



BETONG  
CONSULT

# HAMAR KREMATORIUM




25.03.15

Tilstandsrapport Hamar Krematorium

Tilstandsvurdering av utvendige fasader utført av  
av Betong Consult AS 20.2 – 25.3 - 2015

# Hamar Krematorium

## TILSTANDSVURDERING

Firma	Rapport
 <b>BETONG CONSULT</b> Jacob Kjødesvei 15 5232 Paradis Telefon 55 60 40 50 Telefaks 55 60 40 56 E-post: <a href="mailto:post@betcon.no">post@betcon.no</a> <a href="http://www.betong-consult.no">www.betong-consult.no</a>	<b>Tittel</b> Hamar Krematorium Tilstandsvurdering og rapport av utvendige fasader med mineralitt puss.
<b>Utarbeidet av</b> Ranveig Laastad, Betong Consult AS Thor Morten Skogland, Betong Consult AS	<b>Oppdragsgiver</b> Hamar Kommune Plan miljø og teknisk
<b>Gradering</b>	<b>Oppdragsgivers referanse</b> Leif Rune Erstad Forvalter Tjenestebygg
<b>Prosjektansvarlig</b> Ranveig Laastad	
<b>Godkjent av</b> <b>Ranveig Laastad</b>	

# Hamar Krematorium

## TILSTANDSVURDERING

### Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING.....	3
2. OPPDRAGET .....	3
3. HISTORIKK .....	4
4. MINERALITTPUSS.....	14
5. BYGNINGENS VERNESTATUS .....	16
6. MINERALITTFASADENES GENERELLE TILSTAND .....	16
7. SKADEOMFANG.....	18
8. PRØVER OG ANALYSEFUNN.....	36
9. FORSLAG TIL UTBEDRINGSTILTAK .....	45
10. KONKLUSJON .....	47

# Hamar Krematorium

## TILSTANDSVURDERING

### 1. Innledning

På oppdrag fra Hamar Kommune, avd. plan miljø og teknisk, har Betong Consult AS utført tilstandsvurdering av Hamar Krematorium, Arvesens vei 1, 2317 Hamar. Resultatet av disse undersøkelsene er oppsummert i denne tilstandsrapporten.

I forkant av tilstandsvurderingen har Betong Consult AS mottatt begrenset tegningsmaterieell for 2 fasader, samt fotos med avmerkede bomfelt. I rapporten refereres himmelretninger i forenklet utgave der betegnelsene oppgis som

- Gavlefasade Nord
- Gavlefasade Sør
- Fasade Øst
- Fasade Vest

Vi har ikke mottatt annen FDV eller historikk for krematoriet, utover opplysninger om at den har vernestatus «verneverdig». Under utførelsen på stedet ble det avholdt en gjennomgang med TommyJohannessen med fokus på å avdekke tidligere skader og utførte reparasjoner som kan ha hatt innvirkning på krematoriets tilstand pr. i dag. I den grad dette antas å ha hatt innvirkning behandles det under tilhørende fasade del.

### 2. Oppdraget

Oppdraget på stedet, som er utført via lift, ble gjennomført 25.- 26. februar 2015 og har bestått av følgende elementer/undersøkelser:

- Befaring, gjennomgang og skraping av hele bygget
- Sikringstiltak for nedfall
- Visuell vurdering av øvrige bygningselementer
- Dokumentasjon av skader. Tegninger og fotos
- Registrering og dokumentasjon av korrosjonsskader i armering
- Avdekke eksisterende kvaliteter og oppbygging, da disse opplysningene mangler
- Prøvetaking til analyse (eksisterende slutt puss/underpuss/betong) Prøvene er tatt ut av representant fra Hamar Kommune.
- Tilstandsrapport
- Forslag til tiltak for alle skadetyper

### 3. Historikk

Hamar Krematorium ble oppført i perioden 1936-38 over 2 etasjer, underetasje og hovedetasje. I 1974 fikk krematoriet tilført et tilbygg på bygningens nordside.

Bygningen ble tegnet av arkitekt Rolf Prag (1899-1989), som var den første som åpnet arkitektkontor i Hamar i 1934. På den tiden var det bare ett funksjonalistisk hus i Hamar, og Prag tok derfor på seg pionerrollen og gjorde den modernistiske arkitekturen kjent også utenfor byområdene. Arkitekten var opptatt av Hamars særpregete skjønnhet og satte likhetstegn mellom det vakre og det planlagte.

Innvendig har krematoriet pussede flater som er malt. Det er opplyst at det er foretatt innvendig interiørfornyelser i 1999/2000, man antok på den tiden at konstruksjonen var i betong og valgte løsninger må sees i lys av denne antagelse.

De vakre kalkmaleriene er utført av Per Vigeland ca. 1940, og restaureringen innbefattet også rensing av disse samt løsninger for fjerning av gammel- og påføring av ny maling rundt kalkmaleriene. Valgt malingstype er utført sammen med konservator.

Forrommet er malt med en annen malingstype enn skipet, uten at typen kunne la seg spesifisere nærmere.

Det er kun hovedetasjen som er befart innvendig, og kvaliteter i kjelleretasje er ukjent.

Det er tidligere opplyst og registrert følgende oppbygging av konstruksjonen: «Bygningens yttervegger er støpt i betong med pusset overflate av hvit mineralitt puss, innvendig er det forblendet med pusset tegl. Mellom sjiktene er det en isolasjon av korkplater med tykkelse 40 mm».

Eksisterende konstruksjon er pr. i dag registrert og dokumentert med følgende oppbygging fra ytterst i henhold til uttak av kjerneprøve:



**Gavlefasade mot nord:**

- 5mm mineralittpuss
- 14mm underpuss
- 18,5 cm armert betong
- Teglmur i verbandt, 3 steins uten lufting
- Ukjent innvendig oppbygging etter tegl for å skåne innvendige kvaliteter

**Gavlefasade mot sør:**

- 5mm mineralittpuss
- 9mm underpuss
- 15 cm betong
- 3cm kork
- Kalkpuss ukjent tykkelse

**Fasade mot øst og vest forrom:**

- 4mm mineralittpuss
- 6-7mm underpuss
- 15cm betong
- 3 cm kork
- Kalkpuss ukjent tykkelse

**Fasade mot øst øvrig:**

- 4mm mineralittpuss
- 8-9mm underpuss
- 15cm betong
- Engelsk hulmur i tegl
- Luftrom ca. 3,5 cm
- Kork ukjent tykkelse
- Kalkpuss ukjent tykkelse

**Fasade mot vest øvrig:**

- 3mm mineralittpuss
- 9mm underpuss
- 14,5mm betong
- Engelsk hulmur i tegl
- Luftrom ca. 5,5 cm
- Kork ukjent tykkelse
- Kalkpuss ukjent tykkelse

**Søyler øst og vest:**

- 4mm mineralittpuss
- 12mm underpuss
- 30 cm betong

Det er på det rene at denne oppbygning vil ha konsekvenser for hele konstruksjonen når det gjelder sluttlagene utvendig med mineralittpuss og innvendig med valgt maling. Den mineralske oppbygningen fra 1938 må opprettholdes og plastmodifiserte løsninger unngås i størst mulig grad.

