

Bindemiddelkombinasjoner, aktiv bruk av M40 betong og svinnreduserende tilsetningsstoffer er noen av stikkordene for å takle de ulike typene svinn man har i betong

Bernt Kristiansen AF Gruppen Norge AS

08/02/2011

# Svinn og volumendring i betong

## ■ Svinn

- Kjemisk svinn
- Autogen- eller selvuttørkingssvinn
- Plastisk svinn
- Uttørkingssvinn

## ■ Temperatur

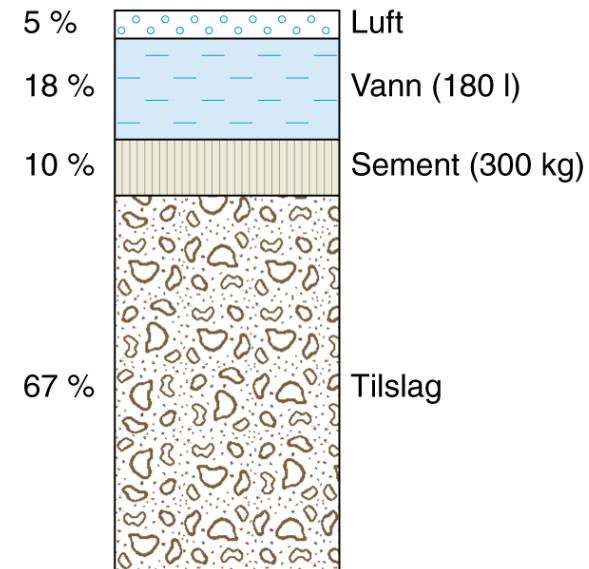
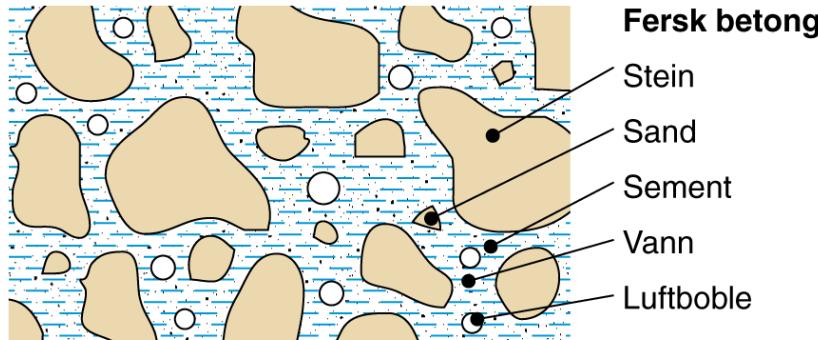
- Varmeutvikling i herdefasen med avkjølingsfase
- Temperaturvariasjon i bruksfasen

# Temperatur i bruksfasen



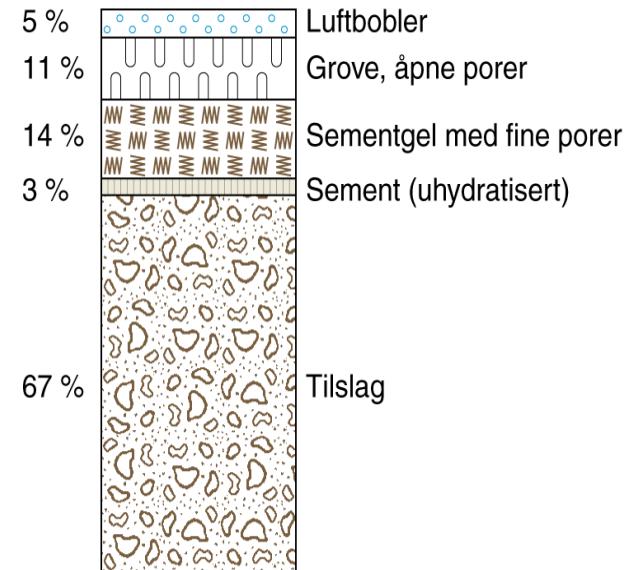
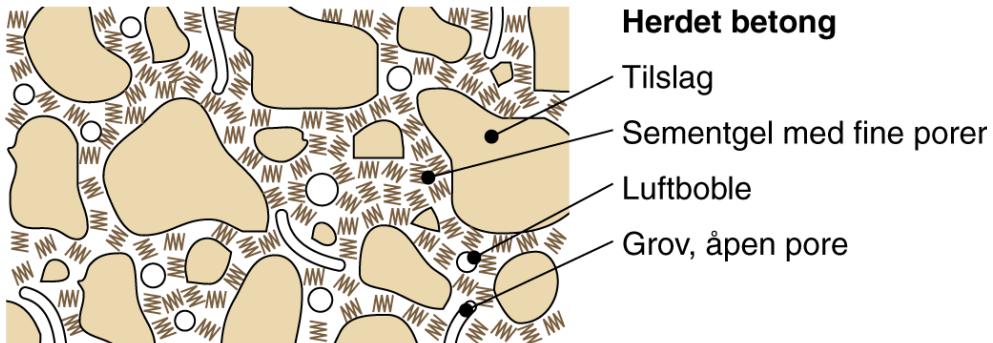
# Hva er betong ?

## Volumfordeling i fersk betong



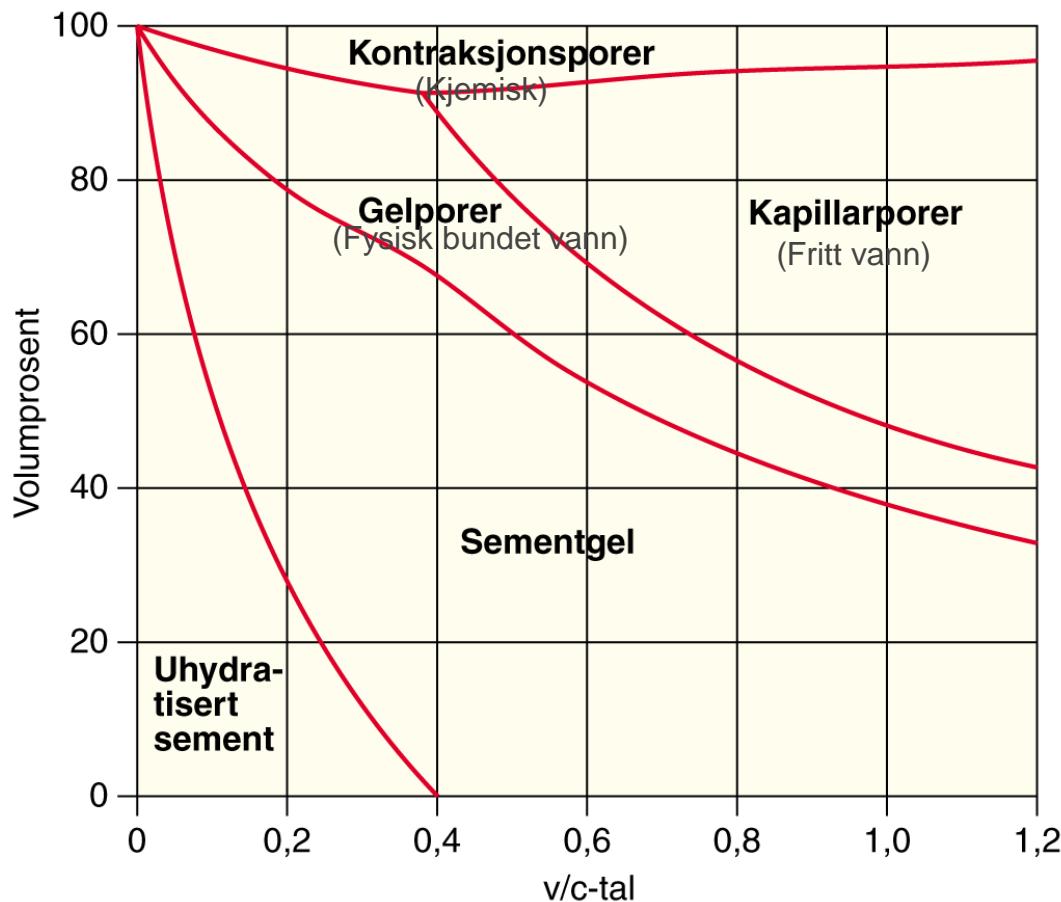
# Hva er betong ?

## Volumfordeling i herdet betong



# Power`s model om porøsitet:

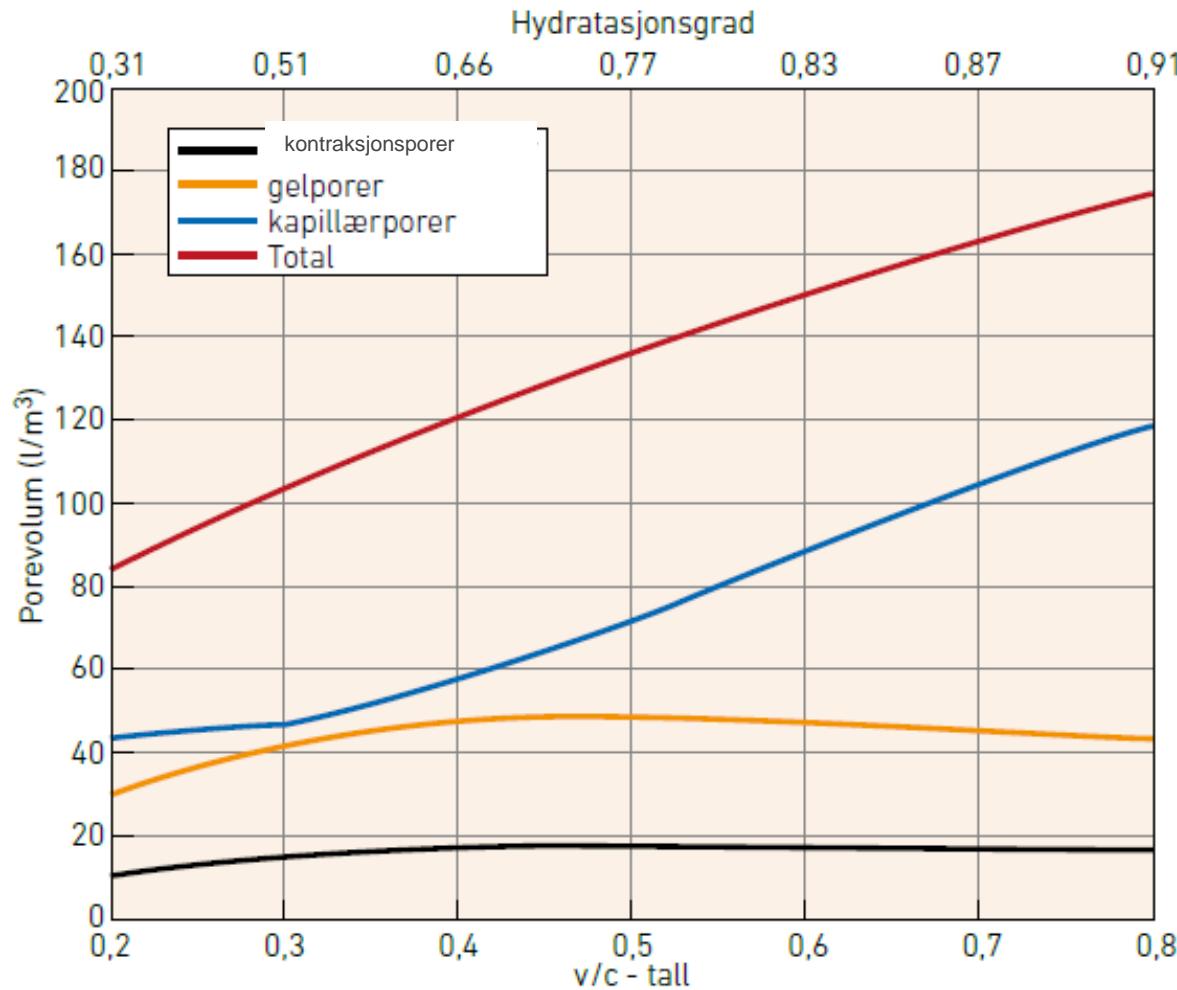
- Cement er et hydraulisk bindemiddel
  - Cement reagerer kjemisk med vann
- Massen av det kjemisk bundne vannet er 23 % av den hydratiserte cementens masse.
- Det fysisk bundne vannet utgjør 18 % av den hydratiserte cementens masse (gelporer)
  - Totalt binder 100 g cement 41 g vann, ved full hydratasjon
- **Det kjemiske svinet** utgjør 25,4 % av det kjemisk bundne vannets opprinnelige volum
- Kjemisk svinn gir ikke ytre volumendring, kun et indre porevolum



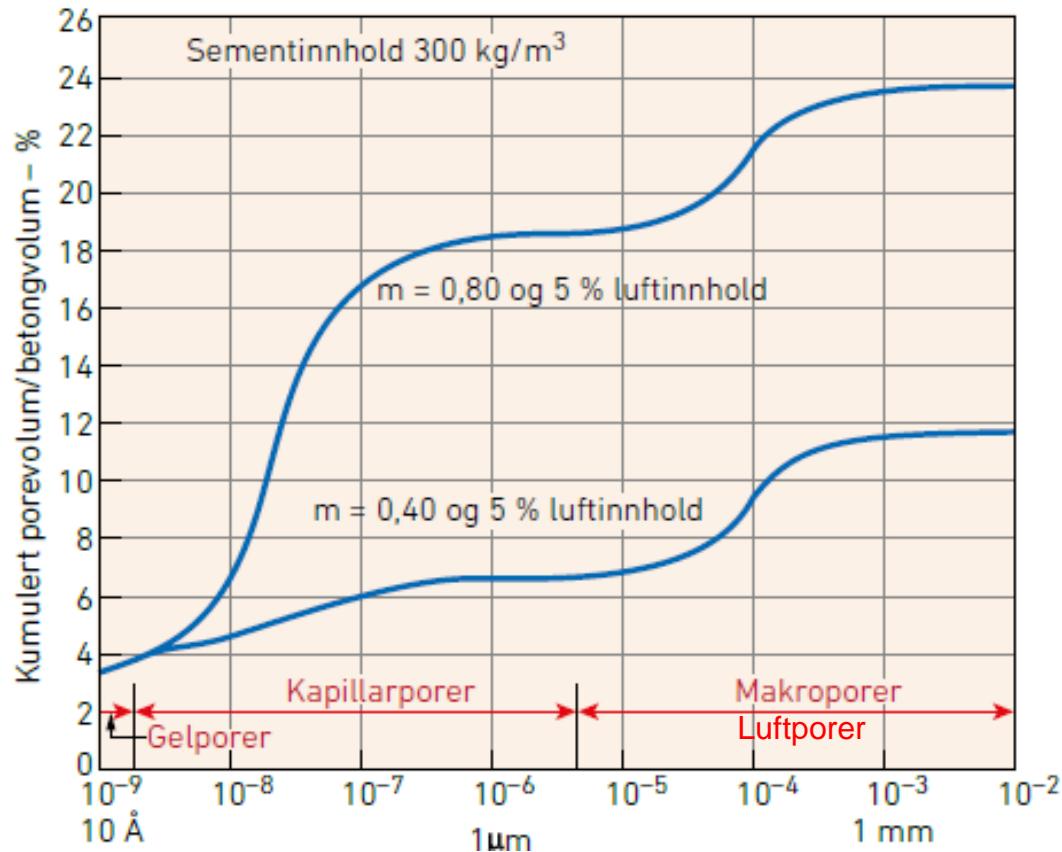
# Hydrasjonsgrad



# Hydratasjonsgrad, masseforhold og porevolum



## Porestørrelsесfordeling i betong med to ulike masseforhold



# Eksempel:

Beregning av kontraksjonsporer, kapillærporer og gelporer med kjent betong og antatt hydratasjonsgrad.

