

---

# Hvorfor er det så svært at bygge svømmebassiner?

---

Jens Mejer Frederiksen, COWI, akademiingeniør,  
Projektchef og ledende specialist – beton

# Emner

- Historisk tilbageblik
- Nogle milepæle for svømmeanlæg i Danmark (*min version...*)
- Storebæltsforbindelsens betydning
- Normforberedende arbejde i DBF
- Problemerne og deres løsninger
- Eksempel på hvad man kan gøre i nye svømmehaller
- Overspecificerer vil beton til svømmebassiner?
- DS 477 og DS 206 – revisionsovervejelser...

---

# Historisk tilbageblik

---

# Svømmebassiners holdbarhed diskuteret siden 1970'erne

- Alkaliselreaktioner (AKR) anerkendes som en primær skadesårsag
- Der advares imod AKR i svømmebassiner
- Anvisninger til at undgå dem
- Men der savnes "virkemidler"
- Der efterlyses **prøvningsmetoder** og **varedeklarerationer for tilslag**

[https://danskbetonforening.dk/media/njxdmgji/publikation\\_17\\_1983.pdf](https://danskbetonforening.dk/media/njxdmgji/publikation_17_1983.pdf)

**DBF**

**1983**

**HOLDBARE SVØMMEBASSINER**

**Svend E. Petersen**

**PUBLIKATION 17: 1983  
DANSK BETONFORENING**

# Udførelsesfejl var (og er) dominerende

- **Utætte støbeskel, utætte klamsjern, utætte væg/dæksamlinger**
- Støbevenligt design tilrådes
- God beton tilrådes og anvises
- God efterbehandling
- Imødegåelse af revnedannelser...
- Reparationer var (og er) dyre...

**DBF**

**1983**

**HOLDBARE SVØMMEBASSINER**

**Svend E. Petersen**

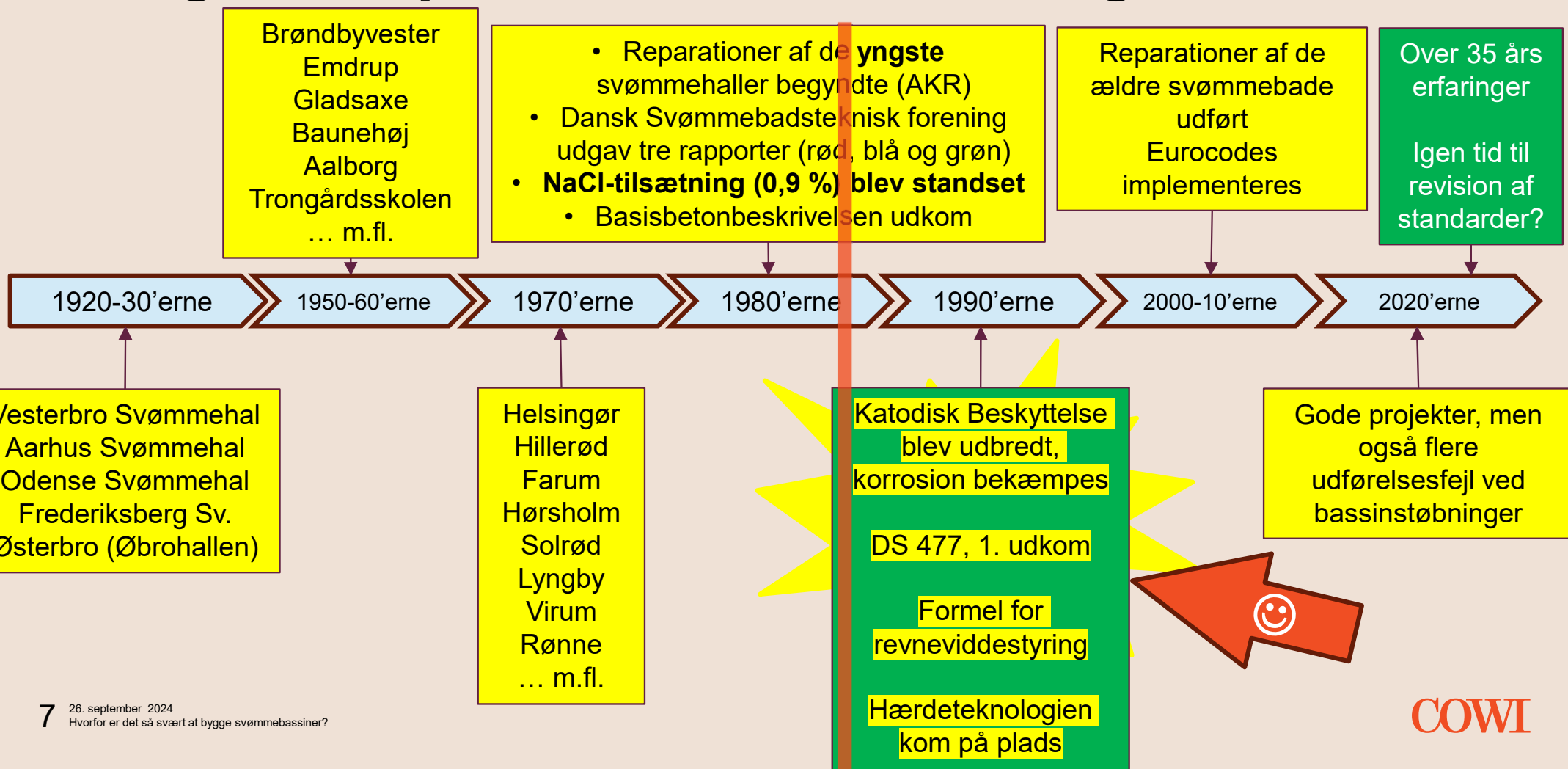
**PUBLIKATION 17: 1983  
DANSK BETONFORENING**

---

# Nogle milepæle for svømmeanlæg i Danmark

---

# Nogle milepæle for svømmeanlæg i Danmark



---

# Storebæltsforbindelsens betydning

---



---

# Storebæltsforbindelsen – planlagt fra 1987 nye/bedre krav til beton

---

Inspirerede til nye/andre/bedre krav til beton  
udsat for saltholdigt vand

Gælder nu stort set som krav svarende til  
XD2 for svømmebassiner...



---

# Normforberedende arbejde i DBF

---

# Dansk Betonforenings publikation nr. 44, 1995

[https://danskbetonforening.dk/media/zcbjcnl2/publikation\\_nr44.pdf](https://danskbetonforening.dk/media/zcbjcnl2/publikation_nr44.pdf),  
side 28-30 handler om svømmebassiner

## ARMERINGSKORROSION I CHLORIDPÅVIRKET BETON

# Dansk Betonforenings publikation nr. 44, 1995

## 3.2.5 Svømmehaller (bassiner og omgivende konstruktionsdele)

publikation nr. 44

Korrosionsmiljøet i svømmehaller er særdeles aggressivt. Det skyldes en kombination af en række faktorer, herunder: **NaCl-tilsætning til bassinvandet**, udbredt anvendelse af syreholdige rengøringsmidler, høj luftfugtighed, store arealer, der hyppigt udsættes for sprøjt, samt konstant høj temperatur.

Den lange række af skader, der er set på svømmehaller opført i 1960'erne og 1970'erne, kan opdeles i generelle skader, ofte forårsaget af en kombination af alkali-kiselskader og chloridbetinget korrosion, samt skader forårsaget af uhensigtsmæssigt udførte detaljer. Med vore dages beton-teknologiske viden er det muligt, at fremstille beton af en tilstrækkelig god kvalitet til at sikre en tilfredsstillende generel holdbarhed. Problemerne synes snarere at bestå i at løse de mange konstruktive detailproblemer, så skader undgås. Der henvises i øvrigt til ref. [40].

Udkast til norm for  
svømmebassiner, nu DS 477



# Dansk Betonforenings publikation nr. 44, 1995

## ARMERINGSKORROSION I CHLORIDPÅVIRKET BETON

Tabel 6 giver et overblik over de forhold, der erfaringsmæssigt giver anledning til problemer ved opførelsen af nye svømmehaller, samt ved reparation af eksisterende svømmehaller. I tabellen er angivet en "indikator". Indikatoren er beregnet som produktet af skadeomfang og omkostningerne til udbedring af skaderne. Indikatoren kan anvendes som retningsgivende for, hvilken prioritet de forskellige dele af en svømmehal kan tillægges ved dens opførelse eller vedligeholdelse. En høj værdi af indikatoren svarer til en høj prioritet. Tabellen er en erfaringsbaseret vurdering af ca. 25 svømmehallers tilstand.

Tabellen gælder for konstruktioner, der ikke er skadet af alkalikiselreaktioner. Tabellen viser, at det i særlig grad er detaljer omkring støbeskel og dæk/vægsamlinger, der kræver opmærksomhed.