Se for øvrig resultater fra analyser av kjerneprøver i kapittel 8.

**Øvrige bygningselementer som ikke inngår i oppdraget:**

Sokkel inngår ikke i fasadene med mineralittpuss og er i denne rapporten ikke detaljvklart i forhold til oppbygging. Det er utført drenering, påføring av knotteplast og masseutskiftning, samt noe vedlikehold av sokkel for ca. 15-20 år siden. Sokkelen er 100 % skadet p.g.a. feil bruk av produkter og oppbygging, og må rehabiliteres i sin helhet med bruk av produkter og metoder som arbeider sammen med underliggende kvaliteter. Det er omfattende armeringskorrosjon i vindusoverliggere i sokkel vinduer.





*Eksempler på skadeomfang i sokkel*



*Alvorlig korrosjon i overliggere*





*Knotteplast og dreneringsarbeider utført på 1990 tallet*



## Vinduer:

I forbindelse med tilkomst til vinduer ble det registrert dårlig vedlikehold. Det anbefales strakstiltak for vedlikehold av en del av vinduene for å bevare det opprinnelige treverket. Vi anbefaler jevnt vedlikehold med olje for denne type vinduer. Noen få deler av karmene er råteskadet, og lar seg deltskifte. Tetting mellom karm og puss bør gjøres etter at mineralittpussen er rehabilitert. Det er økonomisk fordelaktig å utføre vedlikehold av vinduene når øvrig fasade skal rehabiliteres p.g.a. rigg, inndekking og tilkomst.



*Begrodd, uttørket og slitt vinduskarm. Tekking i kobber med dårlig tilslutning.*





*Uttørket trevirke, noe råteskader, delvis manglende kitt, avskalling*



*Typisk mekanisk skade i fasaden fra tekking.*



*Utsprenging over vindu, antatt korrosjon i drager.*



*Nødvendig vedlikehold, pussing, kitting, delutskiftning, overflatebehandling.*



*Alle vinduer i sokkel, trenger rehabilitering*

## Front



*Korset som utgjør utsmykning av byggverket i front trenger vedlikehold. En del av mosaikkflisene er falt av, og en god del er i ferd med å løsne.*



*Bakenforliggende keramiske fliser er i god stand, men fugene trenger ettersyn.*

## **Tak**

Kobbertekking er typisk for perioden og tilsvarende bygg, og er ikke medtatt i denne rapporten. I denne delen av historikkregistrering vil vi allikevel gjerne medta at det er gitt opplysninger om planlagte takarbeider. I den forbindelse anbefales det å se på mulige antikvariske akseptable forbedringsløsninger for gesimsløsning og tekking. Det anbefales videre å etablere dryppnese sett ut fra et byggeteknisk perspektiv. Den arkitektoniske løsningen med minimalistiske beslag kan sees på flere mineralittbygg fra samme epoke. Dessverre er denne løsningen dårlig tilpasset de tekniske forutsetningene for det ytre sjikt i fasaden. I forbindelse med totalrehabilitering av Store Studio på Marienlyst utarbeidet vi, sammen med Riksantikvaren og arkitekt, en akseptabel teknisk forbedring av samme problemstilling. Vi anbefaler byggherre å vurdere denne prosessen i forbindelse med de planlagte takarbeidene. Et slikt tiltak vil kunne forbedre levetid for kommende fasaderehabilitering og vedlikeholdsbehov.



## Port og murer ved innkjøring



Portsøyler og murer på hver side ved innkjøring er trukket med mineralittpuss. Konstruksjonen er preget av avskalling, fuktproblematikk, begroing og oppsug fra fundament. Inngangspartiet bør rehabiliteres snarest for å unngå større skader i murverket og søylene.

## Øvrig historikk og avdekkede forhold

Krematoriet er i dag benyttet som et begravelleskapell, og ovn/pipe er ikke i bruk. Det er opplyst at i forbindelse med skifte av ovn ble det utført en del inngrep i gavlefasade mot nord.

Det er etablert lufting over radiatorer og skipet varmes i dag opp med jevn temperatur.

Følgende teknisk historikk er gjort kjent:

- Lekkasje på- og fra tak med store vannskader etter tette sluk, ca. 3 år siden.
- Lekkasje på- og fra tak med store vannskader etter tette sluk, ca. 15 år siden.
- Utbedringer av sokkel og maling siste 20 år
- Grunnarbeider, drenering og knotteplast, ca. 15-20 år siden.
- Nye sluk etablert
- Tak rehabilitert ca. 1988/1989
- Innvendig oppgradering 1997 – 1999 p.g.a. vannskader
- Brann i 2005

Mineralittpussen har stått uten vedlikehold siden påføring, og er i dag ca. 79 år gammel.

## 4. Mineralittpuss

### Generelt

Hamar Krematorium har fasader som er pusset med en hvit mineralittpuss med rikelig tilslag av mineraler og glimmer. Bygningen ble tatt i bruk i 1938, i en tidsepoke hvor mineralittpuss som dekorativ slutt puss ble mye benyttet.

Mineralittpussete fasader er et eldre kontinentalt fasadesystem, som i hovedsak ble anvendt i det forrige århundre og opp til ca. 1970-årene. Fasader med mineralittpuss er kjent for en holdbarhet opp til 100 år, noe som gjør denne overflatebeskyttelse helt unik. Dessverre har denne håndverksmetoden mer eller mindre dødd ut her i landet, og dette skyldes i første rekke høye produksjonskostnader pr. m<sup>2</sup> og tilgangen på egnete mineralske steintilsetninger.

