

Nyt bilag til eftersynsmanualen

Eftersyn af AKR-skadede konstruktioner

Præsentation og Agenda

Præsentation

- Lene Højris Jensen, Vejdirektoratet, BYG
- Ingeniør fra AAU 2005
- 2005-2017: Som rådgiver: Projektering, Tilsyn, Eftersyn, renovering, nybyg
- 2017- : Vejdirektoratet, fagansvarlig, fagprojektleder, eftersyn, renovering, nybyg

Agenda

- Hvorfor AKR igen?
- Kort om AKR
- Ny bilag til eftersynsmanualen: "Vejledning til tilstandsvurdering af alkaliskeskadede bygværker"

Eftersyn af potentielle AKR-bygværker

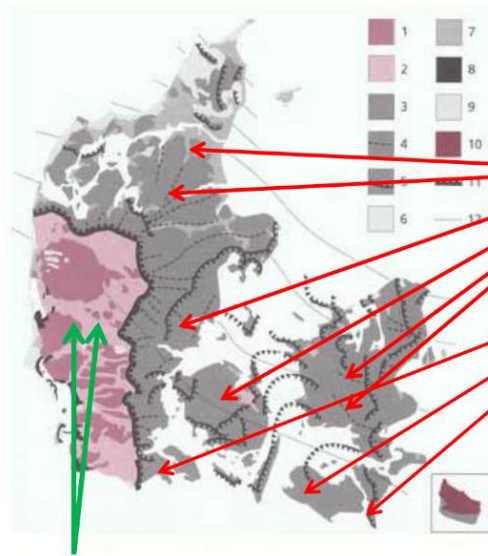
- AKR-listen (findes på Vejdirektoratets hjemmeside)
- Hvad gør vi så?



Resultat af AKR-screening				
Rød gruppe:	Broer der med stor sandsynlighed er alkaliskelreaktive			
Grøn gruppe:	Broer der er "frikendt" med hensyn til alkaliskelreaktioner, enten på grund af konkret undersøgelse af broen eller på grund af opførelsesår.			
Bygident	Bygbetegn	Opfaar	Rød	Grøn
000-0003-0-005.00	OF af BANE, Hellerup-Hillerød	1963	1	0
000-0003-0-005.90	UF af regnvandsbasin	1964	0	1
000-0003-0-006.00	OF af K-VEJ	1964	1	0
000-0003-0-008.00	OF af K-VEJ 390, Vinagervej	1964	0	1
000-0003-0-010.00	OF af L-VEJ 505, Lyngbyvej og L-VEJ 515, Lyngby Omfartsvej	1963	1	0
000-0003-0-011.00	OF af gang- og cykelsti	1974	1	0
000-0003-0-013.00	OF af K-VEJ 4, Nybrovej	1962	1	0
000-0003-0-016.00	OF af L-VEJ 514, Buddingevej	1962	0	1
000-0003-0-018.00	UF af K-VEJ 31, Stengårds Alle	1965	1	0
000-0003-0-019.00	UF af Hareskovbanen	1965	1	0
000-0003-0-020.00	UF af L-VEJ 504, Buddinge Hovedgade	1965	1	0
000-0003-0-022.00	UF af K-VEJ 2, Gladsaxe Møllevvej	1965	1	0
000-0003-0-023.00	UF af gangsti	1966	1	0
000-0003-0-027.00	UF af gang- og cykelsti	1967	1	0
000-0003-0-029.00	UF af H-VEJ 13, Hillerød motorvejen	1966	1	0
000-0003-0-030.00	UF af gang- og cykelsti	1966	1	0
000-0003-0-031.00	UF af gangsti under tilkørsel øst, M 13-4,	1966	0	1
000-0003-0-033.00	UF af K-VEJ 186, Byvæmsvej	1967	1	0
000-0003-0-035.00	UF af L-VEJ 511, Gladsaxe Ringvej	1967	1	0
000-0003-0-038.00	OF af gangsti	1970	1	0
000-0003-0-039.00	UF af vandledningstunnel	1968	1	0
000-0003-0-040.00	UF af K-VANDL 20, Kagsåen	1970	1	0
000-0003-0-042.00	UF af gang- og cykelsti	1970	1	0
000-0003-0-043.00	UF af L-VEJ 503, Herlev Hovedgade	1970	1	0
000-0003-0-045.00	UF af gang- og cykelsti	1970	1	0
000-0003-0-046.00	UF af BANE, Valby-Frederikssund	1969	1	0
000-0003-0-047.00	UF af K-VEJ, til rensningsanlæg	1969	1	0
000-0003-0-049.00	UF af K-VANDL 19, Harrestrup Å	1970	1	0

