

A photograph of a concrete bridge spanning a body of water. The bridge piers are covered in extensive scaffolding, indicating ongoing repair or maintenance work. The sky is blue with some clouds, and the water is calm. In the foreground, there is a rocky shoreline.

www.Betonhaandbogen.dk

- nye kapitler om reparation og overfladebeskyttelse af beton

Jens Mejer Frederiksen
Seniorprojektleder, faglig leder – beton

Ophav > Højgaards Fond, COWI fonden, ACI Copenhagen Chapter og Direktør R. P. Bejerholms Jubilæumslegat samt Dansk Betonforening

Formål > Opdatere/supplere Beton-Bogen (CtO)

Redaktion > Christian Munch-Petersen m.fl.

Målgruppe > Studerende og færdiguddannede ingeniører, konstruktører, arkitekter m.fl.

Kapitler om reparation og overfladebeskyttelse

20 Reparation af beton

20.1 Generelle principper

20.2 Overfladebeskyttelsessystemer

20.3 Reparationsmørtler og beton

20.4 Systemer til forstærkning af konstruktioner

20.5 Betoninjektion

20.6 Faststøbning af armeringsjern

20.7 Beskyttelse mod armeringskorrosion

Teksten mangler sidste revision og udkommer snart - i 2021, men færdiggørelse blev forsinket i 2020 og henover jul/nytår pga. Coronakrisen

Disposition

- > Målsætning
- > Generelle principper
- > Overfladebeskyttelse
- > Reparationsmørtler og -beton
- > Eksempel fra praksis

Målsætning

Målsætning

- › At indføre læseren i de grundlæggende principper for reparation og overfladebeskyttelse af beton
- › At kunne fungere som en lærebog om emnerne
- › Hjælp til praksis for projekterende og udførende
- › At give læseren indgange til videre studier på egen hånd

Generelle prinsipper

Generelle principper – 16 sider om

- › Teknisk begrundelse for reparation
- › Teknisk-økonomiske overvejelser
- › Tilstandsundersøgelse
- › Skadesårsager
- › Undersøgelsesprogram
- › Valg af reparationsprincip efter DS/EN 1504-9
- › Funktionskrav til reparationer

Teknisk begrundelse for reparation

Reparationsarbejder på betonkonstruktioner kan udføres med forskelligt formål:

- Udbedring af skader/støbefejl opstået i forbindelse med opførelse af konstruktionerne.
- Ved forebyggende vedligehold.
- Ved afhjælpende vedligehold.
- Ved forstærkning af konstruktionen.



Teknisk-økonomiske overvejelser

- a) Gør intet andet end at overvåge i nogen tid
- b) Revurder konstruktionens bæreevne evt. for at nedgradere funktionen
- c) Forebyg eller reducer yderligere nedbrydning
- d) Forstærk eller reparer og beskyt hele eller dele af betonkonstruktionen
- e) Genopfør eller erstat hele eller dele af betonkonstruktionen
- f) Nedriv hele eller dele af betonkonstruktionen



Beregning af nutidsværdi

Diskonteringsrente	4% p.a.					
Levetids scenarium/ reparationsalternativ	a)	b)	c)	d)	e)	f)
Afskrivning, nu		50.000				100.000
År fra nu						
0			10.000	20.000	100.000	15.000
5			5.000			
10			5.000	5.000		
15	115.000		5.000			
20			5.000	5.000		
25			5.000			
Restværdi	(80.000)	-	(20.000)	(40.000)	(60.000)	-
Nutidsværdi	33.508	50.000	16.916	11.118	78.376	115.000

$$S_{NU} = S_{x,t} \cdot (1 - r)^t$$

Teknisk-økonomiske overvejelser

- › Basale krav, fx:
 - › Den fremtidige brug, restlevetiden, krav til konstruktionen (f.eks. vandtæthed, brandmodstandsevne), holdbarheden af reparationsarbejdet, antallet af og prisen for tilbagevendende reparationsarbejder, prisen for fremtidige eftersyn, den samlede investering set over hele konstruktionens levetid, udseendet.
- › Konstruktive krav, fx:
 - › Lastoptagelsen før, under og efter reparationsarbejdet.
- › Sikkerhed og sundhed, fx:
 - › Konsekvensen af svigt, sikkerheds- og sundhedskrav under reparationsarbejdet, miljøpåvirkninger på brugere og omgivelser.
- › Eksponeringsbetingelser, fx:
 - › Kan miljøet ændres?
 - › Kan hele eller dele af betonkonstruktionen beskyttes midlertidigt eller permanent?

Grundlæggende principper for reparation



- > Reparation af betonkonstruktioner skal nøje overvejes
- > Bør kun udføres,
 - > hvis årsagen til skadens opståen er klarlagt,
 - > ... hvis skadesårsagen bliver fjernet,
 - > ... og hvis reparationen får en holdbarhed, der er sammenlignelig med den omgivende konstruktions resterende levetid.

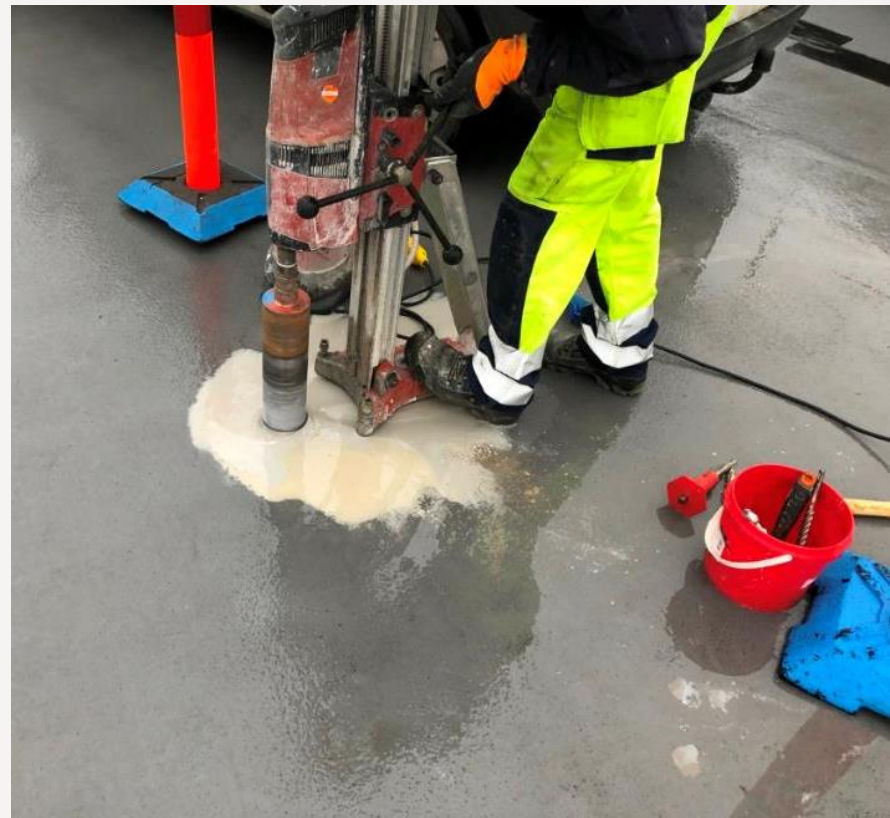
Skadesårsager



Skadesårsager



Hvad skal man undersøge og hvordan?