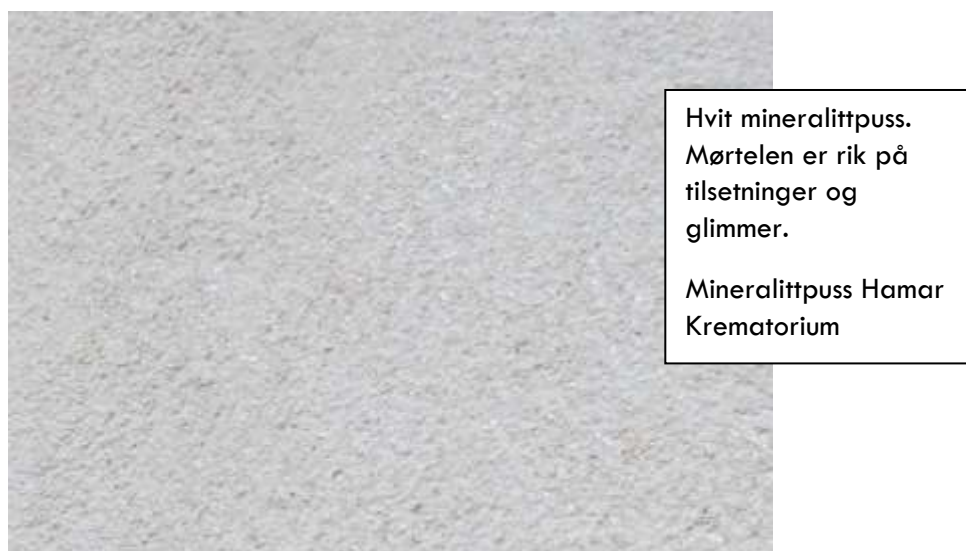
Årsaken til at mineralittpuss har en såpass lang holdbarhet er dens gode vedheft til underpuss utført på betong, lettbetong og murverk. Den er derfor svært slitesterk og robust mot mekaniske skader og værmessige påkjenninger. På grunn av sin sammensetning opptar mineralittpuss mindre vann enn en vanlig fasadepuss. De rene

mineralske fargene, som anvendes til innfargingen, er ved laboratorieforsøk karakterisert som lysekte. Pussens evne til karbonatisering og dens vakre overflate med frempusset marmor, glimmer og andre tilsetninger sammen med forventet levetid ved rett etterbehandling og kontroll på mekaniske skader, gjør denne type overflatebehandling helt unik og spesiell.

Mineralittpuss er ferdigblandet tørrmørtel til fasadepuss, fremstilt av knuste og sorterte natursteinsmaterialer (granitt, marmor, elvesingel og lignende mineralske tilsetninger). Pussen som spesial produseres til rehabiliteringsformål er mineralsk, og inneholder ingen organiske komponenter som man ofte ser i andre forsøk på å fremstille mineralittpuss i dag.

For å få utarbeidet en nøyaktig kopi av eksisterende mineralittpuss for produksjon og rehabilitering, blir eksisterende puss analysert for farge, steinsammensetning og glimmer. Grunnet kornstørrelsen på de mineralske tilsetningene hentes steinen fra forskjellige steder i Europa, da få mørtelverk knuser ned til de størrelser mørtlene vanligvis inneholder. Analyse av mineralittpussprøve og utvikling av ny mineralittpussmørtel-prøve medfører en del kostnader, da det i hvert enkelt tilfelle iverksettes en spesialproduksjon for den enkelte bygning/det enkelte rehabiliteringsprosjekt. De skadene vi for det meste ser i dag på mineralittpussfasader, skyldes i hovedsak mekaniske skader, dårlig underlag eller lekkasjer fra tekking, vinduer eller andre fasadeelementer. Typiske skader som vi også finner på Hamar Krematorium.

Se for øvrig mer utfyllende skadevurderinger under punkt 7 – skadeomfang.



Det er tatt ut prøver av mineralittpussen som er sendt til analyse for å fremstille en kopi av opprinnelig mørtelsammensetning. Resultatet er meget tilfredsstillende, og sendes i separat sending til oppdragsgiver.



## 5. Bygningenes vernestatus

Vi har fått opplyst av oppdragsgiver at Hamar Krematorium er klassifisert av Riksantikvaren med vernestatus «verneverdig», som innebærer at alle forslag til tiltak/inngrep skal godkjennes av antikvarisk myndighet og være i tråd med antikvariske prinsipper. Vi legger dette til grunn for vurderingene som blir gjort i forhold til anbefalte tiltak.

## 6. Mineralittfasadenes generelle tilstand

Den ca. 79 år gamle mineralittussen bærer generelt preg av manglende vedlikehold. Det er mye begroing med sort- og grønnalger som holder på fuktigheten i fasadene.

De undersøkte fasadene bærer generelt preg av skader som i hovedsak skyldes mekaniske skader, dårlig tekking eller lekkasjer fra tekking, vinduer eller andre fasadeelementer. Det ble registrert rikelig med bomfelt, en del av feltene antas å ha hatt bom fra påføringsperioden, uten at dette har forringet overflatebeskyttelsen i sin helhet. En del av bomfeltene er forårsaket av at vann fra lekkasjer, riss, sprekker og andre mekaniske skader har seget ned mellom sjiktene og ført til slipp i underpuss eller slipp mellom underpuss og mineralittpuss. Den sterke mineralittpussen har dog beskyttet underliggende kvaliteter gjennom mange 10-år, og de synlige armerings skader og utsprengningsskader etter så lang tid er i tråd med det en må forvente når oppståtte skader ikke utbedres i puss.

Mineralittpussen i seg selv er i god stand, alderen tatt i betraktning, der hvor ikke ytre påvirkninger har ført til skader, og bekrefter den lange levetiden for mineralittpuss.

## Generelt om tilstandsklassifisering

Byggetekniske tilstandssvekkelser angis etter Norsk Standard 3424 på følgende måte:

### Tilstandsgrader:

- TG 0: Ingen symptomer/ingen avvik
- TG 1: Svake symptomer/mindre eller moderate avvik
- TG 2: Middels kraftige symptomer/vesentlige avvik
- TG 3: Kraftige symptomer/stort eller alvorlig avvik
- TGIU: Ikke undersøkt

Når et byggverk tas i bruk skal tilstanden være TG= 0

Når bygget brukes vil det etter hvert forringes og tilstanden går over til TG=1

Dersom bygget ikke vedlikeholdes eller det oppstår mindre skader, vil tilstanden etter hvert gå over til TG=2.

Dersom skader ikke utbedres vil TG=3 inntreffe, og større reparasjoner eller utskiftninger må påregnes.

TGIU= Dersom delen ikke er tilgjengelig for inspeksjon, og det mangler dokumentasjon for riktig utførelse som mulig avvik kan innebære konsekvenser og risiko. Det er behov for mer omfattende undersøkelser for å avdekke eventuelle avvik.

Tilstandskontroll gjøres mot det referansenivå som legges til grunn. Det behøver ikke å være uakseptabelt at et objekt har tilstandsgrad 1 til 3. Dette kommer an på hvordan man definerer sitt referansenivå. Dersom referansenivået tillater tilstandsgrad 2, er det ikke svikt selv om tilstandsgrad 2 er påvist.