1995

# ARMERINGSKORROSION I CHLORIDPÅVIRKET BETON

5  
2  
1  
3  
3  
3

Vurderet omfang af skader i svømmehaller	A = Gennemsvivning			B = Revnedannelser			C = Armeringskorrosion			I = Holdbarhed			II = Udformning			III = Påvirkning		
	Skadessted			Skadesomfang			Omkostninger			Skadesårsag			Indikator					
	A	B	C	A	B	C	I	II	III	A2+B2+C2								
Bassinvægge	1	2	1	3	1	3	1	3	1	8								
Dæk	2	2	1	2	2	1	1	3	1	9								
Skvulpe-/overløbsrender	1	3	2	1	2	3	1	3	2	13								
Dæk/vægsamling	3	1	3	3	1	3	1	3	1	19								
Konstruktioner omkring bassin	1	1	3	1	1	2	2	2	1	8								
Terrassering	1	3	2	1	1	2	1	1	2	8								
Adgangstrapper	1	3	2	1	1	2	1	1	2	8								
Søjler/Dragere	1	1	3	1	2	3	1	3	2	12								
Springtårne	1	1	3	1	2	3	1	2	3	12								
Hæve/Sænkebroer	1	1	3	1	1	2	1	3	3	8								
Vandrutschebaner	1	1	0	1	1	0	1	2	1	2								
Fuger	3	2	1	1	1	2	3	1	3	7								
Støbeskel i bassin	3	3	3	2	2	3	2	3	2	21								
Gennemføringer/undervandsvinduer	3	1	2	3	2	3	1	3	2	17								
Udlignings- og filterbassiner	1	3	3	2	2	3	1	1	3	17								

Omfang/Omkostning/Årsag: 0 = Ingen; 1 = Lille; 2 = Middel; 3 = Stor

Tabel 6: Vurdering af skadetyper, -årsager og -omfang i svømmehaller uden samtidige alkaliskel-skader. Den beregnede indikator peger på hvilke detaljer, der bør ofres særlig opmærksomhed ved projektering og vedligeholdelse.

---

# Problemerne og deres løsninger

---

## Støbeskel i betonkonstruktioner

– planlægning og udførelse

**BYG-ERFA**  
ERFARINGSBLAD (29) 180307  
BETONKONSTRUKTIONER  
FUGER  
STØBESKEL  
INJICERING  
VANDTÆTNING  
ERSTATTER  
(29) 980529



Når støbeskel i betonkonstruktioner med tæthedskrav ikke bliver tætte, udløser det ofte ekstraudgifter til afhjælpning. Udgifterne er meget større, end hvis støbeskellene var projekteret og udført tætte ved opførelsen. Tilstrækkelig tæthed er væsentlig for at bevare konstruktionens funktion og æstetik. Armering, der passerer et støbeskel med strømmende vand (fersk eller salt), vil få grubetæring lokalt omkring støbeskellet, og det kan med tiden blive kritisk for betonkonstruktionens bæreevne. I dette erfaringsblad redegøres der for planlægning og udførelse af tætte støbeskel. Billedet viser kalk- og saltudfældning ved støbeskellet under overløbsrenden/bassinvæg og den nederste del af bassinvæggen i et svømmebassin. Korrosion er her modvirket af katodisk beskyttelse.

# Vi ved hvordan man opnår tætte støbeskel:

- Fokuser på renhed og ruhed
- Brug evt. hjælpemidler, men kun få midler, f.eks.:
  - ✓ Støbeskelsblik
  - og/eller
  - ✓ Efterinjicerbare fugeslager





## Rugjort ved brug af retarder

- Retarderen forsinket betonens afbinding
- Retarderet beton skal spules væk dagen efter støbningen – ellers hærdet den

# Utilstrækkelig komprimering i forhold til leveret/opnået konsistens

- *sker også "nu"*

- Utæt beton?
- Utæt støbeskel?



# Bestil beton med ønsket konsistens

- Kontrollér ved start af aflæsning af betonen
- Forkast betonen, hvis det bestilte ikke leveres
- Brug ikke beton med uønsket konsistens

Tabel 21 – Vurdering af overensstemmelse for konsistensklasser, SCC-egenskaber, luftindhold og homogenitet af fiberfordelingen i frisk beton ved leveringsstedet

Egenskab	Prøvningsmetode eller bestemmelsesmåde	Mindste antal prøver eller bestemmelser	Maksimal tilladt afvigelse <sup>a</sup> på leveringsstedet for et enkelt prøvningsresultat fra grænseværdier, eller for konsistens, grænserne for den specificerede klasse	
			Nedre grænse	Øvre grænse
Udseende	Sammenligning ved visuel inspektion af betonens udseende med dens normale udseende	Hver sats; ved levering med bil, for hvert læs	-	-
Sætmål	EN 12350-2	i) Hyppighed som angivet i tabel 17 for trykstyrke ii) Når der prøves for luftindhold iii) I tvivlstilfælde ved visuel inspektion	-10 mm	+10 mm
Kompakteringsgrad	EN 12350-4		-20 mm <sup>b</sup>	+20 mm <sup>b</sup>
Udbredelsesmål	EN 12350-5		-0,03	+0,03
Flydesætmål	EN 12350-8		-0,04 <sup>b</sup>	+0,04 <sup>b</sup>
Viskositet	EN 12350-8 eller EN 12350-9	Hvis specificeret	Ingen afvigelse tilladt	Ingen afvigelse tilladt
Passeringsevne	EN 12350-10 eller EN 12350-12			
Modstand mod separation	EN 12350-11			
Luftindhold i luftindblandet frisk beton <sup>d</sup>	EN 12350-7 for normal og tung beton og ASTM C 173 for letbeton	1 prøve / produktionsdag <sup>c</sup>	-0,5 % (volumen-%)	+5,0 % (volumen-%)
Homogen iblanding af fibre i frisk beton, hvor fibre tilsættes i roterbilen	Som angivet i B.5	Hyppighed <sup>c</sup> som angivet i tabel 17 for trykstyrke	Som angivet i B.5	

<sup>a</sup> Hvis der ikke er nogen nedre eller øvre grænse i den pågældende konsistensklasse, gælder disse afvigelser ikke.  
<sup>b</sup> Gælder alene for prøvning af konsistens ved udtømningsens begyndelse fra roterbil eller roterende udstyr (se 5.4.1).  
<sup>c</sup> Undtagen hvor bestemmelser gældende på brugsstedet stiller krav om højere mindste hyppighed for prøvning.  
<sup>d</sup> Se 6.2.3 (1), fjerde bulletpunkt.

# Svømmehal, 1969 – vedligehold 1990-2024

20

20. marts 2024  
"Af betonskade bliver man klog"