Undersøglesprogram:

- > Visuel besigtigelse (f.eks. vha. drone)
 - > Billeder, revner, fugtpåvirkning, afvanding, placering af skader, mulighed for prøveudtagning
- > Foreløbig skadeshypotese
 - > Bruges til at planlægge undersøgelser
- > Udtagning af prøver
 - > Skal udvælges omhyggeligt – konstruktionen må ikke svækkes
- > Undersøgelser på stedet
 - > Kort omtale og forslag til simple metoder de fleste kan bruge.
- > Undersøgelser i laboratoriet
 - > Undersøg dér, det man ikke kan se på anden vis
- > Sammenfattende rapportering
 - > Forstå sammenhæng mellem observationer – fastlæg skadesårsag – vælg princip og metode

Valg af reparationsprincip efter DS/EN 1504-9

- > Seks principper til reparation af defekter i beton.
- > Fem principper vedrørende armeringskorrosion.

Basale funktionskrav til reparationer

- > Skal kunne udføres og fungere på den eksisterende konstruktion
- > Holdbar i det aktuelle miljø

Overfladebeskyttelse

Overfladebeskyttelse – 30 sider om

- > Formål med overfladebeskyttelse
- > Karakterisering af underlag
- > Principper for overfladebeskyttelse
- > Rensemetoder
- > Udjævningsmetoder
- > Produktgrupper
- > Membraner og belægninger
- > Arbejdsmiljø
- > Produktvalg
- > Særlig arbejdsbeskrivelse
- > Prøvebehandling
- > Kontrolmetoder in-situ og i laboratoriet

Formål med overfladebeskyttelse

På ikke-trafikerede flader er formålet typisk:

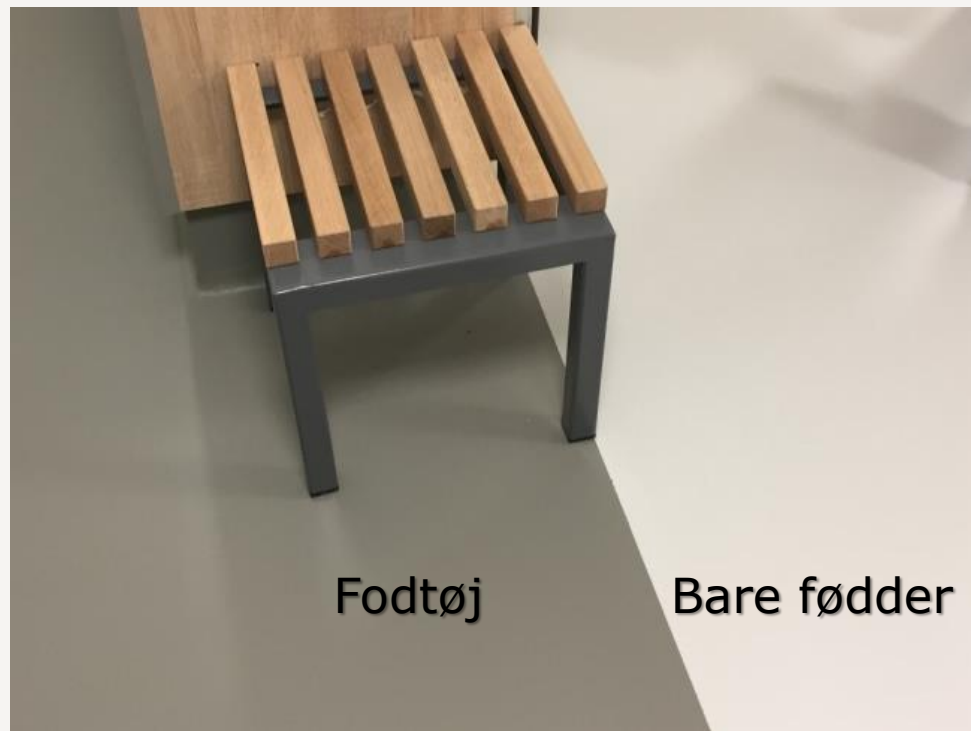
- > At begrænse eller modvirke en stoftransport dvs. typisk fugt, CO₂, chlorid og syre
- > At forbedre og bevare den visuelle fremtoning, f.eks. ved at skjule spor efter reparationer.



Formål med overfladebeskyttelse

På befærdede områder er formålet typisk desuden:

- > At tilføre overfladen slidstyrke og/eller skridsikring.
- > At regulere/hjælpe færdsel med kulører.



Karakterisering af underlag

Overflader – alle
støbt imod "glat"
forskalling



Principper og metoder for overfladebeskyttelse

Princip nr.	Principbeskrivelse	Metode nr.	Metodebeskrivelse
P1	Beskyttelse mod indtrængning (initieringsfase)	M1.1	Hydrofob imprægnering
		M1.2	Imprægnering (Forsegling)
		M1.3	Overfladebehandling med maling/membran
		M1.4*	Dækning af revner i overfladen
P2	Fugtstyring (propageringsfase)	M2.1	Hydrofob imprægnering
		M2.2	Imprægnering (Forsegling)
		M2.3	Overfladebehandling med maling/membran
P5	Forbedring af fysisk modstandsevne (propageringsfase)	M5.1	Overfladebehandling med maling/membran
		M5.2	Imprægnering (Forsegling)
P6	Modstandsevne overfor kemikalier (initieringsfase)	M6.1	Overfladebehandling med maling/membran
		M6.2	Hydrofob imprægnering
P8	Forøge betonens resistivitet (propageringsfase)	M8.1	Hydrofob imprægnering
		M8.2	Imprægnering (Forsegling)
		M8.3	Overfladebehandling med maling/membran

Metoder for overfladebeskyttelse

Hydrofob imprægnering



Imprægnering (forsegling)