- **Masseforhold 0,58**
- Sement, CEM I: 333 kg/m<sup>3</sup>
  - Densitet 3120 kg/m<sup>3</sup>
- Vann: 193 l/m<sup>3</sup>
- Herdet ett år, hydratasjonsgrad 75 %

# Beregning, -M60

Komponent	Ved blanding		Hydratasjonsgrad		75 %
	Masse (kg/m3)	Volum (l/m3)	Masse (kg/m3)	Volum (l/m3)	
Uhydratisert sement	333	107	83	27	
Hydratisert sement			250	80	
Fritt vann(kap. Porer)	193	193	91	91	9,1
Kjemisk bundet vann			57	43	
Fysisk bundet vann(gelp.)			45	45	4,5
Kontraksjonsporer(kjemisk)				14	1,4
<b>Totalt volum</b>	<b>0,0</b>	<b>300</b>		<b>300</b>	<b>15,0</b>

Sementmengde, kg/m3	333
Densitet sement, kg/m3	3120
Vannmengde, kg/m3	193
Masseforhold	0,58
Hydratasjonsgrad, %	75
Kjemisk bundet vann	23 %
Fysisk bundet vann	18 %
Kjemisk svinn	25,40 %

# Eksempel:

Beregning av kontraksjonsporer, kapillærporer og gelporer med kjent betong og antatt hydratasjonsgrad.

- **Masseforhold 0,4**
- Sement, CEM I: 400 kg/m<sup>3</sup>
  - Densitet 3120 kg/m<sup>3</sup>
- Vann: 160 l/m<sup>3</sup>
- Herdet ett år, hydratasjonsgrad 75 %

# Beregning. –M40

Komponent	Ved blanding		Hydratasjonsgrad		<b>75 %</b>
	Masse (kg/m3)	Volum (l/m3)	Masse (kg/m3)	Volum (l/m3)	
Uhydratisert sement	400	128	100	32	
Hydratisert sement			300	96	
Fritt vann(kap. Porer)	160	160	37	37	<b>3,7</b>
Kjemisk bundet vann			69	52	
Fysisk bundet vann(gelp.)			54	54	<b>5,4</b>
Kontraksjonsporer(kjemisk)				17	<b>1,7</b>
<b>Totalt volum</b>	<b>0,0</b>	<b>288</b>		<b>288</b>	<b>10,8</b>

Sementmengde, kg/m3	400
Densitet sement, kg/m3	3120
Vannmengde, kg/m3	160
Masseforhold	0,40
Hydratasjonsgrad, %	75
Kjemisk bundet vann	23 %
Fysisk bundet vann	18 %
Kjemisk svinn	25,40 %

# Autogen- eller selvuttørkingssvinn

## Egenuttørkingssvinn

NS-EN 1992-1-1

### 3.1.4 Kryp og svinn

(6) Total svinntøyning er sammensatt av to bidrag, svinntøyning ved uttørking og autogen svinntøyning (selvuttørkingssvinn). Uttørkingssvinnet utvikler seg langsomt ettersom det er en funksjon av fukttransport gjennom den herdede betongen. Den autogene svinntøyningen utvikler seg med betongens fasthetsutvikling, størstedelen utvikler seg derfor på et tidlig stadium etter utstøping. Autogen svinntøyning er en lineær funksjon av betongfastheten. Den bør vurderes spesielt der ny betong støpes mot herdet betong. Verdiene av den totale svinntøyningen  $\varepsilon_{cs}$  blir som følger:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} \quad (3.8)$$

der:

$\varepsilon_{cs}$  er den totale svinntøyningen

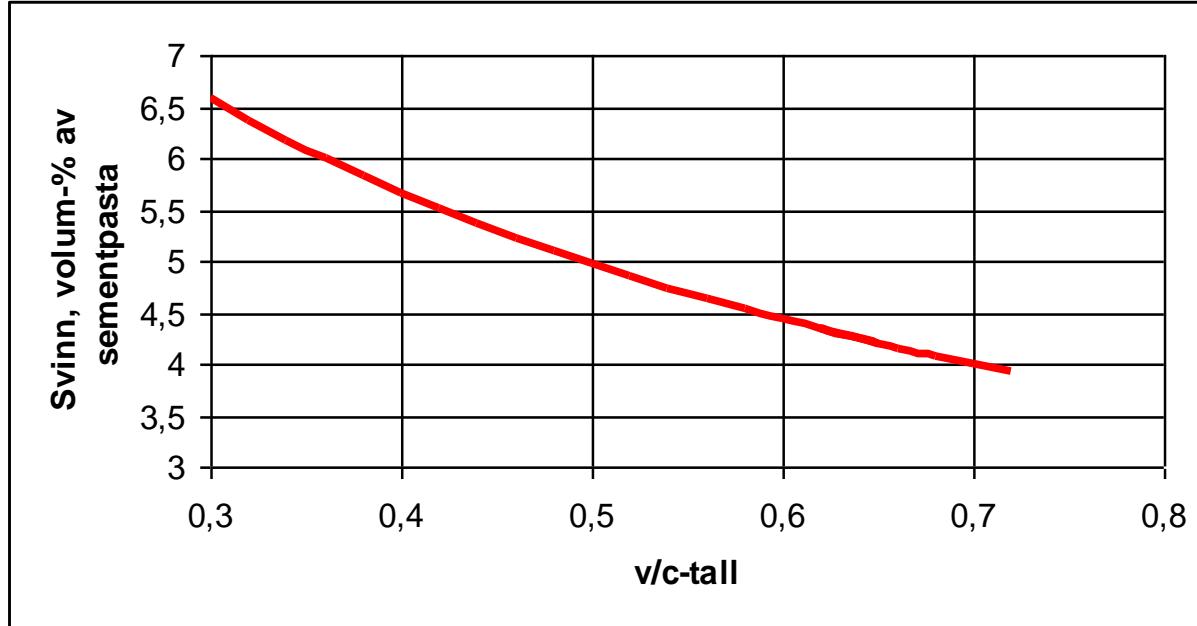
$\varepsilon_{cd}$  er svinntøyningen ved uttørking

$\varepsilon_{ca}$  er den autogene svinntøyningen

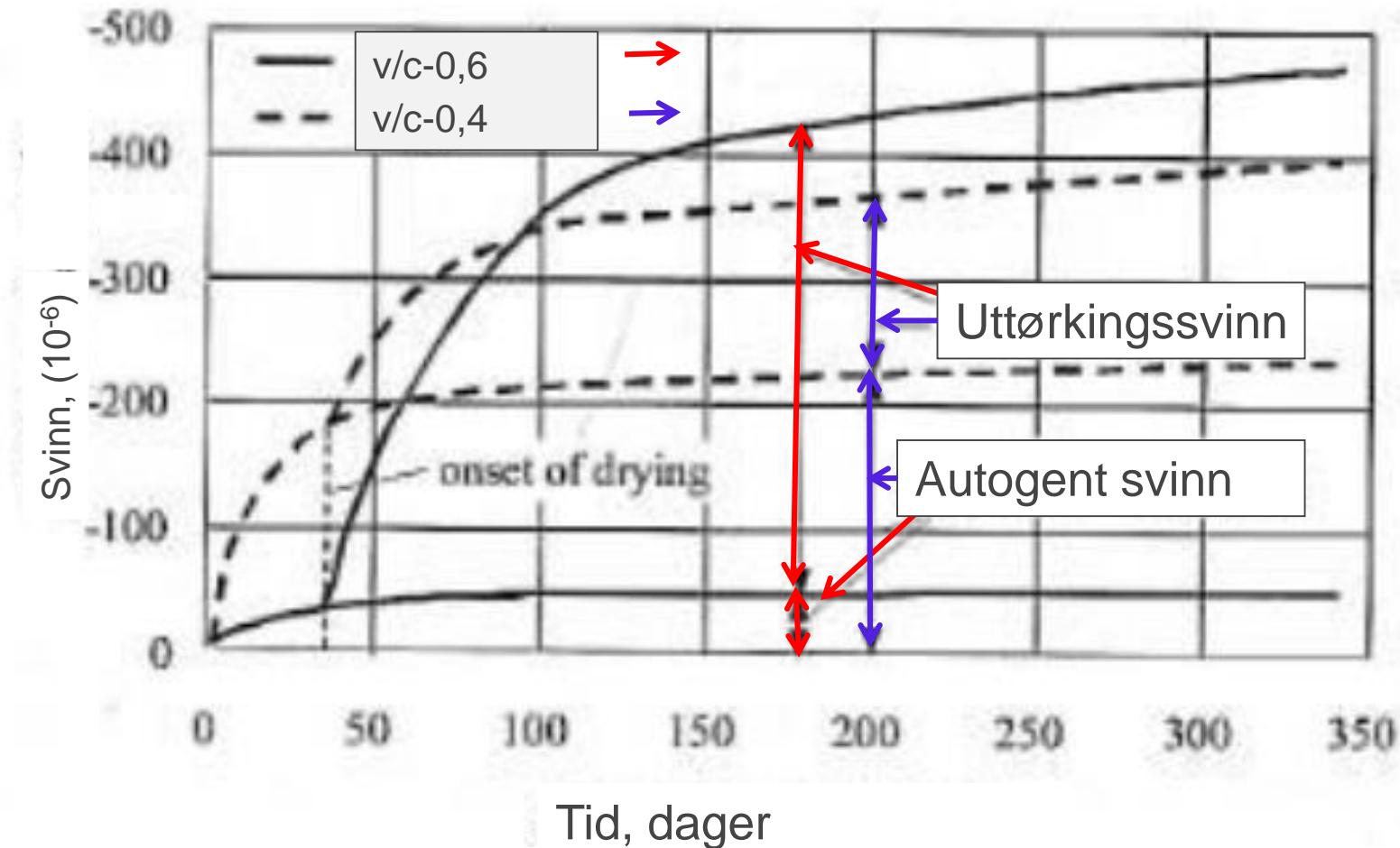
## Autogent- eller selvuttørkingssvinn

Egenuttørkingssvinn

$$c_{sa} \frac{(0,254 * 0,23) * \alpha}{1/3,15 + v/c} =$$



# Svinn, volumendring



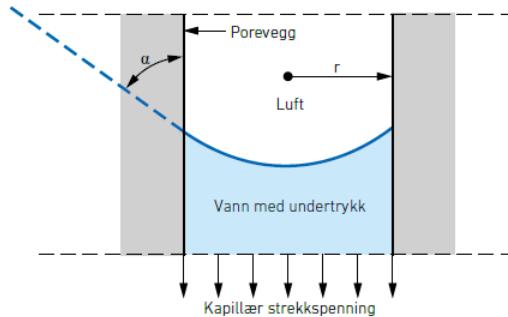
# Autogent- eller selvuttørkingssvinn

## Egenuttørkingssvinn

Kapillærporene, som er  $< 1\mu\text{m}$  har kapillære effekter. Dette er et resultat av overflatespenning mellom luft og vann i poresystemet.

Når sementen hydratiserer reduseres poreradius. Redusert poreradius gir større undertrykk og større strekkspenninger, og mer svinn.

Det kapillære undertrykket gir kontraksjon i porene, et volumtap som kalles «**autogent svinn**». Det kapillære undertrykket gir også lavere relativ fuktighet, som gir «**Selvuttørking**».