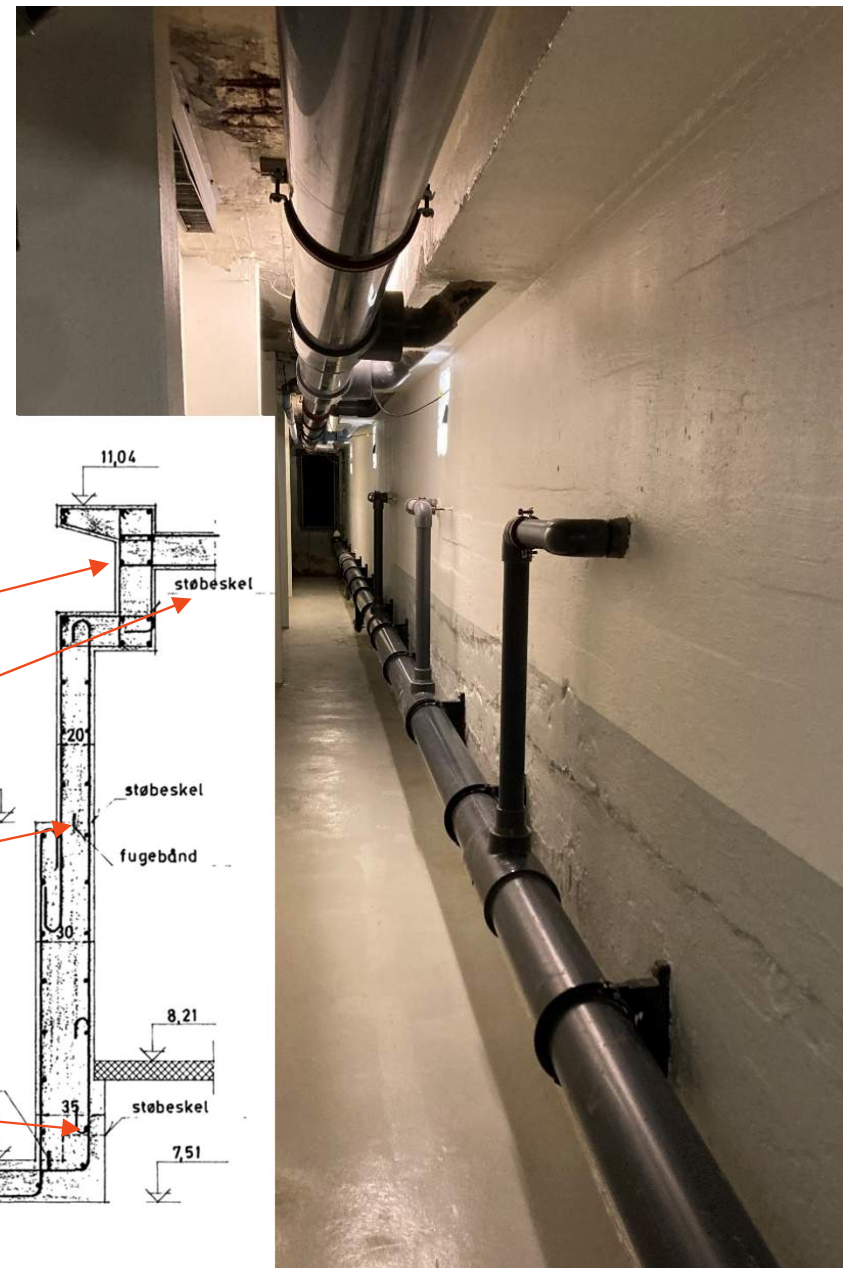
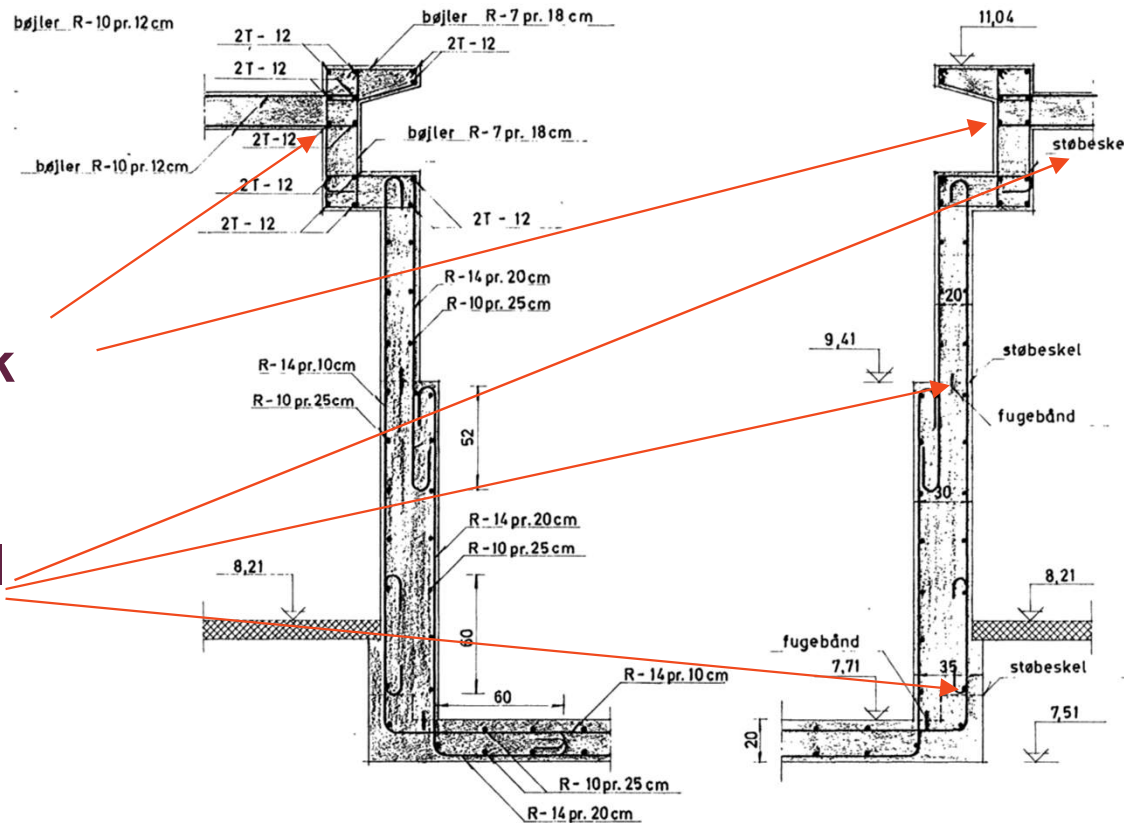
COWI

# Svømmehal, 1969 – vedligehold 1990-2024

**OBS:**  
Bassinveg og  
promenadedæk  
sammenstøbt

**Flere støbeskel  
tilladt**

21 26. september 2024  
Hvorfor er det så svært at bygge svømmebassiner?



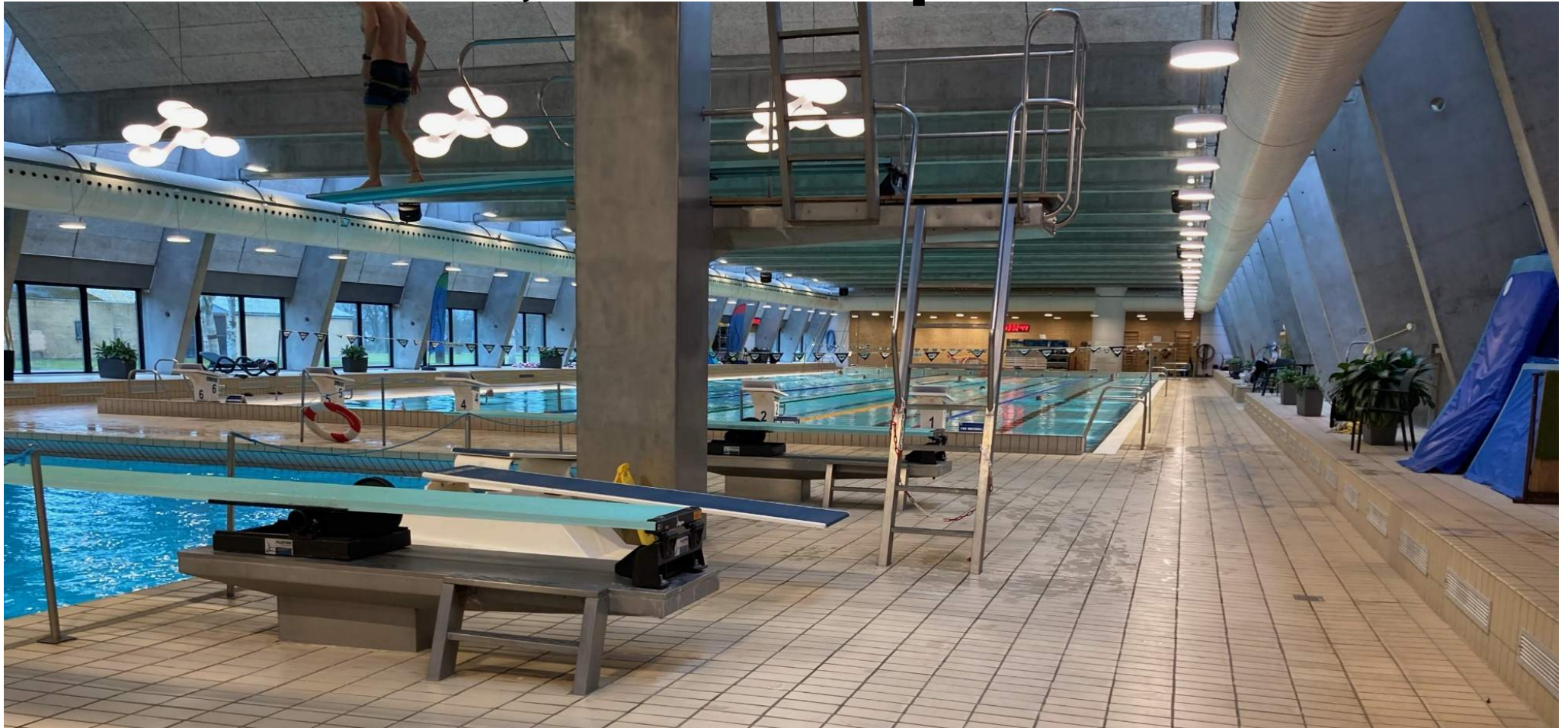
# Svømmehal, 1969 – vedligehold 1990-2024

*Konsekvens af utæt undervandsvindue*

- Korrosion af underliggende armering
- Dog hér ej bærende pga. udsparring til vinduet



# Svømmehal, 1976 – rep. 1989-1991



# Svømmehal, 1976 – rep. 1989-1991



Hvorfor er det så svært at bygge svømmebassiner?

