

Rehabilitering av kulturhistoriske betongkonstruksjoner

Innhold

Denne anvisningen beskriver aspekter som bør vurderes og vektlegges ved rehabilitering av kulturhistoriske betongkonstruksjoner med verneverdi, heretter bare kalt kulturhistoriske betongkonstruksjoner. Hensikten er å unngå at rehabiliteringen fører til tap av viktige kulturmiljøverdier eller gjør uopprettelige skader på betongkonstruksjonen. Anvisningen beskriver også ulike rehabiliteringsmetoder og deres konsekvenser og utfordringer ved rehabilitering av kulturhistoriske betongkonstruksjoner.

Målgruppa for anvisningen er fagpersoner uten spesialkompetanse på rehabilitering av kulturhistoriske betongkonstruksjoner.



Villa Stenersen i Oslo stod ferdig i 1939. Boligen er en av Norges fremste representanter for internasjonal modernisme og funksjonalisme. Fordi boligen har stor arkitektonisk verdi er den blitt fredet av Riksantikvaren. Tilstandskontroll av østfasaden avdekket omfattende korrosjonsskader i betongkonstruksjonen. Betongrehabilitering ble utført med blant annet mekanisk reparasjon og elektrokjemisk realkalisering. Arkitekt: Arne Korsmo. Foto: Annar Bjørgli/Nasjonalmuseet

1 Bakgrunn

Betong har vært et dominerende byggemateriale fra begynnelsen av 1900-tallet, og betongkonstruksjoner fra ulike tidsperioder er en viktig del av vår kulturarv. Det er derfor viktig å sikre at rehabiliteringstiltak ikke svekker de kulturhistoriske verdiene.

Tidligere betraktet man betong nærmest som et evigvarende materiale, men betong brytes ned som alle andre materialer. Se Byggforvaltning 720.105.

Rehabiliteringstiltak vil før eller senere bli nødvendig på kulturhistoriske betongkonstruksjoner, og slike arbeider kan medføre betydelige inngrep.

Ved rehabilitering er det viktig å ivareta de kulturhistoriske verdiene på en best mulig måte. Hvilke aspekter som bør vurderes og legges vekt på ved valg av rehabiliteringsmetode, er nærmere omtalt i pkt. 4.

Selv om en betongkonstruksjon ikke er underlagt formelt vern, kan den likevel ha en kulturhistorisk verdi, og aspektene omtalt i pkt. 4 bør vurderes ved vedlikehold og reparasjoner.

2 Avklaring av vernestatus og samarbeid med kulturmiljøforvaltningen

21 Vernestatus

Kulturhistoriske betongkonstruksjoner kan ha ulike grader av formelt vern: fredet eller vernet gjennom reguleringsplan.

Fredning er den strengeste formen for formelt vern og er utført med hjemmel i kulturminneloven. Fredning innebærer at alle inngrep/endringer på konstruksjonen som går ut over vanlig vedlikehold, må godkjennes av kulturmiljømyndigheten – som regel fylkeskommunen, eller Riksantikvaren for utvalgte kulturhistoriske konstruksjoner.

Kommunen kan formelt verne en kulturhistorisk konstruksjon gjennom plan- og bygningsloven ved regulering til hensynssone bevaring.

Andre virkemidler for vern er statlige verneplaner og listeføring. Betegnelsene verneverdig og bevaringsverdig betyr det samme, men gir ikke alene et formelt vern. Begrepene brukes gjerne om konstruksjoner som har gjennomgått en kulturhistorisk vurdering og er tillagt en verneverdi.

22 Vernets formål og omfang

Ved rehabilitering av kulturhistoriske konstruksjoner er det vesentlig å avklare konstruksjonens vernestatus allerede ved oppstart av prosjektet. Derrest er det viktig å avklare vernets formål og omfang. Formålet beskriver hva som er begrunnelsen for at konstruksjonen har verneverdi. Omfanget angir om vernet gjelder hele eller deler av konstruksjonen.

23 Rolleavklaring og samhandling med kulturmiljøforvaltningen

Kulturmiljøforvaltningens (Riksantikvaren, fylkeskommunen eller kommunen) ansvar er å sikre at rehabiliteringsarbeidene ikke svekker de kulturhistoriske verdiene ved konstruksjonen. Videre er kulturmiljøforvaltningen en faglig ressurs ved gjennomføring av rehabiliteringsarbeider. Derfor er det avgjørende for en god prosess og et godt resultat å avklare roller og etablere en god dialog med kulturmiljøforvaltningen gjennom hele prosessen – fra planlegging og prosjektering til utførelse. Dialog skaper en felles forståelse for utfordringer, muligheter og begrensninger i prosjektet. I dialogen med kulturmiljøforvaltningen bør det være en fast kontaktperson på begge sider for å sikre en smidig og kontinuerlig prosess.

3 Grunnlag for rehabilitering

31 Tilstandsanalyse

For å vurdere hvilken metode som er best egnet for rehabilitering av betongkonstruksjonen, må det utføres en tilstandsanalyse. Se Byggforvaltning

720.111. Hensikten er å kartlegge betongens tilstand med hensyn til skadeårsak, skadeomfang og skadekonsekvens samt avklare eventuell vernestatus og kulturhistoriske verdier. En grundig tilstandsanalyse gir et godt grunnlag for å vurdere aktuelle rehabiliteringstiltak for bevaring av konstruksjonens kulturhistoriske verdier.

32 Historisk kildemateriale

I forkant av en rehabilitering må man samle inn mest mulig historisk kildemateriale om den opprinnelige konstruksjonen. Det vil ha betydning for hvilke tiltak man kan sette i gang og hvordan rehabiliteringsarbeidene kan utføres.