Overfladebehandling med maling/membran

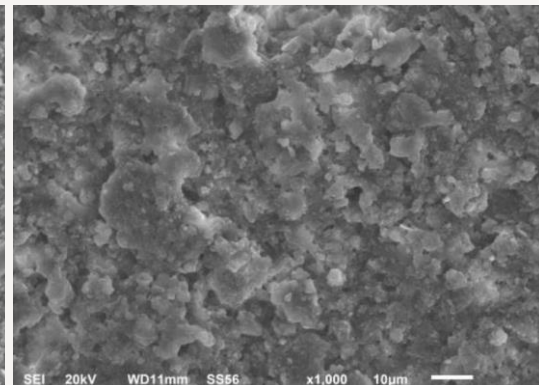
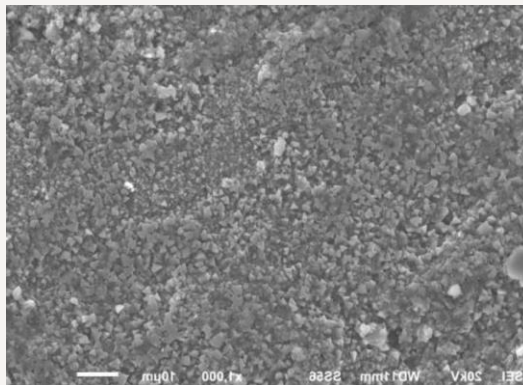
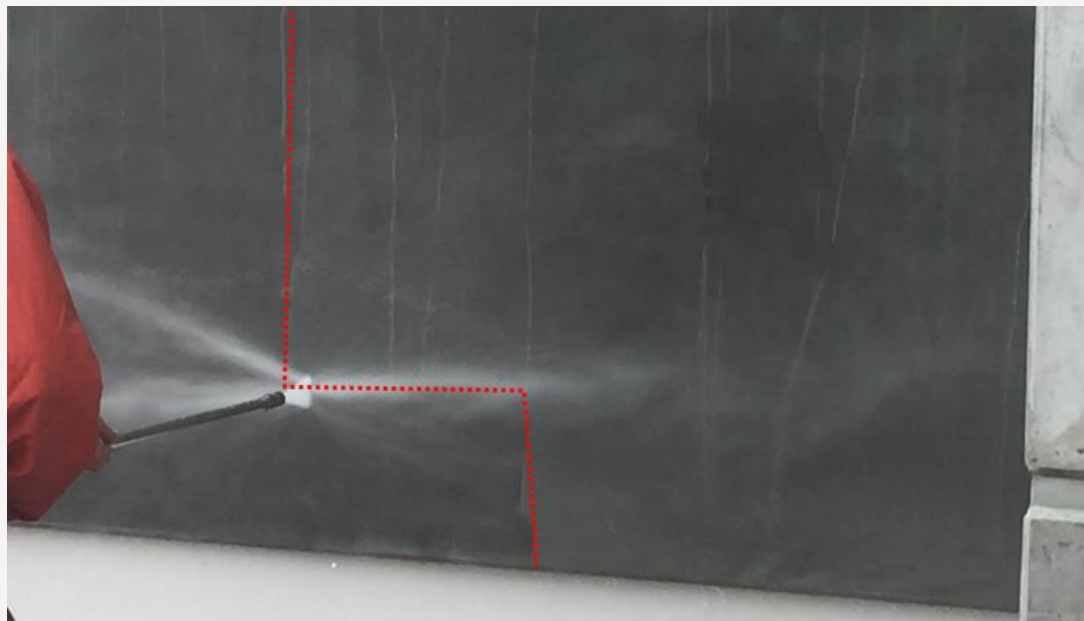


Dækning af revner i overfladen

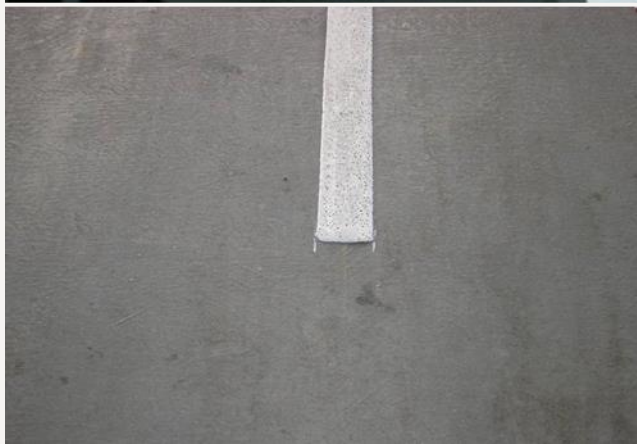
*Produkter til denne metode er ikke omfattet af EN 1504-2



Rensemetoder



Udjævningsmetoder



Produktgrupper

De essentielle krav til produkter til overfladebeskyttelse af udvendig beton i Danmark er følgende:

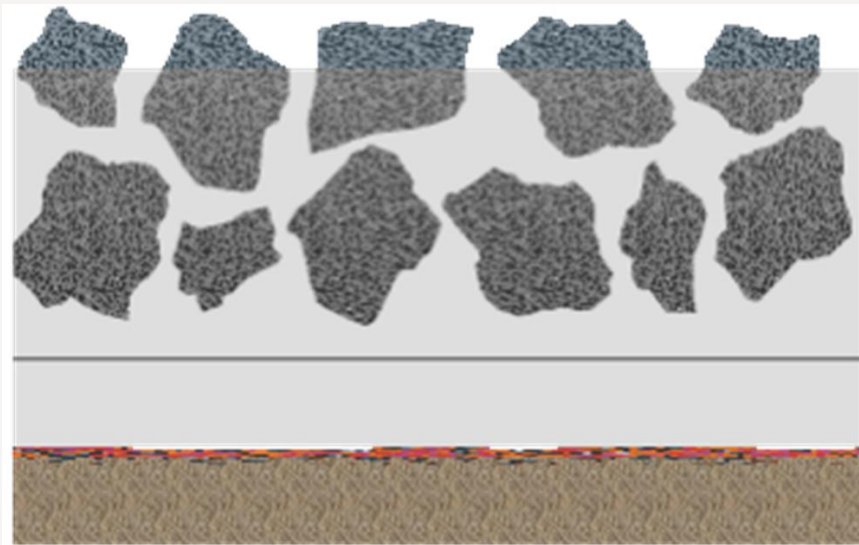
- Arbejdsmiljøvenlig (lovgivning)
- Dampdiffusionstæthed/-åbenhed (fysisk begrundet)
- Alkalibestandighed (kemisk begrundet)

Disse krav afgrænser produktsortimentet betydeligt. At's vejledning i produktvalg, blev udformet i starten af 1980'erne og er baseret på særdeles ældningsbestandige og derfor holdbare materialer, der opfylder ovenstående krav.

