

---

# Nye AAB'er og håndbøger om reparation og overfladebeskyttelse af beton

Christian Møller Nielsen & Jens Mejer Frederiksen, COWI

# Disposition

- DS/EN 1504-serien – kort
- Strukturen i DS/EN 1504-9 vs. Vejregler
- Nye AAB'er og håndbøger – oversigt
- System- og typebetegnelser – nye og gamle
- Betonreparation – nedslag i HB og AAB
- Overfladebeskyttelse – nedslag i HB og AAB
- Dæklagsmangler



# DS/EN 1504-serien

DS/EN 1504-serien er grundlaget for reparation og beskyttelse af betonkonstruktioner

## Standarder for reparation og beskyttelse af betonkonstruktioner

### EN 1504- serien – reparation og beskyttelse

Del 1: Definitioner

Del 2-7: Produktstandarder – hvordan man CE-mærker produkterne.

Del 8: Overensstemmelsesvurdering

Del 9: Principper og metoder (projektering)

Del 10: Udførelse, udførelsesmetoder og kontrolmetoder

# Strukturen i DS EN 1504-9 vs. Vejregler

Skadesårsag

Reparationsprincip  
(11 muligheder)

Reparationsmetode  
(45 muligheder)

## Harmonisering af struktur

- Forudsætning for reparation er kendskab til skadesårsagen – forudsættes hér kendt fra særeftersyn
- For at strukturen i DS/EN 1504 kan udnyttes, skal forløbet være som forudsat, dvs.:
  - Skadesårsag → Princip → Metode → Produkt → Udførelse
- Strukturen er gennemgående i AAB, SAB-P og HB

→ **Aktørerne skal have kendskab til DS/EN 1504-strukturen**

→ **Uddannelseskrav iht. DS 2425 indført (Danrep mv. – se herom tidligere år – vi arbejder stadig med det)**

# Nye AAB'er og håndbøger



*I alt brutto 202 sider*

## Betonreparation:

- AAB/SAB-P
- Håndbog (HB) – **Betonreparation, Revneinjicering, Forankring af armering, Uddannelseskrav**

## Overfladebeskyttelse:

- AAB/SAB-P
- Håndbog (HB) – revision af vejledning fra 2010

## Tilsynshåndbog:

- Forberedende møde – mødeprotokol
- Kontrolskema, betonreparation
- Kontrolskema, overfladebeskyttelse

## Håndbog:

- Kontrolmetoder – reparation og overfladebeskyttelse af beton

# Systembetegnelser



## Overfladebeskyttelse:

- **System 93-3** Akrylplastmalebehandling
- **System 93-4** Akrylplasttykfilmmalebehandling
- **System 96-5** Uelastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling
- **System 93-6** Elastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling

## Betonreparation:

- **Type A:** Mørtel eller beton til håndudsætning
- **Type B:** Beton til blødstøbning i form
- **Type C:** Mørtel til blødstøbning i form
- **Type D:** Mørtel eller beton til undervandsstøbning
- **Type E:** Sprøjtstøbning, våd metode
- **Type F:** Sprøjtstøbning, tør metode
- **Type G:** Mørtel til påstøbning og profilering

# Betonreparation

- Reparationstyper introduceret
- *Reparationsprincipper afgrænset*
- *Reparationsmetoder afgrænset*
- Egnethedsvurdering
- Nye kravformuleringer – udfaldskrav
- Nye produkttyper defineret

## Reparationstyper

- Håndudsætning
- Støbning i form
- Støbning i stor lagtykkelse
- Støbning under vand
- Støbning af store flader
- Støbning med fald (profileringslag)

OBS – flere findes, men er bevidst ikke medtaget



# Betonreparation

- Reparationstyper introduceret
- Reparations*principper* afgrænset
- Reparations*metoder* afgrænset
- Egnethedsvurdering
- Nye kravformuleringer – udfaldskrav
- Nye produkttyper defineret

## Principper → Metoder

Reparationsprincip iht. DS/EN 1504-9 omfattet af denne håndbog		Reparationsmetode iht. DS/EN 1504-9 omfattet af denne håndbog	
Princip nr.	Definition	Metode nr.	Beskrivelse (kortfattet)
P1	Beskyttelse mod indtrængning	1.5	Udfyldning af revner
P3	Genskabning af beton	3.1	Håndudsætning med mørtel
		3.2	Genstøbning med beton eller mørtel
		3.3	Sprøjtemørtel eller -beton
P4	Forstærkning af konstruktionen	4.2 <sup>a)</sup>	Tilføjelse af armering forankret i præformede huller eller udborede huller <sup>a)</sup>
		4.4	Påføring af mørtel eller beton
		4.5	Injektion af revner, hulrum eller mellemrum
		4.6	Udfyldning af revner, hulrum eller mellemrum
P5	Øgning af fysisk bestandighed	5.3	Tilføje mørtel eller beton
P7	Bevaring eller genskabelse af armeringspassivitet	7.1	Dæklagsforøgelse med mørtel/beton
		7.2	Erstatning af forurenede beton