# Plastisk svinn

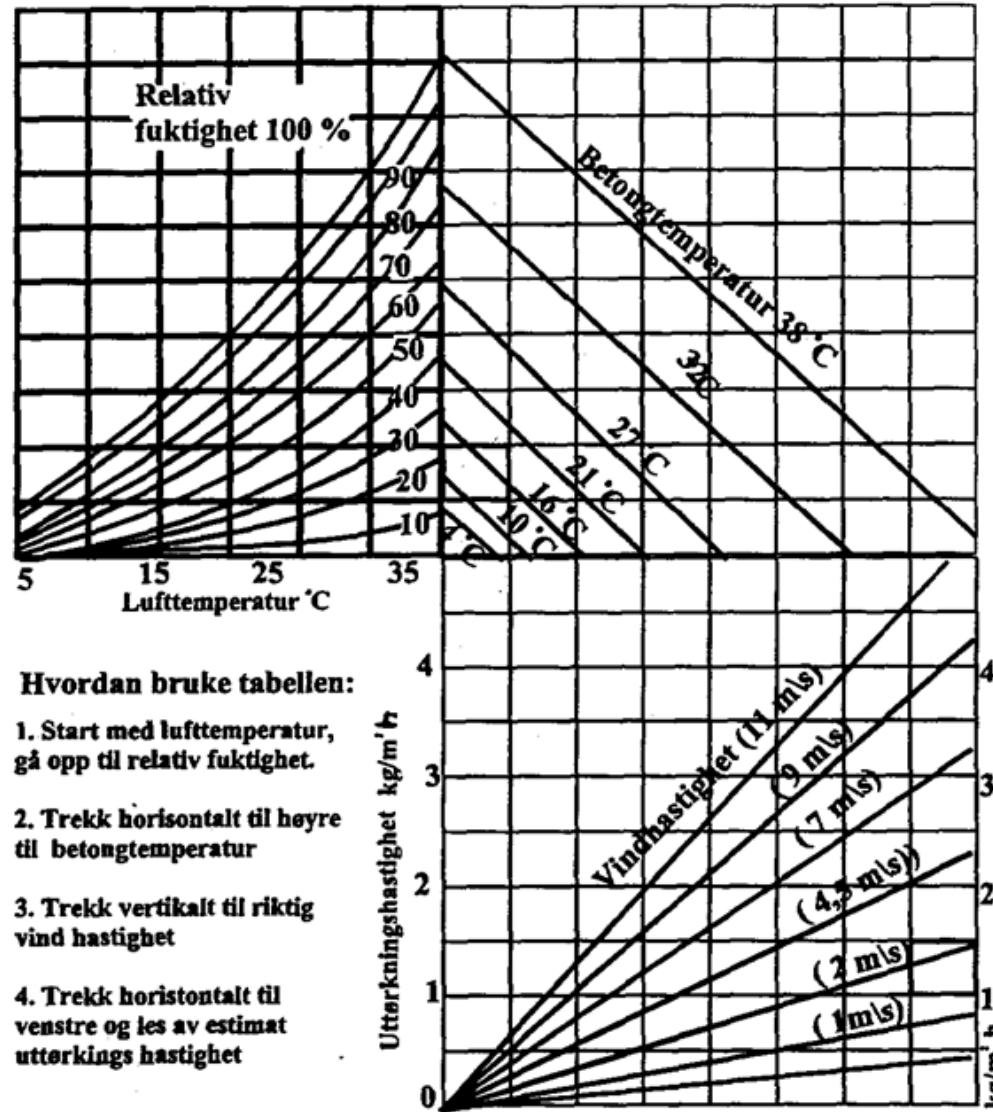
Vann som fordamper fra betongen

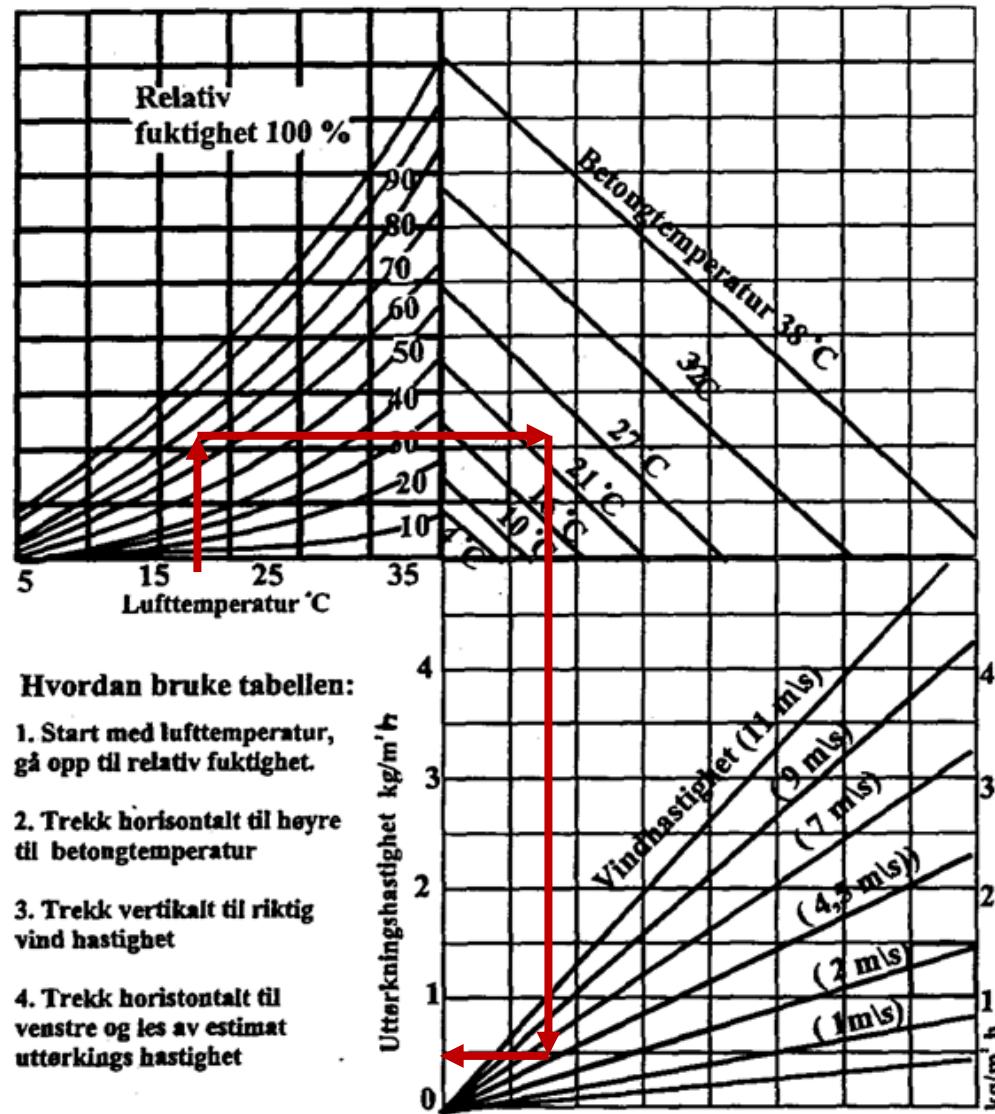


# Plastisk svinn

- Plastisk svinn oppstår når vann på den frie betongoverflaten fordamper
- Plastisk svinn oppstår før storkning, det vil kort tid etter utstøping (fra noen minutter til noen timer, avhengig av betongsammensetningen)
- Plastisk svinn resulterer i riss i betongoverflaten