Ved anbefaling av tiltak når en vurderer tilstandsgraden, vurderes konsekvensen av tilstanden. Konsekvensgraderingen angis på følgende måte:

- KG 0: Ingen konsekvenser
- KG 1: Små og middels konsekvenser
- KG 2: Vesentlige konsekvenser
- KG 3: Store og alvorlige konsekvenser

Det er alltid vanskelig å bruke standarden som en mal i forbindelse med tilstandsvurdering av denne type bygg. Det er lett for at graderingene ikke blir beskrivende nyansert nok for de type skader som finnes. Det verneverdige aspektet er heller ikke hensyntatt i standarden.

I underliggende skadevurderinger vil vi legge standarden til grunn, uten å følge den slavisk for å unngå vurderinger som ikke er i eiers eller antikvariske myndigheters interesse og kan føre til unøyaktigheter i vurderingene.

Vurderingene er gjort etter beste skjønn, erfaring med tilsvarende bygg og i henhold til prinsipper for mineralske oppbyggede fasader og kvaliteter fra begynnelsen- mot midten av 1900-tallet.

## 7. Skadeomfang

### Generelt

Skadene er beskrevet under eksempelbilder. I hovedsak er det funnet bom, riss, sprekker, utsprennings skader med og uten underliggende armeringskorrosjon og skader påført ved innsetting av annet festemateriell o.l.

Skadeomfanget for hver fasadedel er oppsummert under hvert kapittel. I konklusjon settes også en hastegradsvurdering for å unngå fordyrende utvikling i underliggende konstruksjoner.

Det er lagt til grunn en nøye vurdering av skader også i underpussen og vurderinger for holdbarhet i eksisterende puss i forbindelse med råd om behov for helpussing eller delpussing av fasadene.

Hele bygget er preget av begroing, brunalger, grønnalger og annen forurensing/avrenning. Dette er et generelt problem over hele bygget og dokumenteres for alle fasader her, og ikke behandlet for hver fasadedel.



*Mosevekst*



*Langvarig avrenning fra kobbertak*



*Brunalger, mose og avrenning med misfarging*

## 7.1 Fasade mot Nord



Fasaden er generelt preget av store sprekkdannelser rundt pipeløp. Avskallinger, utsprengninger og løs underliggende puss gir fri tilkomst til underliggende betong og armering.



Innfesting av stigetrinn i pipeløp har eskalert skadeutviklingen i arealet. Det må også antas at varme/kulde problematikk fra den gang pipen var i bruk har påvirket skadebildet. Mineralittpuss og underpuss gir i dag ingen beskyttelse for underliggende kvaliteter.



Utsprengningsskade med armeringskorrosjon. Kjerneboring tatt i samme areal for å se på omliggende kvaliteter i konstruksjonen. Se punkt 8.



Mekaniske skader i mineralittpuss og underpuss som et resultat av tekking. Underliggende puss er i oppløsning.



Utsprengning med pågående utvikling i underliggende betong og armering. Stort bomfelt rundt samme areal.



Pågående skader med armeringskorrosjon i intrukket takkonstruksjon, sprekker riss og bomfelt. Mye riss og sprekker oppstått i overgang tekking/mineralittpuss.



Sprekkdannelser og utsprengningsproblematikk rundt det meste av tekkingsarbeidene.

#### Oppsummering

Bomfelt	45 %
Skader med armeringskorrosjon	20 %
Sprekker og riss	25 %

## 7.2 Fasade mot sør



Mindre felt med utsprenningsskader og pågående armeringskorrosjon i et ellers rolig område gir grunn for mistanker som diskutert i underliggende tekst.



Sprekker og riss særlig rundt vinduer



Utsprengning med underliggende skade.



En del mekaniske skader rundt inngangsdøren. Oppsug av fukt fra hellelagt plattning med dårlig etablert fall.



Typisk eksempel på sprekk som har utviklet seg til utspregningskade og et stort bomfelt.

#### Oppsummering

Bomfelt	25 %
Skader med armeringskorrosjon	15 %
Sprekker og riss	15 %



### 7.3 Fasade mot øst



Noen av skadene i søylene er gjennomgående og nedfallsfare må vurderes med korte intervaller, særlig etter vinterhalvåret i forhold til fryse/tine påvirkning.



Hvis rehabilitering ikke kan igangsettes innen kort tid, bør slike skader hugges ned og sikres for videre utvikling. HMS kravene til krematoriet bør inkorporeres med tiltak for nedfall.



Skade med stor nedfallsfare. Arealet er blitt rensset og må sikres for videre utvikling i underliggende kvaliteter.



Etter rensing og nedhugging



En del alvorlig armeringskorrosjon som står blottlagt for videre utvikling i omliggende skadebilde med sprekker og bomfelt.



Nedfall fra fasaden over inngang til krematoriekjeller. Nedfallet kan observeres både som nytt nedfall og gammelt. Blottlagt armering med større omliggende bomfelt og slipp i underpuss.



Større felt med slipp over vinduer. Antatt pågående korrosjonsutvikling i overliggere.



Større felt med armeringskorrosjon, bom med stor nedfallsfare.



Opprinnelig sprekk som har fått utviklet seg til en større skade. Det er blitt observert et omfattende skadebilde i forbindelse med inngangspartiet til krematoriekjeller. Opprinnelig er det påført mekaniske skader etter tekking med utvikling over tid. Underliggende kvaliteter i tilbygget ser ikke ut til å være i samkjørende kvalitet med den mineralske sluttpussen. Kvalitetene i tilbygget er ikke kjent.



Kapillar oppsug i sokkel har noen steder også trukket opp i mineralittsjiktet.



Opprinnelig riss etter tekking har utviklet seg til en større skade med spredning i underpuss og større bomfelt.



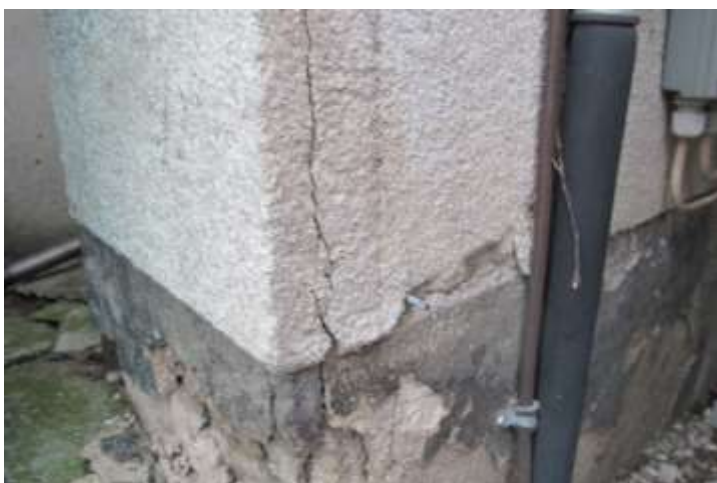
Eksempler på lite heldig mekanisk påført skade for en mineralittfasade.