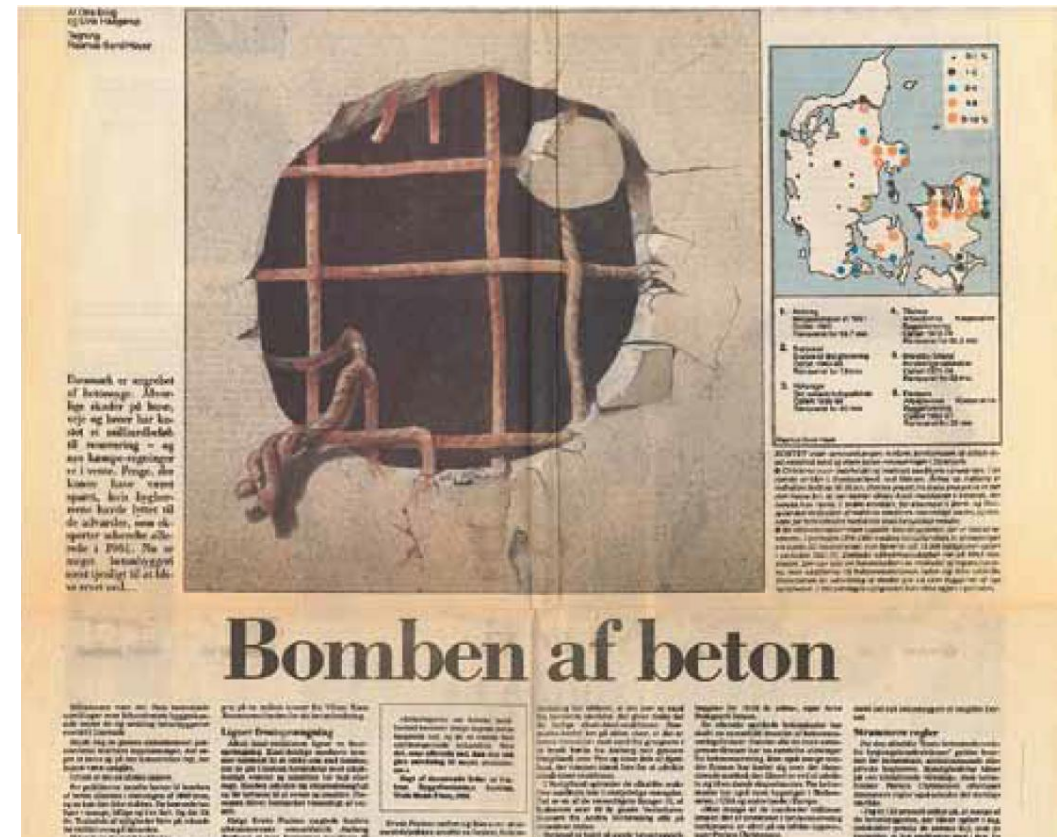
Historik

- Hvad ved vi – os der laver eftersyn?