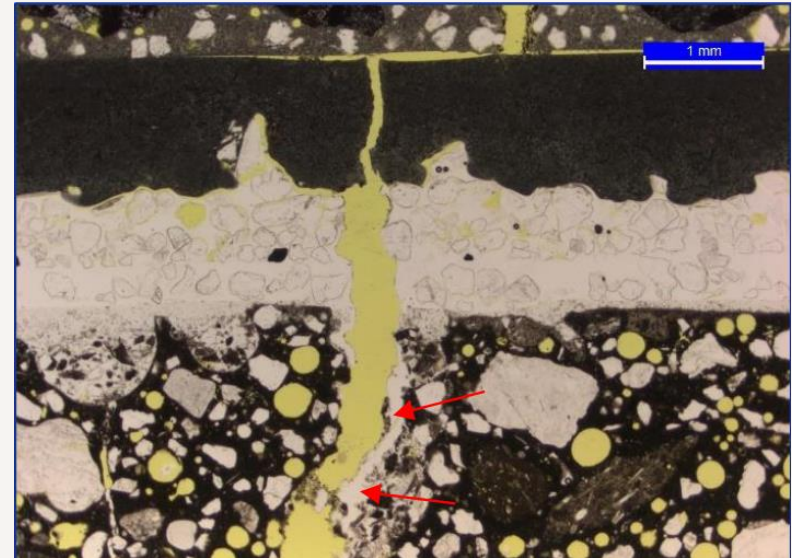
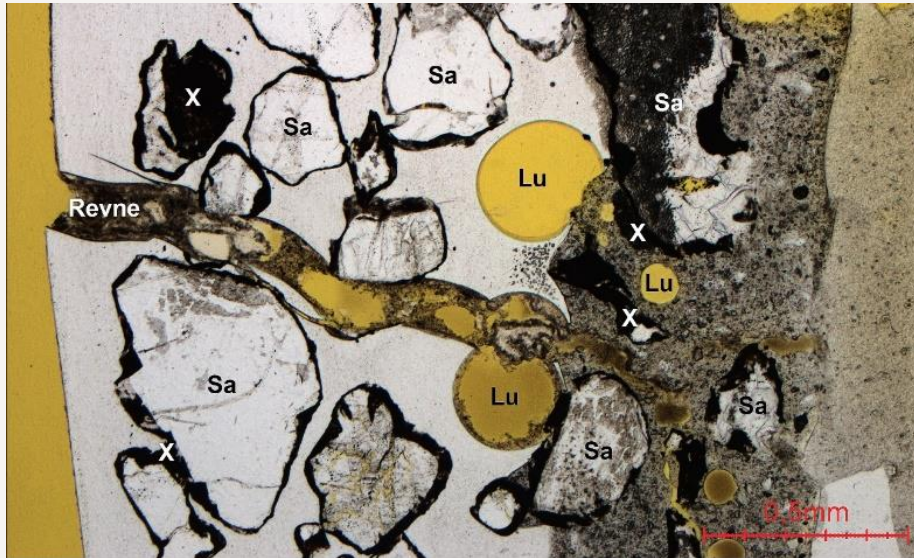
... og reglerne gælder fortsat i næsten uændret form



Membraner og belægninger



Membraner og belægninger



Arbejdsmiljø

• Forbud:

- Højeste tilladte tal før bindestregen i kodenummeret for malevarer i brugsklar blanding til UDVENDIGT malearbejde er for facader og tagbeklædning 2- dog 3- ved grunding eller imprægnering.

... dog:

- Medmindre arbejdsmiljø-, brand-, færdsels- eller levnedsmiddellovgivningen kræver særlige overfladeegenskaber, skal der søges om dispensation, hvis ovennævnte forbud overskrides.

• Substitutionsprincippet:

- Et produkt må ikke anvendes, hvis det kan erstattes af et andet produkt, der efter kodenummeret er mindre farligt eller mindre generende.

... dog:

- Hvis brugen af en erstatning vil medføre ikke uvæsentlige forskelle i tekniske egenskaber eller udgifter skal der foretages en samlet afvejning af de tekniske og økonomiske konsekvenser over for de sikkerheds- og sundhedsmæssige hensyn.
- Hvis erstatning vil medføre urimelige merudgifter eller tab for arbejdsgiveren, skal dette på forlangende dokumenteres over for arbejdstilsynet.

Oversigtsmæssig gennemgang af love og regler

Tallet før strengen	Tallet efter strengen
Farlighed af dampe	Farlighed ved berøring/indtagelse
00: MAL $\leq$ 30 m ³	-0 Vand
0: 30 m ³ < MAL $\leq$ 100 m ³	-1 Skadelig sprøjtetåge mv.
1: 100 m ³ < MAL $\leq$ 400 m ³	-2 Som -1 og skadelig at indtage
2: 400 m ³ < MAL $\leq$ 800 m ³	-3 Som -2 samt skadelig ved kontakt med hud og øjne. Kan være allergigivende.
3: 800 m ³ < MAL $\leq$ 1.600 m ³	-4 Ætsende bestanddele
4: 1.600 m ³ < MAL $\leq$ 3.200 m ³	-5 Stærkt allergigivende ved hudkontakt eller særligt farlige for hud og øjne.
5: MAL > 3.200 m ³	-6 Som -3, giftig ved hud- og øjenkontakt samt ved indtagelse af små mængder.
MAL: 'Maleteknisk Arbejdshygienisk Luftbehov', der måles som 'm ³ luft pr. l produkt' for at fortynde til den hygiejniske grænseværdi	

Produktvalg

Simpelt valg af system ud fra funktionskrav

Systemkode	96-1	93-3	93-4	96-5	93-6
Systembetegnelse:	Silikatmale- behandling	Acrylplastmale behandling	Acrylplast- tykfilmmale- behandling	Uelastisk acryl- modificeret ce- mentsvummebe- handling	Elastisk acryl- modificeret ce- mentsvumme- behandling
Hvad er formålet?					
Udsmykning	●	●	-	-	-
Vandafvisning	-	●	●	-	●
Carbonatiserings- bremsning	-	●	●	-	●
Kloridbremsning	-	●	●	●	●
Revnelukning/- overbygning	-	-	●	-	●
Begrænsning af skader som følge af alkaliki- selreaktion	-	-	●	-	-
Antigraffiti	●	●	-	-	-
Hvor er overfladen?					
Tæt på trafikken	-	●	●	●	●
Langt fra trafikken	●	●	●	●	●
Over jord/vand	●	●	●	●	●
Under jord/vand	-	-	-	●	-

Signaturer: ● egnet, - uegnet.

Særlig arbejdsbeskrivelse – konkrete tekstafsnit

Rensning

Overfladerne renses ved blæserensning efterfulgt af trykspuling med rent vand. Ved arbejdet skal der vælges metoder, der giver mindst mulige arbejdsmiljømæssige belastninger for arbejdere og omgivelserne, og der skal foretages afskærmning og afdækning i nødvendigt omfang til at beskytte trafikanter, maskindele, afløb m.v. og af hensyn til forurening af vandløb.

Udfaldskrav

- Overfladen skal være fri for betonslamlag, mørtelrester, rester af injiceringsmateriale, alge- og mosbegroning, støv og smuds, malings-, olie- og fedtrester.
- Overfladen skal så vidt muligt have et ensartet udseende uden rensestriber og uden væsentlig opruning.
- Porer og revner skal være åbnet.
- Ingen væsentlig afsmitning og rester af blæsemiddel.
- Aftræksstyrke skal i gennemsnit min. 1,2 MPa, ingen enkeltværdi under 0,9 MPa (højere værdier på hhv. 1,8 MPa og 1,5 MPa bør kræves ved trafikerede flader).

