at betongoverdekningen som oftest sprenses ut, som et tydelig varsel om pågående armeringskorrosjon.

### 2.3.2. Klorider

Klorider er salter som kan ha sin opprinnelse i:

- Akselererende tilsetningsstoffer brukt ved produksjon av betongen
- Tilslagsmaterialer som er benyttet (NS 427:1939 åpnet for bruk av sjøvann)
- Salt fra ytre påvirkning (Salting, sjøvann, etc.)

Klorider er skadelig for armeringen ved at de trenger inn i betongen og bryter armeringens passivfilm lokalt, og dermed kan gi armeringskorrosjon. Kloridinitiert korrosjon fører ofte til svært alvorlige korrosjonsangrep ved at dette kan gi lokal groptæring. Elektriske krefter fører til at klorider tiltrekkes steder med allerede pågående korrosjon, og resultatet kan bli en meget høy korrosjonshastighet.

Kloridinitiert korrosjon gir ikke nødvendigvis samme grad av ekspanderende korrosjonsprodukter, slik tilfellet er for korrosjon som følge av karbonatisering. Dette kan føre til at det ikke blir den samme grad av utsprenghninger i betongoverflaten, som et forvarsel på korrosjonsangrep. For betong med standard sement legges vanligvis følgende grenseverdier til grunn:

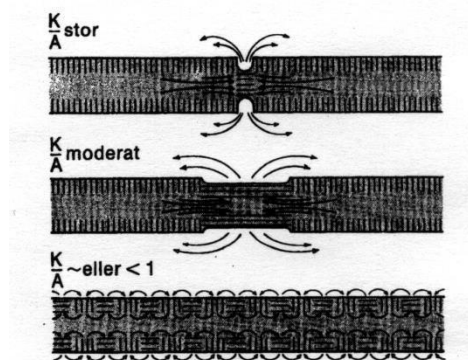
Kloridinnhold i % av sementvekt	Korrosjonsrisiko
< 0,4	Neglisjerbar
0,4 – 1,0	Mulig
1,0 – 2,0	Sannsynlig
> 2,0	Sikker

Tabell 5: Grenseverdier for betongens kloridinnhold i % av sementvekt

Grenseverdiene i tabell 5 varierer fordi grensekonsentrasjonene er avhengig av porevannets pH, og høyere pH vil tåle noe mer klorider før korrosjon oppstår. Dette vil også si at dersom karbonatiseringsfronten nærmer seg armeringen (lavere pH), samtidig som det er funnet klorider, bør en være spesielt årvåken for mulig kloridinitiert korrosjon.

### 2.3.3. Katode/anode forholdet

Hvorvidt det oppstår jevn overflatekorrosjon, som er typisk i forbindelse med korrosjon som følge av karbonatisering, eller man får groptæring, som er typisk for kloridinitiert korrosjon, avhenger av arealforholdet mellom anoden og katoden, og kan illustreres med nedstående skisse:



Figur 6: Groptæring øverst, jevn overflatekorrosjon nederst

### 3. BETONGTEKNOLOGISK UNDERSØKELSE

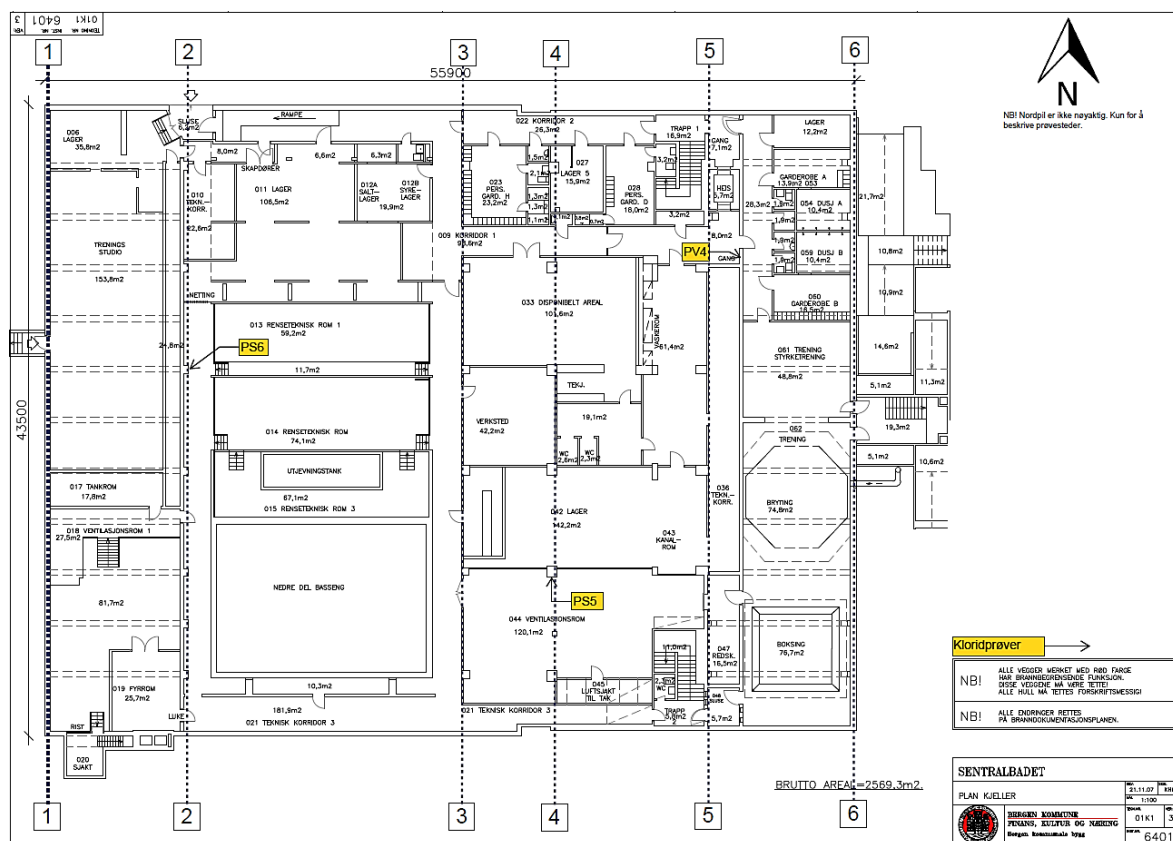
#### 3.1. Befaring og prøvetaking

Det ble utført en visuell befaring med prøvetaking 2019-05-06, hvor det ble tatt kloridprøver av tre søyler i bassengdelen, samt karbonatiseringsprøver på to av ytterveggene. Det ble målt overdekning på utvendige vegger, og innvendige søyler i bassengdel og i kjeller.

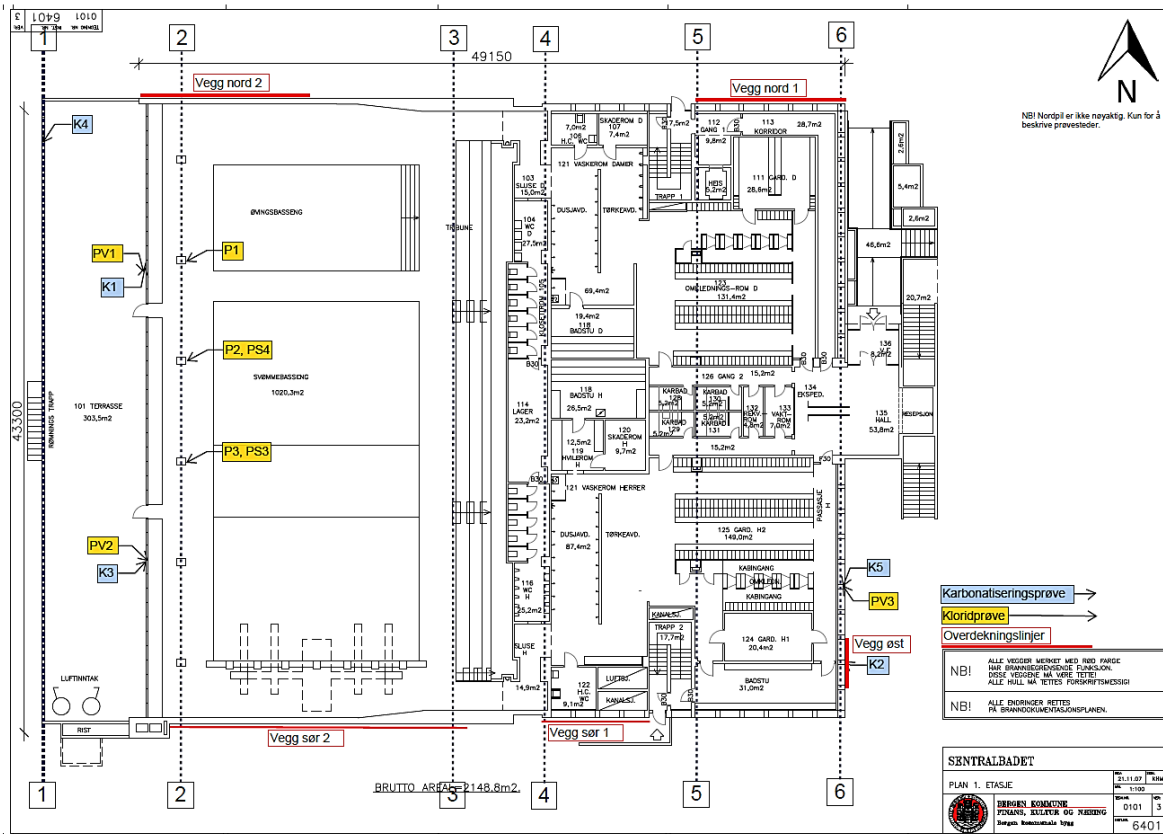
Det ble utført en ytterligere befaring med prøvetaking 2019-05-22/23 på bakgrunn av prøveresultater fra befaring 2019-05-06. Under denne befaringen ble det tatt fire nye kloridprøver av søyler i bassengdel, og to prøver av søyler i kjeller. I tillegg ble det tatt tre kloridprøver utvendig på yttervegger, samt en kloridprøve av bomberomvegg i kjeller. Det ble også tatt tre nye karbonatiseringsprøver utvendig på yttervegger.

