



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

it's all about innovation





DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Hvor mangler vi viden om reparationer og reparationsprodukter?

v. Gitte Normann Munch-Petersen

Agenda



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE



Reparation af nye
konstruktioner



Reparationsmetoder



Branchenetværk

Reparation af nye konstruktioner



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- Støbefejl – fx stenreder pga manglende vibrering – fejlagtig SCC
- Revner – fx pga dårlig hærdestyring
- For lidt dæklag
- Udfyldning af "huller" – fx klampshuller, udsparingsbokse, løftehuller
- Udfyldning af borekerne huller

Reparation af nye konstruktioner



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Udstøbning med samme betontype

Reparation

- Evt. borthugning

Kontrol

- Støbeskel

Holdbarhed

- Afhængig af udførelse



Reparation af nye konstruktioner



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Udstøbning med et reparationsprodukt

Reparation

- Evt. borthugning

Kontrol

- Egenskaber
- Støbeskel

Holdbarhed

- Afhængig af produktet
- Afhængig af udførelse



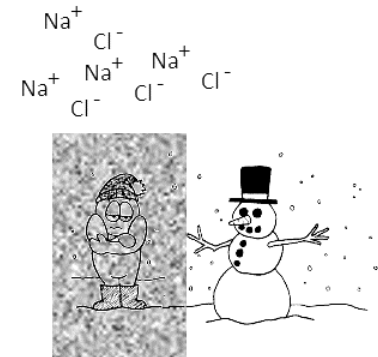
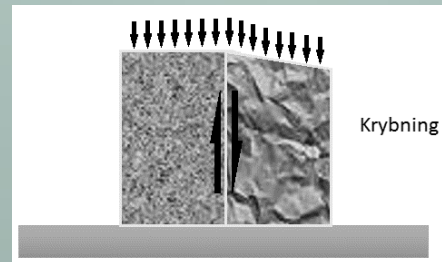
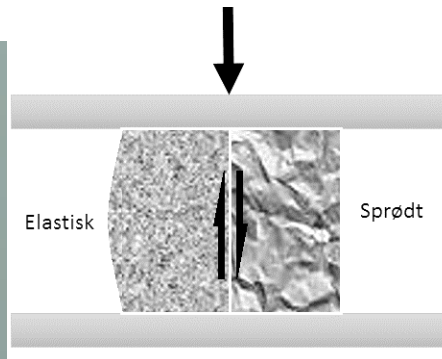
Holdbarhed af reparerede konstruktioner



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Valg af reparationsprodukt

- Produktet skal i sig selv være egnet til den specifikke anvendelse!
 - Fysiske påvirkninger
 - Kemiske påvirkninger
 - Miljømæssige påvirkninger
- Produktet skal kunne hænge fast i hullet



Anvendelse af produktet



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Valg af reparationsprodukt

- Produktet skal være CE-mærket iht. 1504-3

CE-mærkningen sikrer at de deklarerede værdier er eftervist efter sammenlignelige prøvningsmetoder

CE-mærkningen skal følge system 4 eller 2+ (overvågning af certificeringsorgan)

I Danmark forventes 2+ krævet generelt

Anvendelse af produktet



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Egenskaber der kan deklarerer i CE & DoP

- Trykstyrke
- Kloridindhold
- Vedhæftningsevne
- Kontrolleret svind/ekspansion
- Modstandsevne mod karbonatisering
- Elasticitetsmodul
- Termisk kompatibilitet
- Skridsikkerhed
- Varmeudvidelseskoefficient
- Kapillær absorption
- Brandmodstandsevne
- Farlige stoffer

CE & DoP



Tekniske specifikationer

Prøvningsmetoder for særlige anvendelser (1504-3, Anneks B)

- Chloridindtrængning
- Krybning under tryk
- Kemisk modstandsevne
- Nedenop-anvendelse

Også egenskaber der ikke er medtaget i 1504-3 - fx

- Modstandsevne mod alkaliske reaktioner

Udførelse



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- Producentens anvisninger skal følges.....
- Reparationsarbejdet skal udføres korrekt



FORBEREDELSE

Loose, porous and greasy impurities and chipped concrete are removed with concrete grinders, grinding machine or similar. Cement sludge, oil, grease, form oil and curing compound are removed with the help of wire brush, chisel, sandblasting, jet cleaning or other method. Carbonated and chloridized concrete is removed, if it surrounds reinforcement. Unprotected reinforcement is cleaned to blank metal and immediately protected with weber REP 05 betoheft-reinforcement-/concrete primer, see separate data sheet.

