

SBI - P001

Simple betonreparationer

Vejledning for murermestre/entreprenører/konduktører

ATV-UDVALGET VEDRØRENDE BETONBYGVÆRKERS HOLDBARHED
BETON 2 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1982



Simple betonreparationer

Vejledning for murermestre/entreprenører/konduktører

NIELS OLE DAMSAGER HANSEN

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

erstatnings ex. pl.

- 9 NOV. 1994

ATV-UDVALGET VEDRØRENDE BETONBYGVÆRKERS HOLDBARHED
BETON 2 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1982

SBI-publikationer

Statens Byggeforskningsinstituts publikationer findes i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Meddelelser, Landbrugsbyggeri, Byplanlægning, Pjecer, Ydeevnebeskrivelser, Særtryk og Nomogrammer. Salg sker gennem boghandelen eller direkte fra SBI. Instituttets årsberetning og publikationsliste er gratis og kan rekvireres fra SBI.

SBI-abonnement

Instituttets publikationer kan også fås ved at tegne et abonnement. Det sikrer samtidig løbende orientering om alle nye udgivelser. Information om abonnementernes omfang og vilkår fås hos SBI.

ISBN 87-563-0464-1.

Oplag: 15.000.

Tryk: Dyva Bogtryk, Glostrup.

Tegninger: Birgit Jacobsen.

Statens Byggeforskningsinstitut:

Postbox 119, 2970 Hørsholm. Telefon 02-86 55 33.

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen:

Beton 2: Simple betonreparationer. 1982.

Indhold

Forord	side 4
Holdbare betonkonstruktioner	5
Typiske skader og reparationer	5
Armeret betonkonstruktion, 6	
Betonkant, 7	
Bjælke/kantbjælke, 8	
Udkraget altangangsdæk med tværgående revner, 9	
Udkraget altangangsdæk med langsgående revner, 10	
Elementvederlag, 11	
Elementstøbt altanbrystning, 12	
Undersøgelse af beton	13
Ophugning, 13	
Dæklagsmåling, 13	
Karbonatiseringsbestemmelse, 14	
Bestemmelse af saltindhold, 14	
Simple og tilstrækkelige metoder, 14	
Reparation af beton	15
Ophugning, 15	
Rensning, 15	
Forvanding, 16	
Beskyttelse af armering, 16	
Beton og cementmørtel, 16	
Vedhæftning/svummeblandinger, 16	
Armeringsnet, 17	
Krav til beton og cementmørtel, 17	
Vejledende blandingsforhold, 19	
Efterbehandling af reparationssteder, 20	
Reparationssystemer	21
Overfladebehandling	21
Litteratur	23

Forord

I maj 1982 er der under Akademiet for de tekniske Videnskaber, ATV, nedsat et udvalg vedrørende betonbygværkers holdbarhed. Udvalgets overordnede målsætning er at etablere et blivende indsatsmønster mellem betonsektorens parter og de eksisterende forsknings-, service- og uddannelsesinstitutioner inden for følgende områder:

- Eftersyn, vedligeholdelse og reparation af eksisterende bygværker i beton (afværgende indsats),
- Kvalitetsstyring med henblik på fremtidige betonbygværkers holdbarhedsegenskaber (forebyggende indsats),

således at man i et samarbejde kan *sikre vedligeholdelsen* af eksisterende bygværker i beton, *højne kvaliteten* af udførte betonbygværker og *fremme udviklingen* af konkurrencedygtige produkter og ydelser på betonområdet.

Udvalget ønsker med denne pjece at give en kortfattet vejledning i udførelse af simple reparations- og vedligeholdelsesarbejder af beton med cementbaserede produkter.

Pjecen er udarbejdet af ingeniør Niels Ole Damsager Hansen, Byggeteknik, Teknologisk Institut, og den henvender sig til personer hos entreprenører og murermestre med ansvar for udførelse og kvalitet af reparations- og vedligeholdelsesarbejder af betonbygværker.

Udgivelsen er støttet økonomisk af Entreprenørforeningen og Teknologirådet.

ATV-udvalget vedrørende betonbygværkers holdbarhed.
E. D. Præstegaard.
December 1982.

Holdbare betonkonstruktioner

Som alle andre materialer bliver beton og betonarmering nedbrudt med tiden. Er der udført et omhyggeligt byggearbejde, går nedbrydningen langsomt. Er byggearbejdet af dårlig kvalitet kan nedbrydningen gå meget hurtigt.

Næsten alle nedbrydningsmekanismer på udsatte betonkonstruktioner kan først gå i gang, når der er vand til stede. Salt på eller i betonen vil have en forstærkende virkning på andre nedbrydningsfaktorer. Betons holdbarhed kan derfor øges ved at hindre eller sinke vand- og tøsaltindtrængning i betonen.

En holdbar betonkonstruktion er karakteriseret ved
1) at der er brugt sunde og gode materialer i en fornuftig sammensætning og i en rigtig udstøbning,

2) at den er udformet på en sådan måde, at regnvand let og uhindret føres bort fra alle vandtilgængelige flader.

Hvor betingelserne 1) og 2) ikke er opfyldt, kan det på et eller andet tidspunkt blive nødvendigt at reparere betonkonstruktionen.

De følgende kapitler giver eksempler på typiske betonskader og retningslinier for de metoder, der kan anvendes ved simpel reparation af skaderne.