Historisk kildemateriale kan være originaltegninger og arbeidsbeskrivelser, fotografier, materialprøver/-analyser, årsskrift, referater og protokoller fra byggingen samt oversikt over endringer gjennom konstruksjonens brukstid. Historisk kildemateriale kan gi informasjon om:

- opprinnelige materialer (typer, materialsammensetning og materialegenskaper)
- materialoppbygning
- farger
- overflatestruktur
- konstruksjonsprinsipp
- utførte endringer over tid

33 Tillatelse til gjennomføring av tiltak

Gjennomføring av rehabiliteringsarbeider på kulturhistoriske konstruksjoner med formelt vern forutsetter at det foreligger en godkjenning fra kulturmiljøforvaltningen.

Kulturmiljøforvaltningen gir retningslinjer for hva slags informasjon en søknad om tillatelse til gjennomføring av tiltak skal inneholde og saksbehandlingstiden som kan forventes. Rehabiliteringstiltaket kan i tillegg medføre krav om søknad i henhold til plan- og bygningsloven. Dette må i hvert enkelt tilfelle avklares med kommunens byggesaksavdeling.

34 Prøvefelt eller prøveprosjekt

Før man går i gang med rehabilitering av en kulturhistorisk konstruksjon i full skala, bør man gjennomføre et prøveprosjekt eller et prøvefelt på et begrenset areal på konstruksjonen – dette for å vurdere i hvilken grad ulike utbedringsmetoder eller valgt metode kan oppfylle de antikvariske kravene til rehabilitering av konstruksjonen. Et prøveprosjekt eller prøvefelt er viktig for å unngå at rehabiliteringen fører til uopprettelige skader på konstruksjonen og tap av viktige kulturminneverdier, men også for å sikre at den håndverksmessige utførelsen blir som forventet. Se fig. 34.

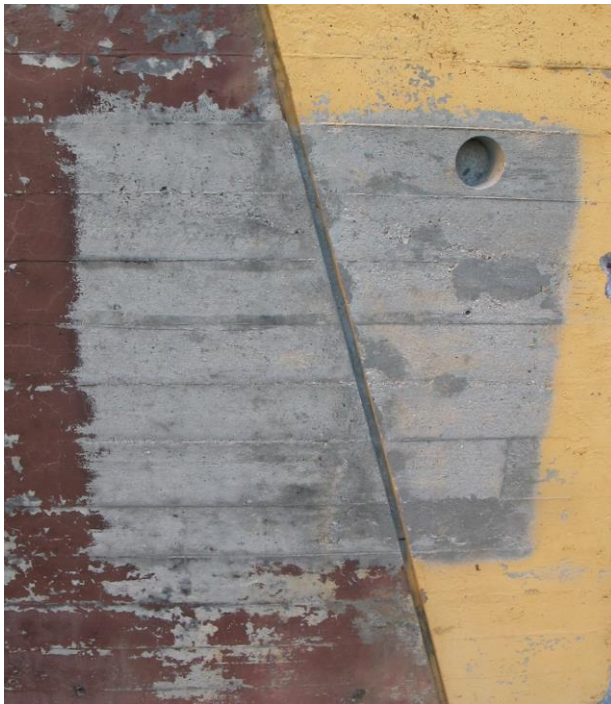


Fig. 34

Prøvefelt for forbehandling for en yttervegg med bordforskaling. Foto: Stærk & Co AS

35 Anbefalte krav til kompetanse

351 Krav til prosjekterende

Gjennomføring av tilstandsanalyse og prosjektering av rehabiliteringsarbeider på kulturhistoriske betongkonstruksjoner må utføres av kvalifiserte personer med nødvendig kompetanse og erfaring med denne type arbeider. Den eller de som skal gjennomføre tilstandsanalysen eller prosjektere rehabiliteringsarbeidene, må samlet ha god konstruksjonsforståelse, og kunnskap og erfaring med:

- grunnleggende betongteknologi og nedbrytningsmekanismer
- materialhistorie, kulturhistorie og byggemetoder
- kulturminnelovgivningen
- gjennomføring av tilstandsanalyse av kulturminner i betong
- ulike metoder for beskyttelse og reparasjon av kulturminner i betong
- standardverket

I tillegg må det stilles krav til formalkompetanse. God formalkompetanse vil være bachelor- eller mastergrad innen bygg og anlegg, materialteknologi eller elektroteknikk. Erfaring bør dokumenteres med minst tre referanseprosjekter.

Ved søknadsplikt etter plan- og bygningsloven har lovverket egne krav til kompetanse, erfaring og styringssystem i foretaket.

352 Krav til utførende

For betongrehabiliteringsarbeider må den utførende dokumentere kompetanse i henhold til kompetansekravene i de nasjonale tilleggene til NS-EN 1504-9, NS-EN 14038-1 og NS-EN 14038-2. Dette er omtalt i Byggforvaltning 720.125. I tillegg må den utførende dokumentere kunnskap om:

- materialhistorie, kulturhistorie og byggemetoder
- kulturminnelovgivningen
- ulike metoder for beskyttelse og reparasjon av kulturhistoriske betongkonstruksjoner

Alternativt kan kompetanse om rehabilitering av kulturhistoriske betongkonstruksjoner dokumenteres med fagskoleutdanning. Erfaring bør

dokumenteres med minst tre referanseprosjekter.

Ved søknadsplikt etter plan- og bygningsloven har lovverket egne krav til kompetanse, erfaring og styringssystem i foretaket.

4 Ulike aspekter som bør vurderes ved rehabilitering av kulturhistoriske konstruksjoner

41 Generelt

Sammen med kulturmiljøforvaltningen må det avklares hvilke aspekter som må vurderes og prioriteres ved rehabilitering av kulturhistoriske betongkonstruksjoner. Man bør vurdere følgende aspekter (uprioritert rekkefølge):

- arkitektonisk kvalitet, se pkt. 42
- inngrep, se pkt. 43
- endring, se pkt. 44
- materialbruk, se pkt. 45
- reversibilitet, se pkt. 46
- lesbarhet, se pkt. 47
- byggemetode, se pkt. 48
- opprettholde funksjon, se pkt. 49

42 Arkitektonisk kvalitet

Med arkitektonisk kvalitet menes konstruksjonens form, uttrykk, karakter og særpreg på alle nivåer fra overordnet arkitektur til detaljert overflatestruktur.