Edges on the repair site must be perpendicular to at least 5 mm depth in order to avoid thinning of the transition layer. Absorbent surfaces must be thoroughly wetted, and weber REP 05 betoheft-reinforcement-/concrete primer must be applied and worked into the surface.

Work must not be started if the expected temperatures are $< 5^{\circ}\text{C}$ within 24 hours after application.

BLANDING

The product is poured into a container with ca. 3.7 liter water/25 kg, which gives ca. 14 liter repair mortar. The mortar is mixed for 5 minutes with a long-handled drill mixer or in a compulsory mixer, until a homogeneous mortar without lumps is obtained. Let the mortar stand for 5 minutes and mix again for 1 minute before use.

UDFØRELSE

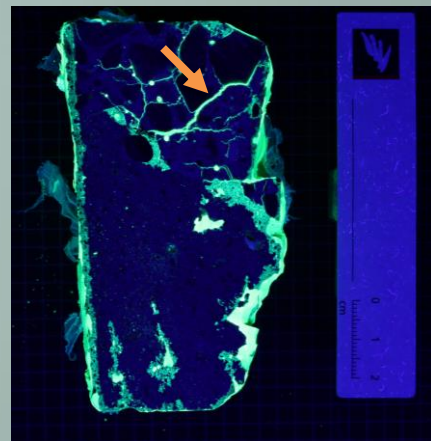
weber REP 45 is applied when the repair mortar weber REP 05 betoheft has started to harden, but is not yet dry. The finished repair mortar is pulled on the wet surface with a trowel, then wetted with water. The finished repair mortar is pulled on the wet surface with a trowel,

Kvalitetssikring

- Beton skadet ved frihugning



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

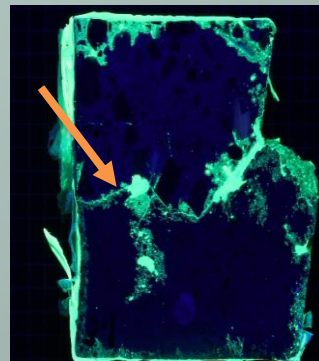


Kvalitetssikring

- Manglende vedhæftning



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE



Levetid



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Levetid afhænger af kvaliteten af reparationen

Eksempel:

- Dimensionerede levetid: 120 år
- Dæklag: 40 mm

Kvadratrodsformlen:

$$D = K \cdot \sqrt{T}$$
$$K = \frac{40}{\sqrt{120}} = 3,65$$
$$T = \frac{D^2}{K^2} = 0,075 \cdot D^2$$

Dæklag [mm]	Levetid [år]
5	2
10	8
20	30
30	68
35	91
40	120

Levetid



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- En reducere af dæklaget til 30 mm
→ Levetid reduceres med 52 år!
- Overfladebehandling med levetid på 20 år
→ Skal udskiftes mindst 2 gange!

Dæklag [mm]	Levetid [år]
5	2
10	8
20	30
30	68
35	91
40	120



Holdbarhed af reparationsprodukter



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

25 % af bygningsejerne er ikke tilfredse med reparations- og overfladebehandlings materialerne inden for fem år efter renoveringen, og 75 % er utilfredse, inden der er gået 10 år