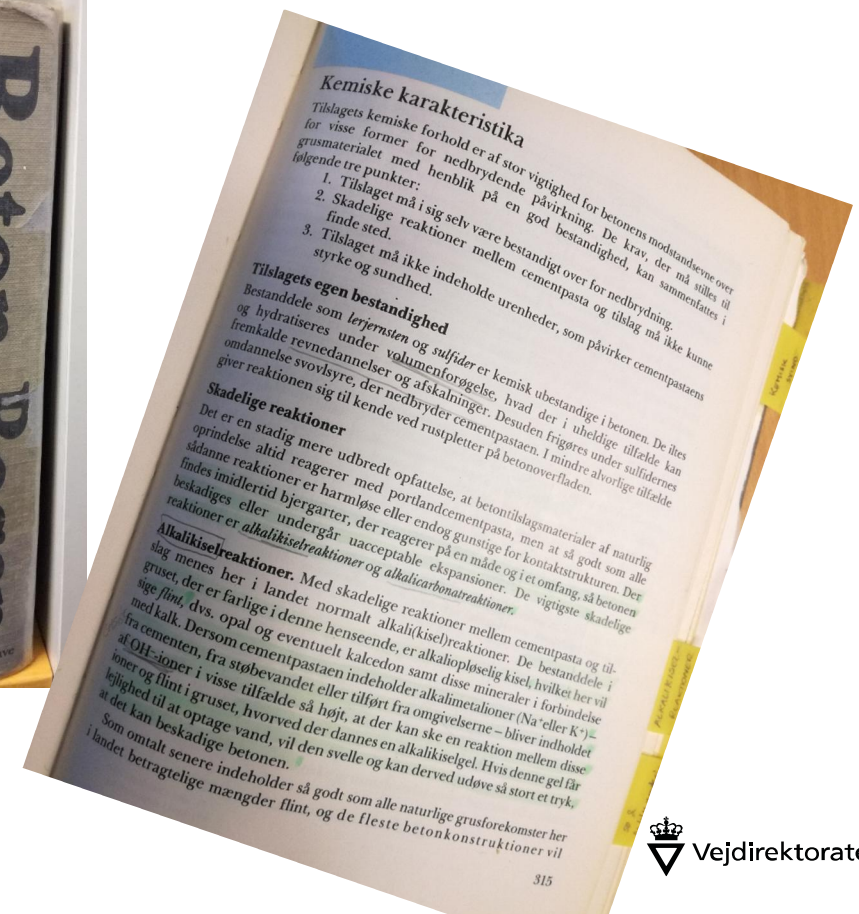
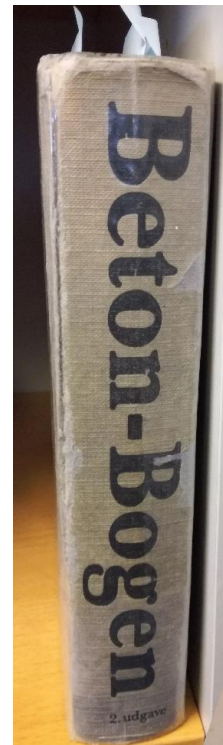
Reaktivt tilslag
Opal flint
Kalkopal flint

IKKE reaktivt tilslag



Historik

- 2010: "Til grænsen med alkalikiselramte broer" ved Erik Stoklund Larsen
- 2011: "Fuldskala belastnings- og bæreevneforsøg med AKR skadet 3-fags bro" ved Christian Von Scholten
- "Skadelige reaktioner mellem cementpasta og tilslag"

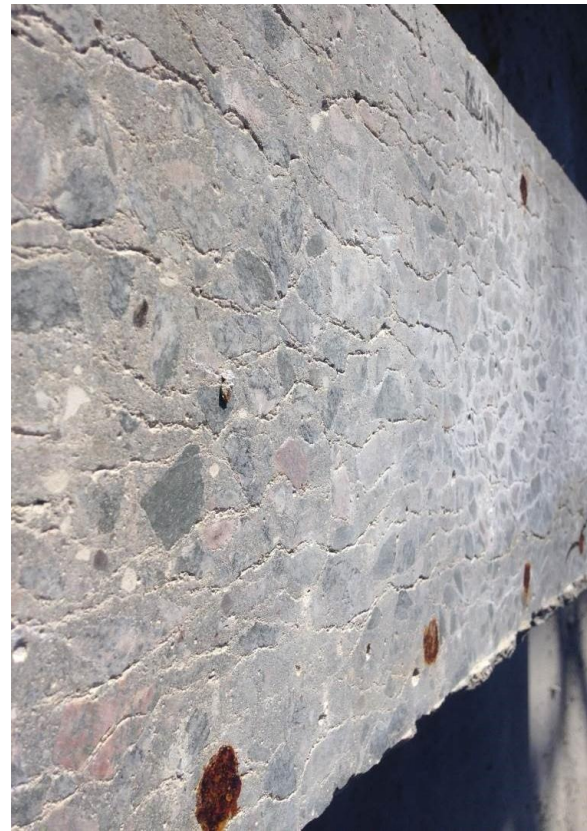


Ph.D.-projekt

”Determination and assesment of critical material parameters for severely alkali-silica reactione damanged structures”

Formål:

- At danne grundlag for vurdering af restbæreevnen af eksisterende stærkt AKR-revneskadede broer.
- At give bedre forståelse for de forhold der har betydning for styrkemæssige parametre, som indgår i vurderingen af restbæreevnen.