En oversikt over samtlige prøvers lokasjon fremgår av figur 7-9, og finnes også vedlagt i vedlegg A.

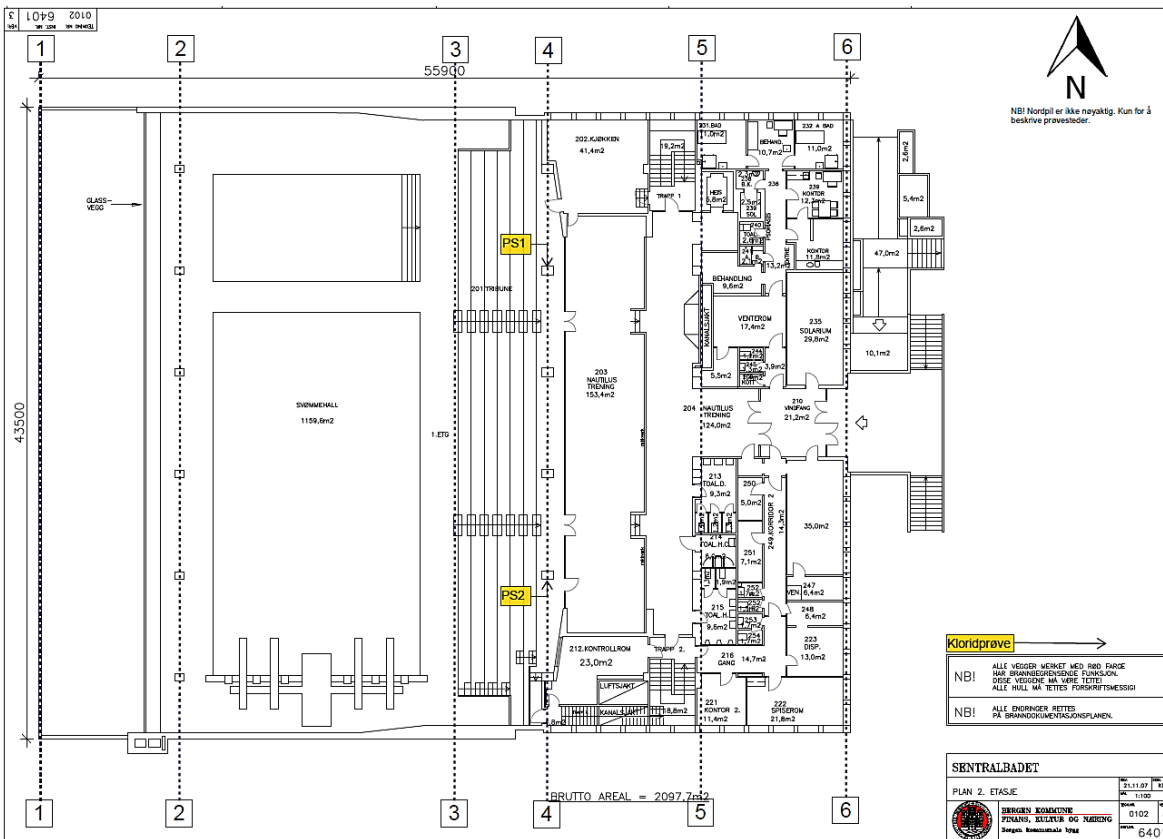
Det har vært tilnærmet ubegrenset tilgang på bygget til visuell kontroll og prøvetaking. Tegningsgrunnlaget har vært mangelfullt med tanke på materialkvaliteter og spesifisert overdekning, da det ikke har vært armeringstegninger tilgjengelig.



Figur 7: Oversikt over prøvesteder i kjeller



Figur 8: Oversikt over prøvesteder i 1. etasje



Figur 9: Oversikt over prøvesteder i 2. etasje

### 3.2. Generelt

**Armeringens betongoverdekning** måles ikke-destruktivt ved hjelp av et Covermeter. Dette er et instrument som ved generering av et magnetisk felt i en sensor, kan benyttes både til å lokalisere armering og til å måle dennes avstand fra betongoverflaten. Målingene angis som minimum og gjennomsnittlig overdekning over et område på 1 m<sup>2</sup>.

**Karboniseringsdybden** måles enten ved opphugging, boring eller kjerneboring i betongen, hvor det umiddelbart etter sprøytes på en indikatorvæske, fenolftalein, som gir fargeomslag fra rødt/fiolett til fargeløst, ved pH lavere enn ca. 9. Deretter måles avstanden fra betongoverflaten og inn til karboniseringsfronten. På samme sted bør man også kjenne avstanden inn til det underliggende armeringsjern.

**Kloridinnhold** måles ved å samle opp utboret støv fra betongen. Det kan benyttes flere metoder for analyse av borstøvet. Vanligvis brukes RCT-metoden (Rapid Chloride Test), som er en svært enkel metode, men med sine helt klare begrensninger når det gjelder nøyaktighet og reproducerbarhet av måleresultatene. Metoden kan også brukes for analyser i felt, og er mest benyttet for å få en første indikasjon på hvorvidt man har klorider eller ikke. I en del tilfeller utføres kloridprøvene som kloridprofiler. Dette vil si at man tar ut prøver for analyse i flere intervaller innover i konstruksjonen, og dette benyttes når man vurderer klorider som har sin årsak i utvendige kloridbelastninger på konstruksjonen. Kloridinnholdet omregnes slik at det angir % klorider av sementvekt. Dette forutsetter at sementinnholdet er kjent. I motsatt fall må dette anslås ut fra betongkvaliteten.

**Opphugging** av betong for å avdekke armering og korrosjonstilstanden. Armeringens plassering blir markert med en overdekningsmåler og betongoverdekningen blir meislet vekk. Etter å ha frilagt deler av armeringen kan korrosjonstilstanden vurderes. Opphugginger bør foretas både der det er synlige symptomer på betongoverflaten og der det ikke er tegn på underliggende korrosjon.

### 3.3. Observasjoner

Under befaringen 2019-05-06 ble det gjort en rekke visuelle observasjoner med betydning for betongkonstruksjonenes tilstand og videre bestandighet.

Generelt er det observert et betydelig omfang av bomskader/delaminering, både innvendig og utvendig, primært på vegger. Det er hovedsakelig pusslaget som har mistet heft til betongen. Veggene synes å ha to lag med puss utenfor betongen. Den totale tykkelsen av pussen anslås i snitt å være ca. 20 mm. Bilde 6 illustrerer dette.