Eksempel – se flere i
www.betonhaandbogen.dk
(når kapitlerne er frigivet)

Særlig arbejdsbeskrivelse – Kontrolplan

Kontrolplan og -omfang							
Kontrolmetode		Omfang	System nr.				
			96-1	93-3	93-4	96-5	93-6
VDPRØV.03/93	Visuelle metoder	10 %	R,M	R,U,M	R,U,G,M	R,M	R,M
VDPRØV.03/93	Afsmitningsprøve	10 %	R	R,U	R,U	R,U	R
VDPRØV.04/93	Aftræksprøvning	1 gang pr. kontrolafsnit	R,M	R,U,M	R,U,M	R,M	R,M
VDPRØV.05/93	Overflade-temperatur	Morgen og nødvendigt omfang	M	U,M	U,G,M	M	M
VDPRØV.08/93	Relativ luftfugtighed	Morgen og nødvendigt omfang	M	M	G,M	M	M
VDPRØV.10/93	Malinglagtykkelse beregnet	10 %	M	M	M	M	M
VDPRØV.11/93	Malinglagtykkelse mikroskop-metode	1 gang pr. kontrolafsnit	M	M	M	M	M
VDPRØV.17/93	Registrering af klimadata	Morgen, middag og aften	M	M	G,M	M	M

Symbolforklaring: "Kontrol udføres ved": R = Rensning, U = Udjævning, G = Grundning, M = Malebehandling

Prøvebehandling

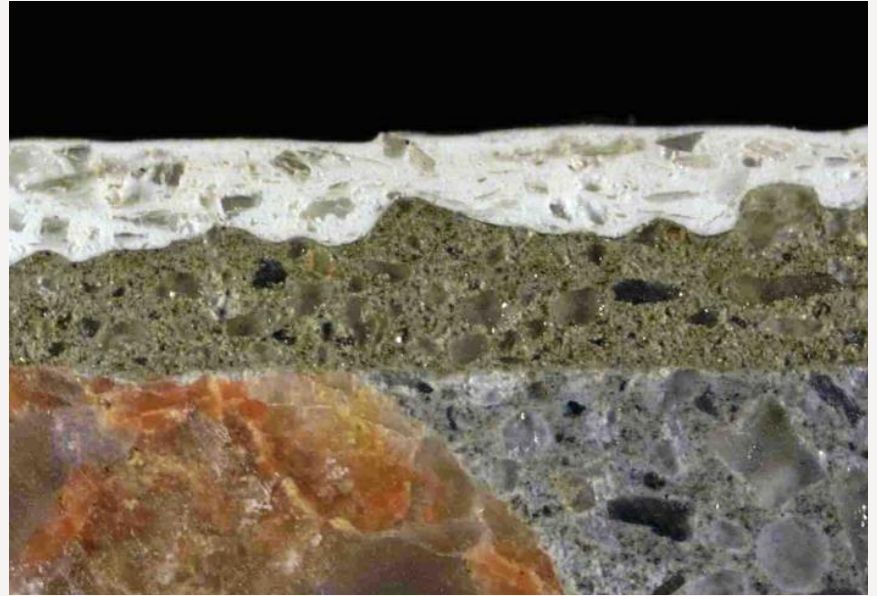
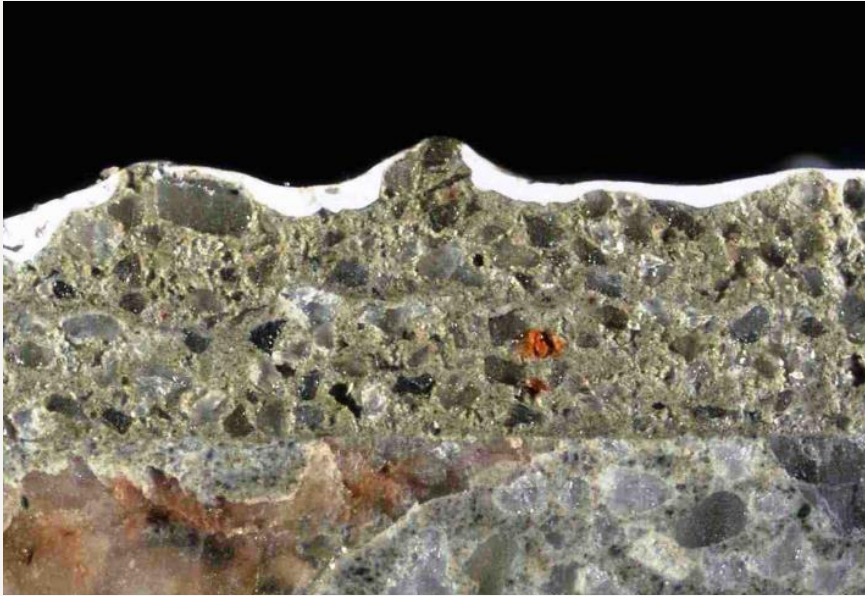
- Overfladebehandling har stor indflydelse på bygværkets udseende.
- Derfor er en rettidig, veludført og repræsentativ prøvebehandling værdifuld.
- En prøvebehandling tjener flere formål, der ofte viser sig at være til gavn for bygherre, rådgiver og udførende samtidig
- Reference for niveauet af tilladelige småfejl og variationer (få fastlagt en rimelig petitessegrænse)



Kontrolmetoder in-situ og i laboratoriet

VDPRØV.nr.	Metodebeskrivelse
00/93	Anvendelse af visuelle metoder
03/93	Afsmitningsprøve ≈ DS/EN 1504-10 – A.9.2, metode nr. 2
04/93	Aftræksprøvning ≈ DS/EN 1504-10 – A.9.2, metode nr. 35
05/93	Overfladetemperatur ≈ DS/EN 1504-10 – A.9.2, metode nr. 10
06/93	Lufttemperatur ≈ DS/EN 1504-10 – A.9.2, metode nr. 21
07/93	Kontinuert registrering af temperatur og luftfugtighed
08/93	Relativ luftfugtighed og dugpunkt ≈ DS/EN 1504-10 – A.9.2, metode nr. 22 og 25
10/93	Malinglagtykkelse, beregnet
11/93	Malinglagtykkelse, mikroskopmetode
17/93	Registrering af klimadata

Kontrolmetoder in-situ og i laboratoriet



Reparationsmørtler og -beton

Reparationsmørtler og -beton – 24 sider om

- > Krav til udførelse
- > Krav til forenelighed
- > Krav til holdbarhed
- > Valg af reparationsprodukt
- > Lagtykkelse og kornstørrelse
- > Svind
- > Støbemetode/-retning og kohæsion
- > Beskrivelse af reparationsarbejde
- > Udhugning
- > Rensning af støbeskel
- > Hæftebro
- > Gennemgang af produkttypers anvendelse