Typiske skader og reparationer

For at opføre et nyt hus kræves byggemyndighedernes godkendelse. Hvor der udføres reparationer, der griber ind i betonkonstruktionernes bæreevne, ændrer afløb osv., skal der også indhentes byggetilladelse.

Alle mere omfattende reparationsopgaver kan derfor først udføres efter forudgående undersøgelser, projektering og godkendelse.

De efterfølgende billeder giver eksempler på nogle af de almindeligste skader, og de tilhørende tekster giver eksempler på, hvordan reparation kan udføres; men reparationsforslaget udelukker ikke, at andre reparationsmetoder kan komme på tale.

De derpå følgende kapitler »Undersøgelse af beton« og »Reparation af beton« forklarer nærmere de enkelte detaljer, såsom måling af dæklagstykkelse, bestemmelse af karbonatiseringsdybde etc.



Armeret betonkonstruktion

Det har altid ved udførelse af armerede betonkonstruktioner været svært at overholde det forlangte betondæklag over armering på 20 mm i udendørs konstruktioner.

Skade

Dæklagsafsprængninger på armering, der er indstøbt med for lille et dæklag.

Undersøgelse

Dæklagsmåling og bestemmelse af karboniseringsdybder, se side 13-14.

Reparation

Ophugning og rensning. Beskyttelse af armering. Cementmørtelreparation. Eventuel overfladebehandling.

Pas på!

Der advares imod at reparere de synlige skader på en betonkonstruktion, hvor armeringens betondæklag er helt eller næsten karboniseret. Reparation bør først udføres efter dyberegående undersøgelser og projektering af opgaven.

Betontkant

Betontkanter, der udsættes for opfugtning og frysning, vil være meget udsat for nedbrydning.

En tæt beton med et godt luftporesystem vil være holdbar, og et tæt slidlag med god vedhæftning kan beskytte en ikke holdbar beton.

Skade

Løse eller revnede slidlag samt springere eller afskalninger på forkanten.

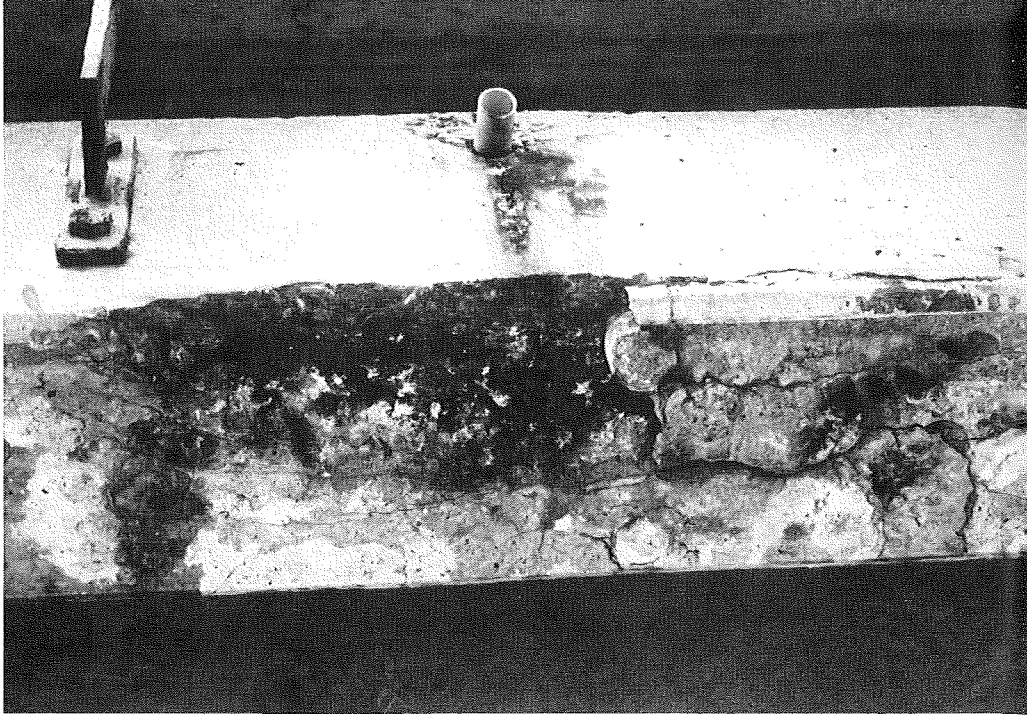
Undersøgelse

Kontrol af armeringsplacering, måling af karboniseringsdybder samt bestemmelse af revneomfang.

Reparation

Ophugning og rensning, bedst til dybder, så der kan foretages betonudstøbning. Eventuel indsætning af forstærknings/svindarmering. Betonstøbning, bedst slidlag og forkant i én operation. Beskyttelse.





Bjælke/kantbjælke

På armerede betonbjælkers undersider opstår der let revner i betonen, idet kun armeringen kan optage trækkræfterne. På grund af disse revner kan betonens beskyttelse af armeringen ophæves.

Skade

Hvor fugt og salt når armeringen igennem revner i betonen eller langs afstandsholdere, vil der kunne opstå rustdannelse og afsprængning af dæklag.

Undersøgelse

Dæklagsmåling, bestemmelse af karbonatiseringsdybder samt størrelse af saltindhold.

Reparation

Ophugning og rensning efter fornøden afstivning. Betonstøbning (eventuelt sprøjtebeton). Beskyttelse.

Eventuelt

Det bør overvejes at forbedre afvandingsforholdene samt beskytte betonen mod fremtidig saltning.