# Betonreparation

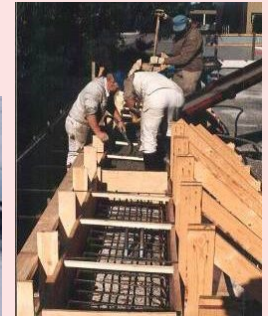
- Reparationstyper introducerede
- Reparationsprincipper afgrænset
- Reparationsmetoder afgrænset
- Egnethedsvurdering
- Nye kravformuleringer – udført
- Nye produkttyper defineret

Reparationsprincip iht. DS/EN 1504-9 omfattet af denne håndbog		Reparationsmetode iht. DS/EN 1504-9 omfattet af denne håndbog	
Princip nr.	Definition	Metode nr.	Beskrivelse (kortfattet)
P1	Beskyttelse mod indtrængning	1.5	Udfyldning af revner
P3	Genskabning af beton	3.1	Håndudsætning med mørtel
		3.2	Genstøbning med beton eller mørtel
		3.3	Sprøjtemørtel eller -beton
P4	Forstærkning af konstruktionen	4.2 <sup>a)</sup>	Tilføjelse af armering forankret i præformede huller eller udborede huller <sup>a)</sup>
		4.4	Påføring af mørtel eller beton
		4.5	Injektion af revner, hulrum eller mellemrum
		4.6	Udfyldning af revner, hulrum eller mellemrum
P5	Øgning af fysisk bestandighed	5.3	Tilførelse mørtel eller beton
P7	Bevaring eller genskabelse af armeringspassivitet	7.1	Dæklagsforøgelse med mørtel/beton
		7.2	Erstatning af forurenede beton

# Betonreparation

- Reparationstyper introduceret
- Reparationsprincipper afgrænset
- Reparationsmetoder afgrænset
- Egnethedsvurdering
- Nye kravformuleringer – udfaldskrav
- Nye produkttyper defineret

- Skriftlig erklæring om de(t) tilbudte produkt(er)s egnethed til hver af de tilbudte reparationstyper.
- Hvert produkt skal være egnet til den/de pågældende støbemetode(r)
- CE-mærkning ved de(n) erklærede støbemetode(r)
- ID-oplysning om bearbejdelighed



# Betonreparation

- Reparationstyper introduceret
- Reparationsprincipper afgrænset
- Reparationsmetoder afgrænset
- Egnethedsvurdering
- Nye kravformuleringer – udfaldskrav
- Nye produkttyper defineret

Der er indført udfaldskrav til alle procestrin ved udførelse af betonreparationer:

- Klargøring af reparationsområdet
- Klargøring af form og armering
- Støbning
- Udtørningsbeskyttelse
- Afformning
- Efterbehandling
- Hærdnet beton, overflader (næste slide)

# Betonreparation

- Reparationstyper introduceret
- Reparationsprincipper afgrænset
- Reparationsmetoder afgrænset
- Egnethedsvurdering
- Nye kravformuleringer – udfaldskrav
- Nye produkttyper defineret

## Eksempel på udfaldskrav

### Hærdnet beton, overflader. AAB pkt. 3.10:

- *Overfladen skal fremstå intakt og plan. Synlige betonoverflader skal fremtræde ensartede i kulør og overfladekarakter, uden misfarvninger og uden skæmmende ujævnheder.*
- *Reparationen skal ved lette slag med hammer fremstå klingende hård og uden skruklyde.*
- *Reparationens **sammenhængsstyrke** skal være i gennemsnit min. 2,0 MPa (efter maks. 28 døgn ved 10-15 °C), ingen enkeltværdier under 1,6 MPa.*

# Betonreparation

- Reparationstyper introduceret
- Reparations*principper* afgrænset
- Reparations*metoder* afgrænset
- Egnethedsvurdering
- Nye kravformuleringer – udfaldskrav
- Nye produkttyper defineret

## Nye benævnelser som knytter materialeegenskaber med udførelsesmetode:

**Type A:** Mørtel eller beton til håndudsætning

**Type B:** Beton til blødstøbning i form

**Type C:** Mørtel til blødstøbning i form

**Type D:** Mørtel eller beton til undervandsstøbning

**Type E:** Sprøjttestøbning, våd metode

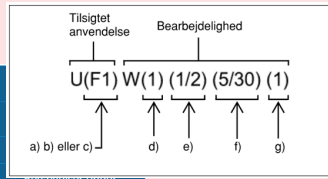
**Type F:** Sprøjttestøbning, tør metode

**Type G:** Mørtel til påstøbning og profilering

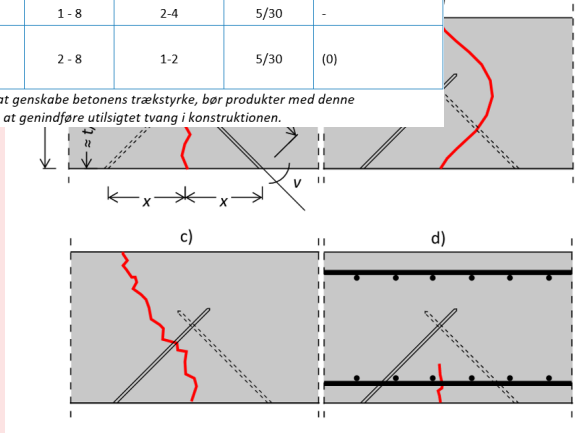
# Revneinjicering

- *Principper* afgrænset (P1 og P4)
- *Metoder* afgrænset (1.5, 4.5, 4.6)
- Forudsætninger
- Omfang
- Injiceringsprodukter beskrevet
- Kodning og klassifikation
- Praktiske forhold
- Tilsynets opgaver