43 Inngrep

Med inngrep menes alle arbeider som medfører fjerning av opprinnelige materialer. Det er et overordnet antikvarisk prinsipp å begrense inngrep i opprinnelig konstruksjon til det som er nødvendig.

44 Endring

Med endring menes tilføring av nye materialer og materialsjikt til den opprinnelige konstruksjonen. Fra et antikvarisk ståsted er det ofte bedre å tilføre nye materialer enn å fjerne de opprinnelige. Tilføring av nye materialer og materialsjikt innebærer ofte også behov for inngrep, se pkt. 43, for eksempel fjerning av overflatehuden ved forbehandling.

45 Materialbruk

Det er et overordnet antikvarisk prinsipp at man skal erstatte materialer likt mot likt. I forbindelse med betongrehabilitering er det ofte vanskelig å videreføre den opprinnelige materialsammensetningen og materialegenskapene fordi delmaterialene kan være utilgjengelige eller ødeleggende for konstruksjonen, for eksempel kloridholdige tilsetningsstoffer eller reaktivt tilslag.

I mange tilfeller blir man nødt til å benytte nye materialer som avviker fra de opprinnelige materialene både med hensyn til sammensetning og egenskaper, men det er et mål å legge seg så nær opprinnelige materialer som teknisk mulig.

46 Reversibilitet

Med reversibilitet menes i hvilken grad rehabiliteringstiltaket eller deler av tiltaket kan fjernes i ettertid uten at det påfører den opprinnelige konstruksjonen endringer eller skader.

47 Lesbarhet

Lesbarhet angir i hvilken grad det er mulig å forstå hva som er reparert og hva som er opprinnelig uten å ha kjennskap til historikken til konstruksjonen. I visse

sammenhenger kan det være ønskelig å kunne «lese» reparasjonene. Ved rehabilitering av betongkonstruksjoner er det ofte et overordnet mål at rehabiliteringstiltakene skal være minst mulig synlige, det vil si ha liten lesbarhet, slik at de ikke forstyrrer kulturminnets arkitektoniske kvaliteter. Se pkt. 42.

48 Byggemetode

Med byggemetode menes metoder og materialer som ble benyttet til produksjon av betongen og utførelse av betongarbeidene. Det kan blant annet omfatte støpeteknikk og forskalingsløsning.

Det er først og fremst aktuelt å vurdere byggemetode der man fjerner hele eller deler av en konstruksjonsdel, for eksempel en søyle, for så å bygge den opp igjen.

Det er et overordnet antikvarisk prinsipp å videreføre opprinnelige byggemetoder og dimensjoner der det er mulig.

49 Opprettholde funksjon

Rehabiliteringsarbeidene kan ha en permanent negativ påvirkning på betongkonstruksjonens funksjoner.

Det er et antikvarisk prinsipp å ivareta konstruksjonens opprinnelige funksjon. Det betyr at det er ønskelig at betongkonstruksjonen etter rehabilitering skal virke på samme måte som opprinnelig, både bæremessig og konstruksjonsmessig.

Rehabiliteringen kan medføre begrensninger for videre bruk av konstruksjonen, for eksempel som følge av redusert bæreevne.

5 Konsekvenser og utfordringer ved de ulike reparasjonsmetodene

51 Generelt

De ulike aspektene nevnt i pkt. 4 vurderes for metodene:

- forbehandling, se pkt. 52
- mekanisk reparasjon, se pkt. 53
- overflatebehandling, se pkt. 54
- elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk, se pkt. 55
- katodisk beskyttelse, se pkt. 56
- utstøping av ny konstruksjonsdel, se pkt. 57

En rehabilitering vil som regel omfatte en kombinasjon av de ulike metodene. Man må da vurdere aspektene i pkt. 4 for den totale rehabiliteringen.

52 Forbehandling

521 Generelt

Forbehandling av betongoverflaten utføres for å:

- rengjøre betongoverflaten for å sikre god heft for ny overflatebehandling
- fjerne eksisterende overflatebehandling når det er nødvendig

522 Arkitektonisk kvalitet

Forbehandlingen kan i større eller mindre grad endre overflatestrukturen på betongen ved at deler av sement huden i overflaten eller yttersjiktet av betongen fjernes. Endret overflatestruktur som følge av forbehandling kan forandre konstruksjonens uttrykk, karakter og særpreg.

Eksempelvis kan forbehandlingen medføre at bordforskalingsstrukturen fjernes eller viskes ut. Grad av endring i overflatestruktur vil avhenge av betongens fasthetsegenskaper, type overflatebehandling som skal fjernes,

forbehandlingsmetode og bruk av utstyr (dysetype, trykk, slipemiddel, avstand mellom munnstykke og betongoverflaten, bevegemønster osv.). Se fig. 522 a.



Fig. 522 a

Eksempel på at man har beholdt opprinnelige bordforskalingsstruktur etter utført forbehandling.

Foto: Stærk & Co AS

Jo svakere underlaget er, desto mer sannsynlig er det at yttersjiktet på betongoverflaten fjernes og at overflaten blir ruere enn opprinnelig. Store variasjoner i betongkvaliteten kan gi en betongoverflate med groper etter forbehandlingen.

Kraftig sandblåsing vil for eksempel kunne gi en langt grovere overflatestruktur enn opprinnelig, mens slipeeffekten ved sandvasking gir en mer avrundet og jevn overflatestruktur. Kjemisk malingsfjerning vil vanligvis ikke medføre endringer i overflatestrukturen. Se fig. 522 b.

