

The logo for emcon, featuring the word "emcon" in a white, lowercase, sans-serif font. The letter "o" is replaced by a solid red circle. The logo is centered within a large, thin red circle that overlaps the text.

emcon

Reparationsdag 2025

Kolding • DBF

Reparation af udførelsesfejl

Typiske og vigtige udførelsesfejl

- **Undervibrering**
- **Plastisk svind**
- **Reduceret dæklag**
- **Gennemgående termorevner**

Alt sammen noget som den dygtige entreprenør kan undgå ved kompetence og omhyggelighed!





Fejlårsag

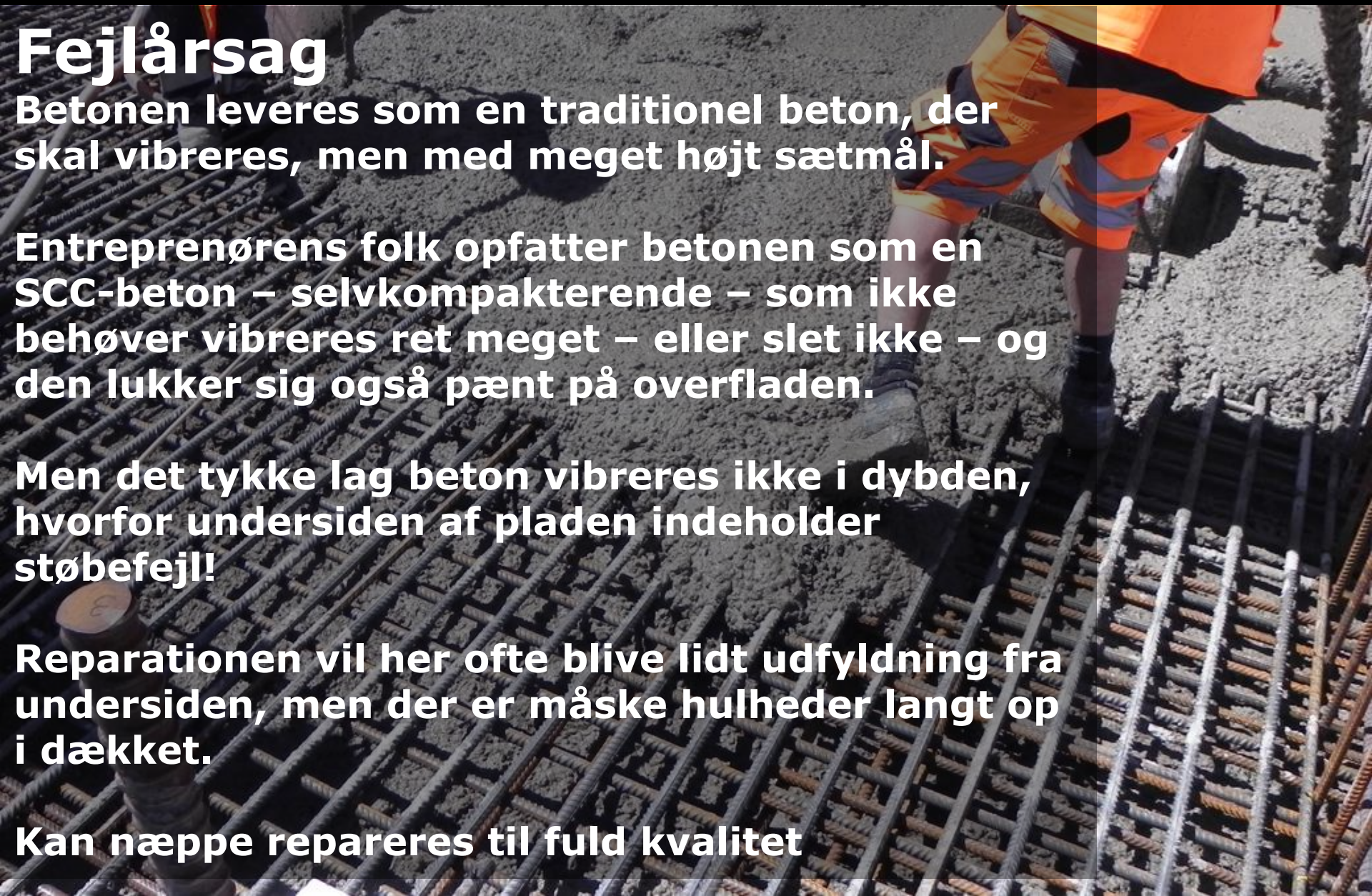
Betonen leveres som en traditionel beton, der skal vibreres, men med meget højt sætmål.