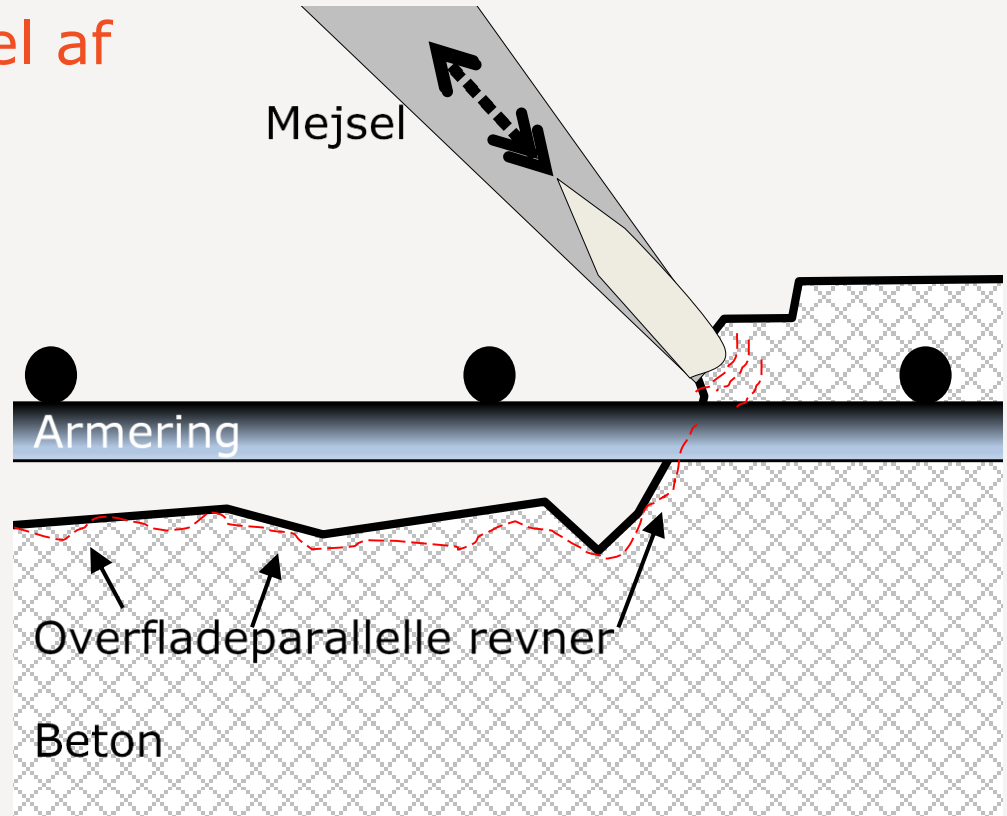
Krav til udførelse

- Begrænset antal revner/skader i oprindelig såvel som i ny beton.
- Fuld kontakt i en stor del af støbeskellet.
- God komprimering – lav hulrumsprocent i reparationen.
- Reparationens sammensætning skal være som forventet.



Udhugning – en kritisk del af udførelsen

- Pas på ikke at påføre skade.
- ... eller at efterlade skade.
- Rens grundigt med vand under højt tryk efter udhugning.
- Overfladeparallelle revner ses ikke, men har stor betydning.
- ... eller foretag "udhugningen" direkte med vand.



Udhugning – en kritisk del af udførelsen



Krav til forenelighed

- > *Styrke* – reparationen skal være stærk nok i den påtænkte anvendelse.
- > *Elasticitetsmodul* – reparationen bør normalt ikke være stivere end den oprindelige konstruktions beton, på den anden side bør den heller ikke være meget blødere, hvis den er placeret i en bærende konstruktion.
- > *Svind* – en reparation bør have mindst muligt svind, for at minimere risikoen for revnedannelser langs reparationens rand og netrevner i dens overflade.
- > *Temperaturudvidelseskoefficient* – reparationen skal opføre sig som beton under opvarmning og afkøling.
- > *Chloridindhold* – reparationsproduktet må ikke indeholde klorid i en skadelig mængde.
- > *Frostbestandighed* – reparationsproduktet skal bevare sin integritet og sin vedhæftning under cyklisk vekslende påvirkninger af frost/tø.
- > *Vandoptagelse ved kapillarsugning* – reparationen må kun i begrænset omfang optage fugt. Uden fugt er der ingen patologisk betingede betonskader.

Krav til holdbarhed – fra CE-mærkning

- > *Karbonatiseringshastighed* – skal være begrænset.
- > *Frostbestandighed* – skal være lige så god eller bedre end den oprindelige betons.
- > *Chloridindtrængningsmodstanden* – skal være begrænset.
- > *Korrosionsbeskyttende virkning* – skal være lige så god eller bedre end den oprindelige betons.
- > *Vandoptagelsesevnen* – skal være begrænset.

Valg af reparationsprodukt – først vælges princip

Skade, defekter og korrosion	Princip
Indtrængning af aggressive stoffer, f.eks. chlorid, luftarter, kemikalier	P3, P7
Revner pga. last, svind, temperatur mv.	P4
Karbonatisering	P7
Alkalireaktion	P3
Frost/tø	P3
Påkørsel, erosion, slid mv.	P3, P5
Armeringskorrosion	P3, P4, P7
Utilstrækkelig eller forkert placeret armering	P4
Overbelastet beton (i trykzoner)	P4
Manglende dæklag	P7
Forurennet dæklag (chlorid, karbonatisering)	P7

Valg af reparationsprodukt – dernæst metode

Princip nr.	Definition	Metode nr.	Eksempel på metode baseret på princippet
P3	Udskiftning af skadet beton	M3.1	Håndpåføring af mørtel
		M3.2	Genstøbning med beton eller mørtel
		M3.3	Påsprøjtning af beton eller mørtel
P4	Forstærkning af konstruktionen	M4.4	Tilføre mørtel eller beton
P5	Øgning af fysisk bestandighed	M5.3	Tilføre mørtel eller beton
P6	Bestandighed overfor kemikalier	M6.3	Tilføre mørtel eller beton
P7	Bevaring eller genoprettelse af passivitet	M7.1	Forøgelse af armerings dæklag ved at tilføre mørtel eller beton
		M7.2	Udskifte forurenede eller carbonatiserede beton

Hvad med eksponerings- klassen?