# Estimering av uttørkingshastighet fra fersk betong

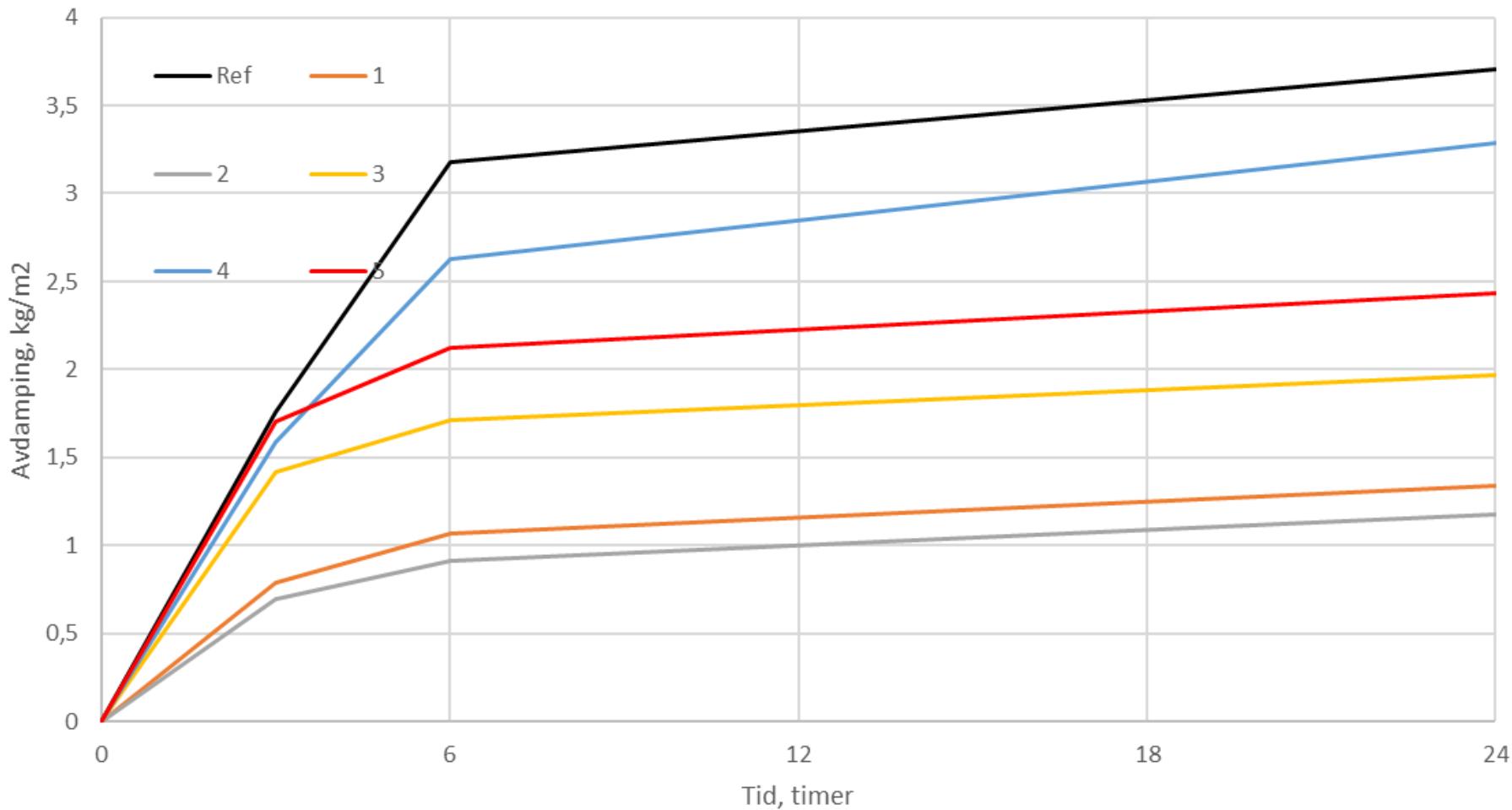




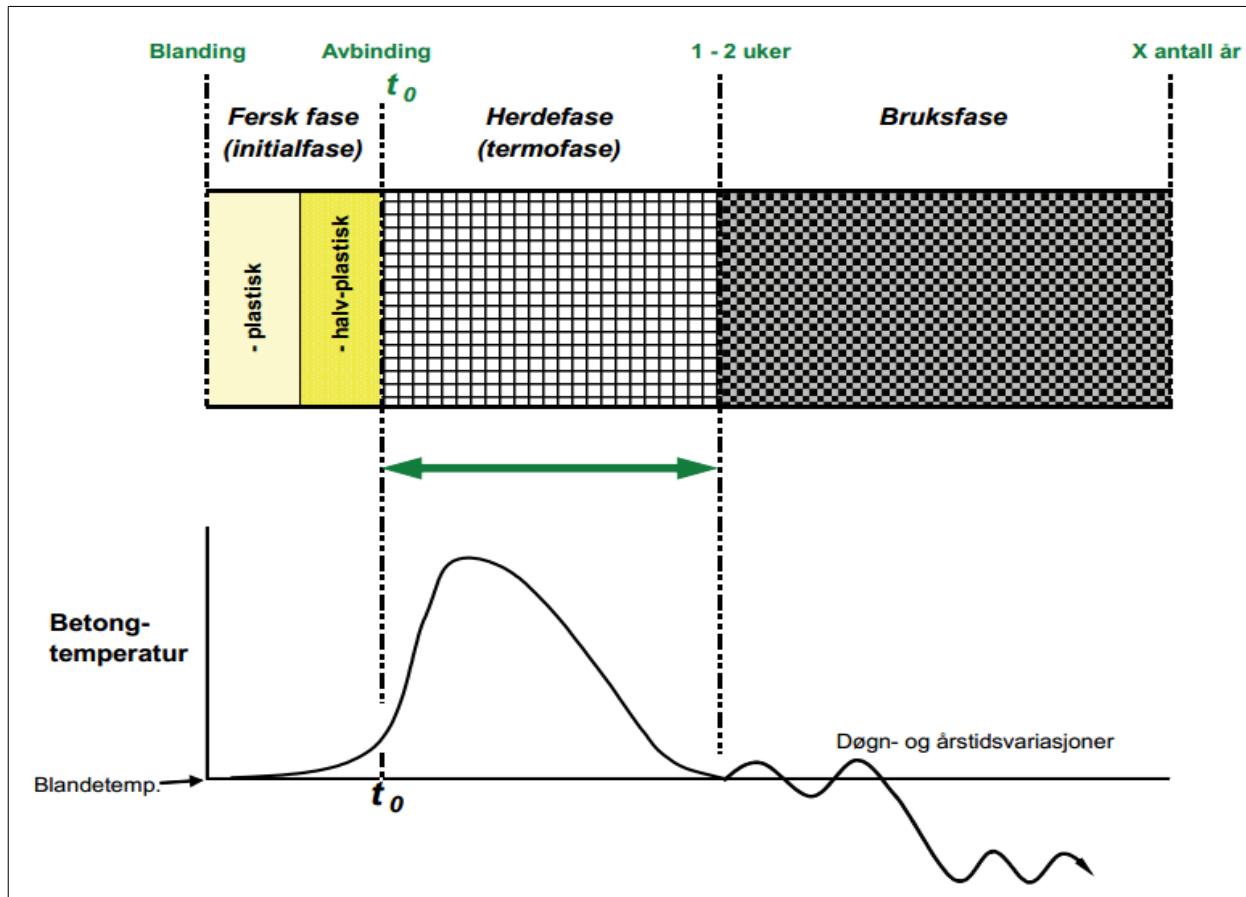
# Herdemembran

Betong: B30M60



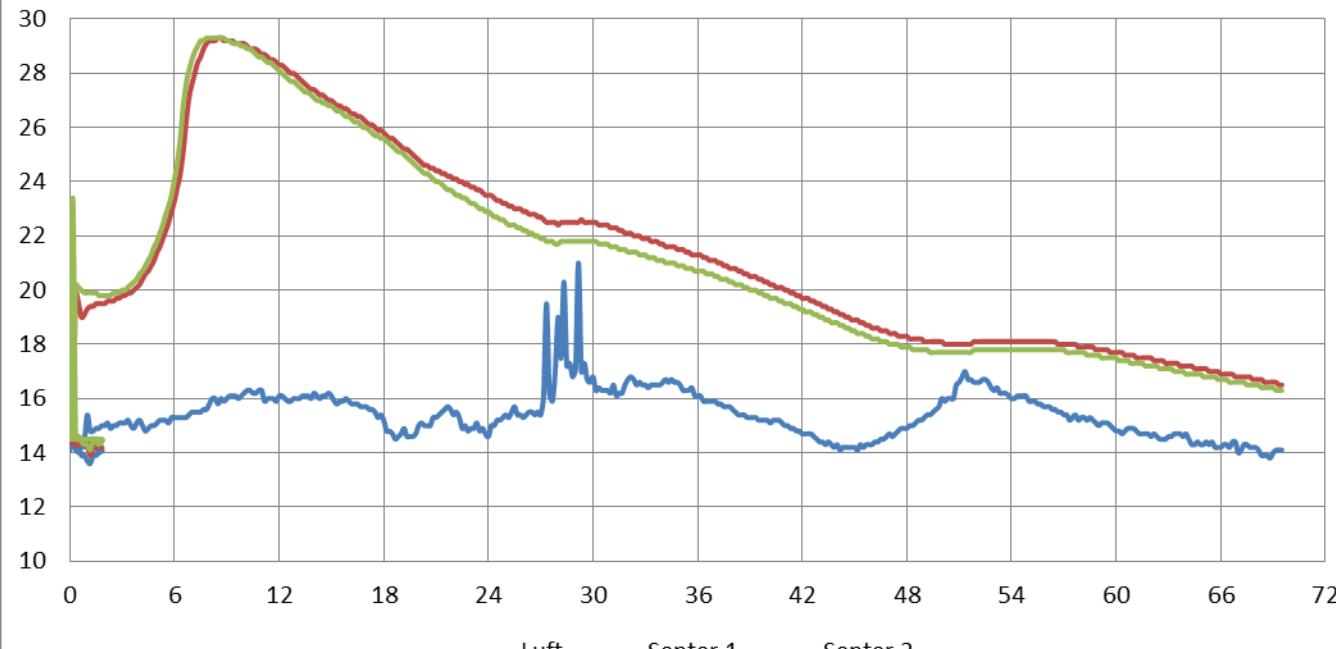


# Temperatur



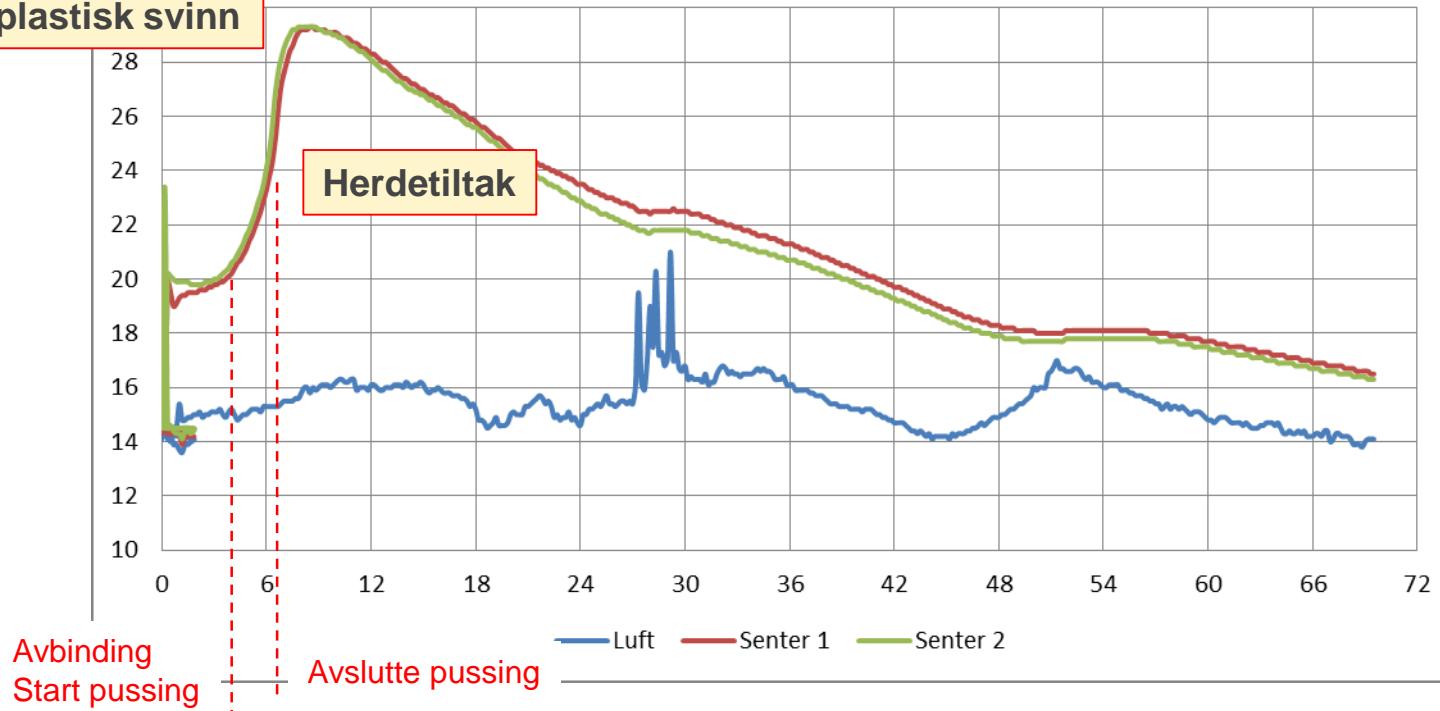


## Temp gulvstøp Risløkka 2012



Tiltak for å  
ungå plastisk svinn

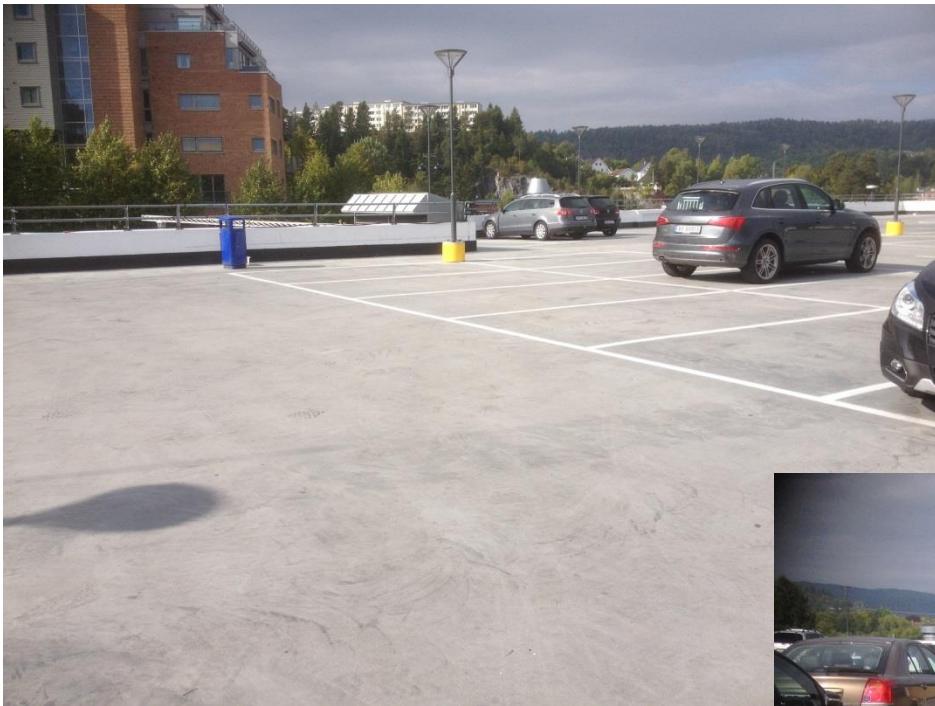
### Temp gulvstøp Risløkka 2012



# Plastiske svinnriss











# Plastiske svinnriss

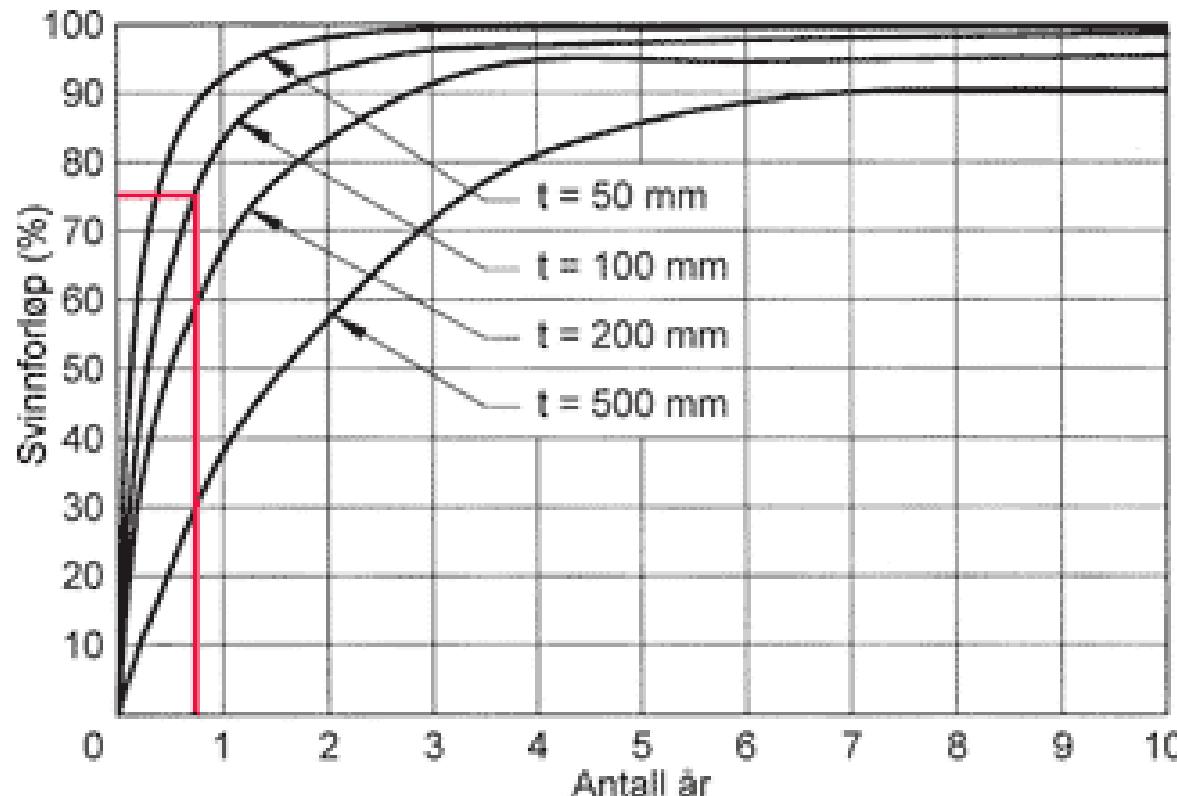




# Uttørkingssvinn

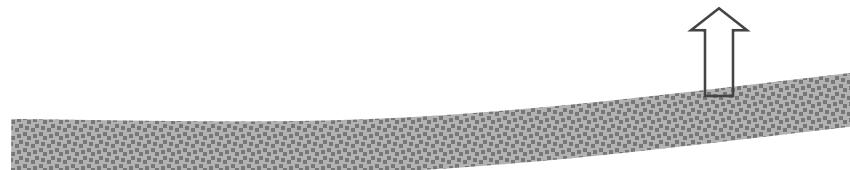
Vann som fordamper over tid

Svinn som funksjon av tykkelse og uttørking



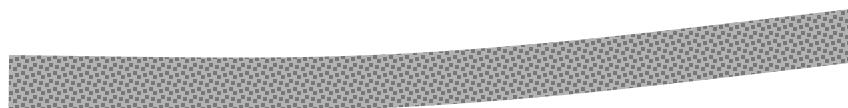
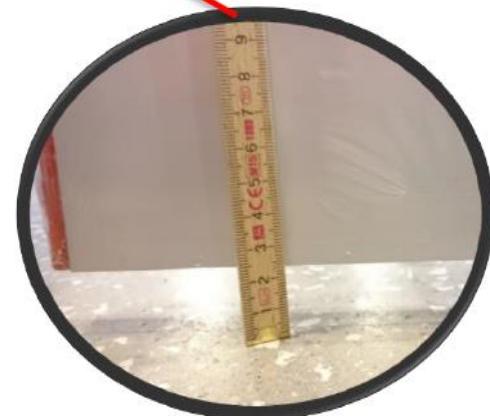
# Kantreising

- Overflaten tørker ut, betongen trekker seg sammen
- 1-2m fra fri platekant eller fuge
- Størst i hjørner
- "Bomlyd"
- Kan reduseres ved
  - Øke tykkelsen på tverrsnittet
  - Armere
  - Tildekking over lengre periode, sakte uttørking
  - Lavere v/c-tall
- «KAN» forsvinne når gulvet kommer i fuktlikevekt (1-3år)



# Kantreising

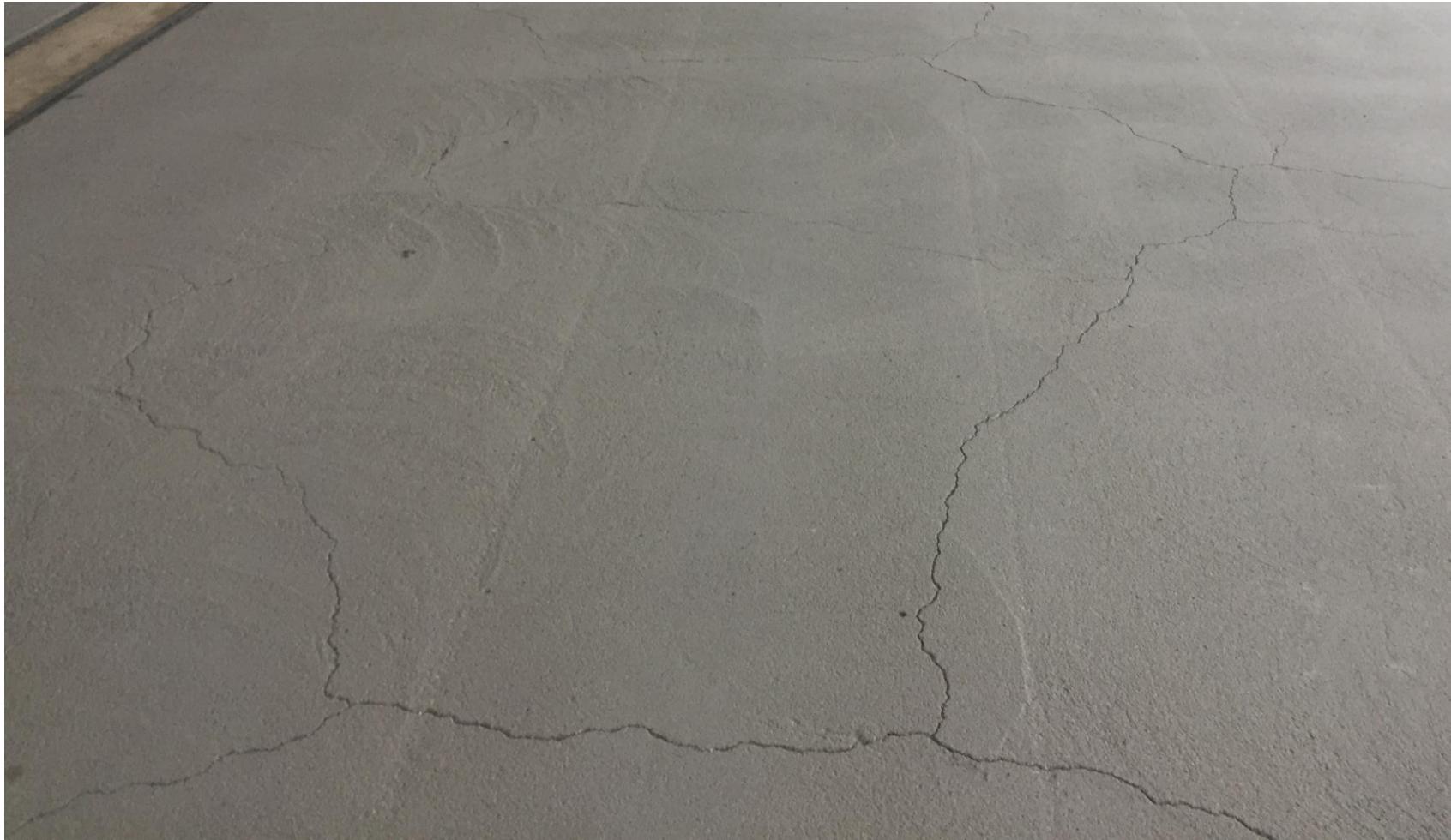
- Overflaten tørker ut, betongen trekker seg sammen
- 1-2m fra fri platekant eller fuge
- Størst i hjørner
- "Bomlyd"
- Kan redusere:
  - Øke
  - Armene
  - Tilde
  - Lave
- «KAN» fø



# Kantreising



# Kantreising



# Kantreising

Påstøpene må utføres i Gulvklasse I eller II i Tabell 2.5. For å begrense risikoen for kantreising anbefales det betong med lavt uttørkingssvinn, dvs. betong med lavt masseforhold, helst M40 kvalitet.