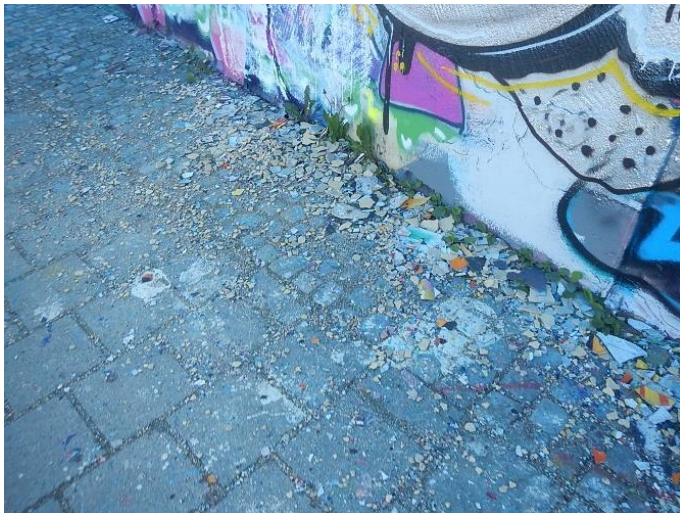
I tilknytning til utvendige vegger som er dekket med spraymaling, er det også observert enkelte områder med fritt vann bak malingen. Denne malingen kan betraktes som diffusjonstett, slik at fuktighet ikke kan transporteres bort fra betongoverflaten. Dette kan resultere i gjentatte fryse/ tine-sykluser som resulterer i nedbrytning av betongoverflaten, og påfølgende avskallinger. Dette illustreres av bilde 2 og 4.

Det er observert flere omfattende riss og sprekker på betongveggene utvendig, og særlig i tilknytning til veggsøylene rundt vinduer og dører. Disse sprekke går flere steder helt inn til armeringen, som ofte vil være korrodert grunnet karbonatisering. Ved banking på den ene veggsøylen på venstre side av vegg for byggets hovedinngang, løsnet en større bit av søylehjørnet helt inn til armeringen. Der ble det observert utstøpningsfeil i form av steinreir, i tillegg til korrosjon på armeringsjern. Det samme ble observert ved lett meisling på nedre del av søyler i bassengdelen. Dette illustreres av bilde 5, 6 og 7.

Det er også observert fuktskader på innvendige kjellervegger, hvor malingslag og puss har tatt skade. I samme område av kjeller er det observert et felt med svært lav overdekning i underkant av dekket. Armeringen er frilagt i et større område. Dette ses på bilde 1, 3 og 8.



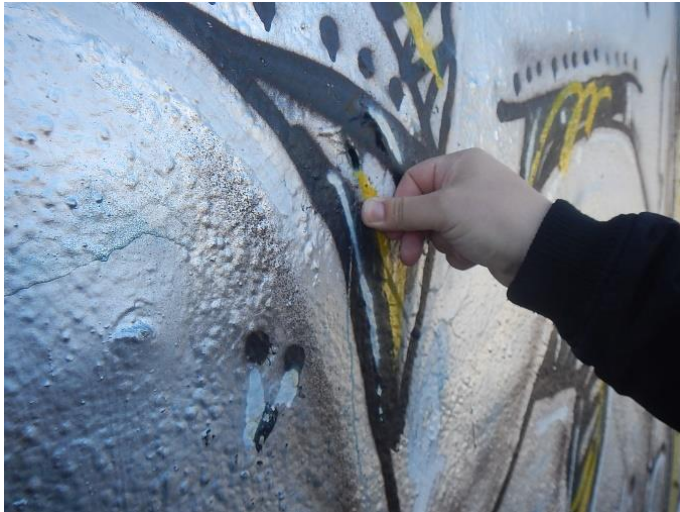
Bilde 1: Bomskaade i underkant dekke i kjeller



Bilde 2: Avskallingsrester av ytterste pusslag på spraymalt vegg



Bilde 3: Fuktskader med saltutslag på innvendig kjellervegg



Bilde 4: «Malingsblemmer» med fritt vann bak



Bilde 5: Riss og sprekker i tilknytning til veggsøyle rundt vindu



Bilde 6: Hjørneavskalling på veggsøyle viser delaminert pusslag, steinreir og armeringskorrosjon





Bilde 7: Avskalling på søyle i bassengdel viser steinreir og armeringskorrosjon



Bilde 8: Frilagt armering i fuktskadet område med lav overdekning, i underkant av dekke i kjeller

### 3.4. Prøvetaking

#### 3.4.1. Armeringens betongoverdekning og plassering

Armeringens overdekning (OD) og senteravstand er målt med Proceq Profometer 650 for vegglinjene i vedlegg B, og Covermeter for de øvrige. Overdekningen blir målt på et areal på minimum 1m<sup>2</sup>.

Det er utført overdekningsmålinger på alle prøvesteder, i tillegg til kartlegging av større områder langs yttervegger. Resultatene fremgår av tabell 6. Armeringens hovedretning er i dette bygget ansett som vertikalarmeringen i vegger og søyler.

Prøvested	Min./ snitt-overdekning	Snitt målt c/c vertikalarmering	Målelengde (linjer)
Vegg sør 1	56/73mm**	176mm	7,3m
Vegg sør 2	46/58mm**	140mm	18,6m
Vegg nord 1	38/56mm**	149mm	10,7m
Vegg nord 2	52/64mm**	149mm	6,4m
Vegg øst (under vindusrekke)	43/67mm**	215mm	3,1m
P1	35/39mm*	150mm	
P2	51/52mm*	150mm	
P3	50/52mm*	150mm	
PS1	28/33mm*	120mm b	
PS2	19/32mm*	120mm b	
PS3	50/52mm*	150mm	
PS4	53/53mm*	150mm	
PS5	36/39mm*	-	
PS6	24/31mm*	-	
PV1	31/32mm**	-	
PV2	38/42mm**	110mm	
PV3	57/58mm**	-	
PV4	36/38mm**	200mm	

\*Overdekning kun målt på prøvestedets sideflate (søyler)  
\*\* Målt fra pussede overflater. Pussdybde registrert fra 15-30mm for yttervegger.

Tabell 6: Målt overdekning på vegger og søyler

Overdekningen er generelt god i henhold til krav i NS 427:1939, men relativt variabel. Noen av søylene i akse 2 i bassengområdet har eksempelvis overdekning på ca. 15mm på motsatt flate av prøveflaten. Dette kommer av utførelsesfeil, kombinert med at kravene til nøyaktighet var noe mer romslige enn de er i dag. Det medfører også at risikoen for armeringskorrosjon kan variere i stor grad langs hvert konstruksjonselement.

Overdekningsmålinger av ytterveggene indikerer overdekning ca. fra 55-70mm, som må regnes for å være god overdekning. Mye av dette er imidlertid fordelt på to pusslag med ujevn tykkelse, ukjent alder og svært variabel heft til betongen, og kan ikke betraktes ikke som betongoverdekning iht. NS 427:1939 vist i første kapittel. Vertikaljernenes senteravstand er +/- 150mm for de fleste vegger, og er tilsynelatende jevnt fordelt.

### 3.4.2. Kloridanalyse

Kloridprøver som ble tatt ut under befaringen har blitt analysert med RCT-metoden. Resultatet fra prøvene vises som kloridinnhold i % av sementvekten og ut i fra dette kan korrosjonsrisikoen vurderes. Tabell 7 angir generelle grenseverdier som kan benyttes ved vurdering av korrosjonsrisikoen for «normalbetong», men både karbonatisering, fuktinnhold og betongtype vil kunne påvirke disse verdiene. En karbonatisert betong vil ha lavere «toleranse» for klorider.

Kloridinnhold i % av sementvekt	Korrosjonsrisiko
< 0,4	Neglisjerbar
0,4 – 1,0	Mulig
1,0 – 2,0	Sannsynlig
> 2,0	Sikker

Tabell 7: Grenseverdier for kloridinnhold i % av sementvekt

Tabell 8 viser målt kloridinnhold og hva minste betongoverdekning er. Kloridinnhold i sjiktet med armering er uthevet med fet skrift. Verdiene er beregnet med et antatt sementinnhold på 300 kg<sub>cem</sub>/m<sup>3</sup>. Tabellen er også fargekodet iht. overstående tabell.