ID	Egnet til metode iht. DS/EN 1504-9, tabel 2	Mulig klassifikation af produkt iht. 1504-5					
		DS/EN 1504-5, anneks A	Tilsigtet anvendelse (U)	Bearbejdelighed (W)			Bevægelser under hærkning
			a), b) eller c)	d)	e)	f)	
		Bindemiddel	F = kraftoverførende F1: $f_{ct} \geq 3,0$ MPa F2: $f_{ct} \geq 2,0$ MPa F3: $f_{ct} \geq$ dekl. værdi D1: fleksibel udfyldning S1: kvældningstilpasset udfyldning	Revnevidde 1 = 0,1 mm 2 = 0,2 mm 3 = 0,3 mm 5 = 0,5 mm 8 = 0,8 mm	Fugttilstand 1 = tør 2 = fugtig 3 = våd 4 = strømmende vand	Anvendelsestemperatur (min./maks.)	(U = F1, F2 og F3) (1) $\geq 10\%$ el. 0,3 mm (0) $\leq 10\%$ el. 0,3 mm
EP	1.5 4.5 4.6	P	F1 <sup>1)</sup> , F2 <sup>1)</sup>	1 - 8	1-3	8/30	(1) eller (0)
PUR	1.5 4.5 4.6	P	F1 <sup>1)</sup> , F2 <sup>1)</sup> D1	2 - 8	1-3	8/30	(1) eller (0)
	1.5		D1 S1				1-4
AR	1.5	P	D1	1 - 8	2-4	5/30	-
MC	1.5 4.5 4.6	H	F3	2 - 8	1-2	5/30	(0)



Note 1) medmindre der er behov for at genskabe betonens trækstyrke, bør produkter med denne ydeevne undgås for at undgå at genindføre utilsigtet tvang i konstruktionen.



# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- Opdatering: afrensningsmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- Vejlede teknikere til valg af system
- Egnethedsvurdering af produkt/system
- Opdatering: systemernes anvendelse / egenskaber

## Grundlag for håndbogen

- Vejdirektoratet gennemførte i 1980'erne og 90'erne afprøvning af forskellige produkter til overfladebehandling af betonbroer.
- 1993: udgivelse af "Vejledning i overfladebeskyttelse af betonbroer".
- Vejledningen er sidenhen revideret i 1996, 2007 og 2010.
- Med nærværende revision overgår Vejledningen til status som **Håndbog** (HB).

# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- Opdatering: afrensningsmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- Vejlede teknikere til valg af system
- Egnethedsvurdering af produkt/system
- Opdatering: systemernes anvendelse / egenskaber

## Systemer til overfladebeskyttelse:

~~96-1~~ Silikatmalebehandling \*

93-3 Akrylplastmalebehandling

93-4 Akrylplasttykfilmmalebehandling

96-5 Uelastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling

93-6 Elastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling

\* Silikatmalebehandling blev indarbejdet i 1996 alene for at dække behov for æstetisk behandling (dengang et *modefænomen*). System 93-3 og 93-4 kan erstatte 96-1 (æstetik og levetid) og disse to har samtidigt en beskyttende virkning på anlægsbeton.

Derfor navneændring (HB/AAB) fra overfladebehandling til overfladebeskyttelse.



# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- **Opdatering:** afrensningsmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- vejlede teknikere til valg af system
- Egnethedsvurdering af produkt/system
- Opdatering: systemernes anvendelse / egenskaber

- Erfaringsmæssigt er manglende eller utilstrækkelig afrensning ofte årsag til vedhæftningssvigt
- Beskrivelse af de oftest anvendte afrensningsmetoder er opdateret og uddybet i HB'en
- Udfaldskrav for renhed og ruhed bør være mere i fokus, da det stadig "halter derude"
- Der er indført afsnit i HB'en og kravet herom i AAB'en er opdateret – nu med en fysisk reference.



Figur 7-1 Billedet viser en referenceplade iht. ISO 8503-1 /-2 – hér opnået ved blæserensning med skarpkornet blæsemiddel på stål. De to med blåt indrammede felter svarer til det man bør tilstræbe ved rensning af betonoverflader.

# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- Opdatering: afrensningsmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- vejlede teknikere til valg af system
- Egnethedsvurdering af produkt/system
- Opdatering: systemernes anvendelse / egenskaber

Reparationsprincip iht. DS/EN 1504-9 omfattet af denne håndbog		Reparationsmetode iht. DS/EN 1504-9 omfattet af denne håndbog	
Princip nr.	Definition	Metode nr.	Beskrivelse (kortfattet)
P1	Beskyttelse mod indtrængning	1.3	Maling (belægning/coating)
		1.4	Dækning af revner i overfladen
P2	Fugtkontrol	2.3	Maling (belægning/coating)
P5	Øget fysisk bestandighed	5.1	Maling (belægning/coating)

Reparationsprincip iht. DS/EN 1504-9		Overfladebeskyttelsessystem iht. denne håndbog og AAB	
		Nr.	Systembetegnelse
P1	Beskyttelse mod indtrængning	93-3	Acrylplastmalebehandling
		93-4	Acrylplasttykfilmmalebehandling
		96-5	Uelastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling
		93-6	Elastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling
P2	Fugtkontrol	93-4	Acrylplasttykfilmmalebehandling
		93-6	Elastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling
P5	Øget fysisk bestandighed	96-5	Uelastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling

# Overfladeb

- Fra Vejledning
- Systembetegnelse (silikatmalebehandling)
- Opdatering: afgrænset brug
- *Principper* afgrænset brug
- velkendte systemer
- Vejlede tekniker
- Egnethedsvurdering
- Opdatering: systemegenskaber

Reparationsprincip iht. DS/EN 1504-9 omfattet af denne håndbog

Reparationsmetode iht. DS/EN 1504-9 omfattet af denne håndbog

Princip nr.	Definition	Metode nr.	Beskrivelse (kortfattet)
P1	Beskyttelse mod indtrængning	1.3	Maling (belægning/coating)
		1.4	Dækning af revner i overfladen
P2	Fugtkontrol	2.3	Maling (belægning/coating)
P5	Øget fysisk bestandighed	5.1	Maling (belægning/coating)

Reparationsprincip iht. DS/EN 1504-9		Overfladebeskyttelsessystem iht. denne håndbog og AAB	
		Nr.	Systembetegnelse
P1	Beskyttelse mod indtrængning	93-3	Acrylplastmalebehandling
		93-4	Acrylplasttykfilmmalebehandling
		96-5	Uelastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling
		93-6	Elastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling
P2	Fugtkontrol	93-4	Acrylplasttykfilmmalebehandling
		93-6	Elastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling
P5	Øget fysisk bestandighed	96-5	Uelastisk acrylmodificeret cementsvummebehandling

# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- Opdatering: afrensningmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- vejlede teknikere til valg af system
- Egnethedsvurdering af produkt/system
- Opdatering: systemernes anvendelse / egenskaber

Tabel 3: Skema med systemer til overfladebeskyttelse og deres primære funktioner.

Systemkode	93-3	94-4	96-5	93-6
	Akrylplastmalebehandling	Akrylplasttykfilm-malebehandling	Uelastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling	Elastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling
<b>Anvendelse</b>				
Udsmykning	●	– a)	–	–
Vandafvisning	●	●	–	●
Karbonatiseringsbremning	●	●	●	●
Kloridbremning (se afsnit 8.7 og 8.8)	●	●	●	●
Revnelukning/-overbygning	–	●	–	●
Begrænsning af skader som følge af alkalikiselreaktion	–	●	–	–
Antigraffiti	●	– a)	–	–
<b>Egnet til</b>				
Tæt på trafikken	●	●	●	●
Langt fra trafikken	●	●	●	●
Over jord/vand	●	●	●	●
Under jord/vand	–	–	●	●

Signaturer: ● anbefales, – anbefales ikke.

Note a) System 93-4 kan ofte overmales med akrylplasttyndfilmmaling, hvilket øger anvendelsen til æstetiske formål, herunder antigraffiti.

# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- Opdatering: afrensningsmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- Vejlede teknikere til valg af system
- Egnethedsvurdering af produkt/system
- Opdatering: systemernes anvendelse / egenskaber

Tabel 3: Skema med systemer til overfladebeskyttelse og deres primære funktioner.

Systemkode	93-3	94-4	96-5	93-6
	Akrylplastmalebehandling	Akrylplasttykfilm-malebehandling	Uelastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling	Elastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling
<b>Anvendelse</b>				
Udsmykning	●	– a)	–	–
Vandafvisning	●	●	–	●
Karboniseringsbremsning	●	●	●	●
Kloridbremsning (se afsnit 8.7 og 8.8)	●	●	●	●
Revelukning/-overbygning	–	●	–	●
Begrænsning af skader som følge af alkaliskelreaktion	–	●	–	–
Antigraffiti	●	– a)	–	–
<b>Egnet til</b>				
Tæt på trafikken	●	●	●	●
Langt fra trafikken	●	●	●	●
Over jord/vand	●	●	●	●
Under jord/vand	–	–	●	●

Signaturer: ● anbefales, – anbefales ikke.

Note a) System 93-4 kan ofte overmales med akrylplasttyndfilmmaling, hvilket øger anvendelsen til æstetiske formål, herunder antigraffiti.

# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- Opdatering: afrensningsmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- Vejlede teknikere til valg af system
- **Egnethedsvurdering af produkt/system**
- Opdatering: systemernes anvendelse / egenskaber

## Egnethedsvurdering og – erklæring af produkt/system

- Der er indført AAB-krav om skriftlig egnethedserklæring af systemer
- Krav til CE-mærkning iht. 1504-2
- HB'en søger at vejlede teknikere i egnethedsvurdering ved at beskrive nogle generelle og generiske egenskaber for produkter og systemer:
  - Alkalibestandighed
  - Flexibilitet og revneoverbygningsevne
  - Diffusionsåbenhed
  - Vandafvisende egenskaber
  - Arbejdsmiljøforhold

# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- Opdatering: afrensningsmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- Vejlede teknikere til valg af system
- Egnethedsvurdering af produkt/system
- **Opdatering:** systemernes anvendelse / egenskaber

- Holdbarhed af **akrylplastmalebehandling** (system 93-3 og 93-4) er **ændret til mere end 25 år.**
- Holdbarhed af **uelastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling** (system 96-5) er **ændret til mere end 30 år.**
- **Elastisk akrylmodificeret cementsvummebehandling** (system 93-6) har revneoverbyggende egenskaber, men dette kræver store lagtykkelser, som kan påvirke produktets vanddampdiffusionstæthed. Holdbarhed **ændret til mere end 20 år.**
- Der er fortsat ikke indført selvstændig system til **antigraffiti i HB**, men det anvendes i vid udstrækning i branchen. **Der er ikke gennemført en erfaringsopsamling herom...**
- Uelastisk akrylmodificeret cementsvumme (system 96-5) ved mangelfhjælpning af dæklag – **se næste slide**

# Overfladebeskyttelse

- Fra Vejledning til Håndbog (Grundlag)
- Systembetegnelser fastholdt uændret (silikatmalebehandling er udgået)
- Opdatering: afrensningsmetoder, renhed og ruhed
- *Principper* afgrænset og koblet til de velkendte systembetegnelser
- Vejlede teknikere til valg af system
- Egnethedsvurdering af produkt/system
- **Opdatering:** systemernes anvendelse / egenskaber

## System 96-5 som mangelfhjælpning

- System 96-5 er i de senere år blevet anvendt til udbedring af udførelsesfejl såsom mangelfuldt dæklag.
- HB'en angiver, at **maksimalt 30 % dæklagsreduktion** bør tillades afhjulpet med system 96-5.
- Hvis dæklaget kun er 70 % af, hvad det burde være, så er levetiden kun  $(0,7 \cdot 0,7) = 0,49 \approx 0,5$ , dvs. ca. det halve af det, den burde være...
- Der er således sat en øvre grænse for hvad man kan afhjælpe simpelt, hvilket er rimeligt



# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

*Hvordan gribes det an og  
hvad er baggrunden?*

# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

- Konstater problemet
- Bestem eksponeringsklassen iht. DS/EN 206 DK/NA
- Fastlæg omfanget
- Vurder afhjælpningsmetode(r)
- Beskriv konkrete løsninger

# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

Konstaterer problemet



# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

DS/EN 206 DK NA:2023

## Bestem eksponeringsklassen og dæklagskravet iht. DS/EN 206 DK/NA

### 4.4.1.2(5) Minimumdæklag, $c_{min}$

Konstruktionsklasser anvendt i DS/EN 1992-1-1 i kapitel 4.4.1.2. anvendes ikke.

Dæklag skal mindst være som angivet i tabel 4.4N NA for slap armering i overensstemmelse med DS/EN 10080 og som angivet i tabel 4.5N NA for forspændingsstål i overensstemmelse med DS/EN 10138.

De angivne værdier er baserede på en forventet levetid på mindst 50 år med forventet vedligeholdelse.

NOTE – Hvis den forventede levetid er kortere eller længere kan lempeligere eller strengere krav være nødvendige, jf. DS/EN 206.

### Tabel 4.4N NA – Krav til minimumdæklag, $c_{min,dur}$ , med hensyn til holdbarhed af slapt armeringsstål i overensstemmelse med DS/EN 10080