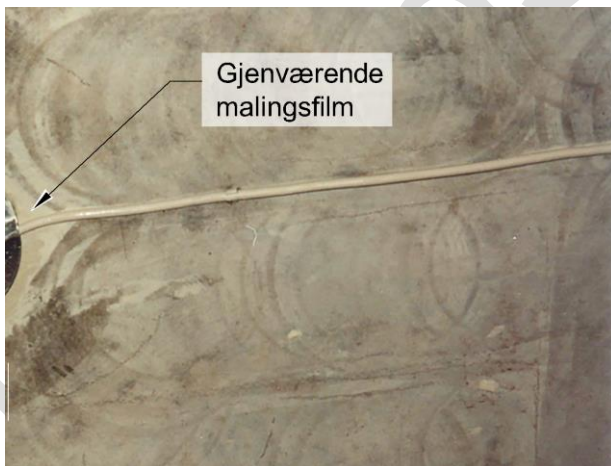


Fig. 522 b

Skånsom forbehandling med kjemisk malingsfjerning medfører minimal endring i strukturen på betongoverflaten. Foto: Stærk & Co AS

Høyt trykk ved høytrykksspyling eller sandblåsing kan medføre gravespor i betongoverflaten. Se fig. 522 c. Ved sliping kan man tilsvarende få sirkulære slipemønstre på betongoverflaten.



Fig. 522 c

Gravespor i betongoverflaten etter forbehandling. Foto: Stærk & Co AS

523 Inngrep

Forbehandling av betongoverflaten medfører et inngrep først og fremst når eksisterende overflatebehandling må fjernes – enten fordi man ønsker å påføre ny overflatebehandling i tråd med opprinnelig overflatebehandling eller ny preventiv overflatebehandling for å forebygge nedbryting av betongen.

Fjerning av yttersjiktet på betongoverflaten i forbindelse med forbehandling er også å betrakte som et inngrep. Omfanget av inngrepet avhenger av avvirkningsgraden (hvor mye materiale som fjernes).

524 Endring

Ved forbehandling tilføres ingen nye materialer eller materialsjikt.

525 Materialbruk

Ved forbehandling tilføres ingen nye materialer eller materialsjikt.

526 Reversibilitet

Resultatet av en forbehandling kan gi endringer i overflatestrukturen, se pkt. 522, eller inngrep, se pkt.523, som kan resultere i uopprettelige endringer eller skader på den opprinnelige betongkonstruksjonen.

527 Lesbarhet

Endringer i overflatestrukturen som følge av forbehandling vil i større eller mindre grad være lesbar. Se pkt. 522.

528 Opprettholde funksjon

Forbehandlingen har ingen betydning eller påvirkning på konstruksjonens funksjon.

53 Mekanisk reparasjon

531 Generelt

Mekanisk reparasjon består av en rekke deloperasjoner:

- fjerning av betong
- rengjøring av korrodert armering
- rengjøring av sårflatene
- eventuell montering av ny armering
- påføring av korrosjonsbeskyttelse på rengjort armering (ikke ved de elektrokjemiske metodene eller ved bruk av sprøytemørtel)
- forskaling
- forvanning/påføring av heftbro
- utfylling med reparasjonsmørtel
- etterbehandling

De ulike deloperasjonene er nærmere omtalt i Byggforvaltning 720.423.

532 Arkitektonisk kvalitet

Ved mekanisk reparasjon kan reparasjonsområdene få en annen overflatestruktur og farge enn ikke-reparert betong, og dermed gi konstruksjonen et annet uttrykk, karakter og særpreg enn opprinnelig. Det har sammenheng med ulike materialsammensetning i nye og opprinnelige materialer.

Reparasjonsmørtlene har en annen kornfordeling (fordeling av tilslaget) enn opprinnelig betong. Maks størrelse på tilslaget i en moderne mørtel er 4 mm, mens maks størrelse på tilslaget i eldre betongkonstruksjoner kan være ti til tjue ganger større. Strukturen på betongoverflaten vil derfor ofte være noe grovere på den opprinnelige betongoverflaten enn på en reparert overflate. Se fig. 532 a.



Fig. 532 a

Reparert bordforskalisingsstruktur. Grovere overflatestruktur på opprinnelig betongoverflate (til høyre) enn på den reparerte overflaten (til venstre). Foto: Stærk & Co AS

Dersom reparasjonene utføres med en standard reparasjonsmørtel, blir det som regel en farge- og strukturforskjell mellom opprinnelig betong og reparasjonsmørtelen. Standard reparasjonsmørtler framstår som regel mørkere enn opprinnelig betong. Det er mulig å tilpasse mørtelen ved å tilsette fargepigmenter, for eksempel jernoksider. En kan da oppnå et svært godt resultat.

Ved reparering av betongoverflater med frilagt tilslag vil bruk av annet tilslag enn opprinnelig bidra til endring i både struktur og farge. Reparasjonen blir minst mulig synlig dersom man benytter mørtel med tilnærmet samme farge som opprinnelig og samme type tilslag som opprinnelig betong med hensyn til farge, størrelse, tilslagsform og tilslagsfordeling. Se fig. 532 b.



Fig. 532 b

Eksempel på lite synlig reparasjon på betongoverflate med frilagt tilslag. Foto: Stærk & Co AS

For å sikre tilfredsstillende korrosjonsbeskyttende overdekning på armeringen utformes noen reparasjoner som mørtelpølser over armeringsjern med for liten betongoverdekning. Slike reparasjoner blir svært synlige og forstyrrende for konstruksjonens uttrykk. Se fig. 532 c. Denne reparasjonsmetoden er kun aktuell på overflater som er lite synlige.