Prøvenr.	Kloridinnhold i % av sementvekt			Overdekning [mm]	Prøvested <i>Figur 7-9 og vedlegg A</i>
	0-20mm	20-40mm	40-60mm		
	[%Cl]	[%Cl]	[%Cl]		
P1	3,585	2,358	0,888	40*	Søyle 1. etasje, akse 2, +0,3m
P2	0,203	1,433	1,894	42*	Søyle 1. etasje, akse 2, +0,3m (PS4 -1,2m)
P3	2,996	4,121	2,406	42*	Søyle 1. etasje, akse 2, +0,3m (PS3 -1,2m)
PS1	0,117	0,086	0,060	32	Søyle 2. etasje, akse 4, +1,5m
PS2	0,189	0,079	0,031	37	Søyle 2. etasje, akse 4, +1,5m
PS3	4,084	0,631	0,055	43	Søyle 1. etasje, akse 2, +1,5m (P3 +1,2m)
PS4	4,625	1,226	0,112	43	Søyle 1. etasje, akse 2, +1,5m (P2 +1,2m)
PS5	0,793	0,024	0,022	40	Søyle kjeller, akse 4, +0,5m
PS6	0,339	0,050	0,031	30	Søyle kjeller, akse 2, +0,5m
PV1	0,123	0,417	0,185	31	Vegg, under glassfasade, akse 1-2
PV2	0,503	0,281	0,223	38	Vegg, under glassfasade, akse 1-2
PV3	0,275	0,293	0,253	57	Vegg, på veggsøyle, akse 6, +0,3m
PV4	0,557	0,053	0,015	40	Vegg kjeller (bomberom), akse 5

\* Det er registrert forskjøvet armering, slik at overdekningen på motsatt sideflate (mot glassvegg) er i området 10-15mm.

Tabell 8: Resultat av kloridprøver med tilhørende OD og beskrivelse av prøvested

Kloridinnhold i en vanlig armert betong bør være under 0,4 % av sementvekten. Kloridinnholdet vil variere ved sementvalg, tilslag og tilsetninger.

### Søyler

Resultatene i tabell 8 tilsier at det finnes høye kloridkonsentrasjoner i søylene i akse 2, i nærheten av bassengkanten. Prøvene P1-P3 (+0,3m) er spesielt høye, også langt innover i tverrsnittet. I dette området har søylene vært spesielt utsatt for vannsprut. I tillegg er det avdekket steinreir i tilknytning til avskallinger, noe som kan forklare de stedvis høye konsentrasjonene fra 20-60mm. Prøvene PS3 og PS4 er tatt på samme flate som henholdsvis P3 og P2, men på +1,5m. Disse prøvene indikerer svært høye kloridkonsentrasjoner i sjiktet 0-20mm, men betydelig avtakende innover i tverrsnittet. Dette er et mer forventet kloridprofil i dette tilfellet (forventet ytre påvirkning), dersom betongen rundt prøvestedet er tett og godt utstøpt. Resultatene for søylene i akse 2 kan tyde på at de har vært utsatt for mye vannsprut og vanddamp fra kloridholdig vann, men at betongen ikke inneholder innstøpte klorider i særlig grad.

Resultater for søylene i akse 4 (prøve PS1-PS2) indikerer et neglisjerbart kloridinnhold, og støtter følgelig opp antakelsen om at det ikke forekommer stor grad av innstøpte klorider i betongen. Disse søylene har heller ikke vært utsatt for vannsprut, men trolig eksponert for noe kloridholdig vanddamp over tid. Det er imidlertid ikke tatt kloridprøver av disse søylene ned mot den flisbelagte oppkanten (+0,3m), hvor det ble observert oppsprukket betong med steinreir og korrodert armering bak. Det er sannsynlig at kloridinnholdet er noe høyere der, slik tilfellet er for søylene i akse 2.

Prøvene PS5 og PS6 fra søyler i kjelleren indikerer at de også her har vært noe eksponert for klorider, i størst grad trolig fra luftbårne klorider. Disse finnes kun fra 0-20mm, og innenfor dette er det målt svært lave konsentrasjoner.

## Vegger

Kloridprøvene av yttervegger (PS1-PS3) indikerer forholdsvis lavt kloridinnhold, dog ganske jevne konsentrasjoner over de tre prøvesjiktene. Dette kan tyde på at det finnes noe innstøpte klorider i veggene. Konsentrasjonsnivået kan peke mot at man har benyttet tilslag fra sjønære områder, som eventuelt har blitt vasket før innblanding. Dette var en utbredt praksis tidligere, da dette ofte var det letteste og billigste alternativet for byggeplasser i nærheten av sjø. Kloridinnholdet alene vurderes imidlertid ikke så høyt at kloridinitiert armeringskorrosjon er sannsynlig i de målte veggene.

Prøve PS4 er tatt av en innvendig «bomberomvegg» i kjelleren, og indikerer et moderat kloridinnhold i det ytterste sjiktet, slik tilfellet var for søyleprøvene i kjelleren. Fra 20-60mm inn i tverrsnittet er det svært lavt kloridinnhold.

### 3.4.3. Karbonatisering

Resultatet fra karbonatiseringsprøvene er listet i tabell 9. Der hvor karbonatiseringsfronten har nådd inn til eller forbi armeringen er overdekningen markert med rød tekst. Det er også en kolonne som viser den målte karbonatiseringsdybden + 4mm, dette fordi armeringskorrosjon regnes å starte allerede 4mm foran selve «fronten».

Prøvenr.	Målt karbonatiseringsfront	Karbonatiseringsfront +4mm	Minste overdekning
	[mm]	[mm]	[mm]
K1	22 (12mm puss)	26	33
K2	25 (20mm puss)	29	43
K3	28 (25mm puss)	32	38
K4	0 (5mm puss)	4	47
K5	34 (30mm puss)	38	57

Tabell 9: Resultater fra karbonatiseringsprøver

Resultatene i tabellen viser generelt at karbonatiseringsfronten i de målte veggene har nådd forbi pusslaget på prøvestedene, men ikke helt inn til armeringssjiktet. Oppmeisling i prøvepunkt K1 og K3 indikerer imidlertid brutt passivfilm og påbegynt korrosjon på armeringen. Dersom dette ses i sammenheng med de tilhørende kloridprøvene PV1 og PV2, så vil de tilstedeværende kloridene konsentreres foran karbonatiseringsfronten, og dette kan være tilstrekkelig til at korrosjonen initieres.

I prøvepunkt K2 og K5 har det ikke blitt frilagt armering for visuell kontroll. Betongen i prøvepunkt K4 (parapet) ga ikke utslag på karbonatisert betong, og den frilagte armeringen i punktet hadde passivfilmen intakt.

## 4. SKADEVURDERING OG REHABILITERINGSMETODER

### Søylar

Gjennom inspeksjon og prøvetaking av søylene i bygget, fremgår det at søylene i akse 2 (bassengområdet) stedvis har et svært høyt kloridinnhold. Disse har også tydelige støpefeil i form av steinreir i nedre del av søylene. Dette skyldes trolig at datidens betong generelt hadde høyere v/c-tall, og var mer utsatt for separasjon, eksempelvis ved slipp fra høyder. Denne steinansamlingen i bunnen av søylene medfører et sjikt med mye stein og lite bindemiddel. Slike steinreir er veldig porøse, og forenkler kloridtransporten innover i tverrsnittet betydelig. I disse områdene er den frilagte armeringen tydelig korrodert allerede, og dette vil fortsette dersom det ikke gjøres utbedrende tiltak. Hastigheten vil øke med økt fuktnivå i betongen.

De samme søylene synes å ha et mer forventet kloridprofil høyere opp fra gulvet (+1,5m). Her er det veldig høy kloridkonsentrasjon i det ytterste sjiktet, og avtakende innover i de to neste. I sjiktet 40-60 mm er kloridkonsentrasjonen nede i neglisjerbar verdi. Dette tyder på at det ikke finnes stor grad av innstøpte klorider fra kloridholdig vann eller tilslag i betongen, men at det primært skyldes ytre påvirkninger fra kloridholdig bassengvann og vanddamp.

Kloridprøven på en av de samme søylene i akse 2, i kjeller (+0,5m), indikerte neglisjerbart kloridinnhold i alle prøvesjikt, avtakende innover i tverrsnittet. Dette styrker antakelsen om at det ikke finnes stor grad av innstøpte klorider i betongen. Det faktum at søylene i akse 2 er plassert i nærheten av renseteknisk rom og utjevningstank i kjeller kan forklare det litt høyere kloridinnholdet i det ytterste prøvesjiktet. Denne trenden går igjen for samtlige prøver i kjelleren.

Inspeksjon og prøver av søylene i akse 4 indikerer at disse søylene generelt har et lavt kloridinnhold, særlig i bassengdelen. Det er imidlertid observert et tilfelle av steinreir og korrodert armering i overgangen til flisbelagt gulv. Det er grunn til å tro at dette dreier seg om lokale skader i lavere deler av søylene i svømmehallen. I kjellernivå er det observert et litt høyere kloridinnhold i de ytterste 20mm av tverrsnittet, men sterkt avtagende innenfor dette.

### Vegger

Kloridprøvene av vegger indikerer generelt et lavt kloridinnhold. De jevne konsentrasjonene innover i tverrsnittet kan indikere at det har blitt benyttet et noe kloridholdig tilslag ved tilvirkning av betongen, men dette er på et nivå som er akseptabelt med tanke på kloridinitiert korrosjon.