**COWI**



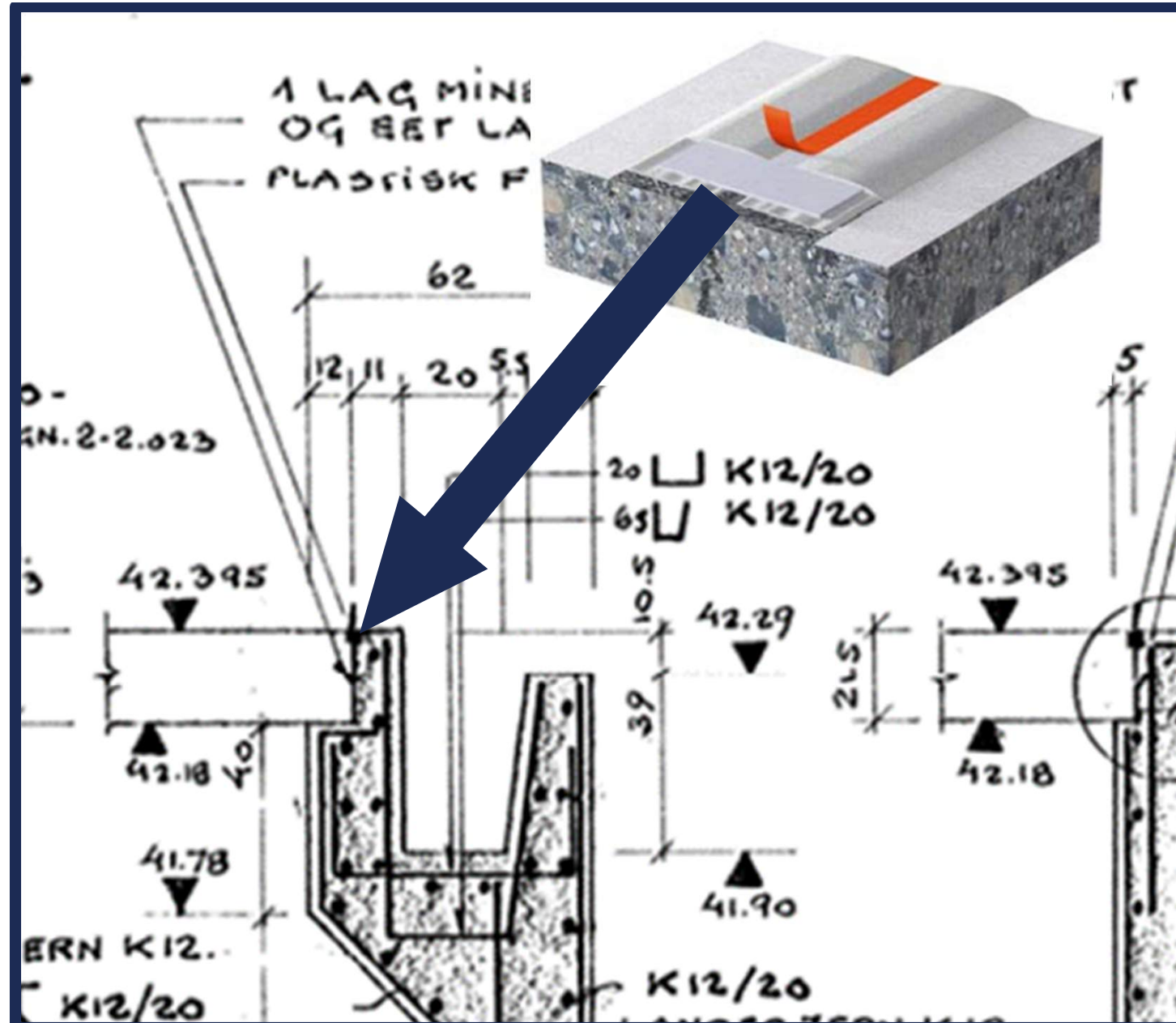
# Svømmehal, 1976 – rep. 1989-1991

- › Bassiner og promenader istandsat 1989-1991:
  - › Tætning af fuger ml. promenadedæk og vægge
  - › Etablering af katodisk beskyttelse i bassiner
  - › Betonreparationer udvendig på bassinvægge

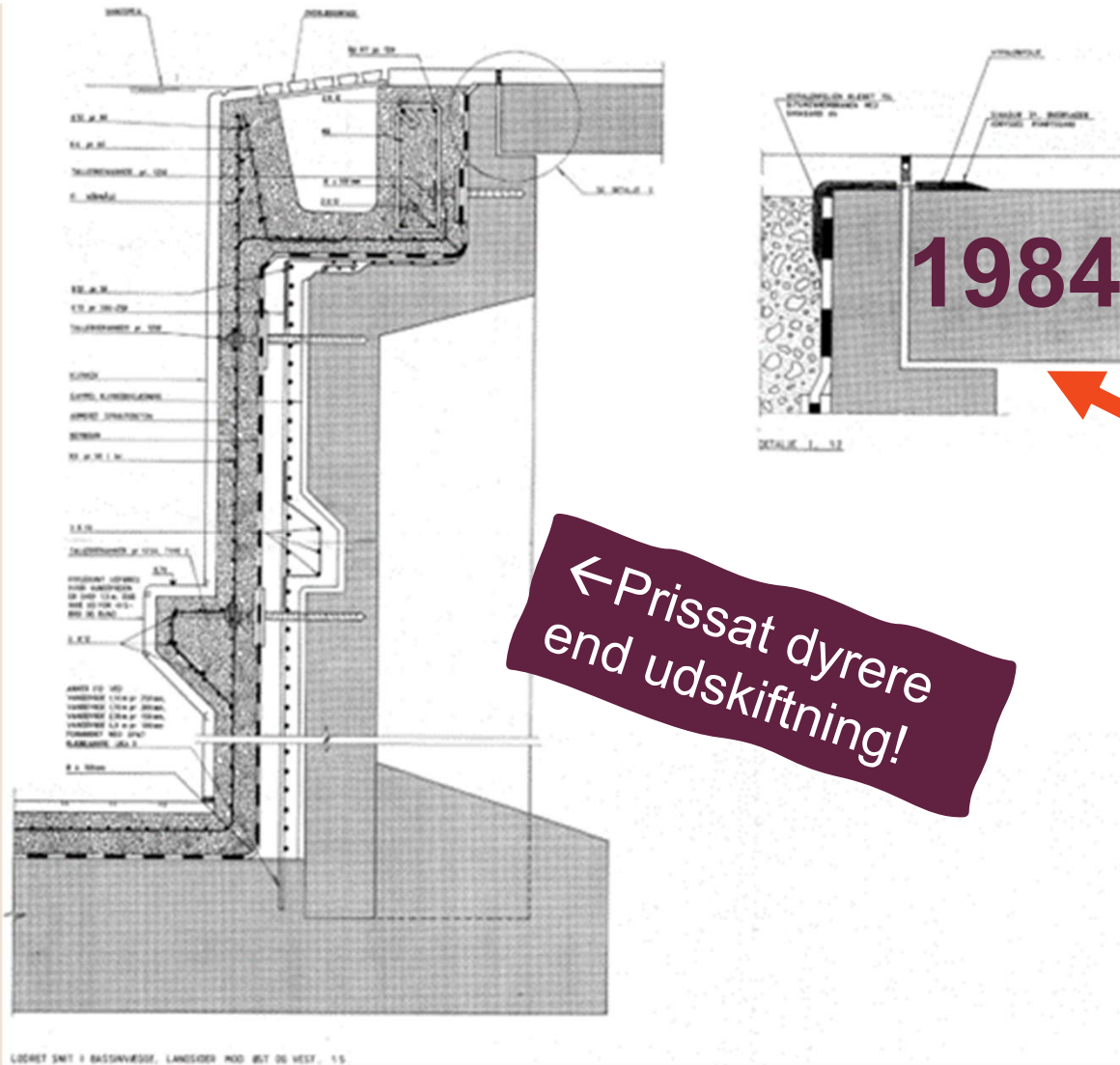


# Svømmehal, 1976

- > Fugetætning udført i 1990 og fungerer i det store og hele stadig!