Entreprenørens folk opfatter betonen som en SCC-beton – selvkompakterende – som ikke behøver vibreres ret meget – eller slet ikke – og den lukker sig også pænt på overfladen.

Men det tykke lag beton vibreres ikke i dybden, hvorfor undersiden af pladen indeholder støbefejl!

Reparationen vil her ofte blive lidt udfyldning fra undersiden, men der er måske hulheder langt op i dækket.

Kan næppe repareres til fuld kvalitet



SCC beton = ingen vibrering

emcon



Sådanne fejl
kan undgås i en
vibreret beton



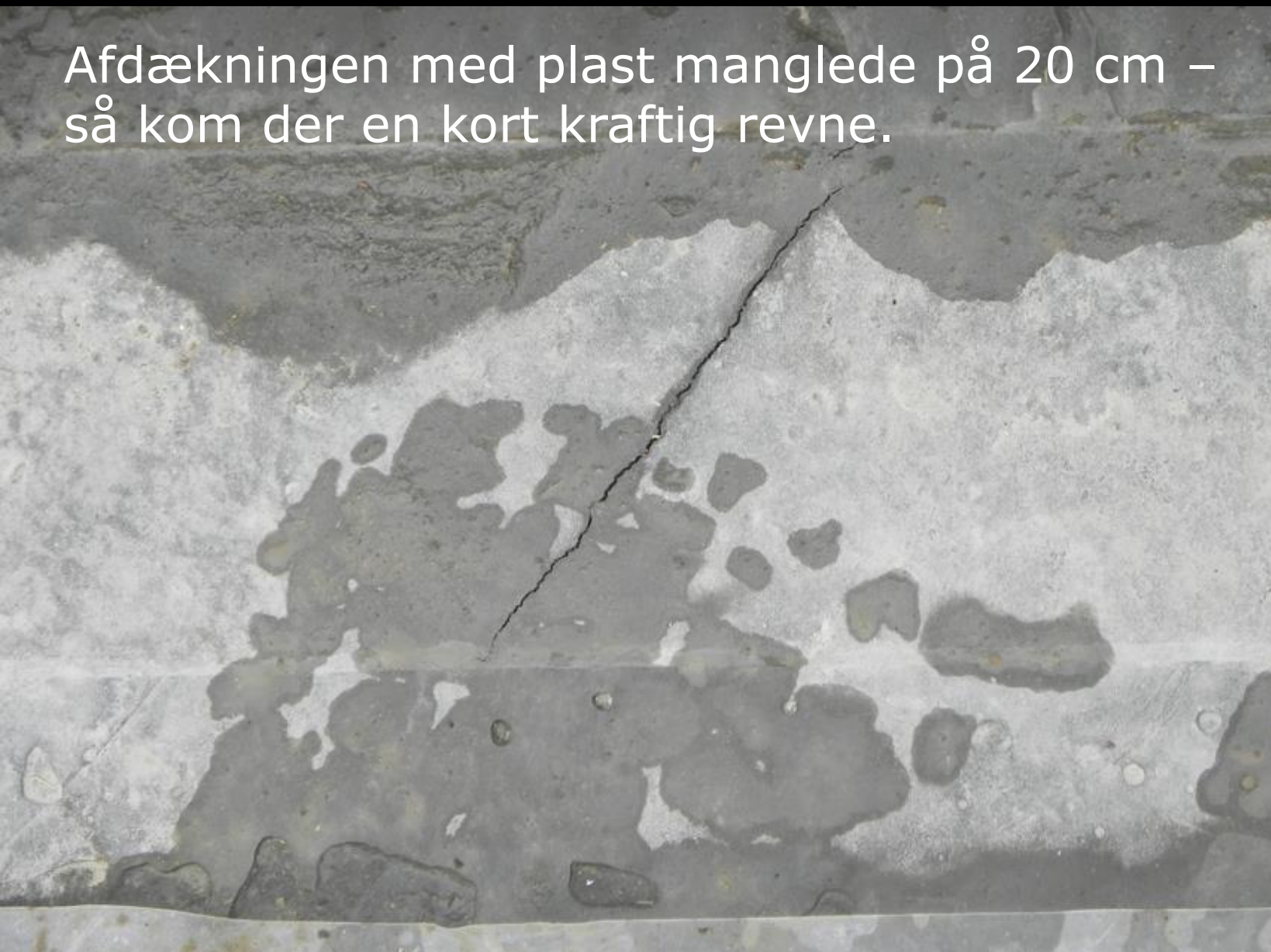
Manglende
sammenflydning

Når beton skal sættes i bevægelse

- **Beton kan betragtes som en blanding af en bunke grus og en tyktflydende væske**
- **I grusbunken skal en indre friktion mellem gruskornene overvindes**
- **Det sker i traditionel beton ved vibrering, hvor kornene løftes fra hinanden, og betonen i kort tid (under vibreringen) bliver til en væske**
- **I SCC er det kemi, der overvinder friktionen mellem kornene**
- **SCC er således en væske i lang tid, hvorfor SCC skal gøres tyktflydende for ikke at separere (sten og mørtel adskilles)**
- **SCC er derfor MERE tyktflydende end traditionel beton – for at undgå separation**
- **Traditionel, vibreret beton er under vibrering MERE letflydende end SCC**



Afdækningen med plast manglede på 20 cm – så kom der en kort kraftig revne.