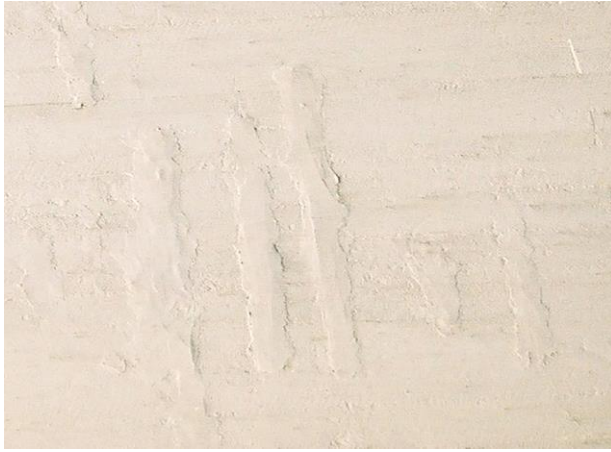


Fig. 532 c

Reparasjon med mørtelpølser over armeringsjern med for liten betongoverdekning. Foto: Stærk & Co AS

533 Inngrep

Mekanisk reparasjon medfører inngrep i konstruksjonen ved at man fjerner skadd og dårlig betong og erstatter den med ny betong eller mørtel.

Selv om det er et overordnet antikvarisk prinsipp å begrense inngrep i opprinnelig konstruksjon, vil skadeårsak og krav til levetid for reparasjonen være bestemmende for omfanget av inngrepet.

534 Endring

Ved mekanisk reparasjon, som omfatter deloperasjonene beskrevet i pkt. 531, tilfører man nye materialer til den opprinnelige betongkonstruksjonen. Eksempler på nye materialer er armering, korrosjonsbeskyttelse på armeringen, heftbro og mørtel. Med unntak av mørtelen vil disse nye materialene ikke bli synlige fordi de omhylles/pakkes inn i mørtelen.

535 Materialbruk

Det er et overordnet antikvarisk prinsipp å erstatte materialer likt mot likt, det vil si at reparasjonsmaterialer bør ha samme materialsammensetning og materialegenskaper som den opprinnelige betongen. I mange tilfeller er dette ikke mulig, fordi:

- reparasjonsmørtelen vil ha en annen fordeling av tilslaget, og en annen type og størrelse på tilslaget enn opprinnelig betong for å kunne sikre god utstøping
- reparasjonsmørtelen har en annen farge enn opprinnelig betong
- utfylling av reparasjonssåret ikke vil være mulig med like stort tilslag som opprinnelig betong. Se fig. 535.
- opprinnelige delmaterialer kan være utilgjengelige (sement og tilsetningsstoffer)
- man vil unngå delmaterialer i den opprinnelige betongen som har vært medvirkende til nedbrytning av betongen

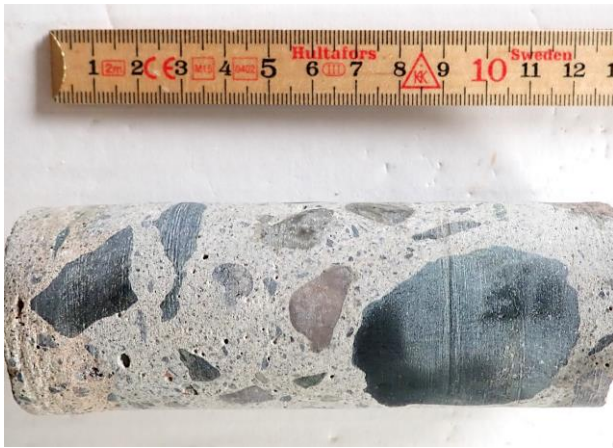


Fig. 535

Variasjon i tilslagsstørrelse i opprinnelig betong. Foto: Stærk & Co AS

Som følge av dette er det ofte nødvendig å benytte nye materialer som avviker fra de opprinnelige materialene i sammensetning og egenskaper. Det viktigste er da å benytte reparasjonsmørtler med samme basis som opprinnelig betong, det vil si rene sementbaserte mørtler – ikke polymermodifiserte eller polymere mørtler, se Byggforvaltning 720.423. Korrosjonsbeskyttelsen og heftbroa bør også være sementbasert.

Ved bærende reparasjoner er det viktig at reparasjonsmørtelen/-betongen har tilnærmet samme fasthetsegenskaper som opprinnelig betong. Det samme gjelder for armeringen, der man erstatter skadd armering med ny armering.

536 Reversibilitet

Utførte reparasjoner kan fjernes i ettertid, men dersom alt reparasjonsmateriale skal fjernes, vil det høyst sannsynlig medføre at man må fjerne mer av den opprinnelige betongen. Tiltaket er derfor ikke reversibelt.

537 Lesbarhet

Reparasjoner vil i varierende grad bli lesbare, avhengig av forskjell i overflatestruktur og jevnhet i overgangen mellom reparert og ikke-reparert område.

Reparerte områder vil bli mindre synlige dersom:

- reparasjonsområdene forbehandles på samme måte som øvrig betong
 - man tilstreber å reetablere opprinnelig overflatestruktur – plateforskaling, bordforskaling (variasjon i bredde, høvlet/uhøvlet)
 - mørtelen har tilnærmet samme farge som opprinnelig betong
 - man benytter samme type tilslag som opprinnelig på betong med frilagt tilslag
- Reparasjonene kan bli svært lesbare og synlige dersom man ikke tilstreber en overflatestruktur og farge som er mest mulig lik den opprinnelige betongen. Se fig. 537. God håndverksmessig utførelse bidrar til mindre synlige reparasjoner. Se fig. 532 b. Mørtelpølser over armeringen for å sikre god korrosjonsbeskyttende overdekning er et eksempel på reparasjoner som vil bli svært synlige og lite ønskelig på synlige flater på et kulturminne. Se fig. 532 c.



Fig. 537

Synlig reparasjon på en veggoverflate. Foto: Stærk & Co AS

538 Opprettholde funksjon

Mekanisk reparasjon kan medføre store inngrep i betongkonstruksjonen som påvirker bæreevnen. For å sikre at betongkonstruksjonen bæremessig fungerer som opprinnelig etter gjennomført reparasjon, kan det være behov for både stemming (understøtting) og oppjekking under reparasjonsarbeidet.