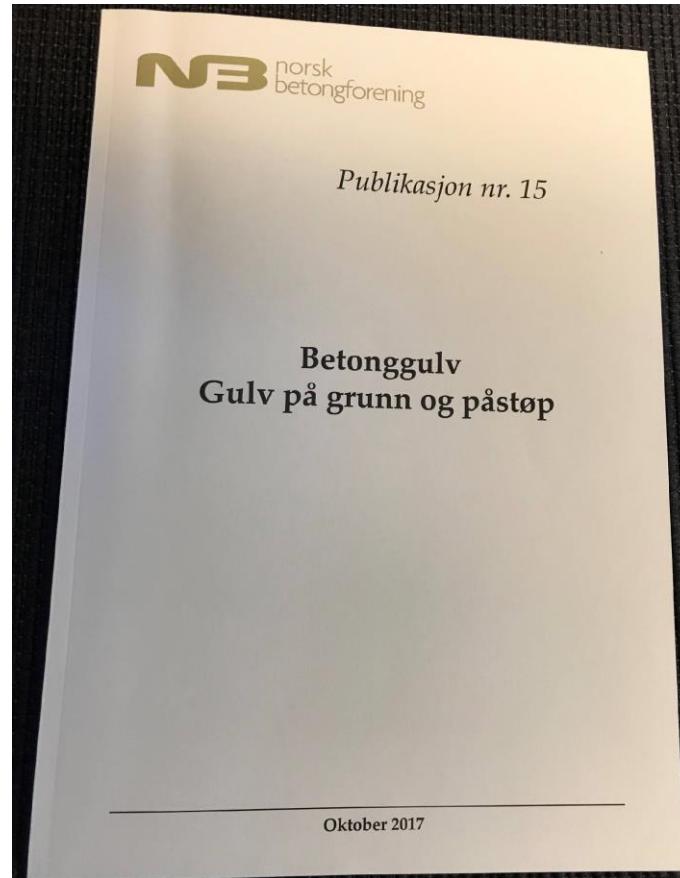
Betong til gulvstøp med lave masseforhold (M40) er krevende både å produsere og å støpe ut.

# Kantreising

Hvordan begrense risiko for kantreising i praksis:

- Hindre uttørking
  - Jevnt fuktinnhold i hele tverrsnittet
- Selvuttørkende betong
  - «riktig» utstøping
  - Legge «tett» belegg/impregnering umiddelbart når plasten fjernes.





# Gulvklasser

Dagens M60 gulv-betoninger havner her

	I	II	III	IV <sup>1)</sup>	
Valg	<b>Rissvidde (mm)</b>	$\leq 0,3$ <sup>2)</sup>	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$	-
Forutsetninger	<b>SvinnREF (%)</b>	$\leq 0,55$	$\leq 0,55$	$\leq 0,75$	-
	<b>Armeringsmengde <sup>3)</sup></b>	$3xA_{s,min}$	$2xA_{s,min}$	$1xA_{s,min}$	-
	<b>Minimumstykkelser (mm) for enkelt/dobbeltarmert gulv</b>	100 <i>/150</i>	100,120 <sup>4)</sup> <i>/150</i>	100 <i>/150</i>	100
	<b>Bestandighetsklasse</b>	M40/MF40	M40/MF40-M60	M40/MF40-M60	-
	<b>Herdeklasse</b>	4	4	3	-

1) Kun krav til minimumstykkele på 100 mm

2) Estetisk krav, tilfredsstiller normalt også bestandighetskrav i henhold til NS-EN 1992-1-1

3) Armering i overkant. Ved punktlaster vil det i tillegg være behov for armering i underkant

4) 120 mm gjelder for M45/MF45 og M60 betong

# NB 15: Dokumentasjon av totalt svinn

Norsk Betongforening Publikasjon nr. 15:2017 Betonggolv – gulv på grunn og påstøp

## Vedlegg A

### Prosedyre for bestemmelse av referansesvinn i herdet betong

#### 1. Formål og bruksområde

Prosedyren beskriver en metode for å dokumentere det totale svinnet i betong-sammensetninger, det vil si summen av selvuttørkingssvinn (autogen svinn) og uttørkingssvinn.

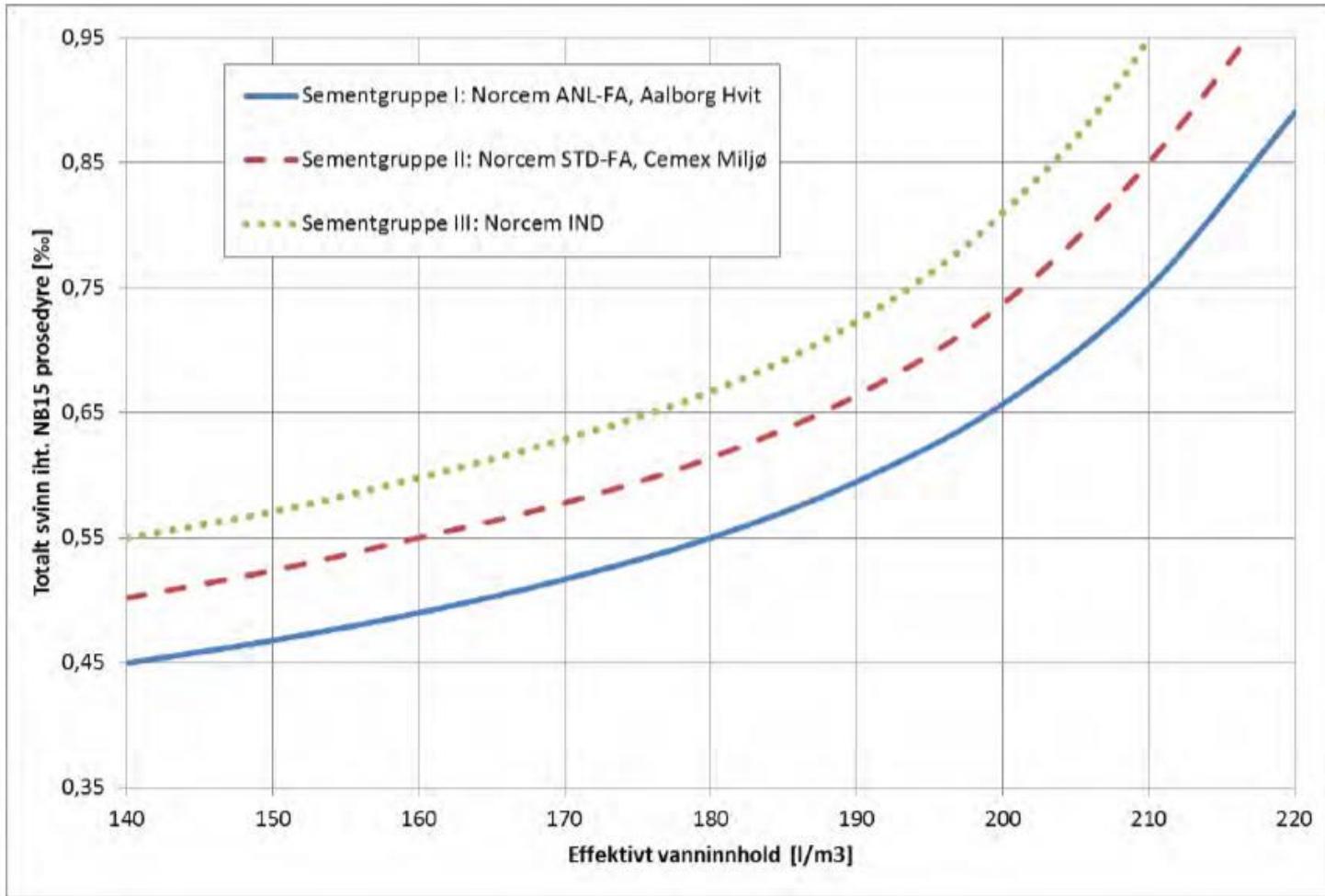
#### 2. Referanser

Prosedyren bygger på SS 137215 og SINTEF Byggforsk prosedyre KS-14-05-04-117.



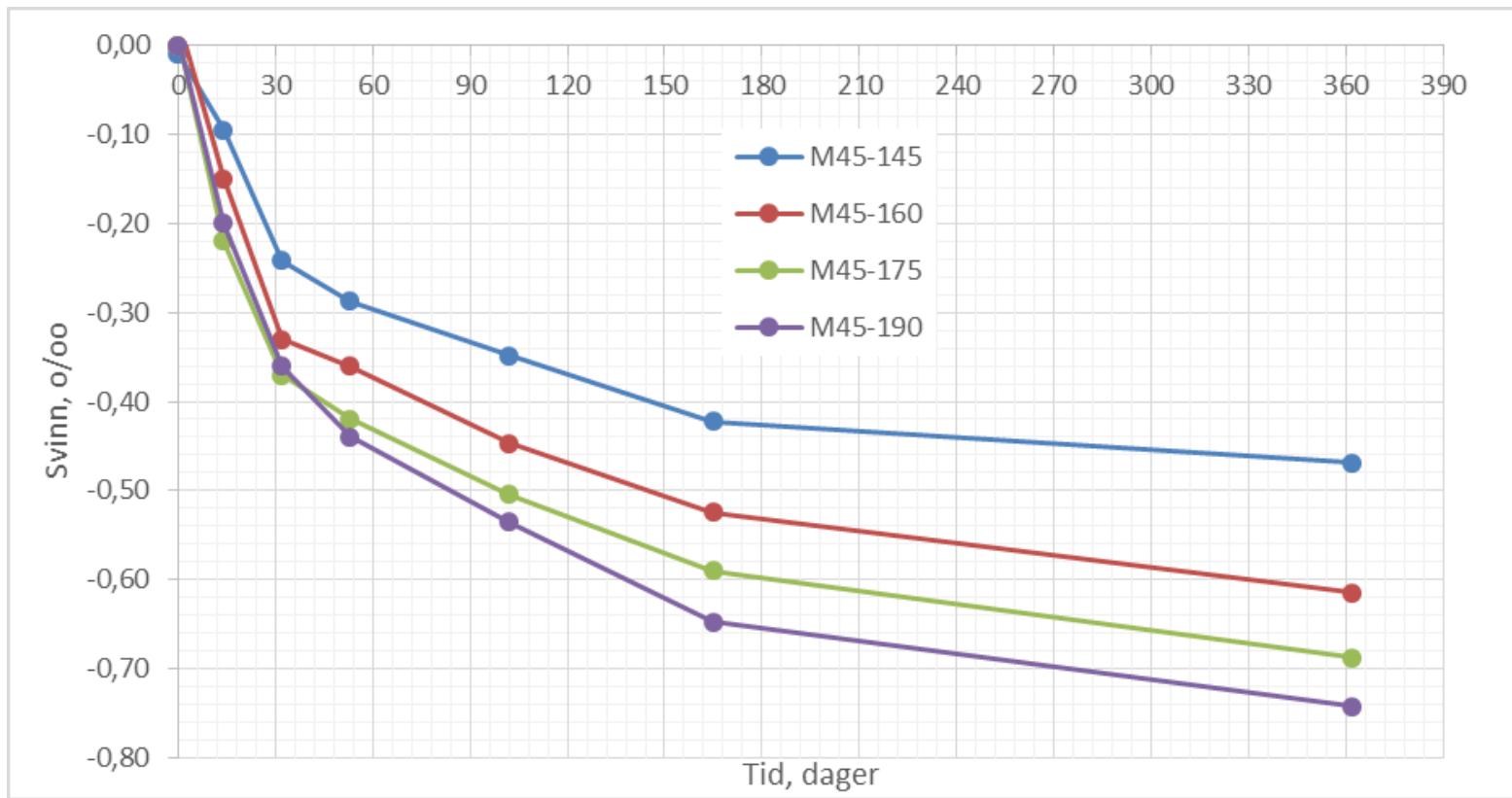
Figur A-1: Lengdemålingsrigg med 500 mm referansestav