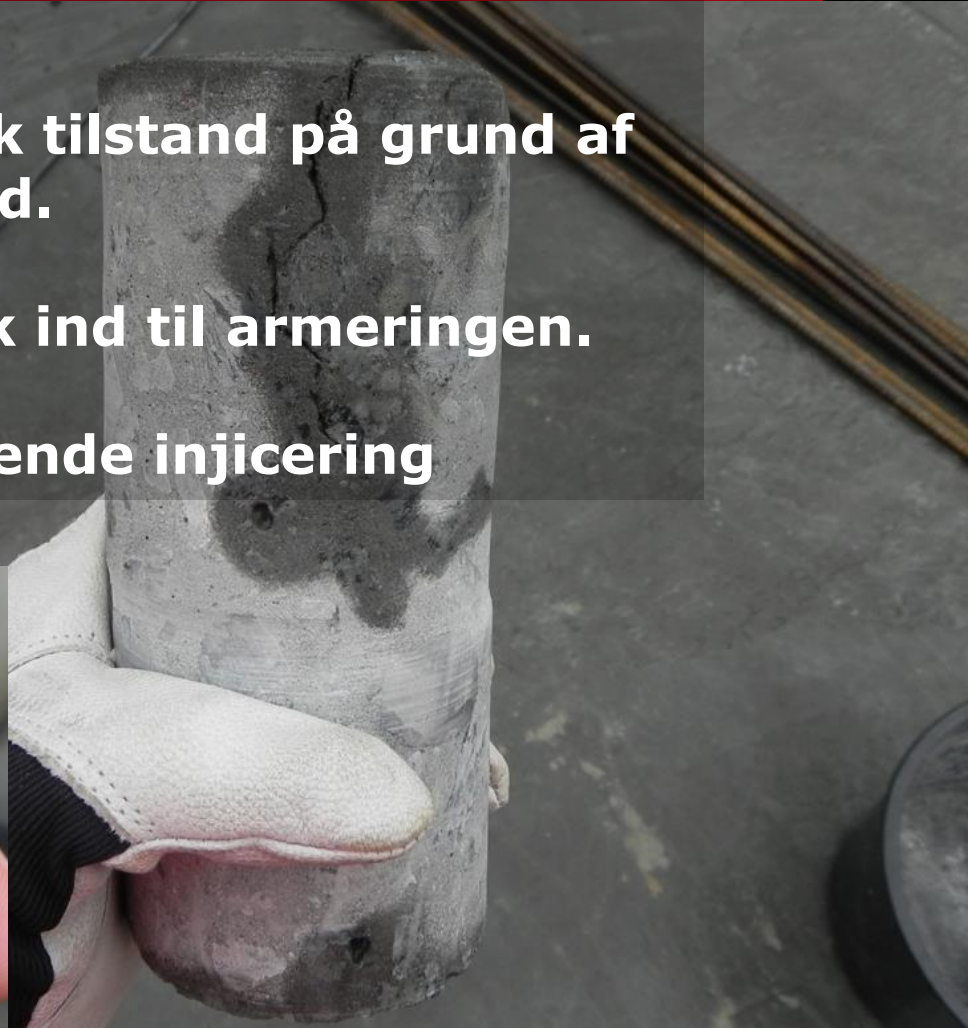


Fejlårsag

Betonen udtørres kraftigt i frisk tilstand på grund af sin høje temperatur og evt. vind.

Revnerne er store og går typisk ind til armeringen.

Reparation er typisk en omfattende injicering



Fejlårsag

Ved sammenstøbning – fx en væg på et fundament – vil der opstå globale temperaturforskelle, der efter afkøling kan fremkalde store, gennemgående revner.

Reparation er typisk en omfattende injicering.

Ofte bliver væggen ikke helt vandtæt igen.



Fejlårsag