Udkraget altangangsdæk med tværgående revner

Der opstår på grund af temperaturbevægelser revner i lange dækkonstruktioner. Disse revner bevæger sig ved skift imellem sommer og vinter, nat og dag. Især hvor afvandingsforholdene er dårlige, sker der gennemsvivninger.

Skade

Betonen omkring revnerne kan fugtmættes og fryse i stykker, og armeringen kan angribes af rust.

Undersøgelse

Kontrol af armeringsplacering og måling af karbonatiseringsdybder.

Reparation

Etablering af tilstrækkeligt fald. Udlægning af en belægning (tyk overfladebehandling), der kan hindre vandindtrængning, men tillader bevægelse i revnerne eller i opskårne fuger.





Udkraget altangangsdæk med langsgående revner

På altangange ses der ofte revner i cementmørtelslidlaget langs med facademuren. Disse revner kan skyldes, at armeringen fejlagtigt er placeret for lavt i altangangspladen.

Skade

Betonen og slidlaget kan fugtmættes og fryse i stykker, og armeringen kan angribes af rust. Hvis den forkerte armeringsplacering har medført sætninger i pladen, kan der opstå fald bort fra afløbet, hvorved muligheden for ovennævnte skader øges.

Reparation

Dette er en reparationsopgave, der kan komme til at gribe ind i konstruktionens bærende funktioner. Reparationen bør derfor først udføres efter forudgående undersøgelser, projektering og godkendelse.

Pas på!

Bemærk, at der kan foreligge nedstyrtningfare, og at der derfor kan være behov for understøtning!

Elementvederlag

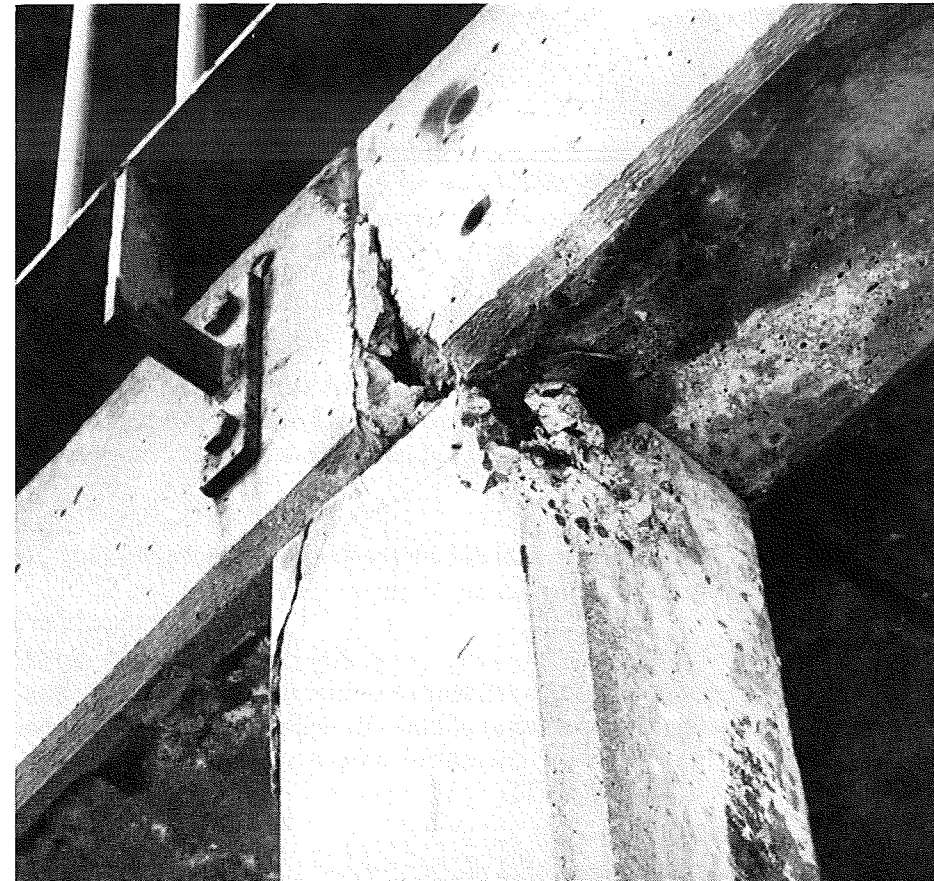
Elementbyggeriet tog fart i begyndelsen af 1960'erne. Problemerne i denne periodes byggeri er ofte at finde i vederlagene, hvor kræfterne overføres fra én konstruktionsdel til en anden konstruktionsdel, og hvor der *skal* være bevægelsesmulighed mellem elementerne.