Selv om betongkonstruksjonen etter rehabilitering kan fungere konstruksjonsmessig på samme måte som opprinnelig konstruksjon, kan skaden og reparasjonen likevel ha redusert bæreevnen og dermed lagt begrensninger på videre bruk av konstruksjonen.

54 Overflatebehandling

541 Generelt

Tidligere betongkonstruksjoner ble som regel overflatebehandlet ut fra rent estetiske hensyn. For å forebygge/unngå videre nedbryting av betongen kan det ved rehabilitering være nødvendig å benytte en type overflatebehandling med andre egenskaper enn den opprinnelige.

Overflatebehandling av betong for beskyttelse mot nedbrytning er omtalt i Byggforvaltning 720.427.

542 Arkitektonisk kvalitet

Ved filmdannende overflatebehandling av betong er det først og fremst valg av annen farge enn opprinnelig som vil endre konstruksjonens uttrykk, karakter og særpreg. I tillegg vil glans og struktur kunne endre konstruksjonens overflatestruktur.

Endringen er størst der man påfører overflatebehandling på betongkonstruksjoner som opprinnelig er ubehandlet. Hvis begrunnelsen for overflatebehandling er å beskytte mot nedbrytning, må dette veies opp mot forringelse av arkitektonisk kvalitet. For å redusere effekten av arkitektonisk forringelse kan man velge en farge som er mest mulig lik opprinnelig betongoverflate.

Når betongkonstruksjonen overflatebehandles for å beskytte mot nedbrytning, vil det ofte være nødvendig med porefylling av betongoverflater med mye porer, se Byggforvaltning 720.427. Porefylling er nødvendig for at overflatebehandlingssjiktet skal danne en kontinuerlig film som kan beskytte betongen som forutsatt. Påføring av porefyller vil gi en annen overflatestruktur som kan påvirke konstruksjonens uttrykk og karakter.

543 Inngrep

Overflatebehandling medfører kun et inngrep hvis ny overflatebehandling krever fjerning av eksisterende overflatebehandling.

544 Endring

Påføring av ny overflatebehandling og eventuell porefylling fører til en endring fordi man tilfører både nye materialer og materialsjikt. Dersom ny overflatebehandling er av samme type som den opprinnelige, er det ingen endring og er å betrakte som vedlikehold.

545 Materialbruk

Når hensikten med overflatebehandling er å beskytte og hindre nedbryting av betongen, blir man ofte nødt til å bruke nye materialer som avviker fra den opprinnelige overflatebehandlingen både med hensyn til sammensetning og egenskaper.

Dersom overflatebehandling ikke er nødvendig for å beskytte betongen mot videre nedbryting, men kun benyttes av estetiske hensyn, kan man bruke materialer som er tilnærmet lik den opprinnelige overflatebehandlingen i materialsammensetning og -egenskaper. En videreføring av opprinnelig materialsammensetning og opprinnelige materialegenskaper kan likevel være vanskelig, for eksempel fordi delmaterialene ikke er tilgjengelig lenger.

Når det gjelder porefylling, bør det brukes et materiale mest mulig lik betongen, det vil si et sementbasert produkt.

546 Reversibilitet

Overflatebehandling med filmdannende sjikt vil være reversibelt i den forstand at overflatebehandlingen kan fjernes, men det kan også føre til at noe av overflatesjiktet i betongen blir fjernet på grunn av graving eller sliping som følge av forbehandlingen som må utføres for å fjerne overflatebelegget.

Ved bruk av hydrofobere impregnering som overflatebehandling trenger impregneringsvæsken inn i betongen, og den er umulig å fjerne uten også å fjerne den impregnerte delen av betongen. Impregneringen er derfor ikke-reversibel.

Porefylleren kan ikke fjernes uten at man samtidig fjerner en del av betongen.

547 Lesbarhet

Overflatebehandling av betongoverflatene kan bidra til at overflatestrukturen på reparerte områder blir mindre synlige enn de ville vært uten overflatebehandling. Se fig. 547. Behandlingen kan også framheve reparerte områder. Dette vil blant annet avhenge av overflatestrukturen i underlaget og glans i overflatebehandling (matt eller blank).

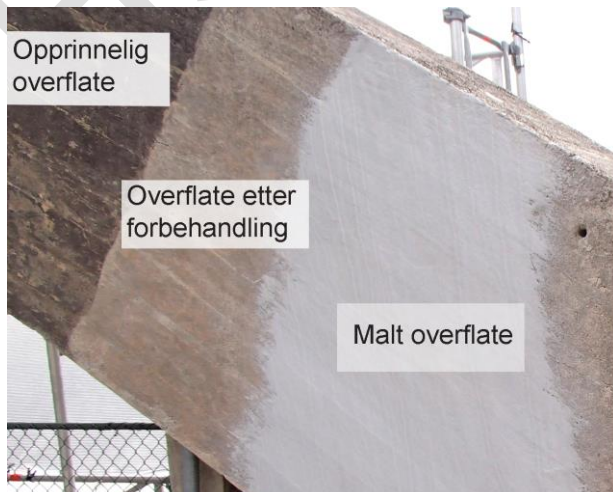


Fig. 547

Eksempel der overflatebehandling bidrar til å gjøre bordforskalingsstrukturen mindre synlig. Foto: Stærk & Co AS

- 548 Opprettholde funksjon
Overflatebehandling vil ikke medføre noen endring i funksjon.

55 Elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk

551 Generelt

Elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk utføres for å reetablere korrosjonsbeskyttende film på armeringen og redusere kloridinnholdet i betongen. Installasjonen fjernes etter at sluttkriteriet er oppnådd.

Elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk er omtalt i Byggforvaltning 720.431.

552 Arkitektonisk kvalitet

Metodene vil isolert sett ikke bidra til noen endring av arkitekturen, fordi installasjonen fjernes etter at sluttkriteriet er oppnådd. Hvis det er nødvendig å fjerne eksisterende overflatebehandling/puss for å kunne gjennomføre en elektrokjemisk behandling, kan fjerning av overflatebehandling/puss medføre endring av arkitektonisk kvalitet som omtalt i pkt. 522.