En liten bolt kan føre til store skader



Nyere slipp med underliggende armeringskade i innlagt pussarmering.



Gjennomgående sprekker som er på vei ut.



Gjennomgående sprekk som er rast ut



Alvorlig armeringskorrosjon med svekkelser opp til 30 %



Underpuss og mineralittpuss har sluppet og falt ned. Selv små pussbiter fra denne høyden kan føre til alvorlige personskader. Under ser man tydelig utvikling

skadebildet som også har bredt seg ned langs siden av vinduet. Omliggende bomfelt både på vegglivet og på søylen til høyre.

#### Oppsummering

Bomfelt	30 %
Skader med armeringskorrosjon	25 %
Sprekker og riss	35 %

#### 7.4 Fasade mot vest:



Også på denne fasaden ser vi skader som har medført nedfall fra store høyder, men i mindre grad en for fasade mot øst. Alvorlig armeringskorrosjon i overligger.





Det visuelle inntrykket for denne fasaden er at den fremstår som den beste på bygget og utgjør et mulig bevaringspotensiale. Ved nærmere undersøkelser og strykning av fasaden viste det seg at den har de største bomfeltene på bygget. Mineralittpussen har dog beskyttet større utvikling av synlige skader, men det bør avklares om bommen skyldes opprinnelige påføringsproblemer, eller om det er underliggende utvikling som er årsaken til de store bomfeltene, som ennå ikke er så omfattende at pussene har gitt etter.



De største arealene med sprekker og riss kan observeres i gesimsovergang tak murliv. Dette problemet er gjennomgående for hele bygget i denne overgangen. Utviklingen med inntrenging av vann på baksiden av pusslagene er gjennomgående årsak til de dypere skadene med blottlagt armering og korrosjon i utvikling.



Større bomfelt rundt det ikoniske «runde vinduet» med underliggende skader som er i ferd med å sprengne ut pusslagene.



Stort bomfelt i søylen, med armeringskade. Omliggende areal ser helt uberørt ut. Funnet forsterker mistanken om at det pågår forringelser i underliggende lag uten at mineralittpussen er påvirket i større grad. Tolkingen av bomfeltene for denne fasaden påvirkes av slike funn.



Opprinnelige skader i sokkel sprer seg videre opp til mineralittfasaden.



Det observeres en rekke mekanisk påførte skader i byggets vegggliv. Det er svært viktig at innfestingsmetoder og materialer gjøres på byggets premisser. Større skader er observert rundt slike tilførte elementer i fasaden.



Oppståtte sprekker etter innfesting, utvikling til større korrosjonsskade. Åpne hull og nyere innfesting av renne. Hullene må tettes.



Opprinnelig er hjørnene pusset mot, og ikke rundt hjørnet, som vi i dag anbefaler. Særlig i søylene er det observert en god del sprekker, riss og avskalling som et resultat av denne påføringsmetoden. Ved en rehabilitering er det vesentlig å arbeide etter en god beskrivelse for denne type problematikk slik at dette kan unngås i størst mulig grad. Dette gjelder også vindussmyg og hjørner.



Innsetting av dør i overgang mot tilbygg er ikke utført med materiell som er i tråd med den mineralske fasaden. Det observeres skadeutvikling både i overgangen mellom nye og gamle sjikt, samt større sprekke-dannelser over dør og i hjørner.

#### Oppsummering

Bomfelt	65 %
Skader med armeringskorrosjon	15 %
Sprekker og riss	20 %

## 8. Prøver og analysefunn

### Generelt

Betong brytes ned over tid, og har behov for vedlikehold og reparasjon. Det er generelt stor variasjon i betongkvaliteten i ulike bygningskropper. For å finne riktig sammensetning i betongen er det blant annet viktig å ta prøver av betongkvaliteten.

I forbindelse med tilstandsvurderingen ble det tatt kjernep prøver av betongen.

Vanlig pH-verdi i en betongkonstruksjon er 12-13, som igjen fører til at det oppstår en beskyttende oksydhinne på armeringsstålet. Denne evnen til å beskytte armeringen mot korrosjon er en av betongens viktigste egenskaper. Avhengig av betongens tetthet, trenger CO<sup>2</sup> fra luften innover i betongen og reagerer med kalsiumhydroksyd i betongen. Produktet av reaksjonen er kalsiumkarbonat CaCO<sup>3</sup>, som kalles karbonatisering og fører til at betongens pH-verdi reduseres til 9. Ved en slik pH-verdi brytes oksydhinnen rundt armeringsstålet ned, og ved en pH på 8.3 gir ikke betongen armeringen noen beskyttelse. Betongen er fullkarbonatisert. Overdekningens tykkelse og betongens tetthet er avgjørende for hvor hurtig karbonatisering brer seg innover i betongen. Forhold som sår og riss i overdekningen vil være med på å akselerere karbonatiseringsprosessen.

Bygninger utsettes for kloridangrep, og en kloridinntregning av frie klorider kan forårsake korrosjon på armeringen selv om betongen ikke er karbonisert. Tettheten til betongen er av stor betydning for et evt. kloridskadeomfang. De vanligste klorider betong utsettes for er fra forurensning, veisalt, sjøvann eller kloridbaserte tilsetningsstoffer.

### Prøveuttak fra Hamar Krematorium

#### Prøvene er merket:

1. Øst 1
2. Øst 2
3. Øst 3
4. Vest 4
5. Søyle Vest
6. Nord Gavl
7. Syd Gavl

**Vårt oppdrag har vært å måle:**

- Karbonatiseringsdybder
- Kloridanalyser
- Overdekning

Under følger en kort beskrivelse av prøvene

**Karbonatisering**

Karbonatisering er en naturlig prosess som skjer med sement der sement ønsker å gå tilbake til sin opprinnelige form som kalk. Når en lager sement brennes  $\text{CO}_2$  bort fra kalkstein og det dannes alkalier av  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (og i små mengder alkalier av  $\text{NaOH}$  og  $\text{KOH}$ ). Over tid trenger  $\text{CO}_2$  fra luften gradvis inn i betongen og reagerer med alkaliene. Det dannes da lettløselige karbonater av Na og K som kan ha pH-verdier opp mot 10-10,5 selv i små mengder. Den store omdannelsen skjer når  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  reagerer med  $\text{CO}_2$  og danner tungtløselig  $\text{CaCO}_3$  (kalk). Da har pH-verdien kommet ned i ca. 8-8,5. Sementen vil da ikke lenger opprettholde passivfilm på stålet og jern kan korrodere.

Over tid kan så konstruksjonen tilføres svovelforbindelser og kalken kan da bli omdannet til Gips ( $\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ). I denne prosessen reduseres pH-verdien ytterligere til ca. 4-5 og betongen mister deler av sin fasthet.