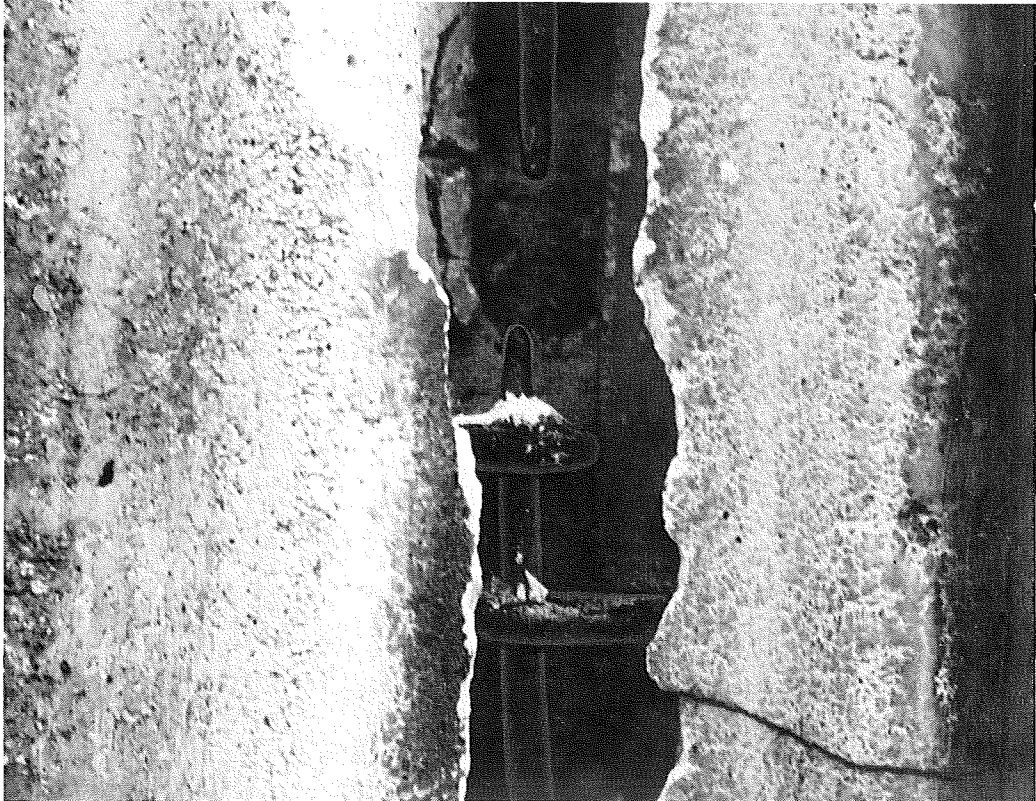
Skade

Samlingerne kan være utætte, så nedtrængende regnvand nedbryder betonen især ved frost- og saltskader. Den frie bevægelse kan være hindret, så der sker afrivning af vederlagskanter.

Reparation

Dette er en reparationsopgave, der griber ind i bygningskonstruktionens bærende funktioner. Reparationen bør derfor først udføres efter forudgående undersøgelser, projektering og godkendelse. Utætte elastiske fuger bør straks repareres.





Elementstøbt altanbrystning

Der er i årene efter anden verdenskrig frem til ca. 1960 opført mange bygninger med elementstøbte altanbrystninger samlet med U-bøjler og låsedorne i cementmørteludstøbte fuger.

Skade

Disse cementmørtelfuger kan være dårligt udfyldt eller revnet, og med vandets indtrængning opstår der mulighed for rustskader på U-bøjler og låsedorne. Rustskaderne kan være så kraftige, at armeringen er gennemtæret.

Udhugning for besigtigelse

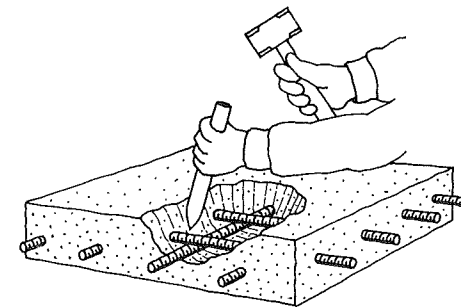
Ved gennemrusten armering skal der udarbejdes ny forankringsløsning. Er der kun tale om let rusten armering, kan der repareres.

Reparation

Ophugning og rensning. Beskyttelse af armering. Cementmørtelreparation omkring armeringen og etablering af elastiske fuger. Eventuel overfladebehandling.

Undersøgelse af beton

Inden man går i gang med at reparere en betonkonstruktion, skal man først have et klart billede af skadesårsagen. Dette billede kan man i de fleste tilfælde skaffe sig ved de i det følgende nævnte undersøgelser.

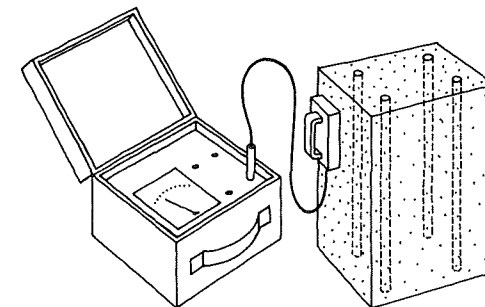


Ophugning

Ophugning foretages for at undersøge dybereliggende jern og for at få en fornemmelse af betonens kvalitet. Armering kan godt ligge anderledes end almindeligt forventet.

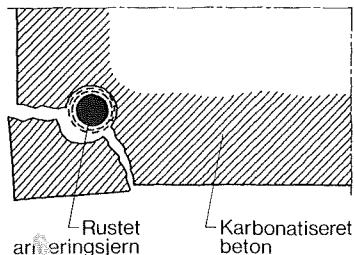
Metoden er den eneste mulige ved konstatering af låsebøjlers tilstand, fx i altanbrystninger.

Ophugning kan suppleres ved, at der udtages borekerner ca. \varnothing 80 mm. På borekernerne kan det ses, om betonen er revnet eller ødelagt på anden måde, og borekernerne kan danne grundlag for laboratorieundersøgelser.