Reparasjoner i forbindelse med etablering av armeringskontinuitet og koblingspunkter til armeringen kan gi en annen overflatestruktur enn opprinnelig betong som omtalt for mekanisk reparasjon i pkt. 532.

553 Inngrep

Inngrep i forbindelse med elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk er først og fremst begrenset til etablering av koblingspunkter til armeringen og armeringskontinuitet. Ved etablering av koblingspunktet til armeringen foretas mindre opphugginger for blottlegging av armeringen. Det samme gjøres ved etablering av armeringskontinuitet. For eldre betongkonstruksjoner med dårlig armeringskontinuitet kan inngrep knyttet til etablering av armeringskontinuitet få et betydelig omfang. Se fig. 553.



Fig. 553

Eksempel på etablering av armeringskontinuitet ved elektrokjemisk realkalisering. Foto: Stærk & Co AS

554 Endring

Ved elektrokjemisk realkalisering tilføres betongen alkalier fra elektrolytten som forblir permanent i betongen.

Utover dette tilføres kun nye materialer i forbindelse med reparasjon av koblingspunkter til armeringen og etablering av armeringskontinuitet.

555 Materialbruk

Ved reparasjoner bruker man reparasjonsmørtel som er mest mulig lik den eksisterende betongen. Av hensyn til den elektrokjemiske prosessen kan det kun benyttes sementbaserte mørtler med tilnærmet samme ledningsevne som opprinnelig betong.

556 Reversibilitet

Elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk er ikke reversible. Det vil ikke være mulig å fjerne alkalier som er tilført ved realkalisering. Metodene bidrar derimot til å reetablere ny korrosjonsbeskyttelse rundt armeringen.

557 Lesbarhet

Den elektrokjemiske prosessen er ikke lesbar, men resultatet av prosessen kan bli lesbart dersom det oppstår malingsavflassing eller misfarging i etterkant av behandlingen. Eventuelle fysiske punkttingrep kan være lesbare.

558 Opprettholde funksjon

Ved elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk vil man kunne stoppe pågående korrosjonsutvikling i armeringen og dermed unngå ytterligere nedbryting av betongen. Slik sikrer man at betongkonstruksjonen kan fungere som opprinnelig både bæremessig og konstruksjonsmessig.

Tverrsnittsreduksjon av armeringen som følge av korrosjon kan gi redusert bæreevne og dermed begrensninger for videre bruk av konstruksjonen.

56 Katodisk beskyttelse

561 Generelt

Katodisk beskyttelse benyttes for å stoppe pågående armeringskorrosjon i en betongkonstruksjon. Det kan oppnås ved å påtrykke armeringen en elektrisk beskyttelsesstrøm med et hjelpemateriale (anode) eller ved bruk av offeranode. Katodisk beskyttelse er en permanent installasjon.

562 Arkitektonisk kvalitet

Montering av katodisk beskyttelse kan endre konstruksjonens uttrykk, karakter og særpreget ved montering av ulike anodesystemer:

- overflatemonterte anoder (nett eller bånd) lagt i mørtel
- elektrisk ledende mørtel
- elektrisk ledende maling
- selvklebende overflatemonterte sinkplater
- bånd- eller trådanoder i utfreste spor i betongoverflaten
- stavanoder i borhull

Dette skyldes blant annet at strukturen på betongoverflaten kan endres noe etter montering av anodesystemet. Endringen er størst der en påfører overflatemonterte sinkplater som gjerne har en helt slett overflate. Når begrunnelsen for katodisk beskyttelse er å stoppe pågående korrosjonsutvikling i betongen og dermed hindre videre nedbryting, må dette veies mot forringelse av arkitektonisk kvalitet.

Plassering av kabler, bokser og styringskap vil også påvirke arkitektonisk kvalitet.

563 Inngrep

Inngrep i forbindelse med katodisk beskyttelse er først og fremst knyttet til etablering av koblingspunkter til armeringen og armeringskontinuitet. Ved etablering av koblingspunkter til armeringen vil man foreta mindre opphugginger for å blottlegge armeringen. Det samme gjøres ved etablering av armeringskontinuitet. Omfanget av inngrepene begrenses vanligvis mest mulig, men er avhengig hvor god eller dårlig armeringskontinuiteten er.

Videre vil fresing av spor i betongoverflaten for montering av anodebånd eller anodestråder og opphugginger for montering av offeranoder medføre fjerning av opprinnelig materiale. Se fig. 563.



Fig. 563

Utfreste spor for montering av anodebånd i betongoverflaten. Foto: Stærk & Co AS

Montering av sensorer for styring av det katodiske anlegget vil også medføre mindre inngrep i konstruksjonen da disse monteres i enten slisser (freste spor), opphugginger eller borhull.

Dersom de overflatemonterte anodesystemene krever fjerning av eksisterende overflatebehandling før montering av det katodiske anlegget, vil fjerning av eksisterende overflatebehandling medføre et betydelig inngrep i betongkonstruksjonen. Se pkt. 513.

564 Endring

Ved katodisk beskyttelse tilføres konstruksjonen både nye materialer og materialsjikt, se pkt. 565.

565 Materialbruk

Ved katodisk beskyttelse tilføres betongkonstruksjonen en rekke nye materialer som:

- anodematerialer
- sensorer
- kabling, instrumentering og kontrollskap
- materialer for etablering av armeringskontinuitet

Ved innmørtling av anodemateriale i slisser og opphugginger benyttes det sementbaserte materialer med en noe annerledes materialsammensetning enn opprinnelig betong, men med tilnærmet samme elektrisk ledningsevne. Ved montering av stavanoder benyttes som regel spesialmørtel (elektrisk ledende mørtel).