CONREPNET, 2004

Betonreparationers holdbarhed

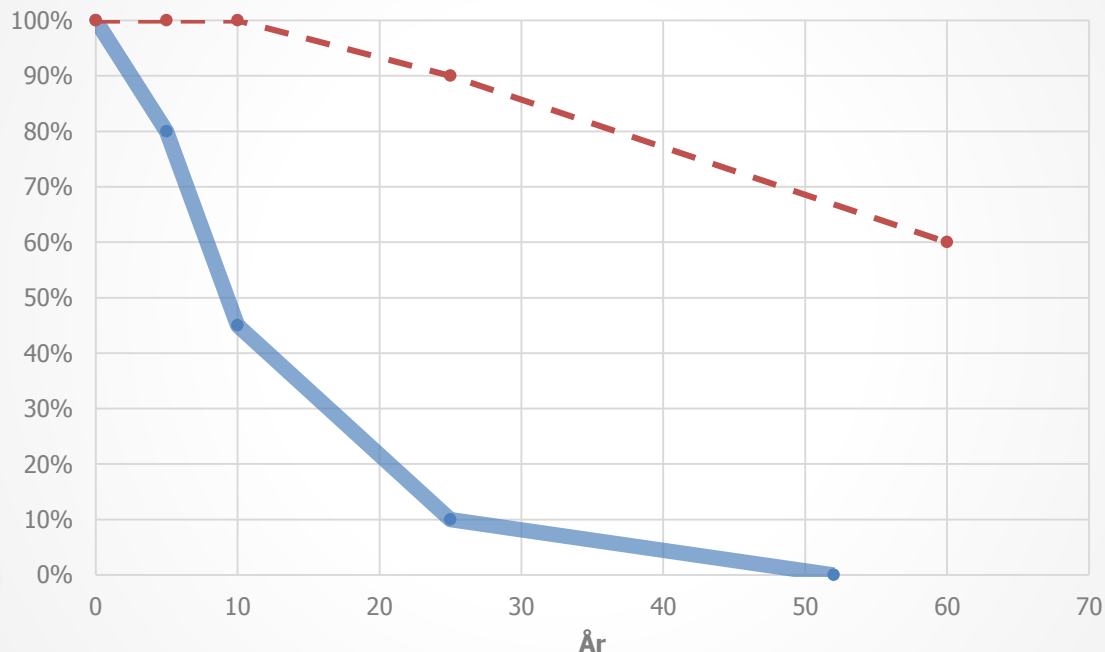


DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

En gennemgang af 230
renoveringsopgaver,
viser at holdbarheden
af betonreparationer er
utilfredsstillende

CONREPNET, 2007

Reparationers levetid



Betonreparationers holdbarhed



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- Erfaringer er bagudrettede
- Der er ingen generelt accepteret procedure for kvalitetskontrol



Udvikling af reparationsmaterialer



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- Konstant udvikling (ændring) af reparationsmaterialer, gør praktiske erfaringer irrelevante.
- Holdbarhed testes med accelererede prøvninger i laboratoriet
- Referenceprojekter er svære at skaffe

Mindst holdbar til: 6. februar 2138

Udvikling af reparationsmaterialer



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- I mange tilfælde er bygherren tvunget til at vælge **det billigste produkt**, der opfylder kravene → prisen er en vigtig faktor når der udvikles nye produkter.
- **Stort udvalg** af nye reparationsprodukter, og manglende praktisk erfaring gør det mere komplekst at vælge det rigtige.
- **Skærpede miljøkrav** → ændring af produkter



Levetid af en ny – men repareret konstruktion



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Bygherren har krævet og betalt for 120 års levetid

Bygherren har fået en repareret konstruktion med ukendt levetid - Skal bygherren betale fuld pris for det?

- Formentlig ja – hvis
 - Fejlantallet er begrænset
 - Reparationsmaterialet i sig selv er holdbart (120 år)
 - Sammenhængen med betonen er fejlfri
- Formentlig nej – hvis
 - Bygherren pådrages øgede udgifter i konstruktionens levetid
 - Disse udgifter kan kapitaliseres (- men det kræver øget viden)
- Skal entreprenøren give en tilsvarende dekort?