Ph.D.-projekt

”Determination and assesment of critical material parameters for severely alkali-silica reactione damanged structures”

Motoren bag projektet er:

- Og Ph.D. studerende Hans Christian Brolin, DTU
- Kurt Kielsgaard, DTU
- Ricardo Barbosa, DTU – det igangværende projekt er en fortsættelse af det Ph.D. projekt som Ricardo færdiggjorde i 2017, omkring samme emne.
- Bent Grelk, Rambøll
- Erik Stoklund Larsen, VD



AKR kort

Tilbage til det der med at forklare AKR for mine børn...

- AKR reaktioner opstår når sand og sten ikke er stabile i det basiske miljø i betonen.
- Ved reaktionen foregår der en ekspansion i betonen idet der dannes en gel som sveller, og ekspansionen giver potentielt revner i betonen.



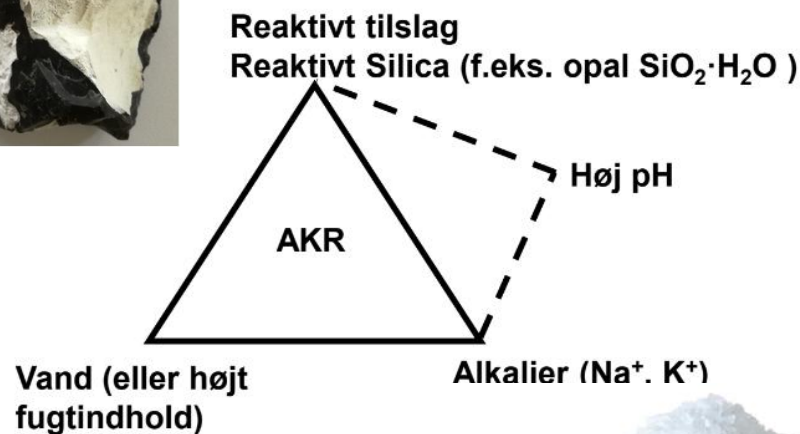
AKR kort

For at reaktionerne kan ske skal følgende være tilstede:

- Reaktive partikler i tilslaget (kisel – ”Det hvide på en flintesten”)
- Alkalier (natrium, kalium – fra cement og tilført fra vejsalt/havvand/svømmebadsvand osv.)
- Vand
- Høj pH-Værdi



Foto: LimfjordUpdate



AKR- kort

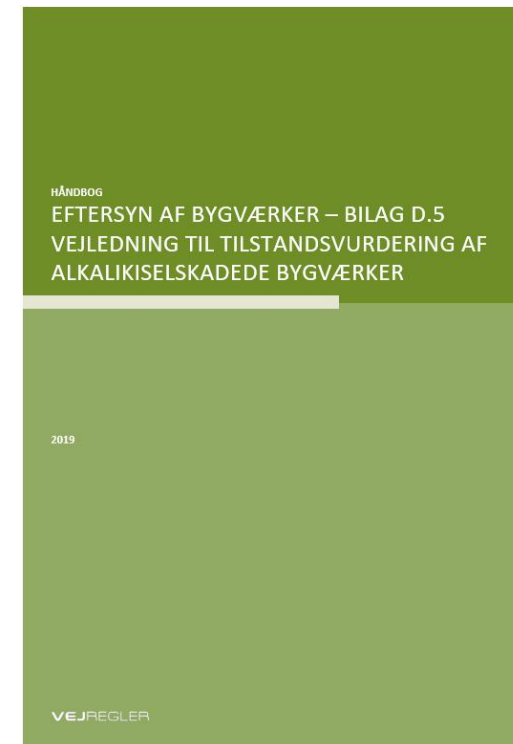
- Helt rigtigt blandingsforhold – eller måske rettere forkert.
- ”Kogebog” basisbetonbeskrivelse af 1986

**Basisbetonbeskrivelsen
for bygningskonstruktioner**

1986

Men hvad med vores gamle broer?