## NB 15: Totalt svinn

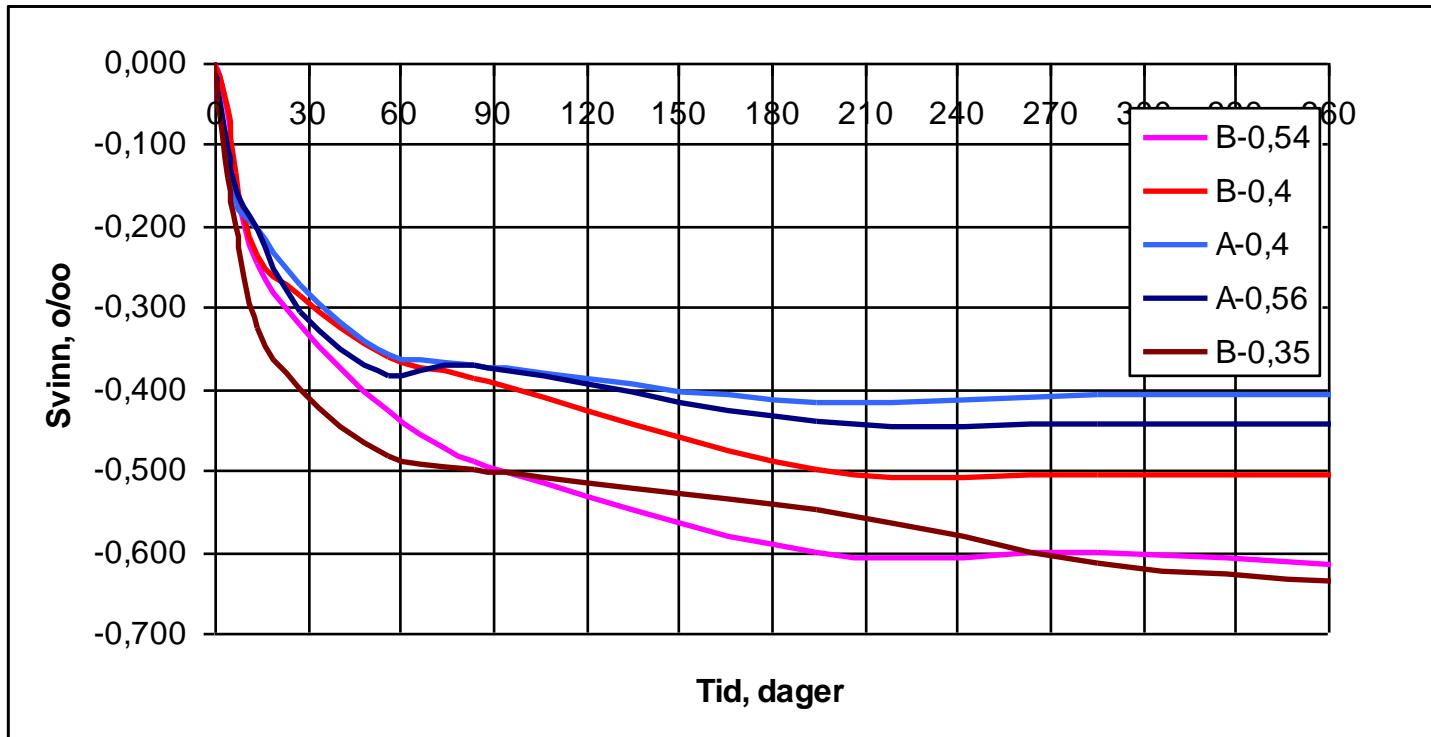


Figur 3-3: Totalt svinn som funksjon av sementtype og betongens effektive vanninnhold

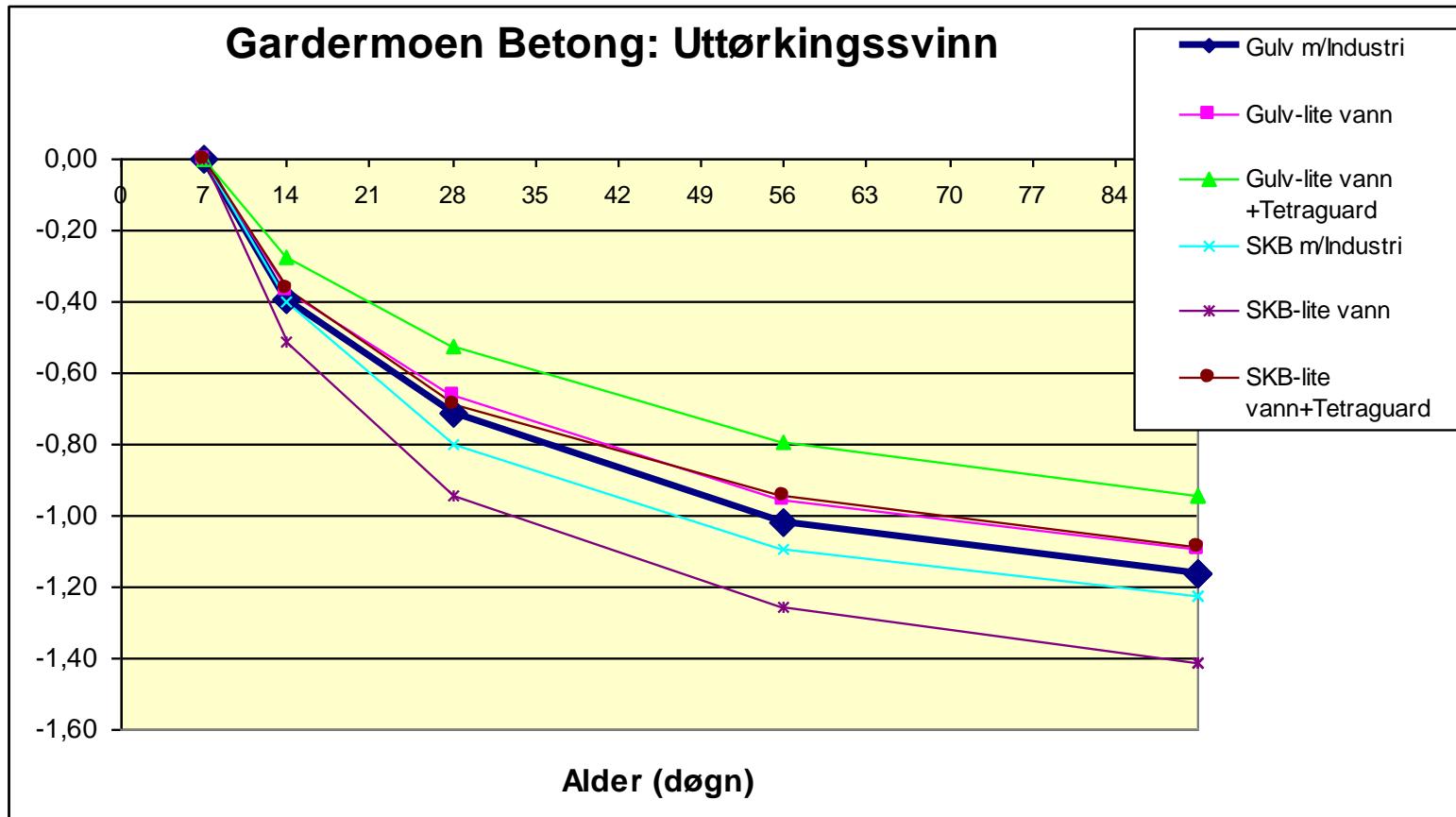
## NB 15: Dokumentasjon av totalt svinn



# Svinn

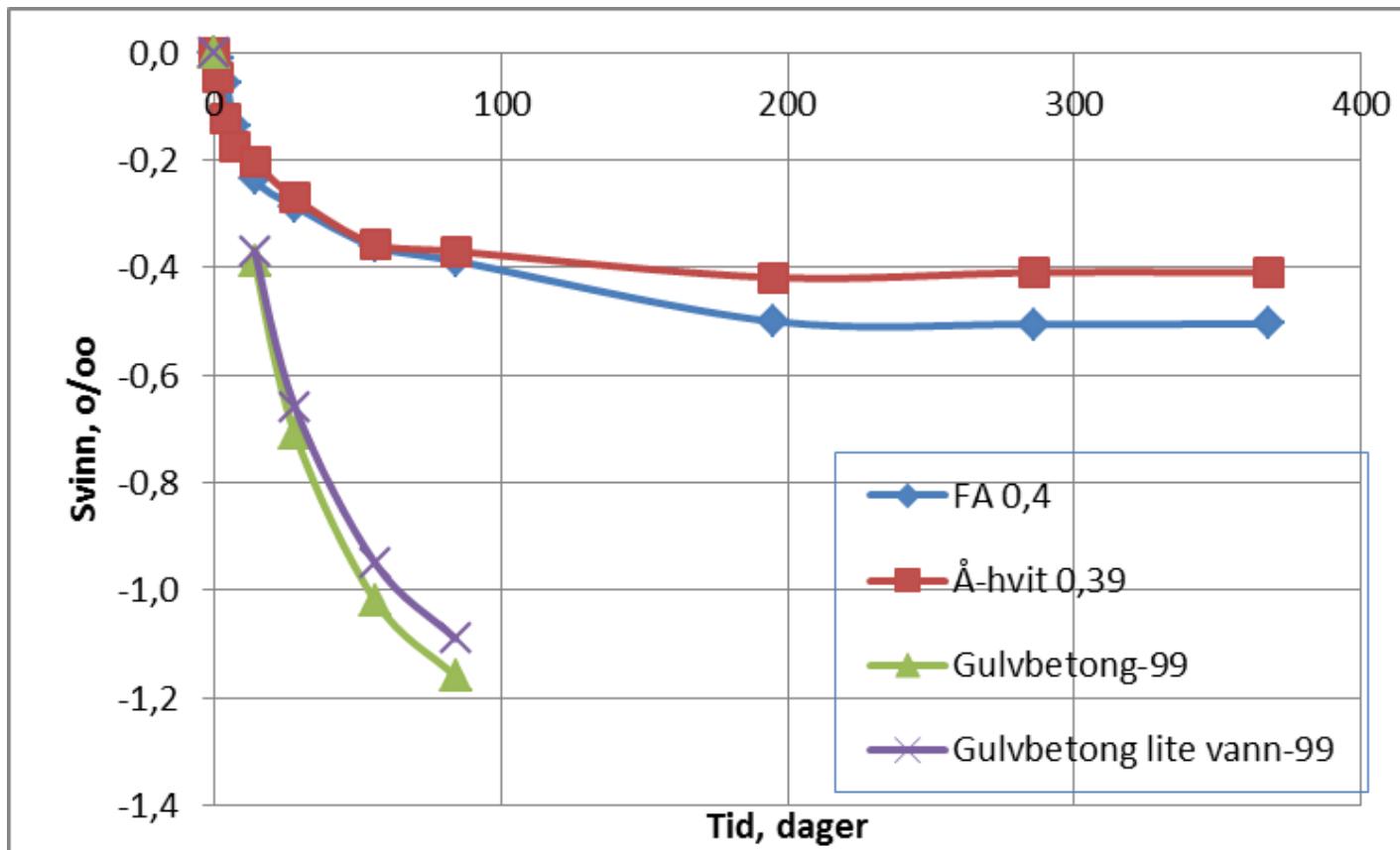


## Støpt ut hos Gardermoen betong, målt hos Norcem i 1999/2000



# Svinn:

- C25 fra 1999
- B35M40 fra 2012



# NB 15: Dokumentasjon av selvuttørking

Norsk Betongforening Publikasjon nr. 15:2017 Betonggulv – gulv på grunn og påstøp

## Vedlegg B

### Prosedyre for bestemmelse av betongens relative fuktighet ved selvuttørking

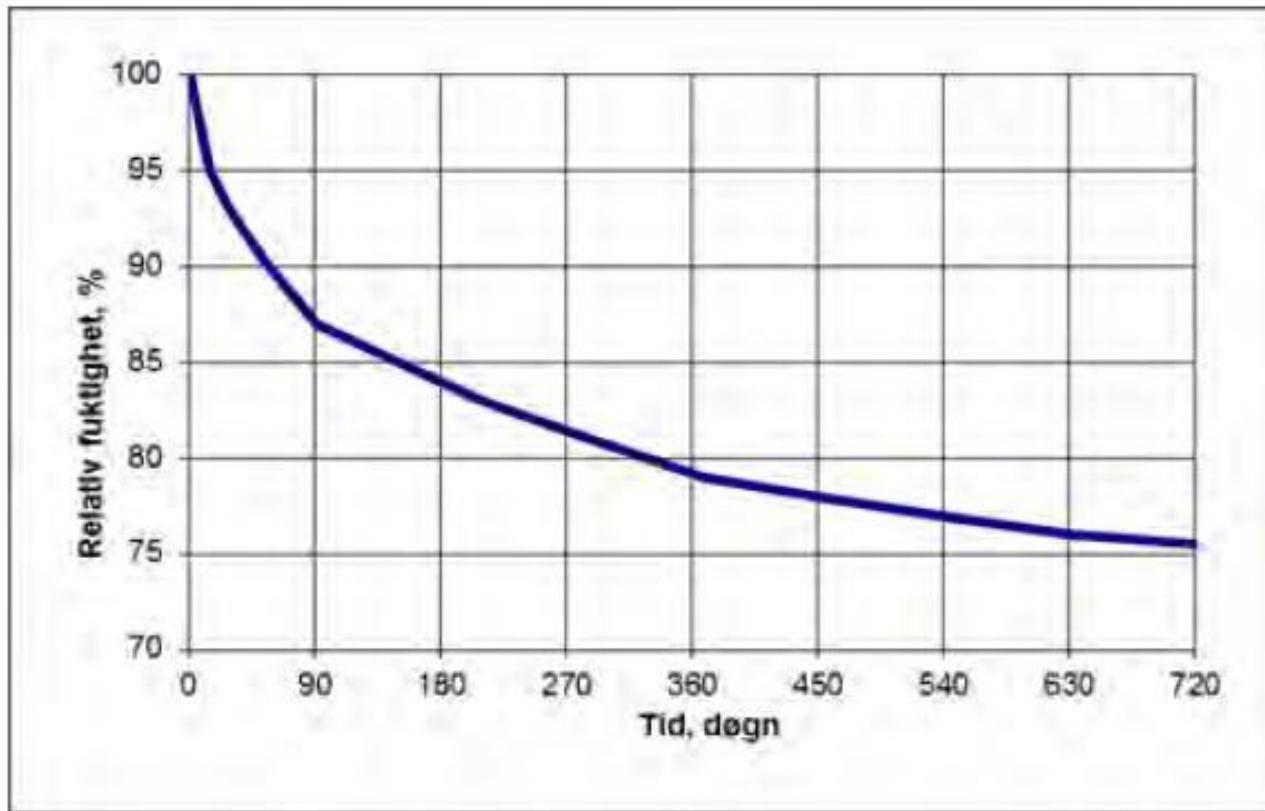
#### 1. Formål og bruksområde

Prosedyren beskriver en metode for å dokumentere betongens selvuttørkende egenskaper.

#### 2. Referanser

Prosedyren bygger på erfaring fra studentoppgaver, Byggforskserien Byggdetaljer, blad 474.531  
Måling av fukt i bygninger og NS 3511 Måling av relativ fuktighet (RF) i betong.