Levetid af en ny – men repareret konstruktion

Det overordnede mål må være

- At bygherren får fuld levetid
- Entreprenøren får fuld betaling

Dette skal opnås ved

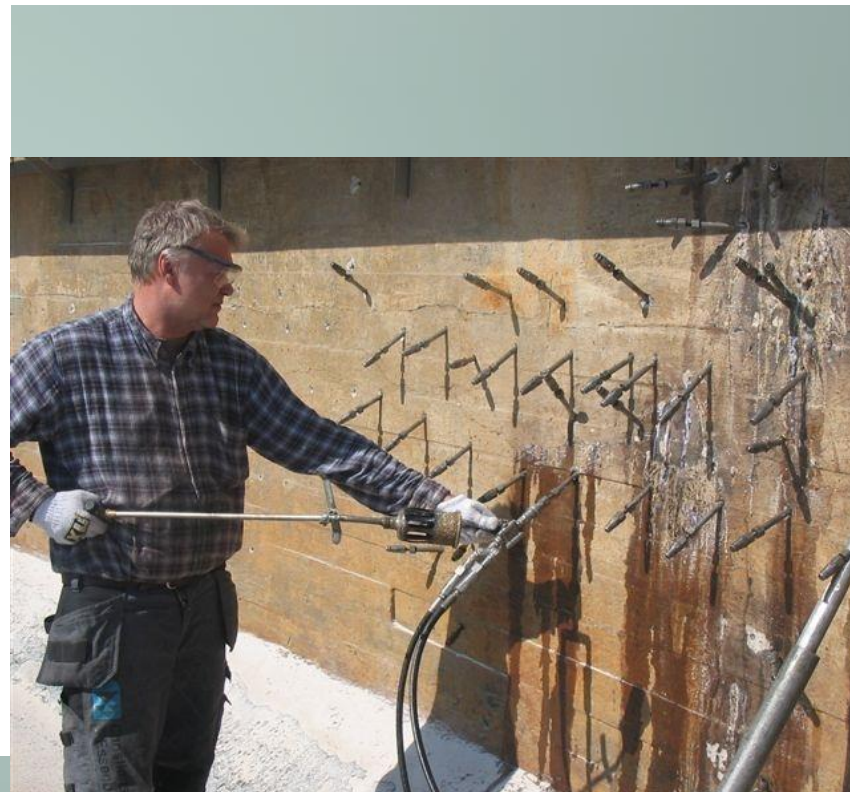
- Få fejl
- Gode reparations materialer
- God sammenhæng mellem reparation og beton
- Effektive værktøjer til dokumentation heraf

Injicering



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- Hvis injiceringen udføres af professionelle, viser erfaringer at man kan opnå mange års holdbarhed af konstruktionen
- Når vandet trænger ind, er injicering ofte den bedste og i praksis ofte eneste mulighed for at stoppe vandet og tætne konstruktionen



Injicering - krav



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- Sker der fortsat en udvidelse af revnen?
- Er revnen gennemgående?
- Skal der kunne overføres kræfter gennem revnen – efter injiceringen?
- Vandtryk
- Hvilke holdbarhedsmæssige problemer giver revnen?
- Er revnen i en synlig overflade (fx en facade)?
- Injektionstryk



Injektionsprodukter



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

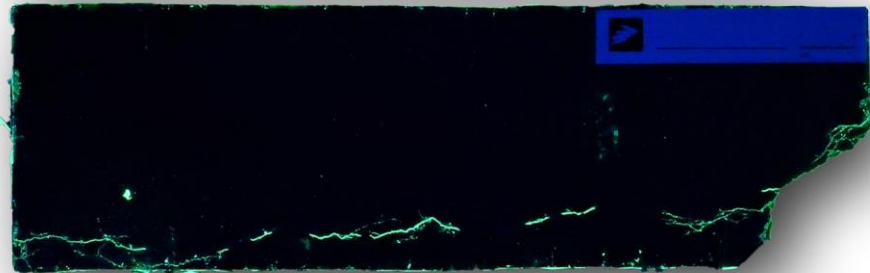
- **Akryl** (kunststofprodukt med lav viskositet, der danner en blød "gel" i revnen, som svinder og sveller afhængig af fugtforholdene).
- **Epoxy** (tokomponent kunststofprodukt med lidt højere viskositet, ofte med styrkeoverførende egenskaber).
- **Polyurethan** (kunststofprodukt med lidt højere viskositet, der hærder ved kontakt med vand).
- **Mikrocement** (fintformalet cementbaseret produkt med styrkeoverførende egenskaber, typisk til lidt grovere revner).