**Kloridanalyser**

Kloridanalyser utføres for å se om det kan være tilstrekkelige mengder frie  $\text{Cl}^-$  ioner i porevannet til at eventuelle passivfilm på stålet kan brytes. Kloridioner i porevannet kan også føre til at «frostmotstanden» kan være redusert.

**Resultat.**

Det er tatt 7 stk. kloridanalyser fra kjernene. I kerne Vest 4 er det funnet litt klorid som tilsvarer ca. 0,015 % av betongvekten. I de øvrige analysene er kloridinnholdet tilnærmet null.

Det vil si at kloridinnholdet er så lavt at det ikke er direkte årsak til armeringskorrosjon eller redusert «frostmotstand».

I karbonatisert betong kan selv små mengder kloridioner føre til øket korrosjonshastighet.

## Armeringsoverdekking

Avstand fra ytterflate til armering er vist på de prøvene som inneholdt jern.

**For måling av karbonatiseringsdybder og andre prosesser som endrer pH-verdien i poresystemet, har vi benyttet 2 ulike indikatorvæsker:**

1. Fenolftalein (Deep Purple Indicator) som endrer pH verdi ved ca. 9 +/-.
2. Rainbow Indikator som danner ulike farger i hh til pH-verdi i underlaget.

### Deep Purple Indicator

Color:



pH:

8.5 to 9.5

### Rainbow Indikator

Color:



pH:

5

7

9

11

13



**Bilde 1** Kjerne merket Gavl Syd. Mineralittpuss øverst. Motsatt side synes å ha stått mot kork-isolasjon.



**Bilde 2** Kjernen er splittet med meisel og hammer. Bruddflatene er påsprøytet med Regnbueindikator (pH-indikatorvæske).  
pH-verdien er redusert til ca. 9 inn til dybde ca. 45mm. Ytterste del mot mineralittpuss synes å ha pH-verdi ned mot 5, noe som kan indikere begynnende omdannelser til gips. Fasthet i både betong og puss synes å være god.

**Kloridanalyse et tatt på betongstøv boret ut ca. 30mm innenfor mineralittpussen.**  
**Kloridinnholdet er tilnærmet null.**



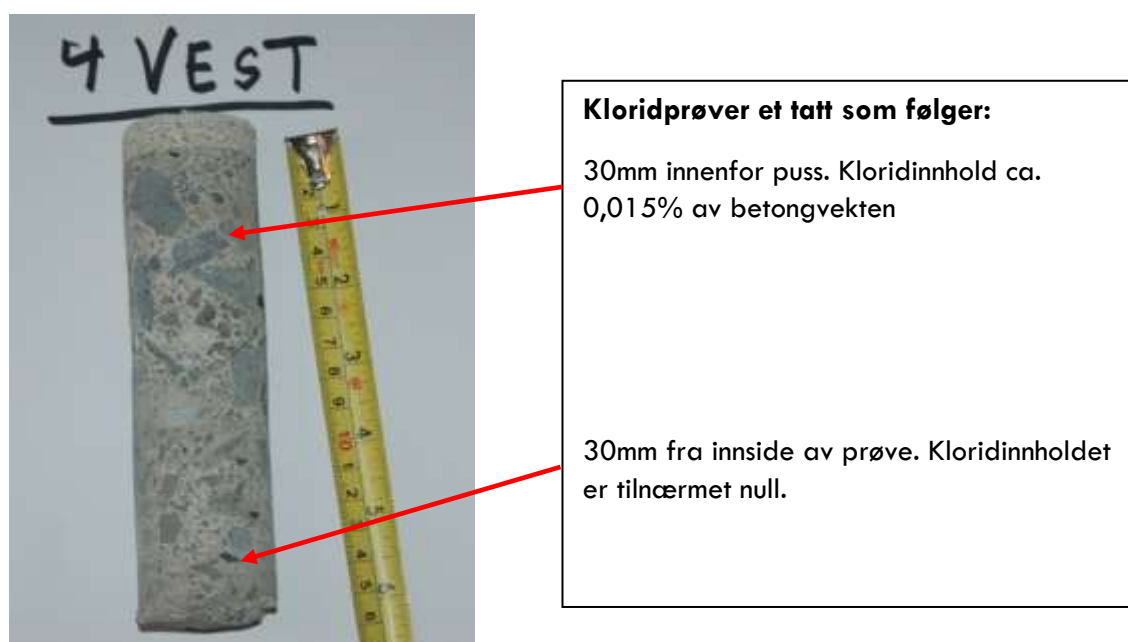
**Bilde 3** Kjerne merket Gavl Nord. Øverst synes betongen å være pusset med en k/c-puss før mineralittpuss er lagt. Betongoverdekning inn til armering synes å være ca. 55-60mm.



**Bilde 4** En ser at pH-verdien i betongoverdekningen er 12-13.  
Dette vil si at armering er korrosjonsbeskyttet.  
Pussen under mineralittpuss synes å ha lavere pH-verdi enn 5, noe som tyder på benyttende omdannelser videre fra kalk mot gips.

**Kloridanalyse et tatt på betongstøv boret utved.**  
**Kloridinnholdet er tilnærmet null og ingen korrosjonskader kan observeres.**

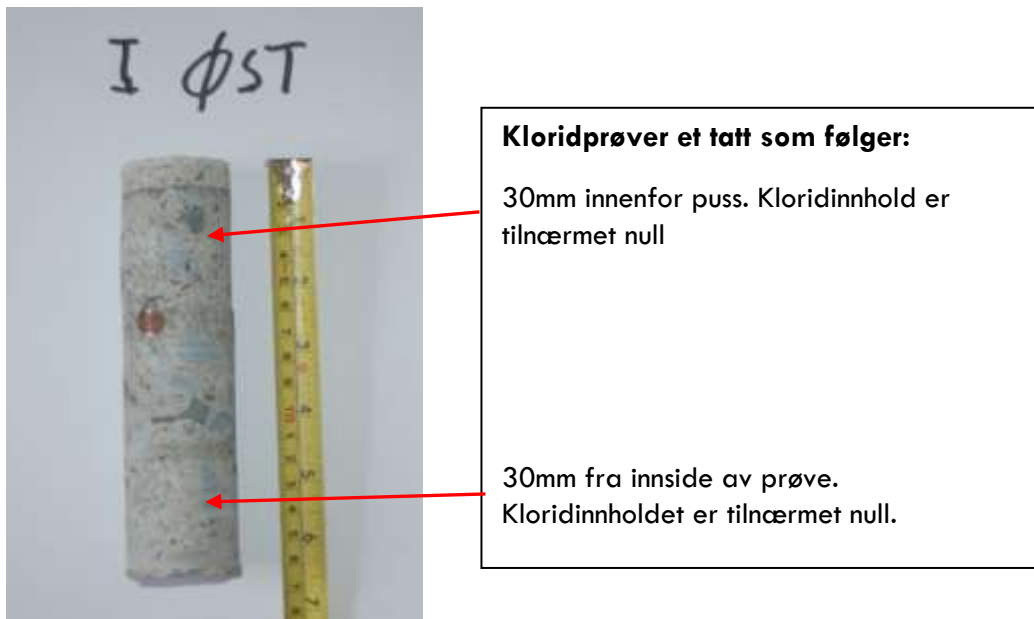




**Bilde 5** Kjerne merket 4 Vest synes å ha tilfredsstillende fasthet. En del usystematiske porer er synlig i overflaten. Pussen har god heft til betongen.