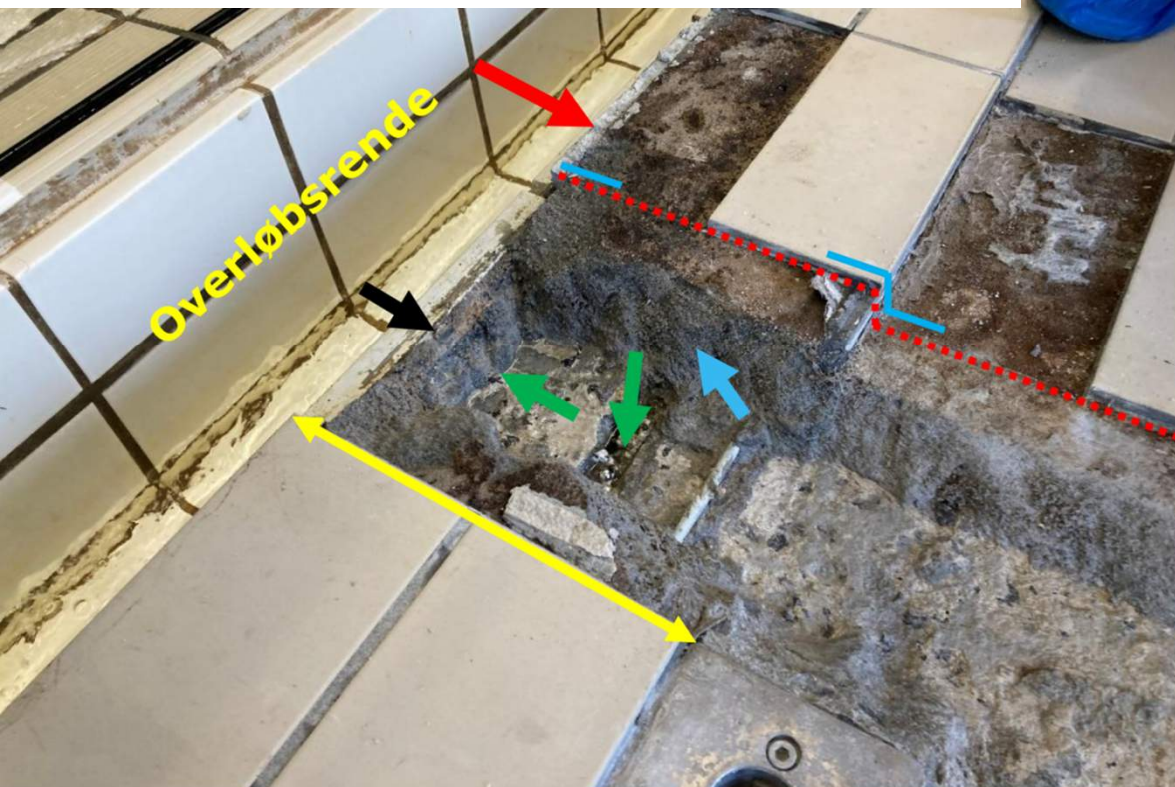




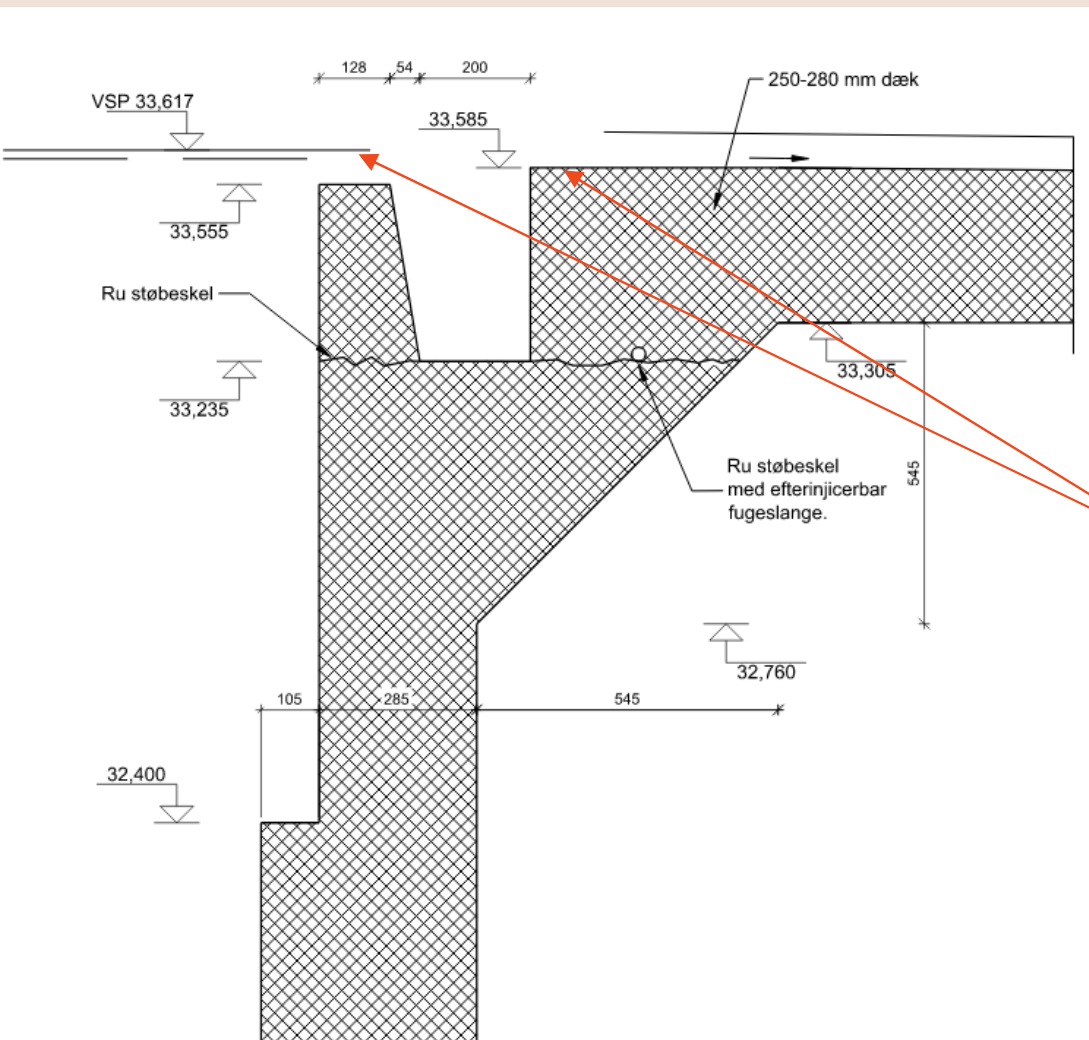
Kritisk detalje i mange svømmehaller  
 Ses hér 28 år efter afhjælpning skete



# Eksempel på flow af bassinvand på dæk

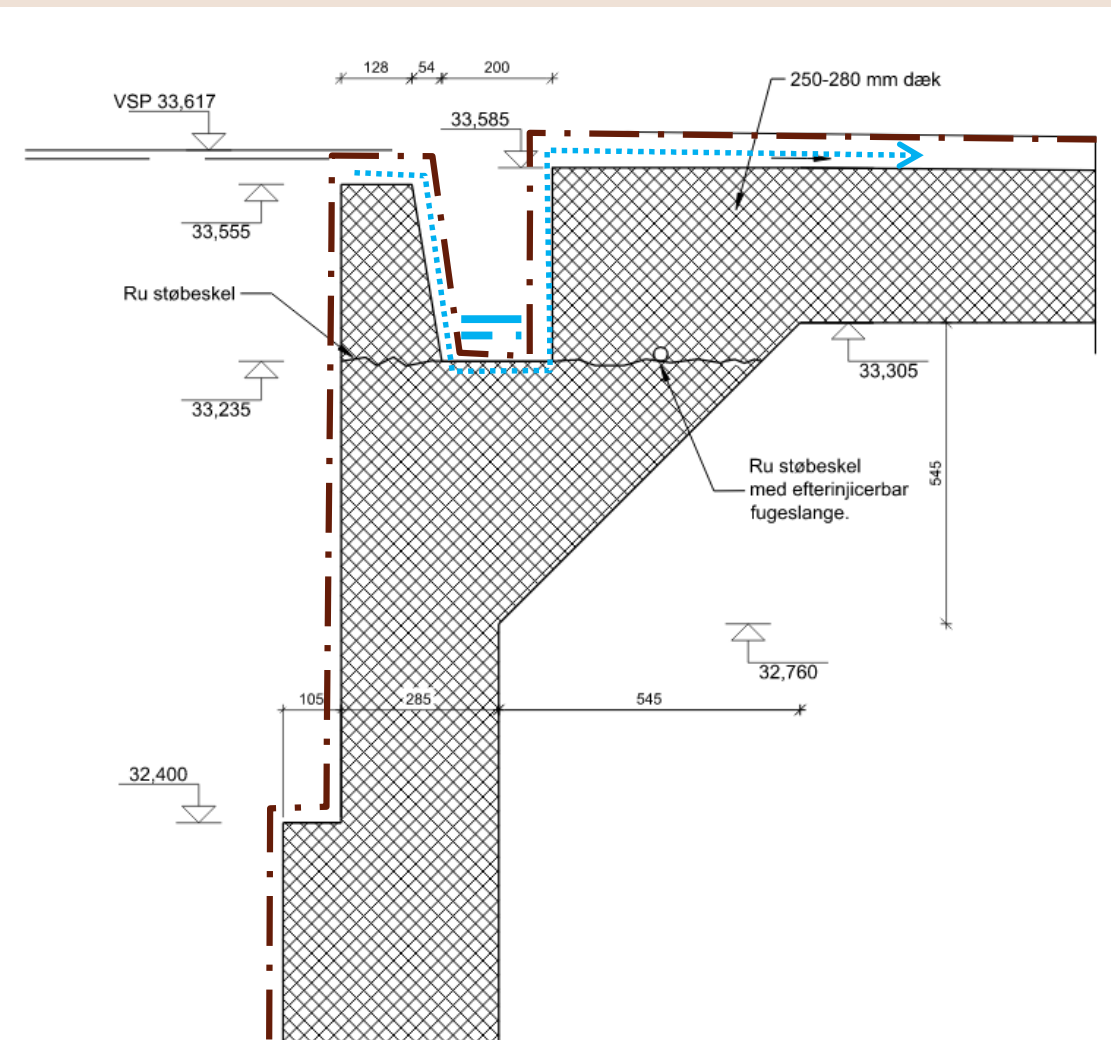


- Overgangen promenadedæk/overløbsrende (markeret på billedet med den gule dobbeltpil).
- Afretningslaget (markeret med den blå pil) fremstod vandmættet i hele opbrydningsområdet.
- Fortsat vandtilstrømning til opbrydningsområdet fra både overløbsrende og fugespalte (vist med de grønne pile).
- Tilstrømningen af vand sker mest sandsynligt igennem afretnings-/klæbelaget under fliserne.
- Flisebeklædningen i overløbsrenden er de oprindelige fliser fra svømmehallens opførelse.
- Membran ses udlagt på oversiden af afretningslaget (mellem afretningslag og fliser) som illustreret med den røde stiplede linje, hvor områderne vist med blå var udført med vævsforstærkning.
- Den røde pil viser placering af en epoxyfugemasse - udført for tiltænkt virkning som "kapillarspærre".
- Afretningslaget ses at være støbt mod bagsiden af de oprindelige fliser i overløbsrenden uden nogen vandtætning.