Armeringen lægges i formen og dæklaget sikres med afstandsklodser.

Oftes ses alligevel, at der efter støbning er for lidt dæklag – både lokalt og over større arealer.

- Har dæklaget været i orden inden støbning?
- Er afstandsklodserne væltet?
- Har formen ændret form?
- Er armeringen trukket/trykket rundt under støbningen?

Reparationen er typisk en pålægning af et overfladelag, eller bedre en behugning og udstøbning af et nyt, korrekt dæklag.

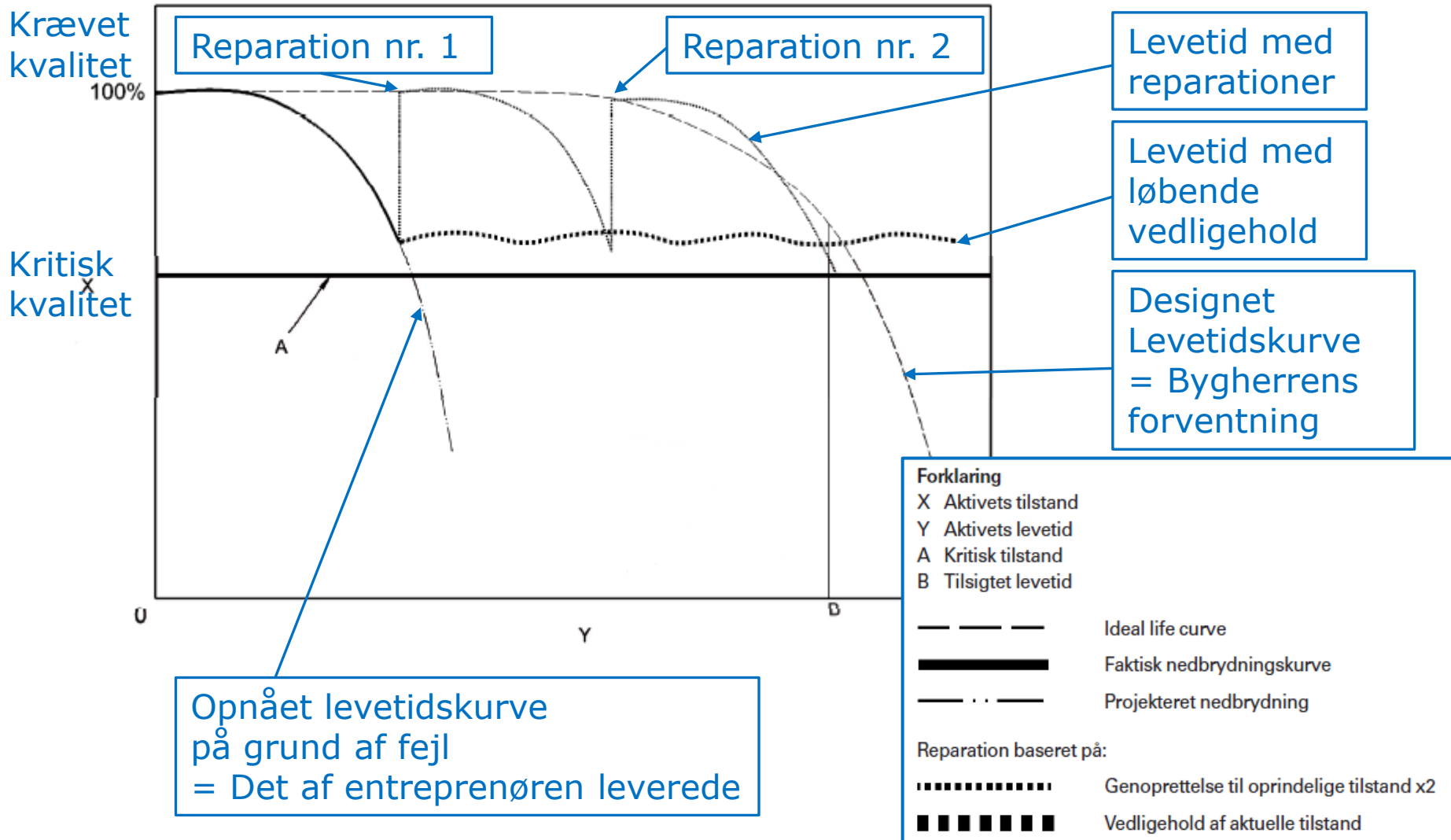
Oftes opdages eller repareres disse fejl slet ikke! = Reduceret levetid!