- Hvad har vi brug for at vide?
- Nyt bilag til eftersynsmanualen i 2019

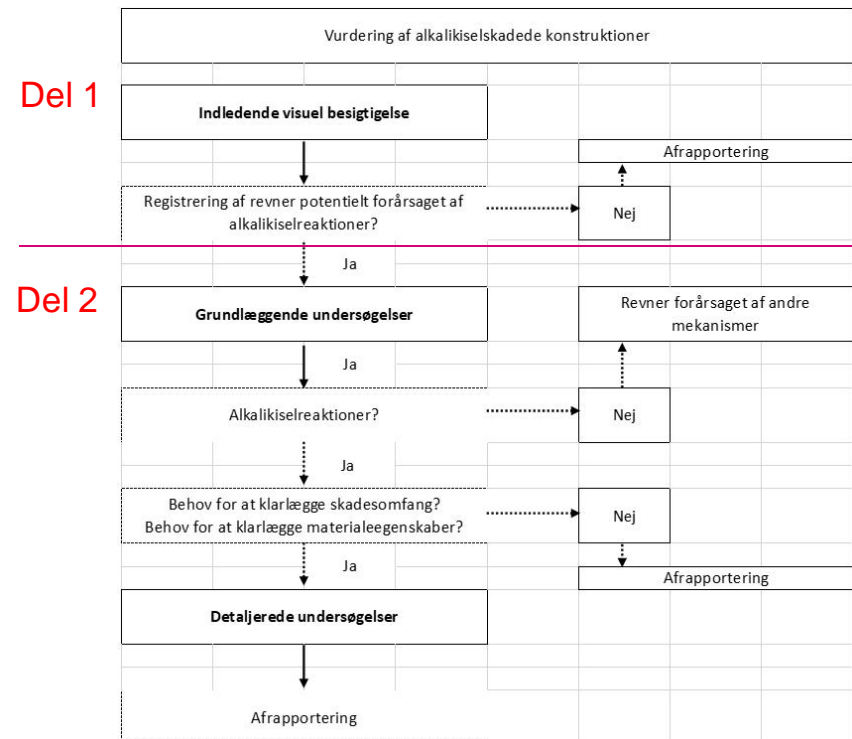


Nyt bilag til eftersynsmanualen

- Formålet med bilaget er, *at ensrette undersøgelser og tilstandsvurderinger af alkaliskeskadede bygværker, således at rådgivende ingeniører og infrastrukturforvaltere har en fælles forståelse for omfang samt vurdering af de undersøgelser, der skal til for at sikre den meste optimale økonomiske tilstandsvurdering af alkaliskeskadede bygværker.*
- Sagt med andre ord: Med bilaget skulle vi gerne kunne drage ensartede konklusioner på vegne af et bygværk, uanset hvad der står på ryggen af eftersynsingeniøren.

Nyt bilag til eftersynsmanualen

- Særeftersyn i 2 dele
 - Del 1: Visuel gennemgang
 - *Grundlæggende undersøgelser*
 - *Detaljerede undersøgelser*
 - Del 2: Særeftersynet



Del 1: Visuel besigtigelse

- Visuel besigtigelse.
 - Grundig, systematisk visuel gennemgang af bygværkets konstruktionselementer.
 - Udføres dagen efter et regnvejr
 - *Registreres: Visuelle indikationer på at der er AKR i gang. Revner, misfarvninger og udfældninger, Deformationer forårsaget af ekspansion, fugtige områder, saltes der på bygværket?*
 - *Hvor skal detaljerede undersøgelser udføres – hvor tages kerner ud, hvor udføres tests osv.*
 - *Desuden: Trafikale udfordringer, behov for spærring osv.*



Del 2: Selve særeftersynet

- To kategorier:
 - Grundlæggende undersøgelser
 - Detaljerede undersøgelser
- Udføres som udgangspunkt samtidig i forbindelse med særeftersynet, af hensyn til trafik.



Del 2 - Særeftersynet

Behov for kerner:

Undersøgelse	Antal betonkerner	Dimensioner af udborede kerner	
		Diameter	Længde
Makroanalyse (afsnit 4.2.1)	Min. 1 fra revnet område Min. 1 fra ikke-revnet område	Min. 2,5 til 3 gange maksimal stenstørrelse, dog helst ≥ 90 mm.	Så lang som mulig for at opnå et tilstrækkeligt profil af revnerne og min. 100 mm. Kerner <100 mm kan dog, i mangel af bedre, ligeledes benyttes.
Fluorescensimpregner et planslib (afsnit 4.2.1)	Min. 1 fra revnet område – såfremt der visuelt ses forskellige revneomfang mellem kernerne er det relevant at foretage flere impregneringer	≥ 90 mm	Så lang som mulig. Dog min. 100 mm
Mikroanalyse (afsnit 4.2.2)	Min. 1 fra revnet område – såfremt der ses forskellige revneomfang i flere kerner er det nødvendigt at fremstille flere tyndslib til mikroanalyse	Kernerne skal være af en sådan dimension, at de er repræsentative for det undersøgte konstruktionselement. Dog min. 2,5 til 3 gange maksimal stenstørrelse	Kernerne skal være af en sådan længde, at de er repræsentative for evt. indre revner i det undersøgte konstruktionselement.
Restreaktivitetsanalyse (afsnit 5.3)	Min. 1 fra revnet område Min. 1 fra ikke-revnet område	≥ 90 mm	Så lang som muligt. Dog min. 200 mm
Trykstyrke og arbejdskurve - udføres på samme kerner (afsnit 5.4.1-2)	Min. 4 fra revnet område Min. 4 fra ikke-revnet område (hvis et sådant område findes på konstruktionselementet)	≥ 90 mm	Længde/diameter forhold $\geq 2,0$