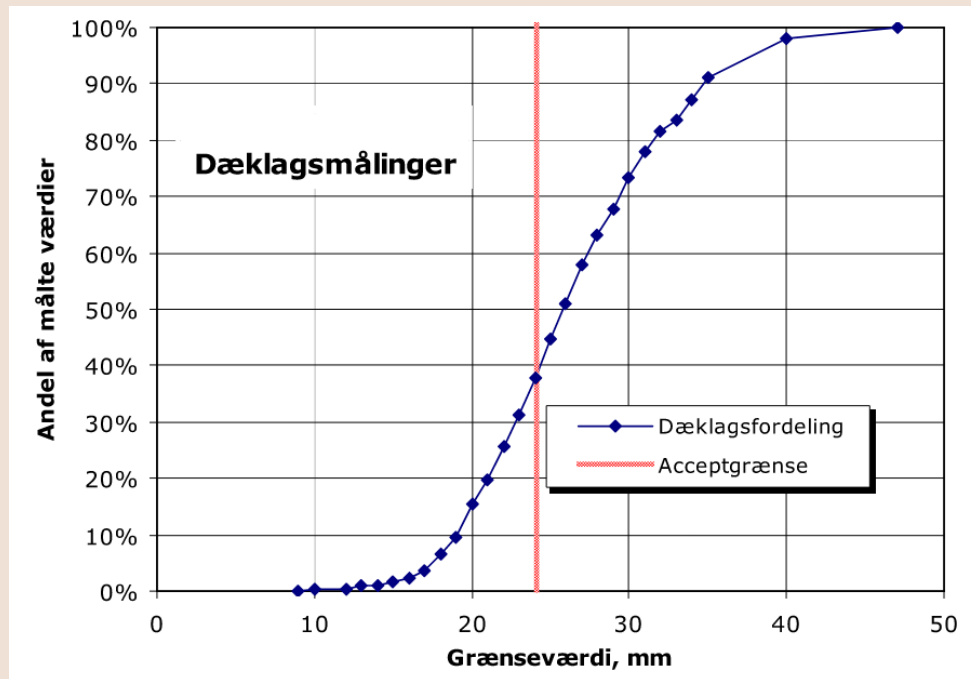
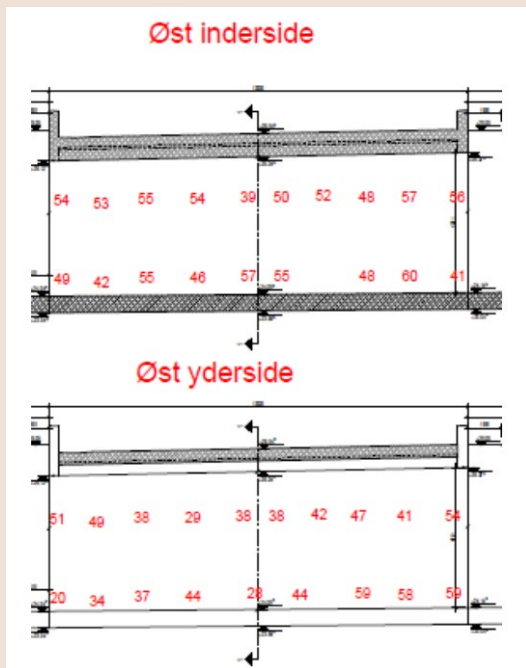
Eksponeeringsklasser	Minimumdæklag mm
XD2, XD3, XS3 (ekstra aggressiv miljøpåvirkning)	40 mm
XD1, XS1, XS2 (aggressiv miljøpåvirkning)	30 mm
XC2, XC3, XC4 (moderat miljøpåvirkning)	20 mm
X0, XC1 (passiv miljøpåvirkning)	10 mm

Tabel DK NA-1 – Eksponeeringsklasser

Benævnelse af klasse	Beskrivelse af miljøet jf. DS/EN 206	Informative eksempler på, hvor eksponeeringsklasser kan forekomme under danske klima- og miljøpåvirkninger
<b>1 Ingen risiko for korrosion eller påvirkning</b>		
X0	For beton uden armering eller indstøbt metal: Alle eksponeeringer undtagen, hvor frost-tø, afslidning eller kemisk påvirkning kan forekomme For beton med armering eller indstøbt metal: Meget tørt	Passiv miljøpåvirkning, dvs. beton indendørs ved meget lav luftfugtighed, fx – konstruktioner i opvarmede rum.
<b>2 Korrosion forårsaget af karbonatisering</b>		
På steder, hvor beton med armering eller andet indstøbt metal udsættes for luft og fugt, skal eksponeeringen klassificeres som følger:		
XC1	Tørt eller permanent vådt	Passiv miljøpåvirkning, dvs. beton indendørs med lav luftfugtighed, fx: – konstruktioner i ikke opvarmede rum – terrændæk på isolering. eller beton permanent i jord uden strømmende vand, fx – jorddækkede fundamenter, hvor bæreevnen er eftervist uden brug af armering.
XC2	Vådt, sjældent tørt	Moderat miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for langvarig kontakt med vand, fx: – funderingspæle – elevatorgruber

# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

Fastlæg omfanget



# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

Vurder afhjælpningsmetode(r)



**Eksempel 2.** Dæklaget på armeringen er specificeret til 40 mm, svarende til ekstra aggressiv miljøklasse og bygherren regner derfor med at opnå en levetid på 60 år. Pga. en udførelsesfejl viser målinger på den udførte konstruktion, at dæklaget kun er 30 mm. Ved hjælp af kvadratrodsformlen kan man nu anslå, at den forventede levetid ( $t$ ) er reduceret til

$$40 = K\sqrt{60} \Leftrightarrow K = \frac{40}{\sqrt{60}} = 5,16 \frac{\text{mm}}{\sqrt{\text{år}}} \Rightarrow \left(\frac{30}{5,16}\right)^2 = t = 34 \text{ år}$$

Bygherren bør derfor kræve kompensation for eller afhjælpning af den opståede mangel.

# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

“Beskyttelse mod indtrængning” – P1 er ofte en mulighed

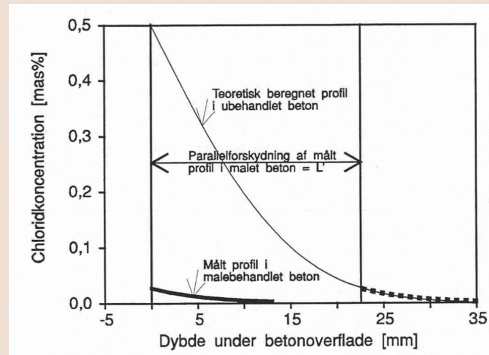
# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

“Beskyttelse mod indtrængning” – P1 er ofte en mulighed

*Historik – kort, men udviklingen skete i 1990'erne*



- Ækvivalent betontykkelse



## Ækvivalent betontykkelse

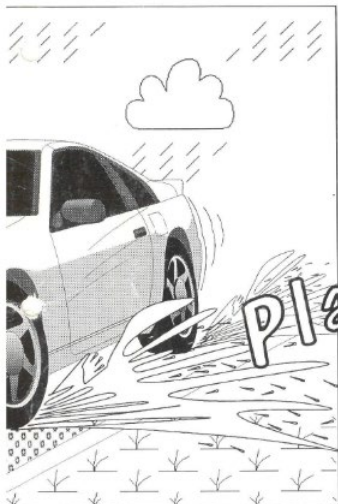
- Overfladebeskyttelsen ækvivaleres med et lag af beton af tykkelsen  $L'$ , så samme modstand imod indtrængning af stof opnås (se figur nedenfor).
- Udtrykker den beskyttende virkning af et overladelag
- Et defekt overladelag kan resultere i en negativ ækvivalent tykkelse