Karbonatiseringsfronten i prøvepunktene er generelt målt til å befinne seg 10-15mm utenfor armeringssjiktet. Tendensen er at all pussen er karbonatisert, i tillegg til noen millimeter av opprinnelig betongoverflate. Det er likevel frilagt armering med påbegynt korrosjon i disse punktene, noe som kan skyldes kombinasjonen av karbonatisert betong og klorider i veggene.

Visuelt er det også observert stor grad av bomskader i pusslaget, større sprekker og korrodert armering. Flere av de største sprekke er observert i tilknytning til veggsøylar og øvrige utsparinger i ytterveggene. Skadene har trolig oppstått som følger av utførelsesfeil ved støp.

### Rehabiliteringsmetoder

Aktuelle utbedringstiltak for betongkonstruksjonene på Sentralbadet kan være:

- **Katodisk beskyttelse (KB)** – metoden går ut på å montere et annet materiale enn stål (anode) i kontakt med betongen (elektrolytt), og koble til positiv pol på en likeretter. Armeringen kobles deretter til negativ pol, og vil da fungere som en katode i en elektrokjemisk celle. Når strøm settes på anlegget, vil armeringen påvirkes i en katodisk retning, og gå over i en ikke-korroderende tilstand. Kort fortalt vil man tvinge frem at korrosjonen foregår på det monterte materialet, og slik sett forhindre armeringskorrosjon.

- **Elektrokjemisk kloriduttrekk** – metoden går ut på å trekke ut klorider fra betongen og samtidig re-passivisere armeringen. Dette utføres i korte trekk ved å montere et elektrodenett på betongoverflaten, som deretter dekkes av en konstant fuktig elektrolytt. Armeringen kobles til negativ pol, og elektrodenettet kobles til positiv pol på en likeretter. Når man setter på strøm, vil det dannes et elektrisk felt mellom armeringen og elektrodenettet, og kloridene trekkes ut fra betongen og over til elektrolytten på utsiden av betongen. Samtidig som kloridene trekkes ut av betongen, vil det også foregå elektrolyse ved armeringens overflate, som gjør området svært basisk. Dette bidrar til en god passivisering av armeringen, når kloridene er trukket ut og strømmen slått av. Installasjonen demonteres når man har oppnådd ønsket resultat. Denne metoden vil imidlertid ha en begrenset effekt dersom det er mye innstøpte klorider jevnt over i tverrsnittet.
- **Elektrokjemisk realkalisering** – metoden følger samme prinsipp og prosedyre som for elektrokjemisk kloriduttrekk, men brukes kun for å utbedre karbonatisert betong. Prosessen benytter seg av elektrolyse, der elektrolysen sørger for rensing og aktivering av ståloverflaten og genererer høye pH-verdier. Metoden går ut på å sikre elektrisk kontakt mellom all armering, legge på elektrodenett og elektrolytt (fuktet trefibermasse) på betongoverflaten og koble på en strømkilde mellom armering og elektrodenett. Tiden som prosessen tar varierer og tar ca. 3-7døgn. Metoden vil ikke forhindre kloridinitiert korrosjon.
- **Mekanisk reparasjon** – metoden går i all hovedsak ut på å fjerne kloridholdig og/eller karbonatisert betong, og rengjøre korrodert armering. Det kan også legges inn ekstra armering for å gjenopprette/styrke tverrsnittets kapasitet. Det påføres korrosjonsbeskyttelse dersom det ikke benyttes elektrokjemiske metoder. Deretter etableres det gode heftbetingelser, før det legges på ny betong, og avsluttes med valgt overflatebehandling. Mekanisk reparasjon utføres alltid i større eller mindre grad ved rehabilitering av betongkonstruksjoner, og det skilles på *forenklet*, *begrenset* og *fullstendig* mekanisk reparasjon. Hvilket nivå man velger avhenger av omfang, skadeårsak og hvorvidt det benyttes i kombinasjon med andre rehabiliteringsmetoder eller ikke.

## 5. ANBEFALING

---

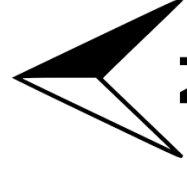
I søyler i akse 2 er det påvist høye kloridkonsentrasjoner langt inne i tverrsnittet, kombinert med tydelig svake soner med steinreir og korrodert armering. På disse søylene anbefales det elektrokjemisk kloriduttrekk, kombinert med forenklet mekanisk reparasjon, i bassengdelen. Det må påregnes at det kan være mye dårlig utstøpt betong i søylenes overgangssone mot dekker i bassengdelen, som må fjernes helt. Vurderingen av tilsvarende søyler i kjellerdelen er at rehabilitering ikke er nødvendig, grunnet lavt kloridinnhold og ingen mistanke om omfattende karbonatisering.

Søylene i akse 4 anbefales utbedret ved komplett mekanisk reparasjon der det avdekkes behov. Det antas at dette begrenser seg til nedre del av søylene, hvor det kan forventes lokalt høye kloridkonsentrasjoner grunnet utstøpningsfeil og stedvis dårlig bestandighet.

Basert på prøvene av ytterveggene, anbefales det å gjennomføre en realkalisering av karbonatisert betong, for å gjenopprette en høy pH-verdi i betongen og passivere armeringen. Omfanget av realkaliseringen må vurderes når arbeidene med å fjerne løs/dårlig puss påbegynnes. I områder der det skal utføres realkalisering kan reparasjoner begrenses til forenklet mekanisk reparasjon, hvor all løs/bomskadet betong fjernes. Ved reparasjon av skader der det ikke skal utføres realkalisering er det nødvendig med komplett mekanisk reparasjon godt inn i frisk betong. Omfang av steinreir, støpefeil og påfølgende armeringskorrosjon med avskalling er størst i knutepunkt mellom vegg/søyer og hjørner. All puss bør fjernes, da det er store felter med delaminering mellom puss og underliggende betong. Kloridinnholdet i veggene kan neglisjeres dersom pH-verdien økes i betongen rundt armeringen.



## **Vedlegg A - Oversikt over prøveområder**



PÅPÅTT I ÅRSBEREKNINGEN ER  
 ÅRSBEREKNINGEN ER



43500

SIL

NB!  
 ALLE VEGGER MERKET MED RØD FARGE HAR BRANNBEVARENDE FUNKSJON. DISSE VEGGENE MÅ VÆRE TETTE!  
 ALLE HULL MÅ TETTES FORSKRIFTSMESSIG!

NB!  
 ALLE ENDINGER RETTES PÅ BRANNOKUMENTASJONSPLANEN.

SENTRALBADET

PLAN KJELLER



BERGEN KOMMUNE  
 FINANS, KULTUR OG NÆRRING

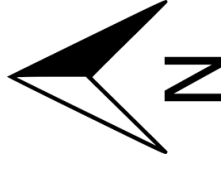
Bergen kommunale bygg

BRUTTO AREAL=2569,3m2.