## NB 15: Dokumentasjon av selvuttørking



Figur B-1: Eksempel på utvikling av relativ fuktighet

# Dokumentasjon av selvuttørkning

- Når en betongsammensetning er dokumentert er andre sammensetninger også dokumentert hvis «OK» i tabellen:

Komponent	Høyere	Lavere	Kommentar
Masseforhold	Nei	OK	
Bindemiddeltype	-	-	Hver bindemiddelkombinasjon må dokumenteres

# NS 3511: Måling av relativ fuktighet i betong

NS 3511:2014

**Tabell 2 – Kritisk relativ fuktighet for ulike typer gulvbelegg**

Gulvbelegg	Kritisk relativ fuktighet $RF_{kritisk}$ (%)
Flytende gulv (f.eks. parkett) på plastfolie	90
Akrylbelegg (flytende form)	
Epoksy- og polyuretanbelegg (flytende form)	
Tekstilbelegg med naturmateriale uten belagt bakside (dampåpen)	
Tekstilbelegg med belagt bakside	
Vinylbelegg (mer enn 50 % fyllstoff)	
Linoleum	
Korkplater med plastsjikt på baksiden	
Sparkelmasser	
Vinylbelegg (mindre enn 50 % fyllstoff)	85
Påstrykningsmembraner	
Gummibelegg	
Banebelegg (vinyl, linoleum, gummi osv.) på gulv med gulvvarme	
Korkplater uten plastsjikt på baksiden	80
Tekstilbelegg med jutebakside	



Byggdetaljer 474.533

Publisert i mars 2018

ISSN 2387-6328

## Uttørking og forebygging av byggfukt

### 14 Byggfukt i betong

Nystøpt betong har fritt vann og fuktmettet luft i alle porer, og blir som regel beskyttet mot uttørking i ca. én uke, se Byggdetaljer 520.029. Relativ luftfuktighet (RF) i porelufta er da nær 100 %. Noe av fuktigheten vil bindes i betongen under herdeprosessen, men det er vanligvis behov for å tørke ut betydelige mengder fukt av betongen.

Betongkonstruksjoner og -produkter kan også ta opp betydelige mengder vann dersom de fuktes opp etter herding og uttørking. Dette kan gi lange tørketider da lite eller ikke noe av dette vannet vil bindes ved herding.

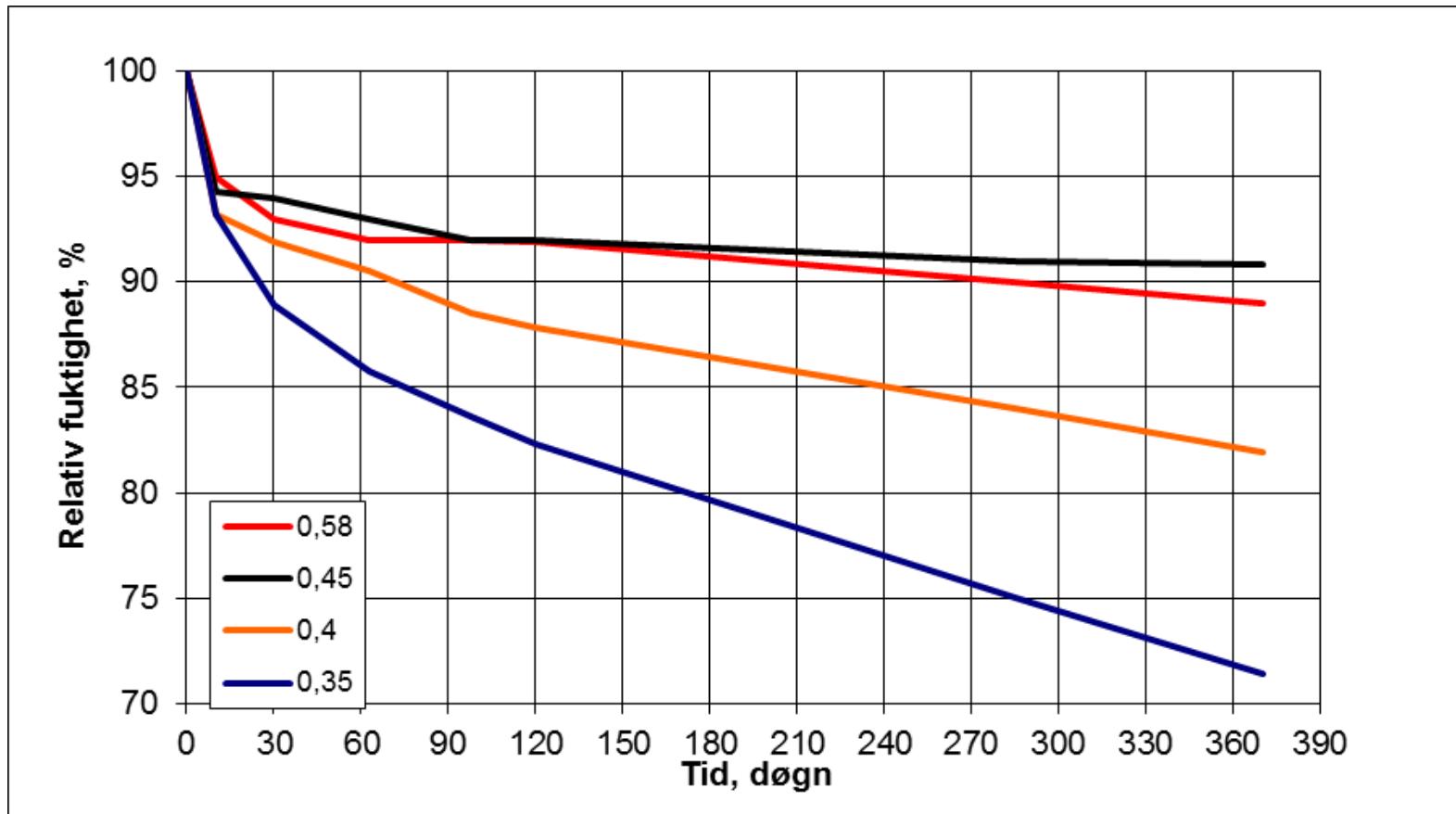
# Beregning

Komponent	Ved blanding		Hydratasjonsgrad		75 %
	Massa (kg/m <sup>3</sup> )	Volum (l/m <sup>3</sup> )	Massa (kg/m <sup>3</sup> )	Volum (l/m <sup>3</sup> )	
Uhydratisert sement	333	107	83	27	
Hydratisert sement			250	80	
Fritt vann(kap. Porer)	193	193	91	91	9,1
Kjemisk bundet vann			57	43	
Fysisk bundet vann(gelp.)			45	45	4,5
Kontraktsjonsporer				14	1,4
<b>Totalt volum</b>	<b>0,0</b>	<b>300</b>		<b>300</b>	<b>15,0</b>
Sementmengde, kg/m <sup>3</sup>	333				
Densitet sement, kg/m <sup>3</sup>	3120				
Vannmengde, kg/m <sup>3</sup>	193				
Masseforhold	0,58				
Hydratasjonsgrad, %	75				
Kjemisk bundet vann	23 %				
Fysisk bundet vann	18 %				
Kjemisk svinn	25,40 %				

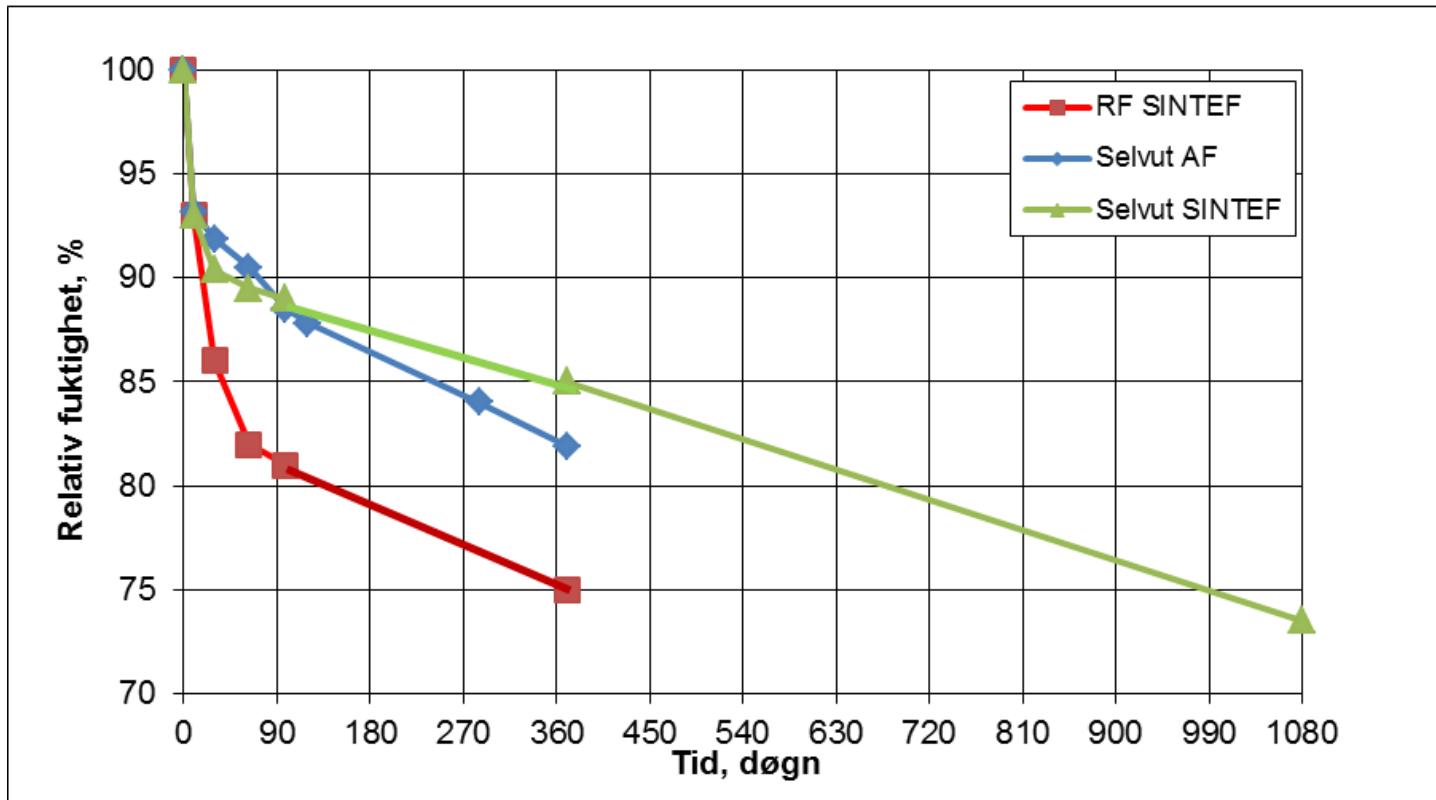
Komponent	Ved blanding		Hydratasjonsgrad		75 %
	Massa (kg/m <sup>3</sup> )	Volum (l/m <sup>3</sup> )	Massa (kg/m <sup>3</sup> )	Volum (l/m <sup>3</sup> )	
Uhydratisert sement	400	128	100	32	
Hydratisert sement			300	96	
Fritt vann(kap. Porer)	160	160	37	37	3,7
Kjemisk bundet vann			69	52	
Fysisk bundet vann(gelp.)			54	54	5,4
Kontraktsjonsporer				17	1,7
<b>Totalt volum</b>	<b>0,0</b>	<b>288</b>		<b>288</b>	<b>10,8</b>
Sementmengde, kg/m <sup>3</sup>	400				
Densitet sement, kg/m <sup>3</sup>	3120				
Vannmengde, kg/m <sup>3</sup>	160				
Masseforhold	0,40				
Hydratasjonsgrad, %	75				
Kjemisk bundet vann	23 %				
Fysisk bundet vann	18 %				
Kjemisk svinn	25,40 %				

I et 10 cm gulv er det ca. 6 liter vann/m<sup>2</sup> ekstra i B30M60 som skal tørke ut sammenlignet med B45M40.

# RF ved selvuttørking



# M40-LVB, «Bygg-betong» fra 2008



# Fukt i betong



# 475.333 Byggfukt

Beregning av veiledende uttørkingstider for betonggolv, fra [943]

Ønsket RF	v/b - tall <sup>2)</sup>	Uttørkingstid i måneder <sup>1)</sup>					
		Herdeforhold <sup>3)</sup>					
		I	II	III	IV	V	VI
90 %	0,4	1,1	1,1	0,4	0,6	0,6	0,7
	0,5	1,5	1,5	0,8	1,2	0,8	1,4
	0,6	2,8	2,8	1,3	1,9	1,0	1,2
85 %	0,4	4,5	3,8	2,9	3,6	3,6	3,4
	0,5	2,1	1,1	2,1	1,7	2,1	3,3
	0,6	3,4	1,3	2,4	1,2	1,8	2,1

<sup>1)</sup> Uttørkingstider etter herdetid. Gjelder Norcem Standard FA, uten tilsatt silika, uttørking ved 23 °C og 50 % RF.

<sup>2)</sup> v/b-tall: kg vann /(kg sement + kg silika)

<sup>3)</sup> Herdeforhold:

- I. 4 ukers regn etter støping før uttørking starter
- II. 2 ukers regn og deretter to uker med høy RF før uttørking starter
- III. 4 uker høy RF før uttørking
- IV. 2 ukers regn
- V. Utørking fra 1 døgn etter støping
- VI. Vannfilm i 7 dager

# 475.333 Byggfukt

Forutsetninger:	Ensidig uttørking	Tosidig uttørking	Korreksjonsfaktor, k <sup>1)</sup>
Platetykkelse	50 mm	100 mm	0,4
	75 mm	150 mm	0,8
	90 mm	180 mm	1,0
	100 mm	200 mm	1,2
	125 mm	250 mm	1,8
Temperatur under uttørking	10 °C		1,7
	15 °C		1,2
	20 °C		1,1
	23 °C		1,0
	30 °C		0,7
RF under uttørking	35 %		0,9
	50 %		1,0
	60 %		1,1
	70 %		1,2
	80 %		1,4
Ønsket RF i betongen	85 %		1,0
	80 %		2,0
	75 %		4,0

# 475.333 Byggfukt

## 85 Eksempel på beregning av tørketid for betonggolv

Det skal støpes et 100 mm betonggolv på grunn. Betongen har et v/b-tall på 0,5.

Man regner med at det tar 4 uker før betongen er beskyttet mot regn, og at tørking kan begynne ved 10 °C og 50 %. Det skal legges linoleumsbelegg. Når kan man anslå at belegg kan legges? Framgangsmåten er:

- Kritisk fuktinnhold for linoleum er 90 % RF ifølge tabell 82. Herdeforholdene tilsvarer I, II eller III, avhengig av værforhold. Vi velger derfor ønsket RF 90 %, herdeforhold I (verste tilfelle) og v/b-tall 0,5 i tabell 83, og leser at anslått uttørkingstid er 1,5 måneder.
- Funnet uttørkingstid må korrigeres i henhold til tabell 84. Vi finner korreksjonsfaktorer 1,2 for 100 mm ensidig tørking, 1,7 for 10 °C, 1,0 for 50 % RF. Vi har allerede lest av tørketid til 90 % og trenger ikke korrigere for annen ønsket RF. Anslått uttørkingstid blir  $1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,0 = 3,06$  måneder.
- I tillegg kommer 4 uker herdetid, slik at man kan forvente å kunne legge belegg 4 måneder etter støping. Før gulvleggingen må fuktigheten måles.