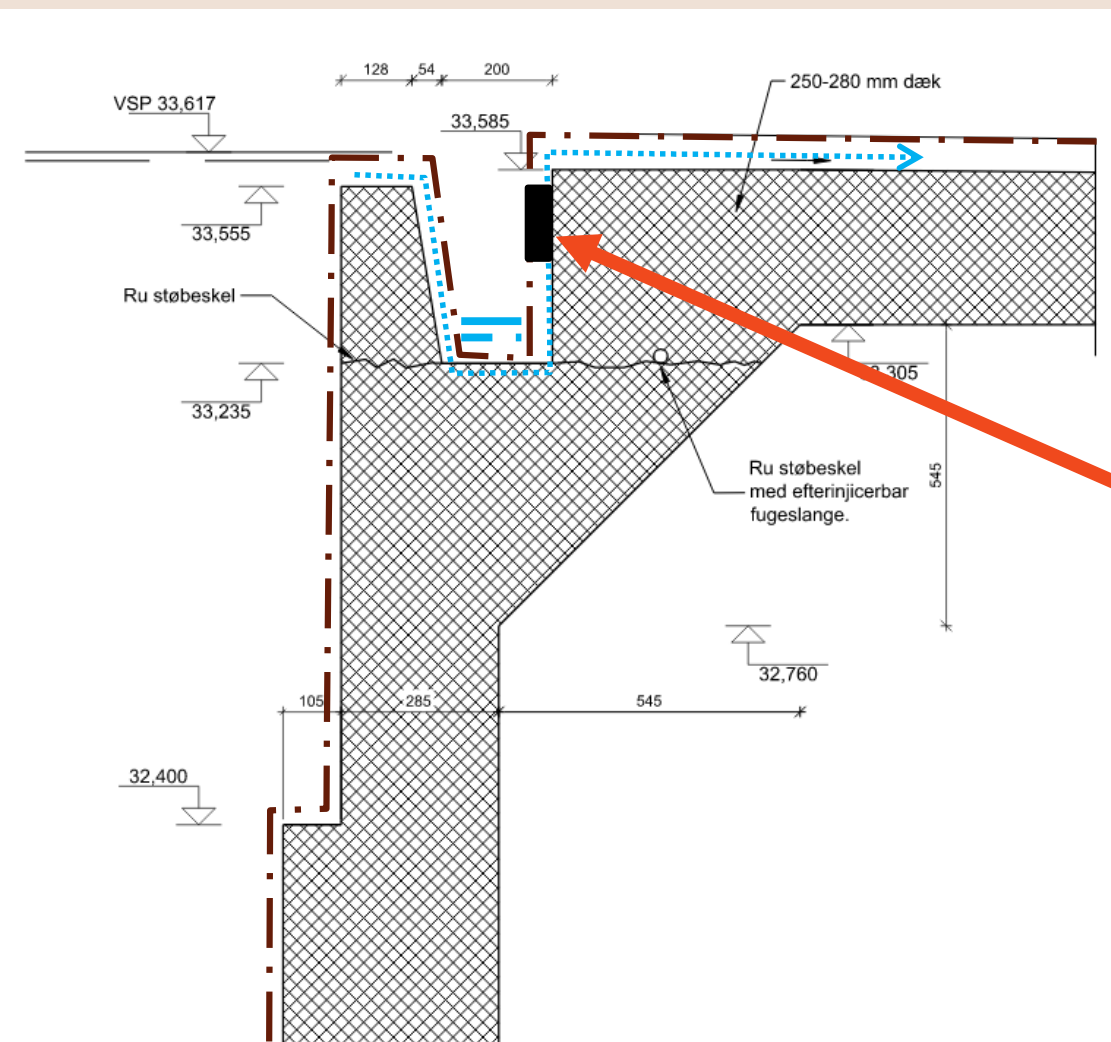
## Modvirkning af flow af bassinvand på dæk

- OBS – vandspejl står over den vandtætte beton på promenadedækket – ofte blot ca. 30 mm
- Der er altså potentiale til et flow af vand



# Modvirkning af flow af bassinvand på dæk

- Flisebelægningen er ikke kompakt – ca. 95 % udfyldt – dvs. ca. 5 % "hul" under fliser
- Bassin vandet kan derfor løbe i forbundne hulrum under fliserne.
- Er der fliser i overløbsrenden, så er der med stor sikkerhed en vandvej under fliserne
- ...og det selvom vandspejl i rende er lavt



## Modvirkning af flow af bassinvand på dæk

- Placering af et kompakt, vandtæt lag skal udføres for at forhindre virkningen, hvis der er klinker i overløbsrenden
- Placeringen bør vælges på den tørre side i overløbsrenden
- Vandtætningen skal gå fra klinkeroverfladen helt ind til betonen – en evt. membran bør gennembrydes hér.



---

# Eksempel på hvad man kan gøre i nye svømmehaller

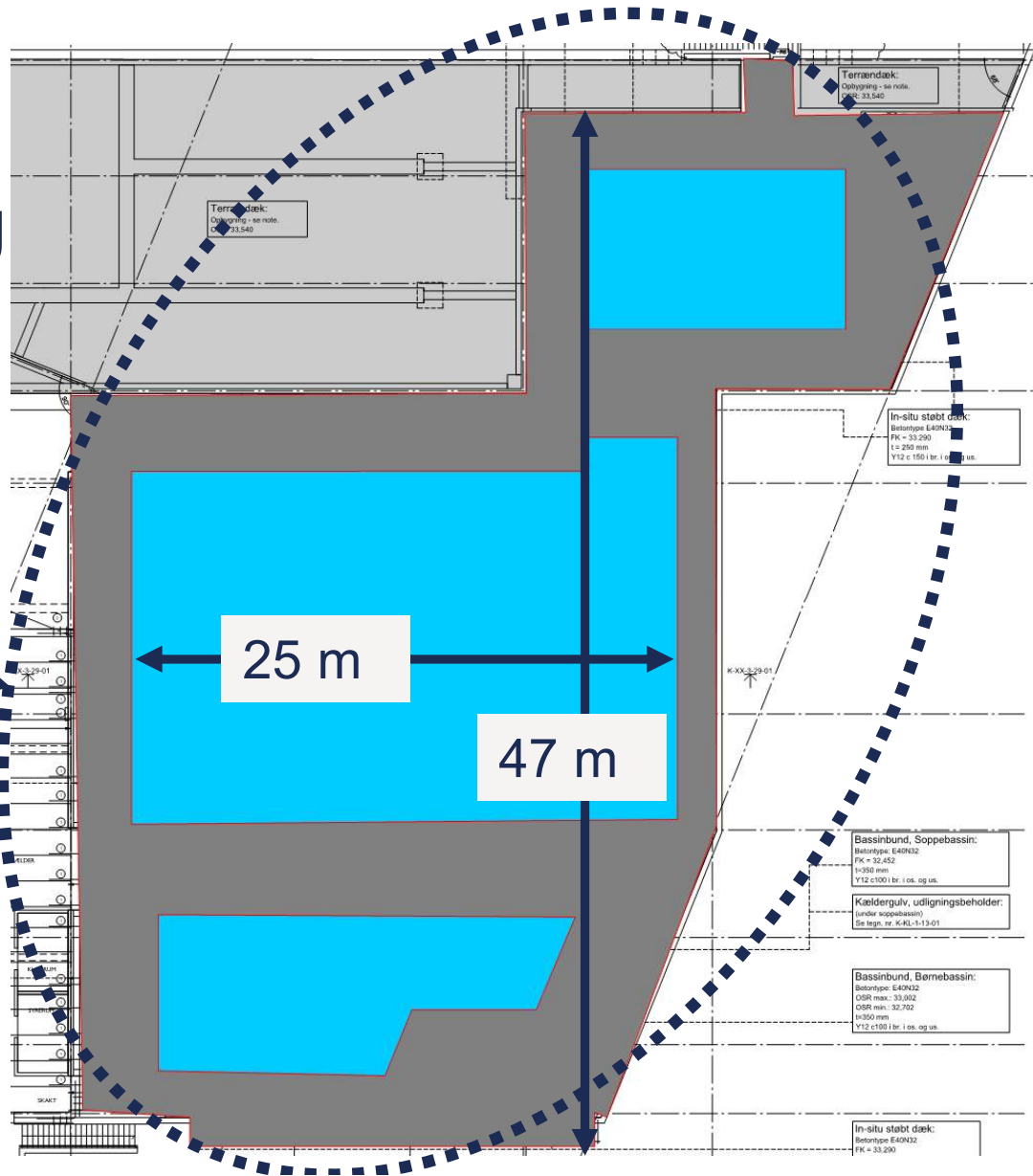
---

**Svømmehal opført 2012-2013 – uden membran og uden fleksible fuger i bassiner og på promenader – revnestyring praktiseret**