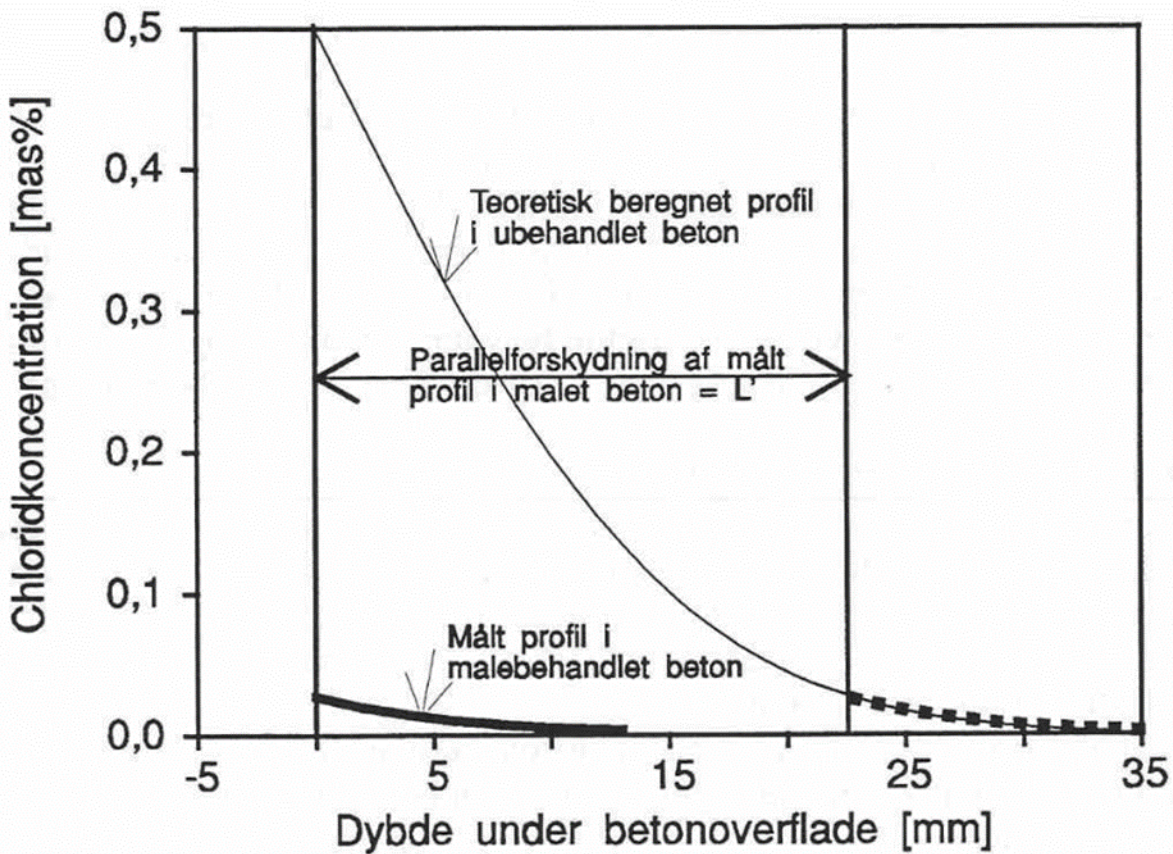
## Beskyttelse af beton mod salt

Malingsystemer · metoder · modeller



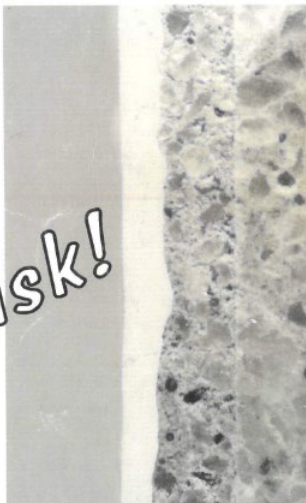
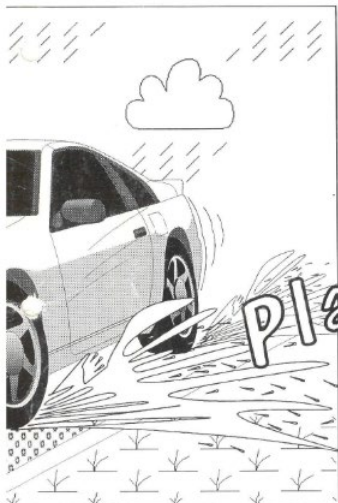
Driftsområdet · Broafdelingen  
Rapport 7

1994



## Beskyttelse af beton mod salt

Malingsystemer · metoder · modeller



### Ækvivalent betontykkelse

- *Overfladebeskyttelsen ækvivaleres med et lag af beton af tykkelsen  $L'$ , så samme modstand imod indtrængning af stof opnås (se figur nedenfor).*
- **Udtrykker den beskyttende virkning af et overladelag**
- **Et defekt overladelag kan resultere i en negativ ækvivalent tykkelse**

Tilsyneladende tykkelse af overladelaget,  $L'$

Reel tykkelse af laget,  $L$



Driftsområdet · Broafdelingen

Rapport 7

1994

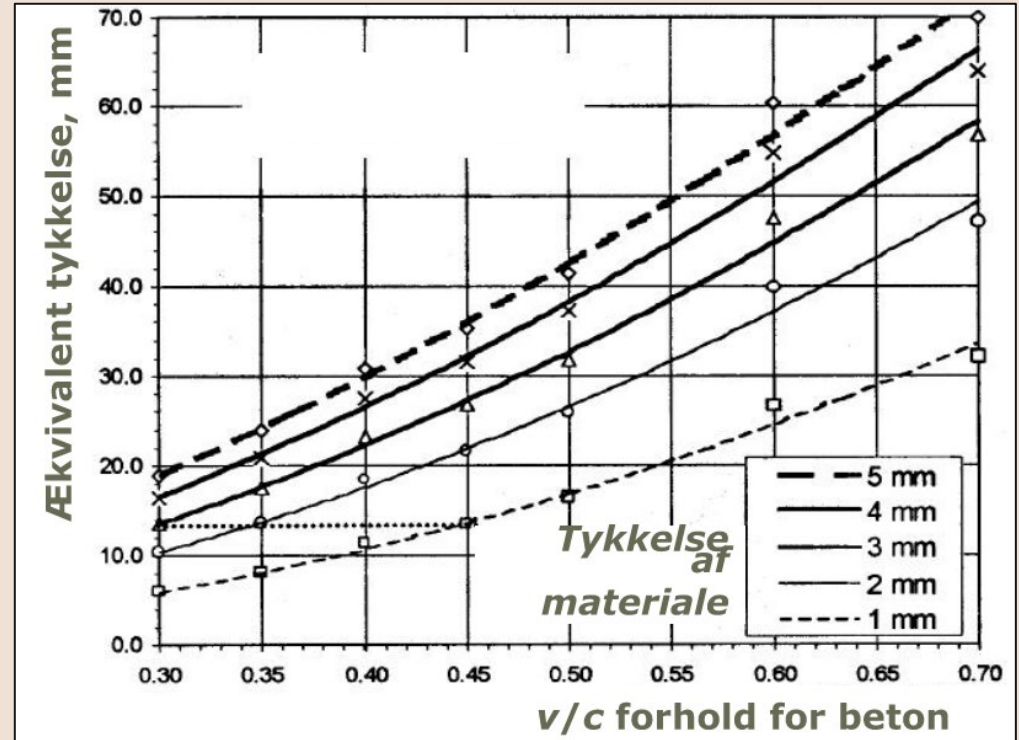
# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

System 96-5 som mangelfhjælpning

Eksempel på designgrundlag

## Bemærk:

- Beskyttelseseffekt er i forhold til underlagets tæthed



# Mangler ved dæklag – nye konstruktioner

## Konkret krav (fra praksis):

*Kritiske konstruktionsdele, i et ekstra aggressivt miljø, som kantbjælker og inderside vederlag og søjler, placeret under 3 m fra kant af vejbane og 0-3 m over vejbane:*

### **Metode b:**

For dæklag, hvor afvigelsen er ca. 10 mm eller mindre, skal overfladebeskyttes iht. system 96-5 i AAB for overfladebehandling af betonoverflader i en middellagtykkelse på 1,5 mm.

### **Metode c:**

For dæklag, hvor afvigelsen er 10-20 mm, skal overfladebeskyttes iht. system 96-5 i AAB for overfladebehandling af beton overflader i en middellagtykkelse på 3 mm.





# Spørgsmål?



---

# Tak

---