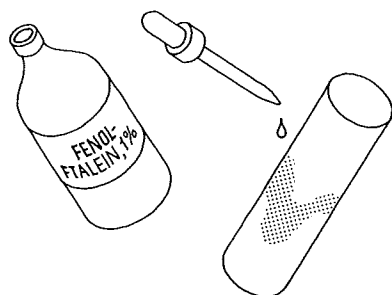
Dæklagsmåling

Måling af armeringens betondæklag kan udføres med et måleinstrument, der virker som en minesøger. Målingerne kan udføres rimeligt nøjagtigt på op til ca. 100 mm tykke dæklag. Disse målinger kan bl.a. udføres af Korrosionscentralen og de teknologiske institutter.



Rødviolet farvning: Ukarboniseret beton

Ingen farvning: Karboniseret beton



Karboniseringsbestemmelse

Karboniseret beton skyldes påvirkning fra luftens kuldioxid, og en sådan omdannet beton beskytter ikke længere armering mod rustdannelse i fugtige omgivelser. Karbonatisering foregår i betonens overflade og langs revner, og beton med stor porøsitet kan omdannes med en hastighed af ca. 1 millimeter i dybden om året.

Karbonatiseringen kan måles på en helt friskhugget betonflade, i et udboret hul eller på en borekerne. Betonfladen skal renses omhyggeligt for støv og eventuelt fugtes lidt. Betonen påsprøjtes dernæst en væske, der hedder fenolfaldin. Denne væske kan købes på apoteket i 1 pct. opløsning.

Karboniseret beton forbliver ufarvet, hvorimod ukarboniseret beton bliver farvet kraftigt rødviolet.

Bestemmelse af saltindhold

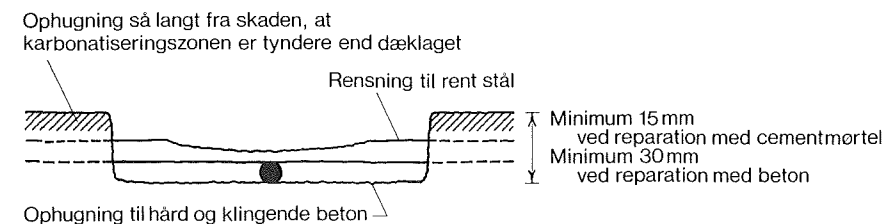
Optøningssalte kan ødelægge beton, og de kan starte rustdannelse på armering. Saltpåvirket beton bør derfor borthugges ved reparation. Hvor det formodes, at betonen indeholder salt, kan mængden bestemmes ved laboratorieundersøgelse på et ca. 100 gram stort betonstykke. Denne undersøgelse kan bl.a. udføres af de teknologiske institutter.

Simple og tilstrækkelige metoder

De tre nævnte slags undersøgelser er simple metoder, der i mange tilfælde vil være tilstrækkelige til at bestemme skadesårsager og omfang. Disse undersøgelser bør derfor altid benyttes. Skulle der opstå tvivl, må man indhente sagkyndig bistand.

Reparation af beton

Støbeskel er de svage led i en betonkonstruktion. Ved reparationsopgaver er problemet altid at fremstille gode og holdbare støbeskel imellem den gamle beton og reparationsbetonen eller -cementmørtelen. For at opnå en god vedhæftning er det afgørende, at forbehandlingen i form af udhugning og rensning af den gamle beton bliver omhyggeligt udført.



Ophugning

Ophugning skal altid afsluttes med kanter stort set vinkelret på betonoverfladen. Der skal opnås et hårdt og klingende betonunderlag.

Armeringsjern med rustangreb skal blottes til alle sider, indtil der ses rent stål uden rust. Dette indebærer ikke nødvendigvis frihugning bag armeringen.

Armering i udsatte, fugtige betonkonstruktioner må ikke ligge i karboniseret eller saltholdig beton.

Rensning

Rensning af udhuggede betonflader og blottet armering består af 2 operationer: Bearbejdning og rengøring.

Bearbejdning

Denne operation sker ved hjælp af nålepistol, sandblæsning eller højtryksspuling, eventuelt med sandtilsætning. Af disse metoder er sandblæsning absolut at foretrække som den mest effektivt virkende.

Rengøring

Denne proces skal fjerne beton- og rustflager samt blæsestøv ved hjælp af afkostning, renblæsning med trykluft og støvsugning. Rengøring med en kraftig industristøvsuger er en effektiv metode. Betonflader skal være helt støvfrie og armeringen bør renses til rent stål.

Forvanding

Reparationsstedet skal være fugtmættet, men tør på overfladen umiddelbart før reparationen udføres. Udendørs betonkonstruktioner har normalt et højt fugtindhold. Det vil derfor ofte kun være nødvendigt med en overfladebefugtning.

Beskyttelse af armering

Hvor der ved reparation ikke kan opnås et beton- eller mørteldæklag større end 20 mm over armeringen, bør denne beskyttes på anden måde. Dette kan gøres ved at give armeringen fx 2 lag opløsningsmiddelfri epoxy til en tykkelse på i alt ca. 0,5 mm. I sidste lag idrysses sand for bedre vedhæftning til den efterfølgende udfyldningsmørtel. Epoxybelægningen skal påføres det rensede stål umiddelbart efter sandblæsningen. Epoxyen må gerne påføres den nærmestliggende beton.

Ved brug af epoxyprodukter skal særlige foranstaltninger træffes, jf. Arbejdstilsynets publikation 360/1-1982.

Epoxy skal kun bruges, hvor det er strengt nødvendigt for opgavens løsning.

Minimumtemperatur +10 °C ved brug af epoxy.

Beton og cementmørtel

Det må betragtes som en rigtig opfattelse at »betonkonstruktioner skal repareres med beton«.