55900

43500





PROSJEKT: ÅRSPLAN FOR SVØMMEHALL OG SENTRALBADET  
 DATUM: 21.11.07

REV 3  
 10701  
 6401  
 0102

ÅF

ÅG

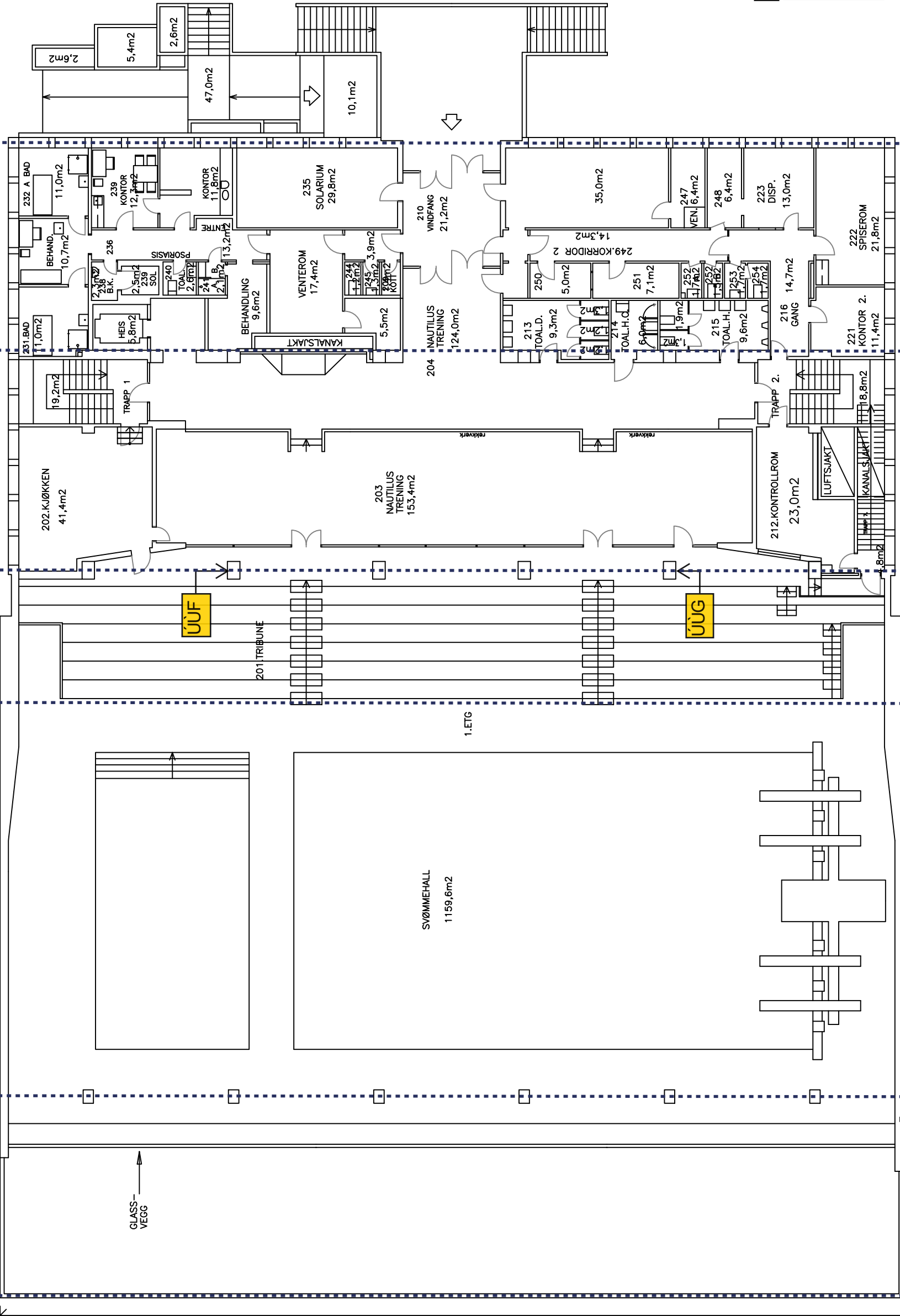
ÅH

Å

Å

Å

55900



43500

SILØ

NB! ALLE VEGGER MERKET MED RØD FARGE HAR BRANNBEFRENDE FUNKSJON. DISSE VEGGENE MÅ VÆRE TETTE! ALLE HULL MÅ TETTES FORSKRIFTSMESSIG!

NB! ALLE ENDINGER RETTES PÅ BRANNOKUMENTASJONSPLANEN.

SENTRALBADET

PLAN 2. ETASJE



BERGEN KOMMUNE  
 FINANS, KULTUR OG NÆRING  
 Bergen kommunale bygg

PROSJEKT NR. 21.11.07  
 KHM  
 SKALA 1:100  
 TEGNING NR. 0102  
 VER. 3  
 PROSJEKT NR. 6401

BRUTTO AREAL = 2097,7m²

ÅF

ÅG

ÅH

Å

Å

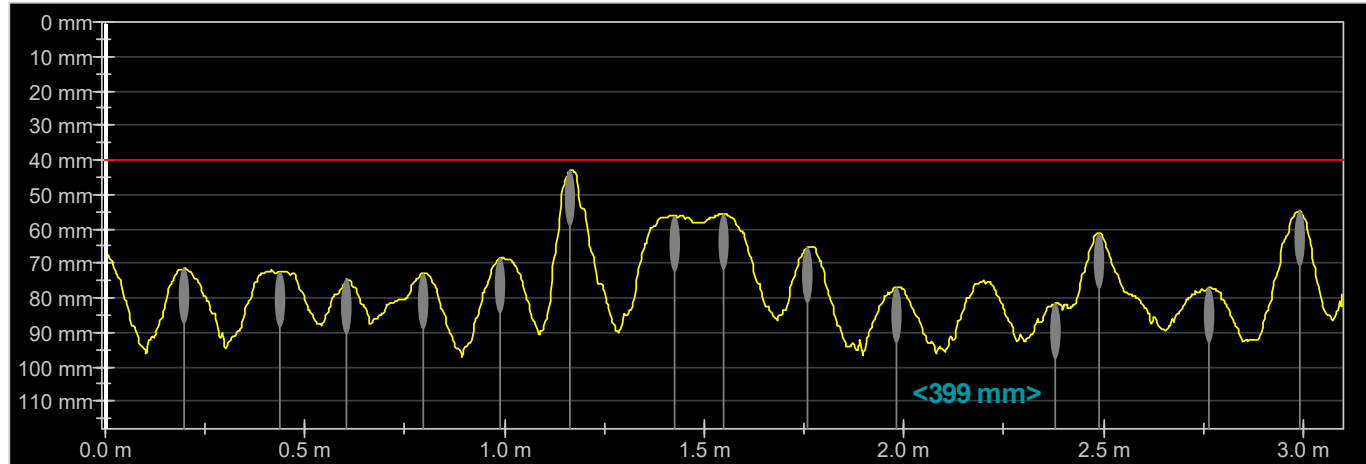
Å

## **Vedlegg B - Overdekningsmålinger yttervegger**

Name	Date & Time	Mode	Rebars	Lines	Distance	Snapshots	Unit
199	05/06/2019 10:46 AM	Single-Line	14	1	3.103 m	0	Metric

View: **Single-Line** Curve: **Cover**

1x



**Snapshots** [ Distance(m) Cover(mm) ]

(mm mm mm)	L: 1
[0.198 71.4]	
[0.440 72.2]	
[0.605 74.6]	
[0.794 72.7]	
[0.990 68.3]	
[1.166 43.1]	
[1.424 56.1]	
[1.550 55.7]	
[1.759 65.1]	
[1.982 76.9]	
[2.381 81.6]	
[2.488 61.0]	
[2.765 77.0]	
[2.991 54.9]	

**Statistics of Covers [Normal]**

No. of Readings	14
Median (mm)	69.8
Mean (mm)	66.5
Standard Deviation (mm)	10.5
Lowest (mm)	43
Highest (mm)	82

**Statistics of Rebar Spacing**

No. of Readings	13
Median (mm)	223
Mean (mm)	215
Standard Deviation (mm)	71
Lowest (mm)	107
Highest (mm)	399

**Settings**

Measuring Range	Standard (None)
Rebar Diameter Ø1 Scan-X (mm)	16
Rebar Correction	<input type="checkbox"/>
Minimum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Minimum Cover Value (mm)	40
Maximum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Maximum Cover Value (mm)	80
Cover Offset	<input type="checkbox"/>
Cover Offset Value (mm)	-
Align Rebar Positions	-
Line Height (cm)	-
Grid Width (cm)	-
Probe Position	◇
Scan Cart	Standard

**Comment**

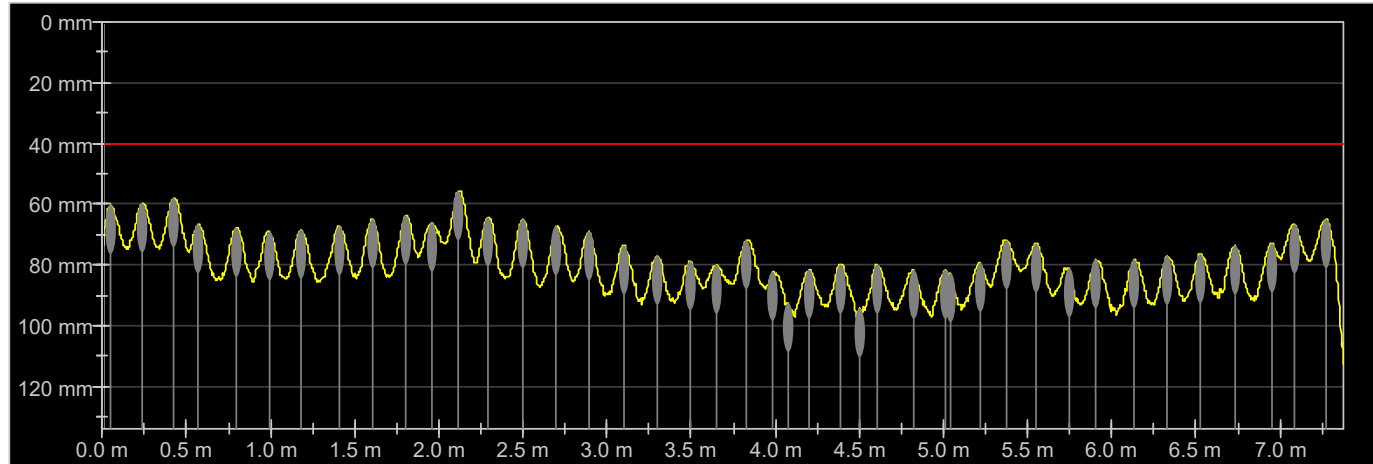
Vegg øst (under vindusrekke)