Eksponeringsklasse, miljøklasse og systemet i EN 1504-serien

Eksponeringsklasse, iht. EN 206	XC2 XC3 XC4	XF1	XS1 XS2 XD1	XS3 XD2 XD3	XF2 XF3	XF4
Styrkeklasse, iht. EN 206-DK-NA	C30/37	C30/37	C35/45	C40/50	C35/45	C40/50

Eksponeringsklasse, miljøklasse og systemet i EN 1504-serien - ***En relevant oversættelse kunne være:***

Eksponeringsklasse, iht. EN 206	XC2 XC3 XC4	XF1	XS1 XS2 XD1	XS3 XD2 XD3	XF2 XF3	XF4
Styrkeklasse, iht. EN 206-DK-NA	C30/37	C30/37	C35/45	C40/50	C35/45	C40/50
Reparationers styrkeklasse iht. EN 1504-3	R3 (≥ 25 MPa)		R4 (≥ 45 MPa)			

Reparationsmørtler og -beton:

- > Terminologi
- > Grundlag for at forstå produkters egenskaber og vælge de rette produkttyper til rette formål
- > Lagtykkelse
- > Kornstørrelse
- > Svind

Reparationstype / Produkttype Reparationsmetode iht. DS/EN 1504-3	A. Håndudsætning	B. Blødstøbning, grov	C. Blødstøbning, fin	D. Undervandsstøbning	E. Sprøjtestøbning, våd	F. Sprøjtestøbning, tør	G. Profileringsmørtel
3.1 Genskabning af beton ved håndpåført mørtel	•						•
3.2 Genskabning af beton ved omstøbning med beton		•	•	•			
3.3 Genskabning af beton ved sprøjtepåstøbning af mørtel og beton					•	•	
4.4 Konstruktiv forstærkning ved påføring af mørtel eller beton	•	•	•	•	•	•	•
5.3 Øgning af fysisk modstand ved påføring af mørtel eller beton	•	•	•	•	•	•	•
6.3 Bestandighed overfor kemikalier ved påføring af mørtel eller beton	•	•	•	•	•	•	•
7.1 Bevaring eller genoprettelse af passivitet ved forøgelse af armeringens dæklag med ekstra cementmørtel eller beton	•	•	•	•	•	•	•
7.2 Bevaring eller genoprettelse af passivitet ved udskiftning af forurenede eller karbonatiserede beton	•	•	•		•	•	•

Eksempel fra praksis

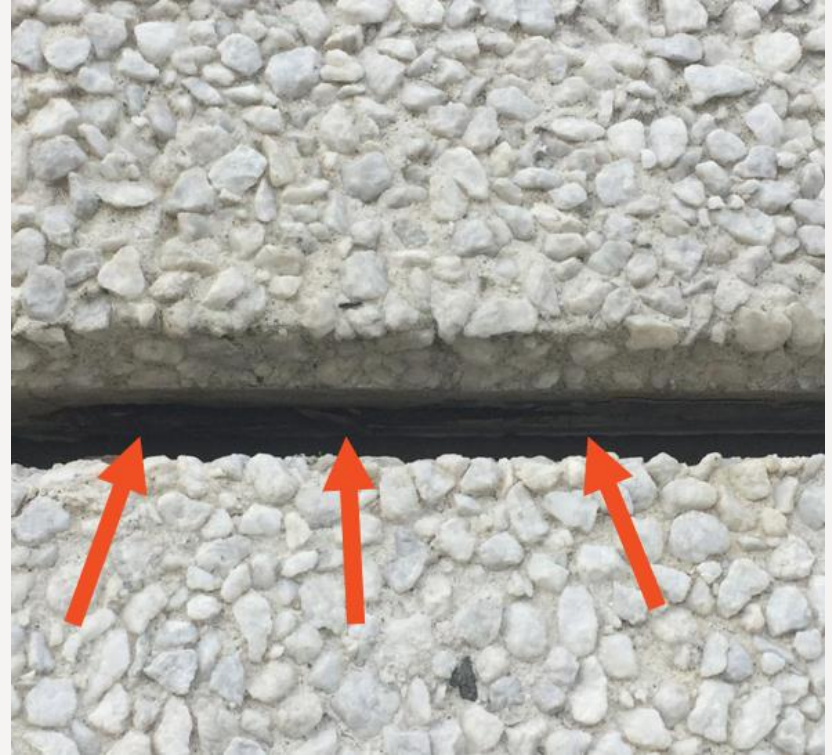
Fra første observation via undersøgelse til udført reparation

- › Uvarslet skade – nedfald af beton
- › Risiko for færdsel ved bygningen?
- › Indledende besigtigelse og undersøgelse...
- › Første skadeshypotese...
 - › Klorid? Nej.
 - › Karbonatisering? Nej.
 - › Differenssvind mellem for- og bagstøbning... Måske...?
- › Hvordan vurderes omfang?
- › Inspektionsmetode – hammer, mærke efter med fingre - totalkontrol
- › Undersøge flere prøver...



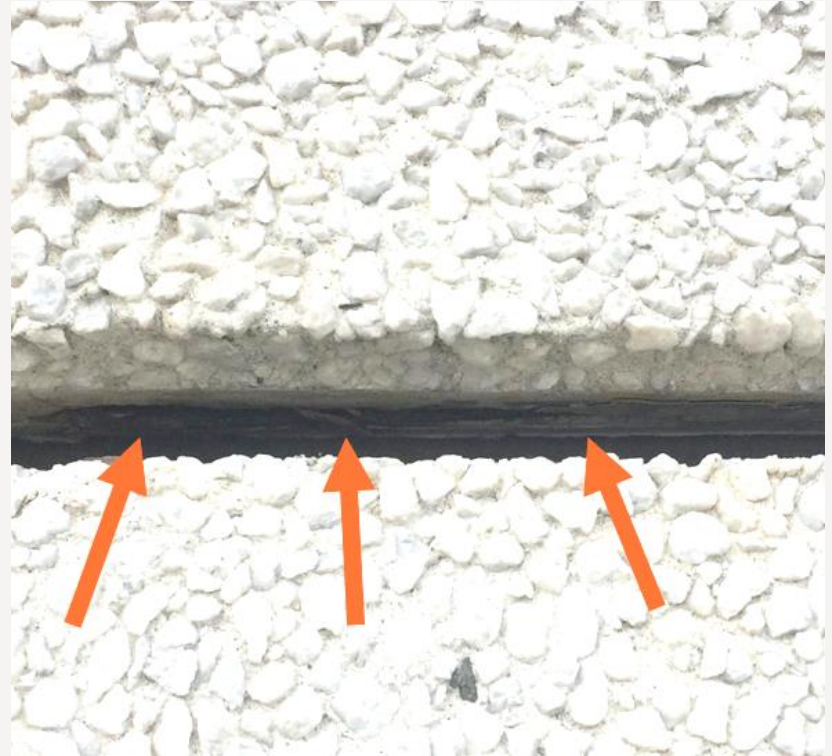
Total registrering

- › Skader knapt synlige
- › Man skal tæt på – drone duer ikke
- › Nogle gange kunne man kun mærke skadens eksistens med sine fingre
- › Skader fundet på knap 2 % af elementerne