Ved reparationsopgaver på udsatte betonkonstruktioner skal mange krav til beton- og cementmørtelmaterialerne være opfyldt. Disse krav og retningslinier vil blive gennemgået i det følgende.

Ved mindre reparationsopgaver, og hvis man ikke er erfaren inden for betontechnologien, må det anbefales at benytte færdigfremstillede produkter. Disse produkter fås som færdigblandet beton, tørbeton i poser, reparationsmørtler (tørmørteltype og to-pakningstype) og som reparationssystemer.

Også disse produkter skal opfylde de følgende eller tilsvarende krav, og leverandørens vejledning skal altid indhentes og følges.

Vedhæftning/svummeblandinger

For at etablere god vedhæftning imellem den gamle beton og reparationsbetonen eller -cementmørtlen vil den tidligere beskrevne forbehandling (ophugning af beton og rensning af beton og armering) være tilstrækkelig.

Der er delte meninger om det formålstjenlige i at anvende svummeblandinger. Rigtigt anvendt vil de dog give en forbedret vedhæftning.

Cement og sand

Cement og sand med maksimal kornstørrelse på 2 mm blandes og oprøres i vand til sauceagtig konsistens. Forholdet cement:sand skal være 1:1.

Cement, sand og plastemulsion

Cement og sand med maksimal kornstørrelse på 2 mm blandes og oprøres i en blanding af vand og plastemulsion til sauceagtig konsistens. Forholdet cement:sand skal være 1:1. Forholdet vand:plastemulsion skal være ca. 1:1. Instruktion fra leverandøren af plastemulsionen skal altid følges.

Husk, at det er meget vigtigt, at svummeblandingen indarbejdes grundigt i betonunderlaget i en tykkelse af 1–2 mm, og at reparationsmørtlen påføres »vådt i vådt« med svummelaget.

Plastemulsioner, skal være fugtbestandige. Det anbefales derfor at bruge produkter fx på acryl- eller styren-butadienbasis. Minimumstemperatur +5 °C.

Armeringsnet

Hvor det er foreskrevet i projektet at indlægge forstærkningsarmering, armering til at holde på en reparationsopbygning eller armeringsnet i et slidlag tykkere end ca. 40 mm, kan der normalt anvendes svejste net med maskevidder på 50 mm og tråddykkelse på ca. 3 mm. Disse net er meget lette at håndtere og de kan købes i få net ad gangen. Nettene skal holdes fast og på plads med ankre og afstandsholdere.

Ved lodrette støbninger mod forskalling med indlagt armeringsnet kan betonen blive »hængende« i nettet. Herved kan der opstå plastiske svindrevner. Disse revner kan modvirkes ved eftervibrering af betonen.

Krav til beton og cementmørtel

Vand/cement-tal

Vand/cement-tallet er forholdet mellem frit vand og cement. Det har afgørende betydning for betonens egenskaber såsom styrke, tæthed og dermed holdbarhed. Det er derfor vigtigt at stille krav til v/c-tallet.

Cementen reagerer med en vandmængde svarende til $v/c \sim 0,4$. Ved større v/c-tal oplagres det overskydende vand i kapillarporer. Kapillarvandet efterlader porositeter ved fordampning under eller efter hærdningen. Det er

disse porøsiteter, der er med til at nedsætte betonens tæthed og styrke. Samtidig er der åbnet adgang for forskellige nedbrydningsmekanismer.

Alt andet lige vil det altså være bedst at anvende betoner med et v/c-tal omkring 0,4.

Bearbejdighed og konsistens

Lave v/c-tal og god bearbejdighed kan opnås ved brug af plastificerende tilsætningsstoffer, eventuelt superplastificering, flyveaske eller lignende. Ved beton bør der benyttes en konsistens svarende til sætmål 60–80 mm. Normal blandetid minimum 2 minutter, og helst 5 minutter hvor der anvendes lille blandemaskine. Ved brug af superplastificering til flydebeton med sætmål over 200 mm bør blandetiden øges op til 6 minutter.

Cementindhold

Cementindholdet bør mindst være 300 kg/m³ i beton og 500 kg/m³ i mørtel. Ved højere cementindhold kan det være en fordel at erstatte 50–100 kg cement pr. m³ med 75–150 kg flyveaske pr. m³.

For at mindske betonens svind bør cementindholdet ikke være større end de mængder, der er angivet i tabellen med vejledende blandingsforhold.

Luftindhold

Beton og mørtel i udendørs betonkonstruktioner skal tilsættes et luftindblandingsmiddel. Dette skal frembringe et velfordelt indhold af små porer på 5–7 pct. afhængig af største stenstørrelse. Luftindholdet bør øges med 1 pct., hvis betonen kan blive udsat for saltning. Luftindholdet kan fx kontrolleres med Press-ur-meter.

Frostsikre tilslagsmaterialer

Sten- og sandmaterialerne skal bestå af rene og frostsikre korn, og indholdet af alkalireaktive korn i sand og sten skal være lille. Det skal være dokumenteret, at materialerne opfylder dette krav.

Sandet skal være velgraderet, dvs. der skal være korn i alle størrelser op til 4 mm og maksimalt et indhold på ca. 5 pct. af materialer mindre end 0,125 mm (filler).

Stenstørrelse og reparationslagtykkelse

For at kunne fremstille en tæt og stærk beton eller cementmørtel med et lille svind, skal sten og sandkornene pakke sig tættest muligt. Der bør bruges størst mulig stenstørrelse, dog maksimalt 1/3 af reparationslagtykkelsen.