**Device Info**

Name	Date & Time	Mode	Rebars	Lines	Distance	Snapshots	Unit
200	05/06/2019 10:55 AM	Single-Line	42	1	7.375 m	0	Metric

View: **Single-Line** Curve: **Cover**

1x



1x

**Snapshots**

(mm mm mm)

[ Distance(m) Cover(mm) ]

<b>L: 1</b>	[2.892 69.0]	[5.372 71.9]
[0.049 60.5]	[3.098 73.4]	[5.550 72.9]
[0.236 60.0]	[3.302 77.2]	[5.743 81.0]
[0.426 58.0]	[3.499 78.7]	[5.905 78.4]
[0.572 66.7]	[3.653 79.9]	[6.136 78.1]
[0.792 68.0]	[3.832 71.7]	[6.331 77.1]
[0.990 68.9]	[3.986 82.1]	[6.529 76.2]
[1.182 68.6]	[4.077 92.4]	[6.732 73.8]
[1.405 67.2]	[4.203 81.4]	[6.949 72.8]
[1.608 65.1]	[4.385 79.8]	[7.084 66.6]
[1.806 63.9]	[4.500 94.5]	[7.271 65.1]
[1.960 66.1]	[4.602 79.9]	
[2.119 55.5]	[4.819 81.7]	
[2.295 64.2]	[5.011 81.7]	
[2.496 65.0]	[5.039 82.9]	
[2.700 67.5]	[5.215 79.6]	

**Statistics of Covers [Normal]**

No. of Readings	42
Median (mm)	72.8
Mean (mm)	73.0
Standard Deviation (mm)	8.6
Lowest (mm)	56
Highest (mm)	95

**Statistics of Rebar Spacing**

No. of Readings	41
Median (mm)	192
Mean (mm)	176
Standard Deviation (mm)	40
Lowest (mm)	27
Highest (mm)	231

**Settings**

Measuring Range	Standard (None)
Rebar Diameter Ø1 Scan-X (mm)	16
Rebar Correction	<input type="checkbox"/>
Minimum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Minimum Cover Value (mm)	40
Maximum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Maximum Cover Value (mm)	80
Cover Offset	<input type="checkbox"/>
Cover Offset Value (mm)	-
Align Rebar Positions	-
Line Height (cm)	-
Grid Width (cm)	-
Probe Position	◇
Scan Cart	Standard

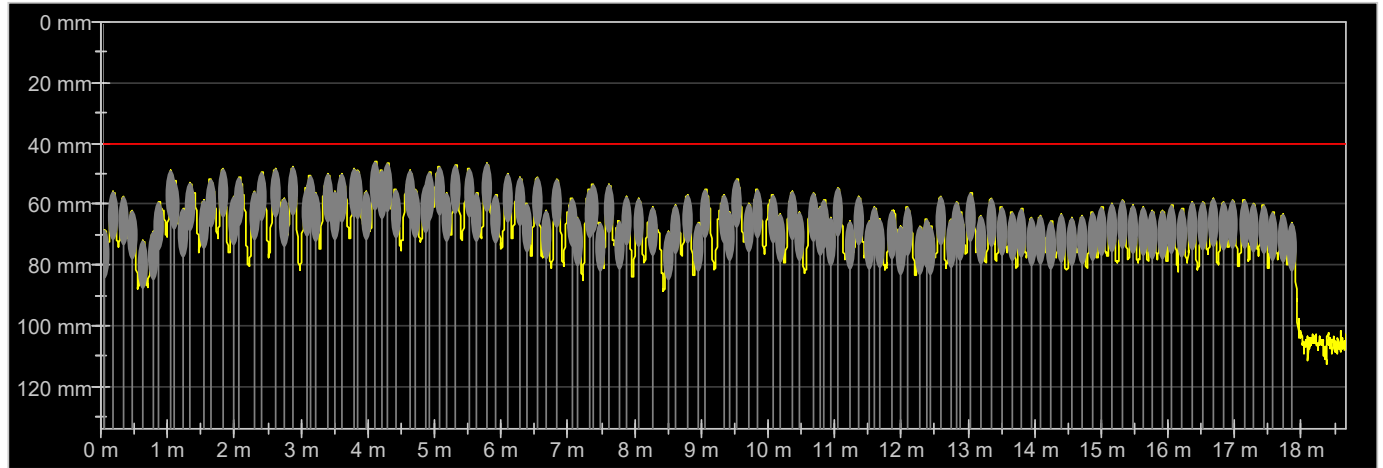
**Comment**

Vegg sør 1

**Device Info**

Name	Date & Time	Mode	Rebars	Lines	Distance	Snapshots	Unit
201	05/06/2019 11:06 AM	Single-Line	128	1	18.668 m	0	Metric

View: **Single-Line** Curve: **Cover**



1x

**Snapshots**

(mm mm mm)	[	Distance(m)	Cover(mm)	]
<b>L: 1</b>	[	2.078	51.3]	[4.200
[0.058	68.4]	[2.290	56.0]	[4.302
[0.187	56.0]	[2.416	49.6]	[4.415
[0.335	57.5]	[2.612	48.4]	[4.635
[0.456	62.3]	[2.744	57.9]	[4.723
[0.632	71.9]	[2.875	47.9]	[4.877
[0.775	69.2]	[3.076	54.5]	[4.932
[0.874	59.0]	[3.128	50.5]	[5.066
[1.047	49.1]	[3.211	56.6]	[5.182
[1.100	52.2]	[3.406	50.3]	[5.325
[1.232	61.3]	[3.513	56.0]	[5.514
[1.342	53.1]	[3.604	50.3]	[5.633
[1.537	58.9]	[3.785	48.4]	[5.792
[1.644	51.5]	[3.854	48.7]	[5.927
[1.825	48.2]	[3.975	55.9]	[6.095
[1.993	57.2]	[4.121	46.0]	[6.292

**Statistics of Covers [Normal]**

No. of Readings	128
Median (mm)	58.6
Mean (mm)	58.1
Standard Deviation (mm)	5.8
Lowest (mm)	46
Highest (mm)	72

**Statistics of Rebar Spacing**

No. of Readings	127
Median (mm)	146
Mean (mm)	140
Standard Deviation (mm)	43
Lowest (mm)	52
Highest (mm)	269

**Settings**

Measuring Range	Standard (None)
Rebar Diameter Ø1 Scan-X (mm)	16
Rebar Correction	<input type="checkbox"/>
Minimum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Minimum Cover Value (mm)	40
Maximum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Maximum Cover Value (mm)	80
Cover Offset	<input type="checkbox"/>
Cover Offset Value (mm)	-
Align Rebar Positions	-
Line Height (cm)	-
Grid Width (cm)	-
Probe Position	◇
Scan Cart	Standard