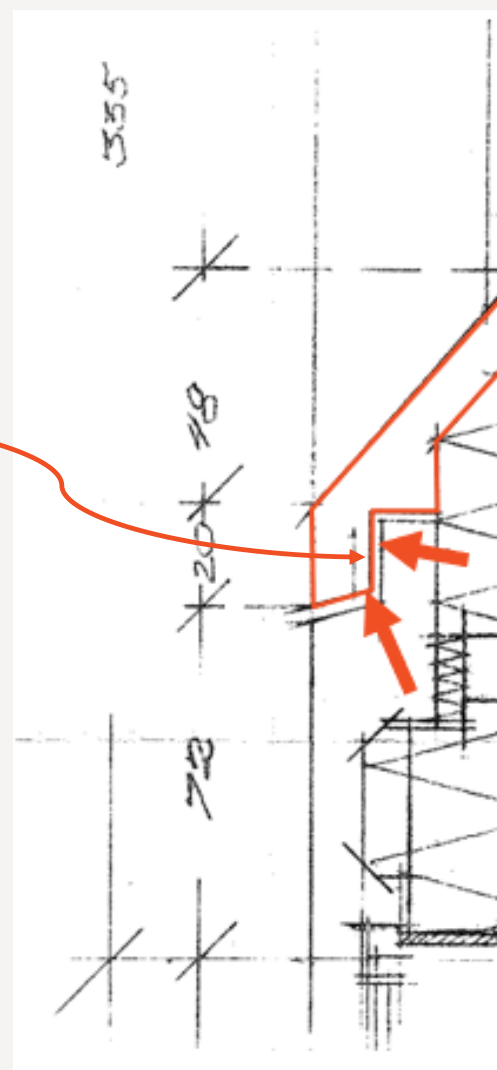
Total registrering

- › Skader knapt synlige
- › Man skal tæt på – drone duer ikke
- › Nogle gange kunne man kun mærke skadens eksistens med sine fingre
- › Skader fundet på knap 2 % af elementerne



Oprindelig tegning

- › Element støbt med forsiden nedad
- › Der må være blevet brugt overforskalling...



Observation på uskadt element

- > Støbt mod form på opsiden...



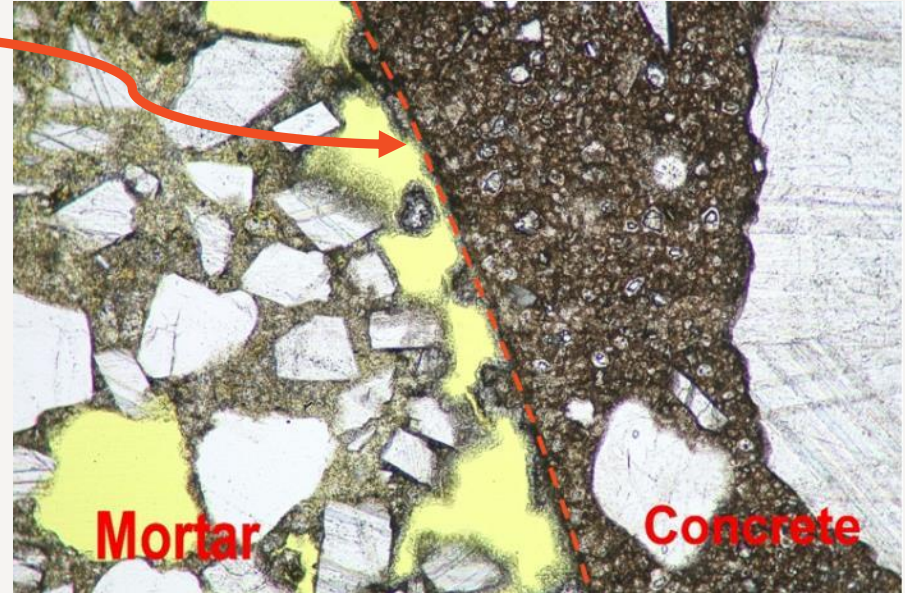
Observation på skadet element

- To forskellige beton-/mørteltyper
- Rustdannelse på armering
- Afskalning over rusten armering



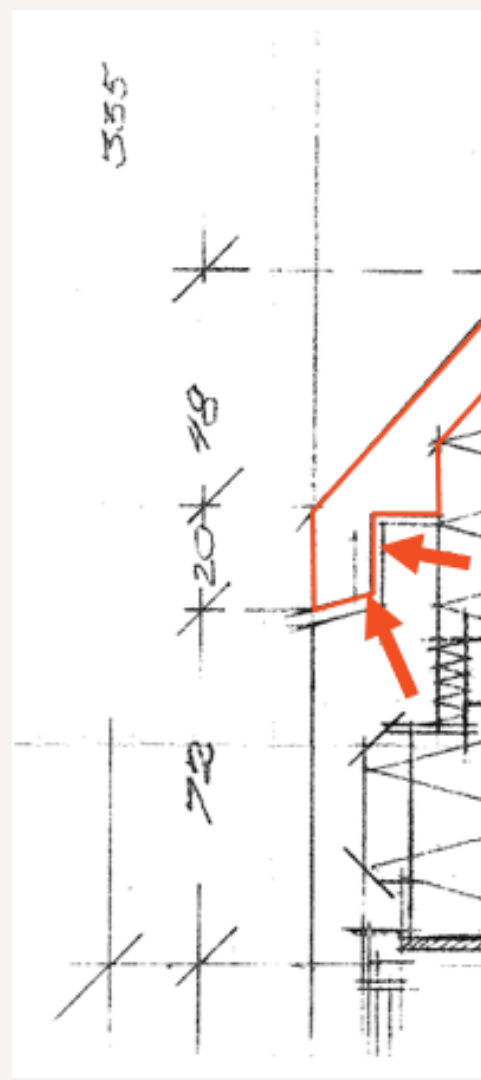
Observation på skadet element

- Reparation mod ikke-klargjort underlag...
- Mangelfuld kontakt i støbeskellet...
- Glat og "bobleformet" underlag...
- Reparationsmateriale af samme delmaterialer, men forhøjet v/c-forhold og ingen sten.
- Konsistens justeret med groft sand



Oprindelig tegning

- > Hvorfor var der kun få registrerede tilfælde?
- > Vurdering
 - > Reparationer fra udførelsen
 - > Blottet armering opdaget ved afformning
 - > Udførelsesproblem blev nok løst ret hurtigt, f.eks. ved at udlufte overforskallingen
 - > Godt skjulte fejl! – Næppe mulige at opdage efter elementmontagen.
 - > Dårligt udførte reparationer!
 - > Dårligt reparationsmateriale!
 - > Holdbarhed ca. 40 år... **OK??**
 - > **Differenssvind var altså ikke forklaringen** – for så ville problemet have været generelt og omfanget meget stort...



Udført reparation

- › Reparationsmetode tæt på oprindelig udførelsesmetode:
 - › Retarder påført reparation
 - › Retarderet mørtel vasket væk næste dag
- › Moderne materialer – hvid cement som bindemiddel – men håndarbejde
- › Korrekt forberedelse af underlag
- › OBS – oprindelig overflade renses senere, hvorved farveforskel forventes at udtone
- › "Kompromis" med CE-mærkning – CE-mærket produkt – der blev iblandet sten





Tak