Grundlæggende undersøgelser

Detaljerede undersøgelser

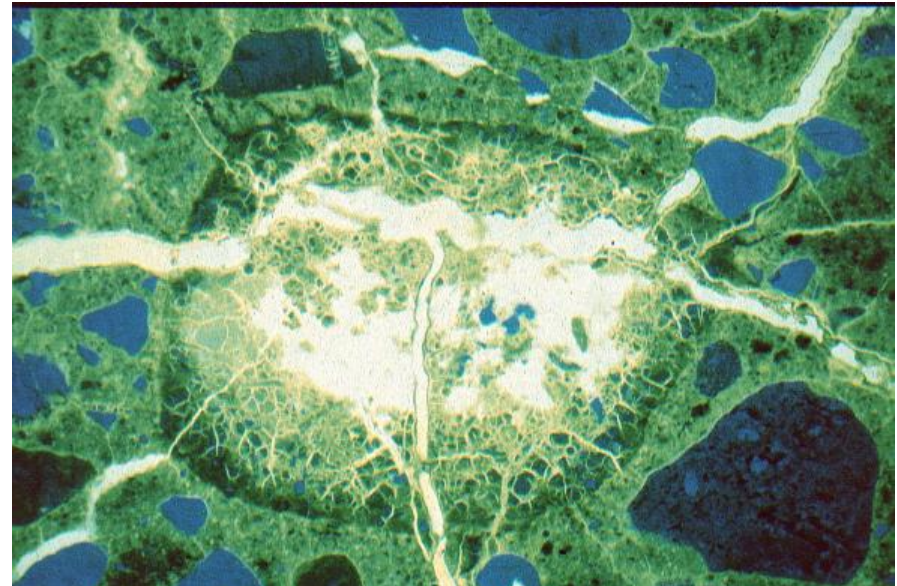
Del 2 – Grundlæggende undersøgelser

- Formål: At be- eller afkræfte om revner er forårsaget af AKR
- På kernerne udføres makroanalyse til bestemmelse af:
 - Væsentlige grove revner
 - Delamineringer
 - Inhomogeniteter
 - Evt. armeringsplacering
 - Type af groft tilslag



Del 2 – Grundlæggende undersøgelser

- På tyndslib udføres microanalyse til bestemmelse af:
 - Anvendt sand- og stentilslag.
 - Reaktionsgrad i tilslaget.
 - Revnedannelser i cementpastaen
 - Alkaliselgel – alkaliselgel i revner og/eller porer.
 - Fugtbelastning – fugtbetingede udfældninger
 - Alkaliindhold baseret på cementindhold og cementtype.



Del 2 – Detaljerede undersøgelser

- Formål: At fastlægge omfanget af skaderne samt potentiale for videreudvikling.
- Ikke-destruktive og destruktive tests:
 - Lokalisering af indre revner ved sMASH, Impact Echo
 - Bestemmelse af chloridindhold
 - Bestemmelse af restreaktivitet ved registrering af betonkernes ekspansion over 20 uger
 - Bestemmelse af betonens mekaniske egenskaber, trykstyrke, e-modul

Hvad får vi ud af undersøgelserne? Hvad kan det bruges til?

- Skadesomfang kendt
- Mekaniske egenskaber kendt
- Næste skridt:
 - Vi er ikke helt i mål...
 - Bestemmelse af bygværkets restbæreevne!

Hermed kan vi bestemme en strategi for bygværket – skal vi renovere eller bygge nyt? Hvor længe kan vi vente?