**Comment**

Vegg sør 2

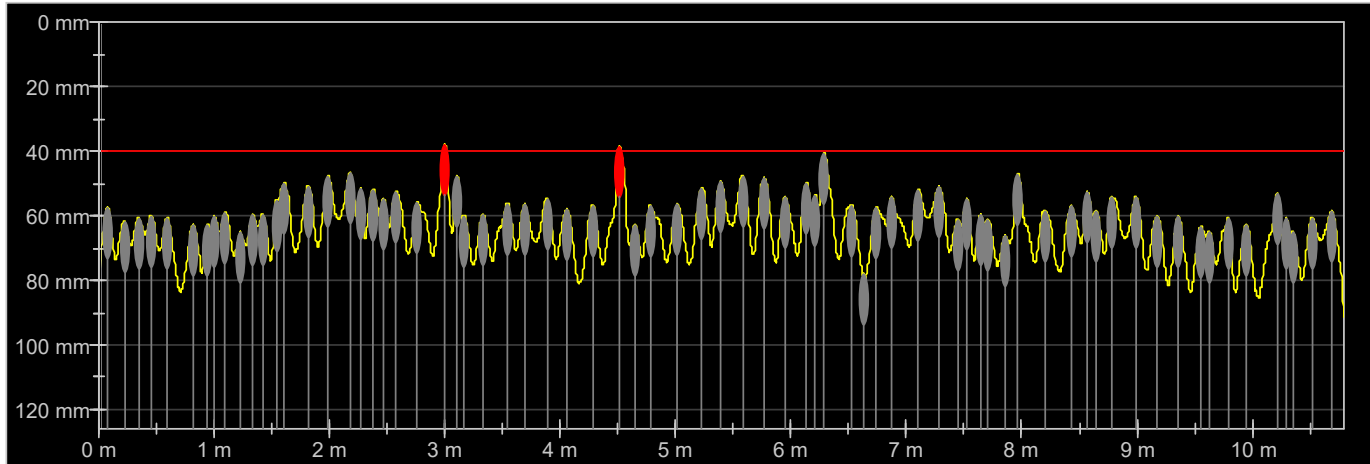
**Device Info**



Name	Date & Time	Mode	Rebars	Lines	Distance	Snapshots	Unit
202	05/06/2019 11:19 AM	Single-Line	72	1	10.792 m	0	Metric

View: **Single-Line** Curve: **Cover**

1x



**Snapshots**

[ Distance(m) Cover(mm) ]

(mm mm mm)	L: 1	[1.988 47.8]	[4.508 38.5]	[7.106 52.0]	[9.556 55.6]
	[0.077 57.4]	[2.174 46.7]	[4.646 62.7]	[7.282 51.0]	[9.622 55.6]
	[0.220 61.7]	[2.268 51.2]	[4.778 56.6]	[7.444 61.1]	[9.789 55.6]
	[0.341 60.7]	[2.375 51.7]	[5.017 56.4]	[7.524 54.7]	[9.940 55.6]
	[0.451 59.9]	[2.466 54.5]	[5.226 51.3]	[7.642 59.6]	[10.21 55.6]
	[0.588 60.7]	[2.576 52.2]	[5.388 49.4]	[7.703 61.1]	[10.29 55.6]
	[0.814 62.9]	[2.760 55.7]	[5.578 47.4]	[7.859 66.2]	[10.35 55.6]
	[0.943 62.7]	[2.999 38.1]	[5.765 48.3]	[7.969 47.1]	[10.51 55.6]
	[1.001 60.1]	[3.098 47.4]	[5.949 54.2]	[8.203 58.2]	[10.68 55.6]
	[1.094 58.7]	[3.161 59.9]	[6.136 49.5]	[8.431 56.9]	
	[1.223 65.1]	[3.329 59.6]	[6.210 53.3]	[8.571 52.6]	
	[1.331 59.6]	[3.538 56.1]	[6.287 40.5]	[8.643 58.4]	
	[1.416 59.4]	[3.689 56.4]	[6.521 56.9]	[8.778 54.1]	
	[1.537 54.9]	[3.882 54.6]	[6.631 77.8]	[8.989 53.9]	
	[1.608 49.8]	[4.058 58.1]	[6.741 57.4]	[9.173 59.9]	
	[1.814 50.6]	[4.280 56.6]	[6.873 54.2]	[9.360 60.2]	

**Statistics of Covers [Normal]**

No. of Readings	72
Median (mm)	56.8
Mean (mm)	56.1
Standard Deviation (mm)	6.5
Lowest (mm)	38
Highest (mm)	78

**Statistics of Rebar Spacing**

No. of Readings	71
Median (mm)	151
Mean (mm)	149
Standard Deviation (mm)	55
Lowest (mm)	58
Highest (mm)	275

**Settings**

Measuring Range	Standard (None)
Rebar Diameter Ø1 Scan-X (mm)	16
Rebar Correction	<input type="checkbox"/>
Minimum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Minimum Cover Value (mm)	40
Maximum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Maximum Cover Value (mm)	80
Cover Offset	<input type="checkbox"/>
Cover Offset Value (mm)	-
Align Rebar Positions	-
Line Height (cm)	-
Grid Width (cm)	-
Probe Position	◇
Scan Cart	Standard

**Comment**

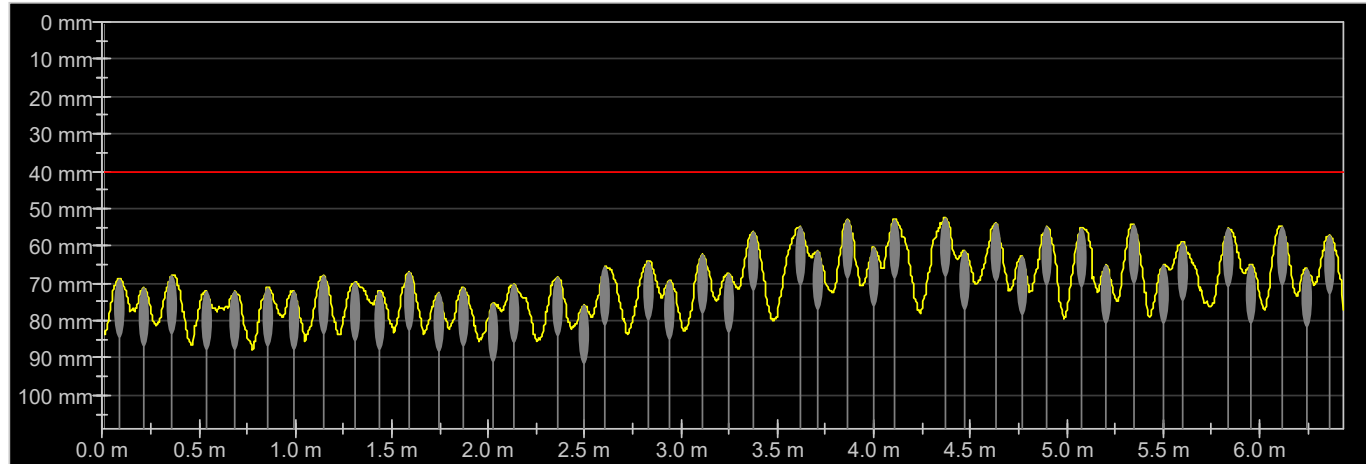
Vegg nord 1

**Device Info**

Name	Date & Time	Mode	Rebars	Lines	Distance	Snapshots	Unit
203	05/06/2019 11:25 AM	Single-Line	43	1	6.432 m	0	Metric

View: **Single-Line** Curve: **Cover**

1x



**Snapshots**

[ Distance(m) Cover(mm) ]

(mm mm mm)	L: 1	[2.361 68.1]	[4.767 62.7]
[0.088 68.6]	[2.499 75.8]	[4.896 54.7]	
[0.212 71.3]	[2.609 65.5]	[5.080 55.0]	
[0.363 67.8]	[2.829 64.0]	[5.204 65.0]	
[0.536 72.1]	[2.941 69.2]	[5.344 54.1]	
[0.687 72.2]	[3.112 62.3]	[5.506 65.1]	
[0.858 71.0]	[3.244 67.2]	[5.600 58.8]	
[0.992 72.0]	[3.376 56.1]	[5.839 55.4]	
[1.146 67.7]	[3.615 54.9]	[5.952 64.8]	
[1.314 69.8]	[3.706 61.3]	[6.114 54.7]	
[1.438 72.0]	[3.862 52.9]	[6.243 65.9]	
[1.592 67.1]	[3.997 60.3]	[6.361 57.1]	
[1.740 72.7]	[4.104 52.7]		
[1.869 70.9]	[4.368 52.4]		
[2.029 75.2]	[4.470 61.4]		
[2.136 70.2]	[4.632 53.8]		

**Statistics of Covers [Normal]**

No. of Readings	43
Median (mm)	65.1
Mean (mm)	64.0
Standard Deviation (mm)	7.0
Lowest (mm)	52
Highest (mm)	76

**Statistics of Rebar Spacing**

No. of Readings	42
Median (mm)	139
Mean (mm)	149
Standard Deviation (mm)	40
Lowest (mm)	91
Highest (mm)	264

**Settings**

Measuring Range	Standard (None)
Rebar Diameter Ø1 Scan-X (mm)	16
Rebar Correction	<input type="checkbox"/>
Minimum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Minimum Cover Value (mm)	40
Maximum Cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Maximum Cover Value (mm)	80
Cover Offset	<input type="checkbox"/>
Cover Offset Value (mm)	-
Align Rebar Positions	-
Line Height (cm)	-
Grid Width (cm)	-
Probe Position	◇
Scan Cart	Standard

**Comment**

Vegg nord 2

**Device Info**