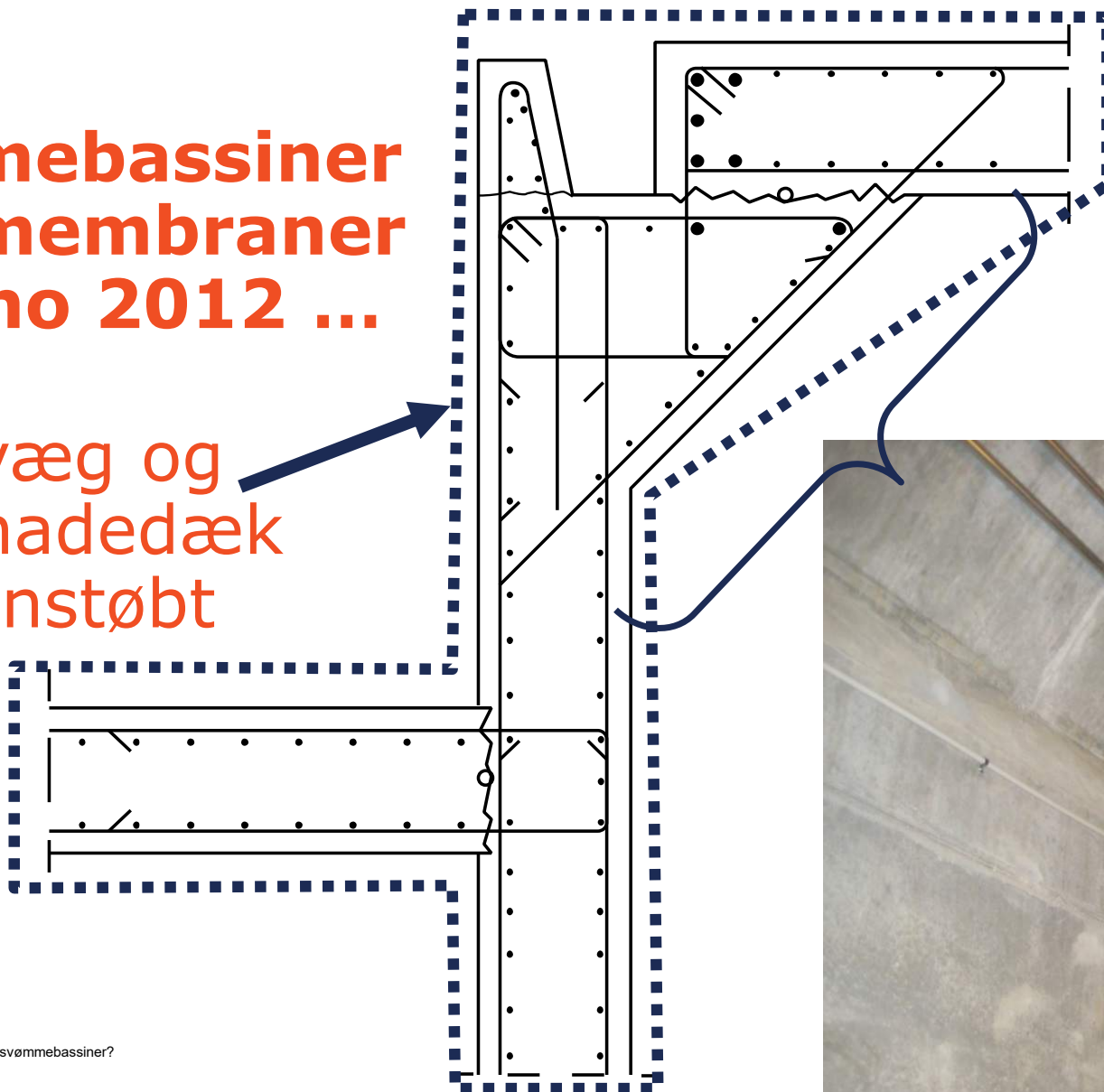
Svømmebassiner **uden** membraner og fuger fra anno 2012

Én stor monolit **uden** nogen dilatationsfuger – **ingen** bløde fuger at vedligeholde



# Svømmebassiner uden membraner fra anno 2012 ...

Bassinvæg og promenadedæk sammenstøbt



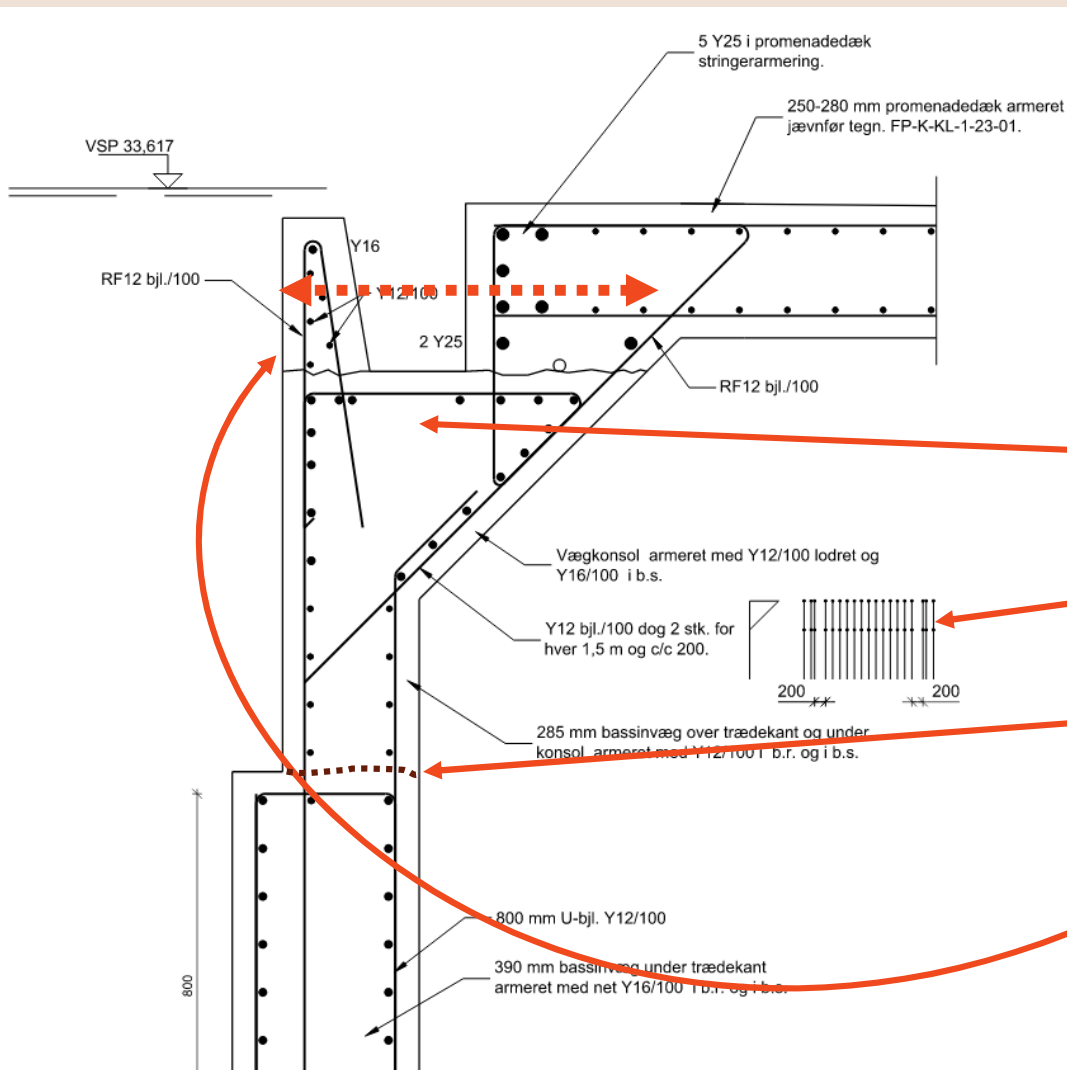
... ingen utætheder!



## Projekterede revnevidder for svømmebassiner uden membraner

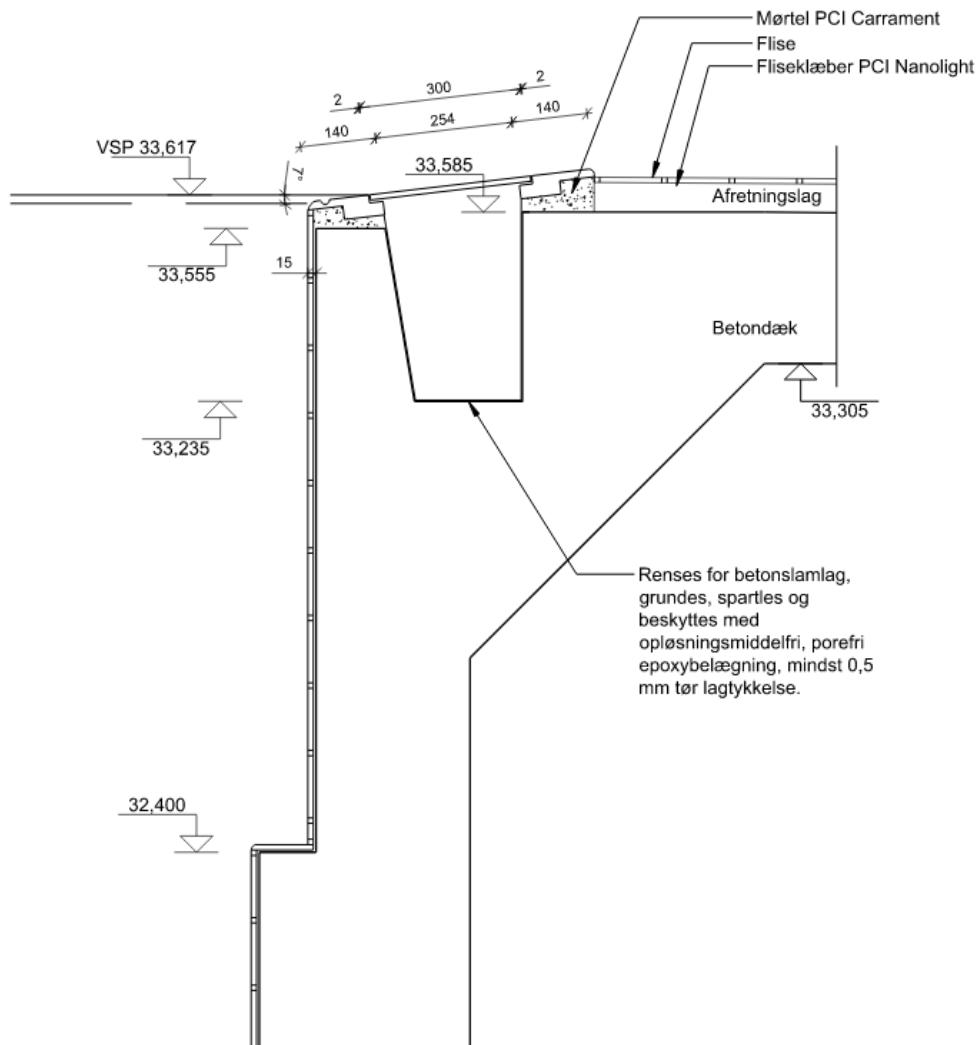
Eksposering	Overflade mod bassinvand, XD2	Overflade mod jord XC2	Overflade mod ingeniørgang XD1/XC2
<b>Konstruktionsdel, beton</b>			
Basin/tank vægge E40	0,1 mm (0,2 mm)	-	0,2 mm (0,3 mm)
Bundplader E40	0,1 mm (0,2 mm)	0,2 mm (0,4 mm)	-
Promenadedæk, E40	0,2 mm (0,2 mm)	-	0,3 mm (0,3 mm)
Plader på jord, M30	-	0,3 mm (0,4 mm)	0,3 mm (0,4 mm)
Kælderydervægge, M30	-	0,3 mm (0,4 mm)	0,4 mm (0,4 mm)