Vejledende blandingsforhold

	Cementmørtel		Beton			
	10–30 mm		30–50 mm	50–100 mm	> 100 mm	
Reparationslagtykkelse	10–30 mm		30–50 mm	50–100 mm	> 100 mm	
Max. stenstørrelse	4 mm		8 mm	16 mm	32 mm	
Mængde, liter	10 50		1000 50	1000 50	1000 50	
Cement, kg	5,0 25,0		425 21,3	375 18,8	350 17,5	
Sand, kg	17,5 87,5		960 48,0	710 35,5	610 30,5	
Sten, perler, kg			695 34,8	350 17,5	205 10,3	
ærter, kg				710 35,5	410 20,5	
nødder, kg					615 30,8	
Vand, effektivt, kg	2,0 10,0		170 8,5	150 7,5	140 7,0	
Vægt, kg	24,5 122,5		2250 112,6	2295 114,8	2330 116,6	
Luftindhold, pct.	8 ± 1		7 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	

Tabellens tal gælder for tørre tilslagsmaterialer og blandingsforholdene må justeres for et eventuelt fugtindhold i sandet.

Cementmørtel med plastemulsion

Reparationslagtykkelse	1–2 mm	2–5 mm	5–10 mm	10–30 mm
Max. stenstørrelse	0,5	1	2	4
Cement:sand	1:2,5	1:2,5	1:3,0	1:3,5
Vand:plastemulsion	1:0,5	1:1	1:1,5	1:2

Blandingsforhold cement:sand efter vægt.
Blandingsforhold vand:plastemulsion efter rumfang.
Tabellens tal gælder for tørre tilslagsmaterialer, og der må justeres for eventuel fugtindhold i sandet.

Ved påføring af reparationsmørtler skal der sikres en god komprimering med egnet værktøj. Dette gøres bedst ved at arbejde med mørtler, der har en stiv, nærmest jordfugtig konsistens og altid »vådt i vådt« med en svummeblanding.

Forud for hver støbning med nye betonblandinger skal der *altid* udføres prøvestøbning. Herved kan betonens konsistens og bearbejdighed afprøves, og krav til styrker og luftindhold eftervises.

Efterbehandling af reparationssteder

For beton- og cementbaserede reparationsmørtler er det vigtigt, at de beskyttes mod udtørring og vejrligets påvirkninger.

Det anbefales at bruge afdækningstider på mindst en uge, men man skal være opmærksom på, at det er de første timer efter udstøbningen, som er de mest kritiske.

Dette gælder især, når der arbejdes med lave vand/cement-tal, hvor alt vandet skal forbruges til cementens kemiske reaktioner.

Beskyttelse mod udtørring

Forskellige metoder kan bruges til at beskytte betonfladerne mod udtørring.

Tildækning med plastfolie, eventuelt med et underlag af fugtet fibertex eller hessian.

Forseglingsmembran som beskyttelse inden udlægning af plastfolie. Hvor betonen skal overfladebehandles, bør man ikke bruge forseglingsmembran.

Overfladebehandling der kan optræde som forseglingsmembran.

Vanding ved regelmæssig tilførsel af ikke for koldt vand.

Beskyttelse mod frysning

Det må generelt siges, at udendørs reparationsopgaver bør undgås i vinterperioden. Det skal også nævnes, at der ikke kan arbejdes med plastemulsioner under +5 °C, og med de almindelige epoxyprodukter under +10 °C. Skal der udføres reparationer ved lave temperaturer, kan man vælge specialmørtler, som kan hærde ved minusgrader. Endvidere bør man træffe vinterforanstaltninger, fx varmetilførsel og afdækning med egnede isolationsmaterialer.

Reparationssystemer

Der findes i dag på markedet et stort udbud af reparationssystemer. Ved et reparationssystem forstås et sæt af materialer fra samme producent. Sættet indeholder de nødvendige materialer til reparation og vedligeholdelse af beton, og det påregnes at disse materialer kan arbejde sammen. Systemerne omfatter som regel følgende materialer:

Rustbeskyttelsesmaling til armeringsjern.

Svummeblandinger til etablering af vedhæftning imellem gammel beton og reparationsmørtlerne.

Reparationsmørtler afpasset til dybde og størrelse af reparationsområderne.

Tyndpudsningsmørtler eller *svummemørtler* til udjævning af reparerede flader.

Malematerialer, hvis primære opgaver er at beskytte mod fugtindtrængning og hindre en fortsat karbonatisering af betonen.

Leverandørens anvisninger skal foreligge og nøje følges.

Overfladebehandling

Ved overfladebehandling forstås i denne sammenhæng malebehandling. Forud skal man sikre sig, at konstruktion og beton er egnet for malebehandling; bl.a. må der på vandrette flader ikke kunne opstå pytter efter regnvejr.

Overfladebehandling forudsætter en stærk, svagt sugende og ikke væsentlig afsmittende betonoverflade. Derfor er rensning gerne nødvendig.

Rensning af betonoverfladerne foretages mest hensigtsmæssigt ved sandblæsning, ved højtryksspuling (300 – 800 bar), eventuelt med sandtilsætning eller ved slibning med diamantslibehoved.

Efter reparation vil en tyndpudsning eller svumning ofte være nødvendigt underlag for en overfladebehandling.