Kvalitetssikring – injicering med epoxy



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

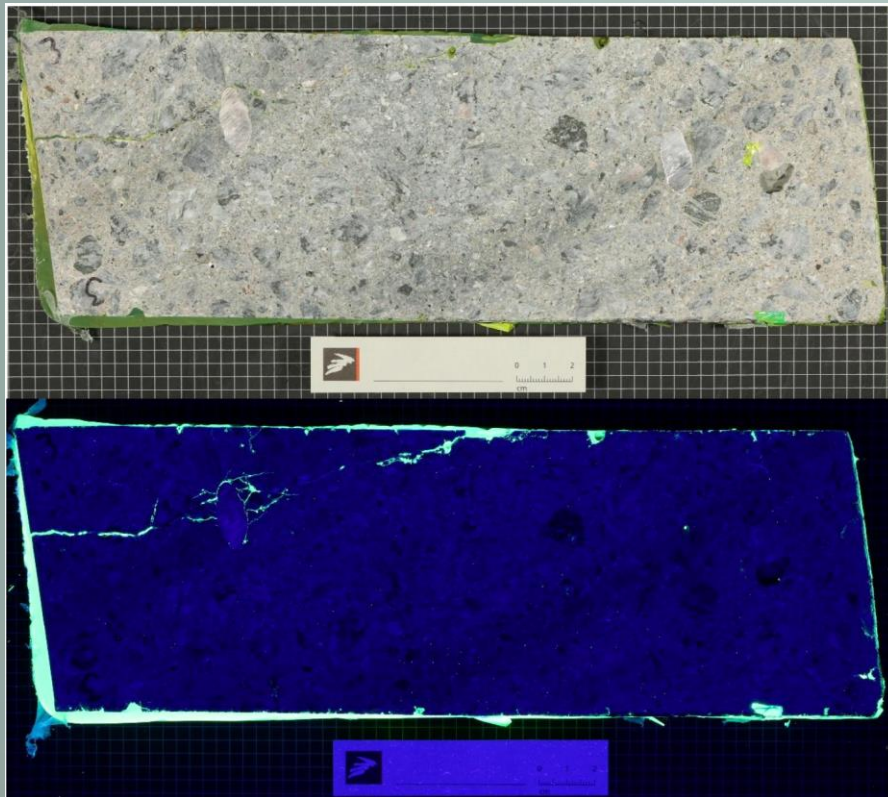
- Udfyldningsgraden af revner skal iht. DS/EN 1504-10 kontrolleres ved udtagning af boreprøver.



Kvalitetssikring – injicering med acryl



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE



Danrep er et nyt dansk branchenetværk for betonreparationer

- Formålet med netværket er, at samle branchen og give denne mulighed for at udveksle erfaring og viden inden for betonreparationer, for herigennem at udvikle betonreparationsteknikker i Danmark.



Danrep skal...



DANISH
TECHNOLOGICAL

- Sikre og fremme medlemmernes faglige udvikling indenfor tilstandsanalyse, overfladebehandling, vedligehold, reparation og vedligeholdelse af betonkonstruktioner.
- Etablere kompetencegivende kurser inden for området, der kan dokumentere medlemmernes faglige kvalifikationer inden for området.
- Formidle viden og information gennem kurser og faglige møder.
- Varetage medlemmernes interesser overfor myndigheder, private og offentlige organer inden for rammerne af foreningens formål.
- Varetage medlemmernes interesser inden for standardiseringsområdet, gennem deltagelse i relevante standardiseringsudvalg indenfor DS og CEN.
- Nedsætte arbejdsgrupper for at udvikle fælles forskrifter, anvisninger, vejledninger mv. og igangsætte udviklingsaktiviteter.



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

The End