Situationen ved udførelsesfejl på en bro

- Bygherren har bestilt en bro i høj kvalitet med 120 års levetid
- Bygherren ser så en konstruktion med fejl fx i form af revner, støbereder og lokalt reduceret dæklag
- Det svarer til, at du køber en Audi Q6 SUV e-tron, og får den leveret med ridser og et batteri med reduceret effekt
- Entreprenøren mener ikke, at fejlene betyder noget, men tilbyder nogle revner injiceret og ved for små dæklag foreslås pålægning af et malingslag
- Det svarer til, at Audi-forhandleren tilbyder at omlakere en skærm, og en særlig elektronisk boost af batteriet (som frarådes af din nabo, som er mekaniker)
- Overordnet er det næppe muligt at genskabe den fulde kvalitet, der blev bestilt og betalt for, men måske kan reparationerne udføres acceptabelt?
- Måske skal der gøres noget ekstra i levetiden?



A.5 Beskyttelse og reparation inden for en vedligeholdstrategi



Figur A.2 – Typiske reparationer hen over et aktivs levetid, når aktivet foringes

A.8 Vedligehold efter færdiggørelse af beskyttelse og reparation

Efter endt reparationsarbejde bør der implementeres et vedligeholdssystem, som sikrer, at den krævede fremtidige vedligehold udføres.

Dele af den beskyttede eller reparerede beton har muligvis en forventet levetid, der er kort sammenlignet med resten af betonkonstruktionen. Eksempler omfatter overfladebeskyttelsessystemer, forseglingsmidler og materialer, som beskytter mod vejrliget. Hvis konstruktionens integritet afhænger af sådanne produkter og systemers ydeevne, er det vigtigt, at disse regelmæssigt kontrolleres, prøves og om nødvendigt fornyes.