Når man overfladebehandler en betonkonstruktion er det ofte ud fra ønsket om at hindre vandindtrængning, at bremse karbonatisering, og at give en repareret beton en pæn overflade.

Oversigt over egenskaber ved produkter til overfladebehandling

Produkttyper*	Impregnering med Monosilan eller Siloxan	Cementpulvermaling	Silikatmaling	Silikonfacademaling (med silikoneimpregnering)	Cementpulvermaling (med plastdispersionstils.)	Acrylplasmaling	Acrylharpiksmaling	Polyuretanolak, klar (impregnering)	Tætte belægninger	Cementpudslag, 2-3 mm
Simpel behandling, sikkert udfald	ja	(ja)	(ja)	ja	ja	(ja)	(ja)	nej	nej	(ja)
Lang levetid (vejrbestandighed) . .	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	(ja)	(ja)	ja
Ensfarvet flade, der giver betonen farveændring	nej	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nej	ja	(ja)
Vandtæt overflade . .	nej	ja	(nej)	(ja)	ja	(ja)	ja	(ja)	ja	ja
Vandafvisende overflade	ja	(ja)	nej	ja	(ja)	nej	(ja)	(ja)	ja	(nej)
Beskyttelse mod karbonatisering	nej	nej	?	?	nej	?	?	ja	ja	nej
Evt. frostproblemer pga. vanddamp-tæthed	nej	nej	nej	nej	nej	(nej)	(nej)	(ja)	ja	nej

() angiver, at der foreligger uafklarede forhold om egenskaben. ? = muligvis; spørg leverandør. * Jævnfør typebeskrivelser i Teknologisk Instituts rapport R25-82.

Til visse opgaver anvendes belægninger, dvs. tykke og tætte overfladebehandling (fx polyurethan-).

Ved overfladebehandling af betonkonstruktioner skal leverandørens instrukser indhentes og nøje følges.

Før man vælger at benytte en overfladebehandling, må man gøre sig klart, at dette valg indebærer en fortsat vedligeholdelse med måske 5-10 års mellemrum.

Litteratur

Udgiven af Teknologisk Institut, Postbox 141, 2630 Tåstrup.

Udsatte betonkonstruktioners holdbarhed. Kirsten Eriksen, N. Damsager Hansen og Halldor Gudmundsson, Byggeteknik. 1981. 69 s. »ill.« A4. 150 kr. ISBN 87-7511-146-2.

Beskyttelse af betonoverflader, markedsoversigt. Ib Heide. Overfladeteknik. R25-82. 67 s. A4. 75 kr.

Materialer og systemer til reparation af betonkonstruktioner, markedsoversigt. Ib Heide, Byggeteknik. 22s. A4. 50 kr. ISBN 87-7511-246-9.

Udgiven af BPS-centret, Postbox 149, 2970 Hørsholm.

Renoveringsdetaljer, altaner. 1981, rev. 1982.

Renoveringsdetaljer, ydervægge. 1981.

Udgiven af CtO, Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor, Rørdalsvej 44, Postbox 165, 9100 Ålborg.

Beton-Bogen. Aage D. Herholdt, Chr. F. P. Justesen, Palle Nepper-Christensen, Anders Nielsen. 1979. 697 s. 22 cm. Aalborg Portland. ISBN 87-980816-0-8.

Cement og Beton 5. rev. og udv. udgave, juni 1982. 100 s. 15 cm.

Beton-Teknik (publikationsserie). CtO's arbejdsmark.

Beton-Teknik (publikationsserie). Superplastificeringsstoffer (SPT) i beton.

Udgiven af BYG-ERFA, Byggeteknisk Erfaringsformidling. Sekretariat, Drejervej 17, 2400 København NV.

Erfaringsblade (publikationsserie). A4.

Udgiven af CBI (svensk), Cement- och betonginstitutet, Fack S-100 44 Stockholm 70, Sverige.

Besiktning av betongbalkonger. Lars Johansson, Nils Petersons. Re 1:1980. 58 s. A4.

Lagning av betonbalkonger. Lars Johansson, Nils Petersons. Re 2:1980. 58 s. A4.

Udgivet af Dansk Betonforening.

Måling og vurdering af hærdnet betons holdbarhed. Preben Christensen m.fl. Publ. 10:1981. 54 s. 21 cm. ISBN 87-87823-16-0.

Udgivet af Arbejdstilsynet.

Foranstaltninger mod sundhedsfare ved bygningsmølearbejde. 360/1-1982. ISBN 87-7534-173-5.

Udgivet af Jydsk Teknologisk Institut, Marselis Boulevard 135, 8000 Aarhus C.

Klæbeforbedrende stoffer til beton og mørtel. (JTI-sag nr. 51-314335). 1979. 80 s. A4.

Udgivet af BYGG INFO, Hudiksvallsgatan 8, 113 30 Stockholm, Sverige.

Rätt i Bygget, Balkongskador, orsaker och åtgärder. 1980. 39 s. A4.

Denne publikation giver eksempler på nogle af de mest almindelige betonskader og vejledning i, hvordan de kan repareres med cementbaserede produkter. For at finde ud af, hvilken slags reparation, der skal iværksættes, er det nyttigt at læse pjecens kapitel om undersøgelsesmetoder, og for at opnå et vellykket resultat af selve udbedringen er det en god ide at gennemlæse reparationskapitlets afsnit om ophugning, rensning, forvandling, armeringsbeskyttelse, vedhæftning, blandingsforhold og efterbehandling. Læs også om overfladebehandling.