**Bilde 6** Under boring av støv for kloridsanalyser, gikk kjernen i oppløsning. Bruddflatene er påsprøytet Regnbueindikator. Fargene viser at hele betongkjernen er karbonatisert. Det er noe flekker med høyere pH-verdier. Dette kan en ofte finne på gamle betongkonstruksjoner der utstøpning og komprimering har vært ujevn. Områder der eldre grov sement ble godt komprimert, vil karbonatisering ta svært lang tid, mens i tilstøtende områder med mer porøs betong, har  $\text{CO}_2$  hatt god tilgang og all sement er karbonatisert.



**Bilde 7** Kjerne merket Øst 1. Betongoverdekning til armering er 50-60mm.



**Bilde 8** Venstre bruddflate er påført Regnbueindikator, men høyre bruddflate er påført Fenolftalein. Armeringen ligger bruddflaten. En ser at betongen er karbonatisert til dybde 50-60mm, dvs inn til armeringen. Bilde til høyre er en forstørrelse av overdekningen påført Regnbueindikator. En ser at det inn mot armeringen er et lite område med pH-verdi ca. 13. Utenfor ser en et område med pH-verdi ca. 8-9. Dette viser at det er dannet kalk og jern i slik betong vil ikke ha intakt passivfilm. Ytterst mot puss ser en at pH-verdien er kommet ned mot 4-5. Dette tyder sterkt på at kalken har reagert videre med sulfater og at gipsforbindelser er dannet. Dannelse av gips vil gradvis svekke fastheten.

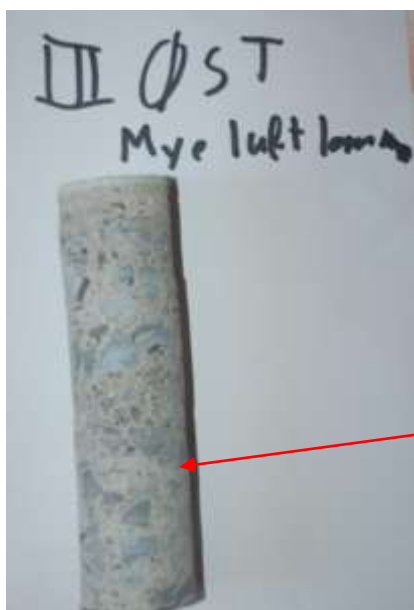


**Bilde 9** Kjerne merket Øst 2. Pussen er borte og betongoverdekningen er porøs. Armeringen har vært utsatt for korrosjon.



**Bilde 10** Bruddflatene er påført Fenolftalein. Karbonatiseringsfronten er dypere enn armeringen og jernet har korrodert.

Der betongen rundt armeringen er karbonatisert, er det stort sett fuktnivået i nærliggende betong som bestemmer korrosjonshastigheten.



Støv er boret ut midt i kjernen

Kloridinnholdet er tilnærmet null

**Bilde 11** Kjerne merket Øst 3. Visuelt kan en se mye vilkårlige luftflommer i snittflaten. Det er en intakt minerallittpuss øverst.



**Bilde 12** Indre del av kjernen er karbonatisert. Midtre del er ikke karbonatisert og under minerallittpussen er betongen karbonatisert ca. 35-50mm



**Bilde 13** Kjerne merket Søyle Vest. Kjernen er gjennomgående i søylen med puss i begge ender.



**Bilde 14** Høyre side er karbonatisert ca. 40mm.  
Venstre side er karbonatisert ca. 60-70mm.  
Ingen armering i kjernen

## 9. Forslag til utbedringstiltak for alle fasader

- Alle fasader som skal rehabiliteres må rengjøres. Rengjøringen bør utføres med høytrykksspyling fra stillas. Vi anbefaler et vanntrykk fra 50 – 60 bar og kalkdyse skal anvendes. Vannstrålen skal vakumtilsettes ca. 5 til 10 % kalsium – magnesium – karbonat, CaMg (CO<sup>3</sup>)<sub>2</sub>.
- Før rengjøring anbefales påføring av sopp- og algedrepingsmiddel, som påføres fasadene minimum 24 timer før rengjøringen starter.
- For fasadedeler hvor det er gitt en anbefaling på enten delpussing eller helpussing /heltrekking av fasaden må nødvendig omfang for nedhugging av eksisterende mineralittpuss vurderes i hvert enkelt tilfelle. All løs puss / bom ned hugges. Mineralittpuss og underpuss med vedheft slipp skal fjernes ved utskjæring rundt bomfelt før utmeisling. Alt løst materiale fjernes og tilstøtende flater rens kjæres /hugges for å få en pen overgang mellom gammel og ny puss.
- Ved nedhugging av puss ved / rundt større riss skader (lange riss) må all puss hugges /skjæres ned langs hele riss skaden samt i et område på 750 mm over og under riss skaden. Mineralittpuss og underpuss skal fjernes ved utskjæring før utmeisling. Alt løst materiale fjernes og tilstøtende flater renskjæres / hugges for å få en pen overgang mellom gammel og ny puss.
- Ved slemming og underpuss som underlag for mineralittpuss der fasaden skal del- eller helpusses må tykkelsen tilpasses slik at utenpåliggende mineralittpuss vil flukte med eksisterende mineralittpuss.
- Ved slemming og underpuss som underlag for mineralittpuss i vindussmyg, må tykkelsen tilpasses slik at utenpåliggende mineralittpuss vil flukte med eksisterende mineralittpuss. Ved skadet puss mot sålbenk i smyg skal ny underpuss gjenoppbygges ned til oppkant sålbenkbeslag.
- Ved slemming, underpuss og armeringsnett- / duk som underlag for mineralittpuss ved store riss skader skal tykkelsen tilpasses slik at underpussen flukter med eksisterende mineralittpuss. Armeringsnettet skal dekket av minimum 2 mm underpuss. Det må vurderes om ytterligere reparasjonstiltak med hensyn til riss skaden er nødvendig.
- Eventuelle skader i underliggende betong må utføres etter egen beskrivelse.