Tal i parentes er revneviddekrav fra EN 1992-1-1 DK NA



# Sammenstøbning af vægge og dæk

- Monolit - ikke behov for dilatationsfuger 😊
- Stor åben munding øverst på væg letter støbningen 😊
- Åbninger i "P-bøjler" for støbeslange er forberedt 😊
- Vandret støbeskel ved trædekant muligt (dog ikke udført hér) – men vil give mindre støbehøjde/formtryk 😊
- Mulighed for at vælge støbt overløbskant eller keramisk præfab element – ændrer ikke på det konstruktive princip 😊



# Overløbsrende med epoxybelægning

- Enklere at udføre end fliser 😊
- Epoxy skal genbehandles ☹️
- Modvirker flow af vand på promenader 😊

---

# Overspecificerer vi beton til svømmebassiner?

---



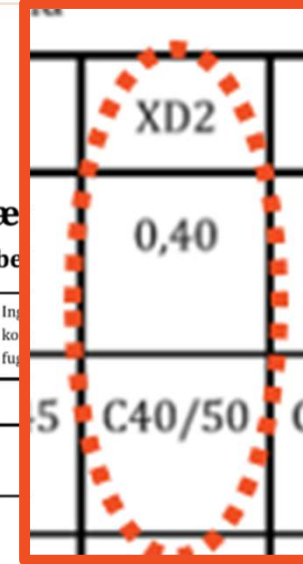
Tabel 1 – Eksponeringsklasser

Benævnelse af klasse	Beskrivelse af miljøet	Informative eksempler på, hvor eksponeringsklasser kan forekomme
XD2	Vådt, sjældent tørt	Svømmebassiner. Beton udsat for industrielt vand, der indeholder chlorider

Benævnelse af klasse	Beskrivelse af miljøet jf. DS/EN 206	Informative eksempler på, hvor eksponeringsklasser kan forekomme under danske klima- og miljøpåvirkninger
<b>3 Korrosion forårsaget af chlorider fra andet end havvand</b>		
På steder, hvor beton med armering eller andet indstøbt metal udsættes for kontakt med vand, der indeholder chlorid, herunder tørsalt, fra andet end havvand, skal eksponeringen klassificeres som følger:		
XD2	Vådt, sjældent tørt	Ekstra aggressiv miljøpåvirkning, dvs. beton udsat for langvarig kontakt med vand og chlorider fx: - svømmebassiner - beton udsat for industrielt vand, der indeholder chlorid. NOTE - For svømmebassiner henvises til DS 477:2013, 6.2.2 og 7.2.

Tabel F.1 – Anbefalede grænseværdier for betonsammensætning og -egenskaber

	Eksponeringsklasser										
	Ingen risiko for korrosion eller påvirkning	Korrosion forårsaget af karbonatisering				Korrosion forårsaget af chlorider					
						Havvand			Chlorider fra andet end havvand		
X0	XC 1	XC 2	XC 3	XC 4	XS 1	XS 2	XS 3	XD 1	XD 2	XD 3	
Maksimalt w/c <sup>c</sup>	–	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45
Minimum-klasse for trykstyrke	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45
Min. cement-indhold <sup>c</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	–	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320



**Anneks F (normativt)**

**Krævede minimumværdier for betonsammensætning og -egenskaber**

Eksponeringsklasse	Ingen korrosion eller påvirkning	Korrosion forårsaget af karbonatisering				Korrosion forårsaget af chlorider fra havvand			Korrosion forårsaget af chlorider fra andet end havvand		
		XC3	XC4	XC4	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS1	XS1
5	5	0,55	0,55	0,45	0,40	0,40	0,45	0,45	0,45	0,45	
		C30/37	C30/37	C35/45	C40/50	C40/50	C40/50	C35/45	C35/45	C35/45	

# Overspecificerer vi beton til svømmebassiner?

## Påvirkningen er reduceret – det går

- Op til ca. 1988 tilsatte man salt til bassinvand – 0,9 % NaCl
- **NaCl-indholdet i bassinvand i DK nu om dage er på i gennemsnit 0,1-0,2 % – og højst 0,35 %**
- Dvs. aggressiviteten for beton er reduceret i snit 5-9 gange
- Erfaring fra endnu bestående svømmebassiner, der er 50 år gamle (ingen AKR) viser, at de klarer sig fint med en beton af betydeligt lavere kvalitet (tæthed), end den vi i dag foreskriver.

# Overspecificerer vi beton til svømmebassiner?

## Krav i Europa vs. DK – revision?

- I EN 206 stilles det som et krav, at svømmebassiner indplaceres i eksponeringsklassen XD2, der efter EN 206 fører til  $v/c \leq 0,55$  og styrkeklasse C30/37.
- Det gør vi som bekendt også i Danmark, men XD2 i DK fører til en betontype, der er udviklet til brug i en bropille i naturligt havvand med et salt.
- Derfor bør man i fornuftens, økonomiens og bæredygtighedens tjeneste overveje at lempe kravene til beton til svømmebassiner, f.eks. til XD1.

## Potentialet er 32 % CO<sub>2</sub>-besparelse og 18 % lavere betonpris

UNI-GREEN® LAVA BETON® - DMAKS 16 MM, FLYDESÆTMÅL 550 MM - IHT. DS/EN 206 DK NA

MILJØPÅVIRKNING	EKSPONERINGS- KLASSER	TRYKSTYRKEKLASSE	CEMENT TYPE	CO <sub>2</sub> -ÆKV. PR M3	KR. PR. M <sup>3</sup> EKS KL. MOMS
Moderat	XC2, XC3, XC4, XF1, XA1	C30/37	FUTURECEM	230 kg	1.912,-
		C35/45	FUTURECEM	250 kg	2.087,-
Aggressiv	XD1, XS1, XS2, XF2, XF3, XA2	C35/45	FUTURECEM/ RAPID	280 kg/ 355 kg	2.201,-
Ekstra Aggressiv	XD2, XD3, XS3, XF4, XA3	C40/50	FUTURECEM/ RAPID	335 kg/ 405 kg	2.319,-

# Revision af DS 477 (og DS 206)

## Udpluk af idéer:

- Krav om XD2 bør revurderes set i lyset af danske betonkrav
- Krav om tæthedsklasse 2 iht. DS/EN 1992, del 3 bør udelades, da det reelt fordrer en membran. Tæthedsklasse 1 med revneviddekrav iht. DS/EN 1992, del 3 og revneviddestyring iht. DS/EN 1992-1-1 DK NA pkt. 7.3.2 (1) P er alt rigeligt.
- Teksten om egenskaber for cementbaserede membraner bør revideres og henvisning til klassifikation iht. DS/EN 14891 bør indføres (hvilket så vil muliggøre brug af vandtætte, klorbestandige cementbaserede vandtætningsmembraner som vandtætnende lag)
- Der bør indføres krav om høj udførelsesklasse og tilhørende projektgennemgange som introduceret via AB 18
- Der bør indføres en vejledningstekst om tæthedsproblemer ved højtliggende overløbsrender i kombination med flisebeklædte overløbsrender (den såkaldte "kapillarspærring").

# Konklusion

Præsentationen viste kun et udpluk af problemer og løsninger...

## Hvorfor er det så svært at bygge svømmebassiner?

- Mange detaljer – men vi kender løsningerne
- Vi har fået flere værktøjer – og kan bruge dem
- Det er svært at argumentere for at eksponeringsbetingelserne i indendørs danske svømmebassiner afviger fra europæiske
- Påvirkningen er væsentligt reduceret ved udeladelse af NaCl-tilsætning til 0,9 %
- Vi overspecificerer nok betonen – unødigt og gør det derved svært for alle parter
- Revision af DS 477 – og måske DS 206 mht. svømmebassiner – kan trygt ske

---

# Tak for opmærksomheden

---