Listen nedenfor indeholder de oplysninger, der bør medtages til brug for fremtidig vedligehold:

- a) Et skøn over betonkonstruktionens resterende projekterede levetid
- b) Identificering af hvert af de produkter og systemer, hvis beregnede levetid forventes at blive kortere end betonkonstruktionens resterende projekterede levetid
- c) Datoen for næste kontrol eller prøvning af hvert produkt og system
- d) Den kontrolmetode, som skal anvendes, herunder hvordan resultater skal registreres, og hvordan fremtidige kontroldatoer skal fastsættes
- e) En specifikation til systemer med løbende behandling og overvågning, fx til et påtrykt katodisk beskyttelsessystem
- f) En erklæring om, hvilke forholdsregler der skal træffes, eller hvilke restriktioner der skal håndhæves, fx vedligehold af afløb for overfladevand, det maksimale tryk for spuling eller forbud mod anvendelse af tørsalte.



kan en betonkonstruktion repareres, så levetiden bliver 120 år

Ja, en betonkonstruktion kan repareres og vedligeholdes, så den potentielt kan have en levetid på 120 år eller mere. Dog kræver det en grundig tilgang, hvor både reparation, beskyttelse og løbende vedligeholdelse tages i betragtning.

Her er nogle vigtige faktorer for at sikre en ekstremt lang levetid for en betonkonstruktion:

1. Identificering og udbedring af skader

Først skal skader vurderes og repareres korrekt:

- **Revner** → Injektion med epoxy eller polyuretan for at forhindre vandindtrængning og armeringskorrosion.
- **Afskalninger og skader** → Fjern skadet beton, behandl eksponeret armering, og genopbyg med højkvalitets reparationsmørtel.
- **Klorid- og frostskafer** → Udskift beskadiget beton og overvej katodisk beskyttelse af armeringen.

Levetid af reparationer

- På gamle konstruktioner ~ levetid til konstruktionens restlevetid
- I "gamle dage" forventedes 10-20 års levetid på en reparation
- Standarderne i DS/EN 1504 – serien forventer ~ restlevetid (og op mod 50 år)
- DS/EN 206 forventer for en ny betonkonstruktion en levetid på 50 år
- AAB for broer (VD og BDK mv.) forventer en brolevetid på 120 år

Det må betyde:

- Hvis der er støbefejl eller andre skader på en ny bro, skal reparationen således holde næsten 120 år!
- Er det overhovedet muligt?
- Reparerer vi på en bro reelt bare så godt som muligt, og håber at det holder meget længe?



hvilken levetid har en betonreparation

Levetiden for en betonreparation afhænger af flere faktorer, herunder reparationsteknik, materialer, miljøpåvirkninger og vedligeholdelse. Generelt kan man forvente følgende levetider:

Typiske levetider for betonreparationer

Reparationstype	Forventet levetid
Overfladereparation (puds, spartelmasse)	5-15 år
Injektion af revner (epoxy/polyuretan)	10-30 år
Udskiftning af beskadiget beton	20-50 år
Katodisk beskyttelse	30-60 år
Imprægnering (silan/siloxan)	5-20 år
Overfladebelægning (epoxy/polymer)	10-25 år
Fiberforstærkning (FRP)	25-50 år

Konklusion

Udførelsesfejl kan normalt med omhu repareres svarende til fuld levetid på 50 år for bygningskonstruktioner

Udførelsesfejl kan måske – og i hvert fald kun med meget stor omhu - repareres til fuld levetid på 120 år for anlægs- og infrastrukturprojekter (fx broer)

Omhu omfatter

- **Seriøs NCR-rapport indeholdende:**
 - Omfang
 - Årsag
- **Projektering af reparation**
- **Gennemførelse af reparation**
- **Kontrol af reparation**
- **Opfølgning på reparation**

PROJEKTFASER

OPLYSNINGER OM KONSTRUKTIONEN

VURDERINGSPROCES

VEDLIGEHOlds-STRATEGI

PROJEKTERING AF REPARATIONS-ARBEJDE

REPARATIONS-ARBEJDE

GODKENDELSE AF REPARATIONS-ARBEJDET

Grundlæggende overvejelser og handlinger

- Konstruktionens tilstand og historik
- Dokumentation
- Tidligere reparation og vedligehold

- Klassifikation af og årsager til defekter
- Sikkerhed/ vurdering af konstruktionen før beskyttelse og reparation

- Muligheder
- Principper
- Metoder
- Sikkerhed/ vurdering af konstruktionen før beskyttelse og reparation