### Arbeidsoperasjonene ved påføring av ny mineralittpuss:

- Etter grundig rengjøring av opprinnelig mineralittpuss og reparasjonsfelter påført korrekt slemming og underpuss, vil inndelingen av fasaden foregå sammen med byggeleder.

- Etter inndeling av feltstørrelser tilmåles trelister som avgrensner de aktuelle areal. Den nye mineralittpussen leveres ferdig som tørrmørtel og skal bearbeides på vanlig måte på riggplass / stillas / byggeplass.
- Den korrekt utblandete mineralittpussmørtel kastes på rengjort overflate og trekkes på underlaget med et stålbrett.
- Etter bearbeiding med grovfils brett skal mørtelen sette seg og komprimeres for å oppnå den størst mulige tetthet av tilslagsmaterialet.
- Etter at pussflaten har satt seg, fjerner man overflødig slemme fra overflaten. Prosessen skal gjentas og krever god kunnskap fra utførende murer i forhold til å vurdere når de forskjellige prosessene skal utføres. Etter ytterligere kontrollert setning og fuktighetskontroll, foretas en avvasking med tilmålt syre, slik at mineraltilslagene fremtrer som en fin behugget overflate.
- Herdetiden overvåkes nøye
- Prosessen avsluttes ved at man foretar utfuging av de etablerte hjelpefuger mellom feltene som må trekkes i en operasjon.
- Etter ytterligere 3 - 5 døgn herdig og tørk, avhengig av temperatur, er ferdig overflate klar for impregnering.

For å sikre en jevn påføring av mineralitten og for å oppnå gode resultater skal pussarbeider foregå frostfritt, og ved temperatur over 5 C°.

Det er svært få murentreprenører som behersker teknikken / metoden med påføring av mineralittpuss, så man anbefaler opplæring og nøye overvåking i oppstartsfasen.

I forbindelse med nødvendig rehabilitering av Hamar Krematorium bør det lages en helhetlig plan for alle bygningselementer som planlegges, og hvilken rekkefølge som er best for å oppnå et langvarig og godt resultat.

Planen bør innbefatte sokkel, tak, vinduer, fasader, tekking og rennesystem. Det er vesentlig for en lang levetid (opp til 100 år) for mineralittpuss at mekaniske skader ikke tilføres, særlig like etter en kostbar rehabilitering. Det er også viktig å planlegge overgang tak/murliv, slik at mineralittpussen blir trukket helt opp i forbindelse med overganger.

De mange skadene i overliggerne for vindusfeltene bør også utføres før vinduene rehabiliteres, som igjen bør utføres før skadene pusses ut med slutt puss. Tetting rundt vinduene og vindustekking er også vesentlig for å få et godt resultat for mineralittpussen.

## 10. Konklusjon

Hamar Krematorium har et skadebilde som er svært varierende i hastegrad. Både av visuelle hensyn og teknisk/økonomiske hensyn er det ikke å anbefale og igangsette tiltakene i henhold til standardens klassifisering. Et rehabiliteringsarbeid som skal utføres i tråd med verneverdien og et godt langvarig resultat for eier, bør utføres i én operasjon for alle fasader, uavhengig av hastegrad for enkelttiltakene.

En del av skadene er til fare for skade på 3. person, og eiers ansvar for å sikre ansatte og publikum for offentlige bygg er krevende.

Vi har vurdert at ca. 10 % av skadene medfører fare for nedfall innenfor en tidsramme på 0-3 år, avhengig av miljømessig påvirkning. Disse skadene settes TG3KG3.

Eier må utføre sikringstiltak eller avsperring, og holde utviklingen under nøye observasjon hvis ikke rehabilitering igangsettes innenfor 1 år.

Vi har utført en nøye vurdering av delpussing, for å bevare eksisterende kvaliteter, og heltrekking for å bevare underliggende kvaliteter og forlenge den generelle levetid for et samlet bygg. Det er alltid vanskelig å sette antikvariske krav til bevaring opp mot de byggetekniske krav. I dette tilfellet har usikkerheten for bakenforliggende skader i fasaden mot øst vært utslagsgivende for et samlet råd (se kapittel 7.4). Denne fasaden startet med et svært positivt visuelt inntrykk, med godt potensiale til deltrekking og bevaring av eksisterende puss. Etter utført befaring var dette inntrykket endret, da store bomfelt ble funnet både areal med bom mellom underpuss og mineralittpuss og areal med bom mellom betong og underpuss.

Samlet skadeomfang og bomfelt, samt pågående armeringskorrosjon både i pussarmering, overliggere og betong armering er vurdert og vår konklusjon er at bygget bør heltrekkes for å bevare konstruksjon og unngå utvikling av nye skader i en gammel puss.

Resultatene fra prøvene viser også gipsproblematikk i kalken, som i dag ikke i stor grad påvirker, men som i et nytt 50 – 100 års perspektiv vil gi behov for at eventuell gjenstående eksisterende kvaliteter må skiftes ut. Prøvene viser også nærmest 0 kloridproblematikk, som må ivaretas på best mulig måte. Karbonatiseringsgraden er stor i mange areal og må ivaretas i forbindelse med detaljprosjektering av en kommende rehabilitering.

Vi anbefaler at vi sammen med antikvariske myndigheter pekers ut et mindre areal på en del av bygget som er å betrakte som «uskadet». Der vi bevarer eksisterende kvaliteter og legger forholdene til rette for en opprettholdelse av kvalitetene i et 10 til 20 års perspektiv. Et slikt referensefelt vil både kunne dokumentere eksisterende



bygg, etter 75 år, samt være et felt der en kan observere eventuell utvikling i kommende (opp til) 25 år.

Det er vesentlig for å bevare eksisterende kvaliteter at all rehabilitering foregår på byggets premisser og at den mineralske oppbyggingen ivaretas. Tilføring av plastmodifiserte produkter har eiendommen allerede erfaring med, og skadeutviklingen i disse arealene er omfattende.

Det er en unik mulighet for eier til å ivareta de gode kvalitetene som finnes i konstruksjon og underliggende kvaliteter hvis nødvendige rehabiliteringstiltak igangsettes inne kort tid.

Med et godt rehabiliteringsprosjekt, sammen med gode fremtidige vedlikeholdsrutiner vil kunne sikre Hamar Krematorium for kommende generasjoner. En ny opp pusset fasade vil i tillegg løfte dette monumentale bygget til glede for alle brukere i mange år med den vakre hvite mineralittpussen.

Vi gjør oppmerksom på at tilgjengelig lift ikke rakk inn i hukk over hovedinngang, dette arealet er derfor ikke kontrollert mekanisk, kun visuelt.

***Note: Tegninger, alle fotos og utarbeidet mineralittprøver sendes i separat sending som underliggende dokumentasjon.***