Ved innmørtling av anodemateriale montert på betongoverflaten bruker man sementbaserte materialer med elektrisk ledningsevne som opprinnelig betong, men med en annen materialsammensetning enn opprinnelig betong.

566 Reversibilitet

Metoden er ikke reversibel. Deler av kabler og kontrollskap kan fjernes, men vil etterlate en del mindre hull/sår som må repareres.

567 Lesbarhet

Katodisk beskyttelse med overflatemonterte anoder vil i større eller mindre grad være synlige og dermed lesbare. På betongkonstruksjoner som tidligere har vært ubehandlet, vil det katodiske anlegget kunne bli svært lesbart.

Der anoder er montert i freste spor/slisser på betongoverflaten, kan sporene bli synlige – spesielt hvis det ikke er påført en overflatebehandling. Der det er påført overflatebehandling, vil sporene/slissene bli langt mindre synlige.

Strømfordelingsbånd i ledende malinger kan også bli noe synlige. Se fig. 567.



Fig. 567

Synlig strømfordelingsbånd i ledende maling. Foto: Stærk & Co AS

Reparasjoner etter koblingspunkter samt etablering av armeringskontinuitet vil i større eller mindre grad være synlig avhengig av hvor avvikende overflatestruktur og farge blir i forhold til opprinnelig betong.

Nødvendig kabling kan bli synlig og svært lesbar, men kan også utføres slik at den blir lite synlig. Overvåkingsskap plasseres på steder som er lett tilgjengelige og minst mulig synlige.

568 Opprettholde funksjon

Ved katodisk beskyttelse vil man kunne stoppe pågående korrosjonsutvikling i betongen og dermed unngå ytterligere nedbryting. Slik sikrer man at betongkonstruksjonen kan fungere som opprinnelig både bæremessig og konstruksjonsmessig.

Betydelig tverrsnittsreduksjon av armeringen på grunn av korrosjon kan gi redusert bæreevne og dermed begrensninger for videre bruk av konstruksjonen.

57 Utstøping av ny konstruksjonsdel

571 Generelt

Utstøping av ny konstruksjonsdel er kun aktuelt hvis skadene på konstruksjonsdelen er så store at den ikke lar seg utbedre med andre metoder. Med konstruksjonsdel menes for eksempel en søyle, et dekke eller en balkong.

572 Arkitektonisk kvalitet

Dersom utstøping av ny konstruksjonsdel medfører endret form eller overflatestruktur, vil det påvirke konstruksjonens uttrykk og karakter.

573 Inngrep

Fjerning av en hel konstruksjonsdel vil representere et betydelig inngrep i konstruksjonen.

574 Endring

Ved oppbygging av ny konstruksjonsdel vil en tilføre konstruksjonen nye materialer.

575 Materialbruk

Ved oppbygging av ny konstruksjonsdel kan man benytte betong med tilnærmet samme materialsammensetning og -egenskaper som opprinnelig betong. Videreføring av den opprinnelige materialsammensetningen og de opprinnelige materialeegenskapene kan være vanskelig fordi delmaterialer kan være utilgjengelige eller ødeleggende. I tillegg vil maks tilslagsstørrelse ofte være mindre enn opprinnelig.

576 Reversibilitet

Tiltaket vil være reversibelt i den forstand at man kan fjerne den utstøpte konstruksjonsdelen for å bygge den opp igjen.

577 Lesbarhet

Utstøping av ny bygningsdel vil i større eller mindre grad være lesbar avhengig av hvor stor forskjell det blir i overflatestrukturen på ny konstruksjonsdel i forhold til den omkringliggende konstruksjonen. Lesbarheten vil også avhenge av hvor synlig overgangen mellom ny og opprinnelig konstruksjon blir.

578 Byggemetode

Det er et overordnet antikvarisk prinsipp å videreføre de opprinnelige byggemetodene der det er mulig. Det kan gjøres ved:

- bruk av samme forskalingsmateriale som opprinnelig, for eksempel uhøvlede bord i varierende bredde, for å oppnå samme overflatestruktur som øvrige betongoverflater
 - forskaling med båndstål istedenfor moderne forskalingsstag
- Utstøpingen må som regel tilpasses til det som er praktisk mulig.

579 Opprettholde funksjon

En forutsetning for å etablere ny konstruksjonsdel er at den bæremessig og konstruksjonsmessig kan fungere mest mulig som den opprinnelige konstruksjonsdelen. Det vil ofte kreve understøtting og eventuelt oppjekking i forkant.

Rehabiliteringen kan medføre begrensninger for videre bruk av konstruksjonen, for eksempel som følge av redusert bæreevne.

6 Referanser

61 Utarbeidelse

Denne anvisningen er utarbeidet av Jan Lindland, Stærk & Co AS. Referansegruppe har vært Riksantikvaren v/Aase Hogfeldt-Eskevik, Forsvarsbygg v/Håvard Christiansen og Halvor Winsnes (Multiconsult AS). Fagredaktør har vært Sissel Hjorth-Hansen. Faglig redigering ble avsluttet i [måned][år].

62 Byggforskserien

Byggforvaltning:

720.105 Nedbrytningsmekanismer i betongkonstruksjoner

720.111 Tilstandsanalyse av betongkonstruksjoner

720.125 Beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner – prinsipper, metoder og kvalitetssikring

720.423 Mekanisk reparasjon av betong

720.427 Overflatebehandling av betongkonstruksjoner som beskyttelse mot nedbrytning

720.431 Elektrokjemisk realkalisering og elektrokjemisk kloriduttrekk av betong

63 Lover og forskrifter

Plan- og bygningsloven (pbl)

Kulturminneloven

64 Standarder

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

NS-EN 14038-1:2016 + NA:2021

Elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk fra armert betong – Del 1:
Realkalisering

NS-EN 14038-2:2020 + NA:2021

Elektrokjemisk realkalisering og kloriduttrekk fra armert betong – Del 2:
Kloriduttrekk

Høringsutkast