- Forudsat anvendelse af produkter
- Krav
 - grundbeton
 - produkter
 - arbejde
- Specifikationer
- Tegninger
- Sikkerhed/ vurdering af konstruktionen efter beskyttelse og reparation

- Valg og anvendelse af produkter og systemer samt metoder og udstyr
- Test af kvalitetskontrol
- Sundhed og sikkerhed

- Godkendelsesprøvning
- Udbedrende arbejde
- Dokumentation

Relevante punkter i denne europæiske standard og andre dele af EN 1504-serien

- Pkt. 4 i denne europæiske standard

- Pkt. 4 i denne europæiske standard

- Pkt. 5 og 6 i denne europæiske standard

- EN1504-2 til EN 1504-7
- Pkt. 6, 7 og 9 i denne europæiske standard

- Pkt. 6, 7, 9 og 10 i denne europæiske standard
- EN 1504-10

- Pkt. 8 i denne europæiske standard
- EN 1504-10

Figur A.1 – Faseme i et typisk reparationsprojekt

I Vejreglen: Betonreparation, Håndbog, side 15

2.3.2 Alternativer til reparation

Der bør overvejes andre muligheder for at løse det/de konstaterede problem(er). Dette kunne f.eks. være:

- Konstruktive ændringer
- Nedklassificering af bæreevne **Eller miljøklasse - CMP**
- Fjernelse af konstruktionen
- Delvis udskiftning
- Total udskiftning
- Afvent yderligere skadesudvikling

I praksis er "Fjernelse af konstruktionen" og "Total udskiftning" sjældne og stort set aldrig set på store konstruktionsdele.

"Afvent yderligere skadesudvikling" anvendes ofte til at komme videre.

Hvor kan vi finde hjælp?

Vejregler – Alle fra 2024 – frit tilgængelige på vejregler.dk

- Håndbog: Betonreparationer
- Håndbog: Overfladebeskyttelse
- AAB/SAB-P Arbejdsbeskrivelse for betonbro – betonreparation
- AAB/SAB-P Betonbro - Overfladebeskyttelse af betonoverflader
- Kontrolmetoder – Reparation og overfladebeskyttelse af beton



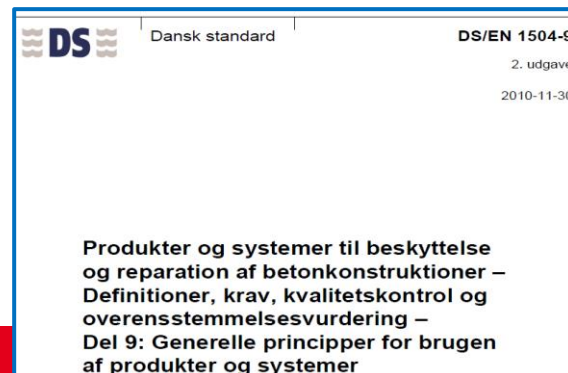
Læringsdokumenter

- Betonhåndbogen: Kapitel 20 – frit tilgængelig – ca. 80 sider. Baseret på ÆI



Standarder

- DS/EN 1504 serien: 10 stk. – koster ca. 400-800 kr. pr. stk.



Og så er der jo den kunstige intelligens! (AI)

ChatGPT (AI)

kan du lave et billede af en meget dårlig beton



Her er en illustration af en meget dårlig beton med store revner, afskalning og synlig rustet armering. Den viser en stærkt nedbrudt overflade med tegn på fugt og forvitring. Håber det giver et godt visuelt indtryk af alvorlig betonskade! 😊



Her er en illustration af en betonreparation, der viser en arbejder, der påfører reparationsmørtel på en beskadiget betonvæg. Scenen inkluderer relevante værktøjer som en trækspatel, en spand med reparationsmateriale og en beskyttelsesbelægning. Håber det hjælper! 😊

ChatGPT (AI)

kan du lave et billede af injektion af en revne i beton med epoxy



Her er en illustration af en epoxyinjektion til reparation af en revne i beton. Den viser en arbejder, der bruger en injektionspistol til at påføre epoxy gennem injektionsporte langs revnen. Håber det hjælper! 😊