# Reeltiv fuktighet, ikke vektprosent fukt

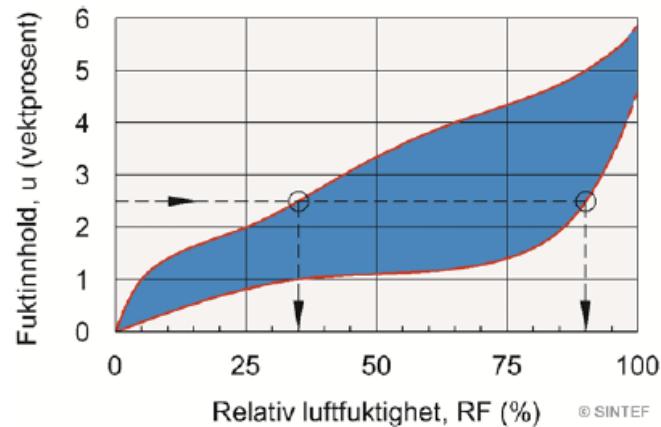


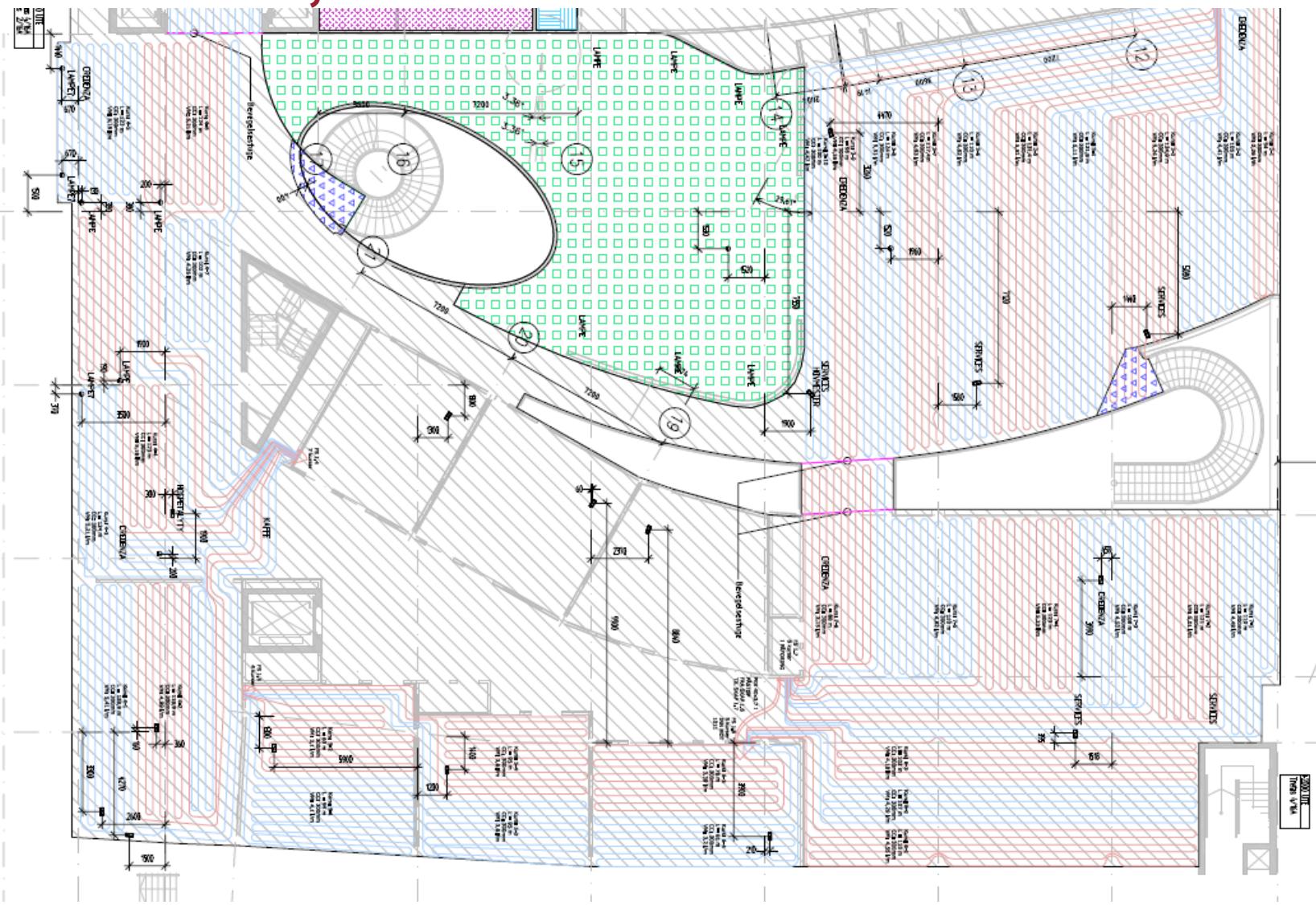
Fig. 56

Variasjonsområde for sorpsjonskurver for ulike betongkvaliteter. Dersom man ikke nøyaktig kjenner sorpsjonskurven for betongen man måler på, kan et absolutt fuktinnhold på 2,5 % tilsvare en RF som ligger et sted mellom ca. 35 og 90 %, markert med piler. Da er det sikrere å måle RF.

# Park Inn, 2010



# Park Inn, 2010



# Park Inn, 2010

Nå:  
B35M40  
Armering: 0,4 %  
 $2 A_{smin}$  etter NS3473



# Park Inn, 2010



# Park Inn, 2010

-NS 3511: 2014

Måling av relativ fuktighet i betong

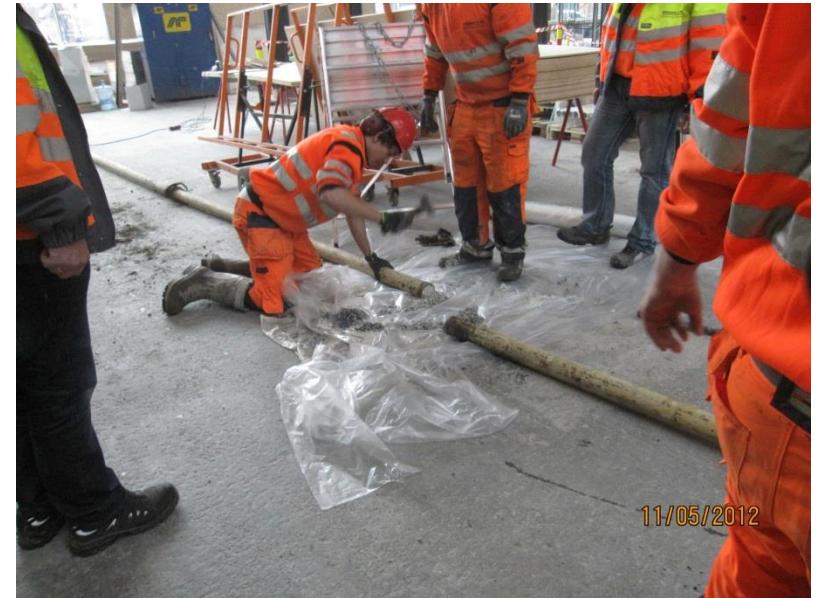
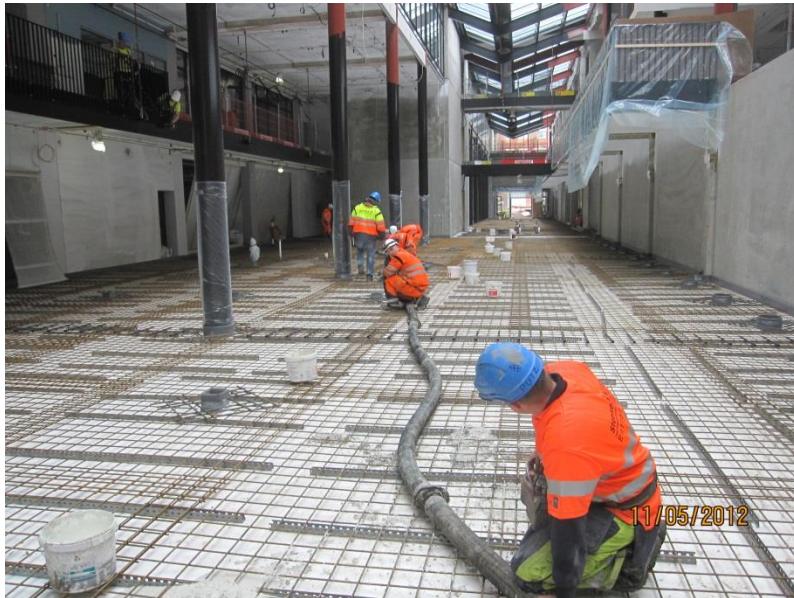


# KUBEN FAGSENTER, 2012



# KUBEN FAGSENTER, 2012

## Oppstart, smøring



# KUBEN FAGSENTER, 2012

Mottakskontroll, synk og utbredelse før pumpe



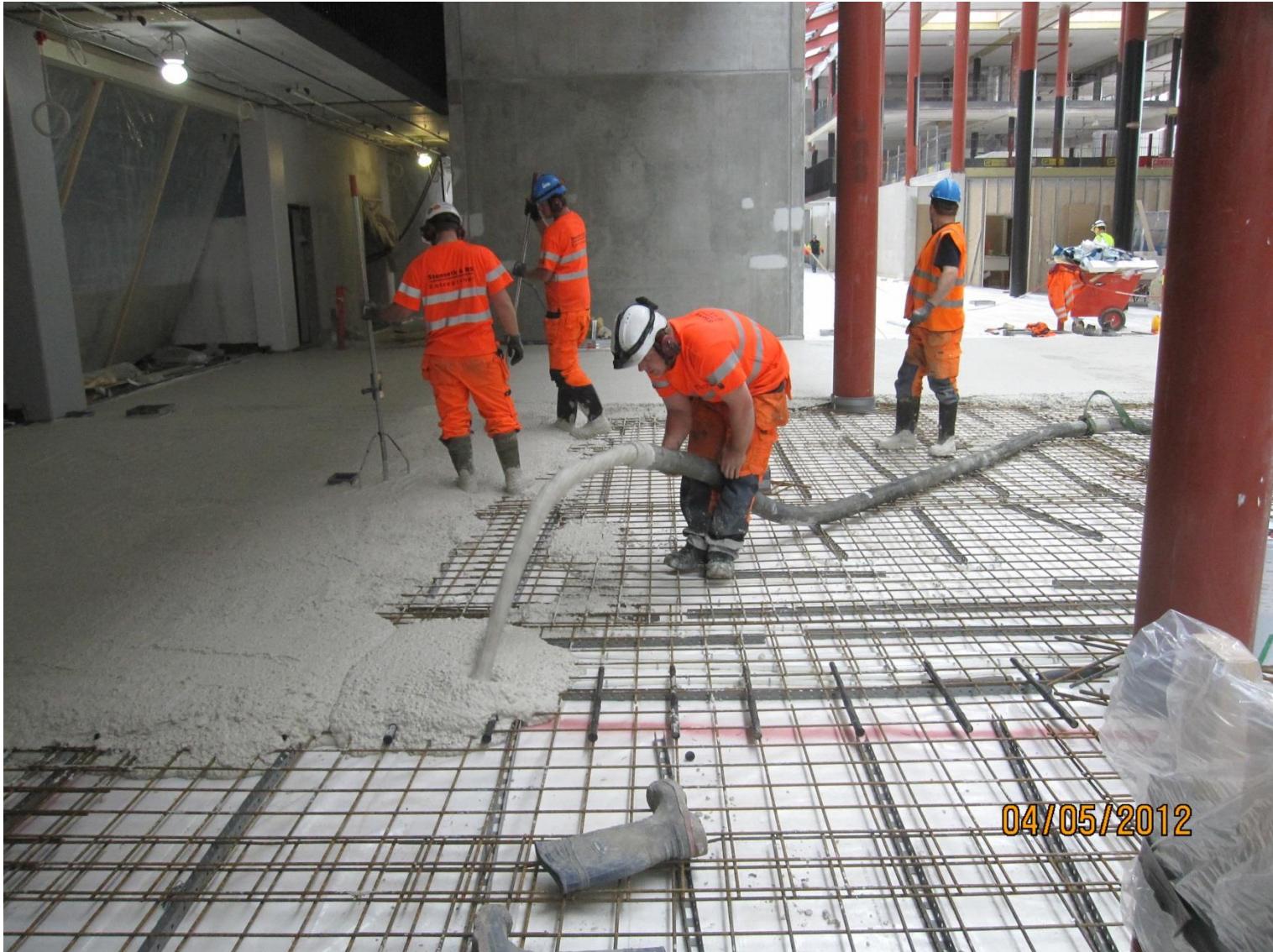
# KUBEN FAGSENTER, 2012

Synk og utbredelse etter pumpe



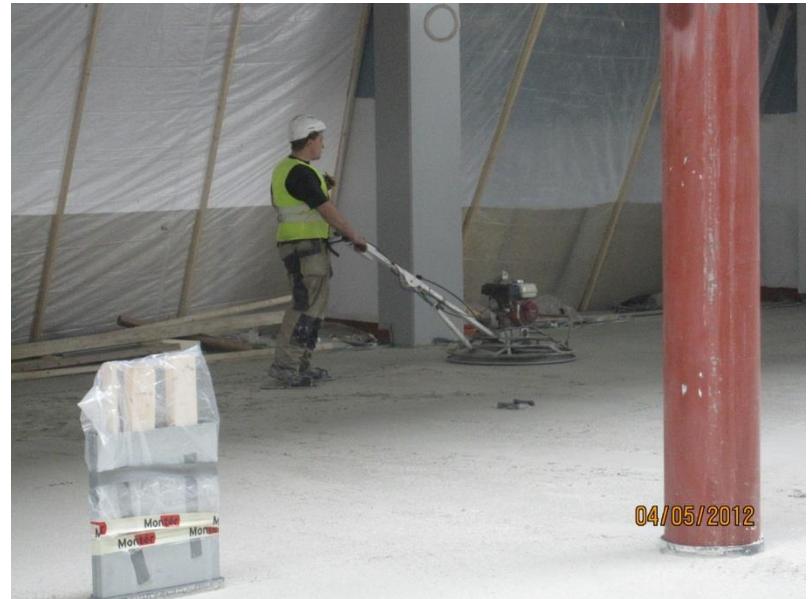
04/05/2012

# KUBEN FAGSENTER, 2012



# KUBEN FAGSENTER, 2012

Herdemembran umiddelbart etter avtrekk



# KUBEN FAGSENTER, 2012

Herdetiltak: Plast



# KUBEN FAGSENTER, 2012

Bilde 2013



# KUBEN FAGSENTER, 2012

Bilde 2017



# KUBEN FAGSENTER, 2012

Bilde 2017

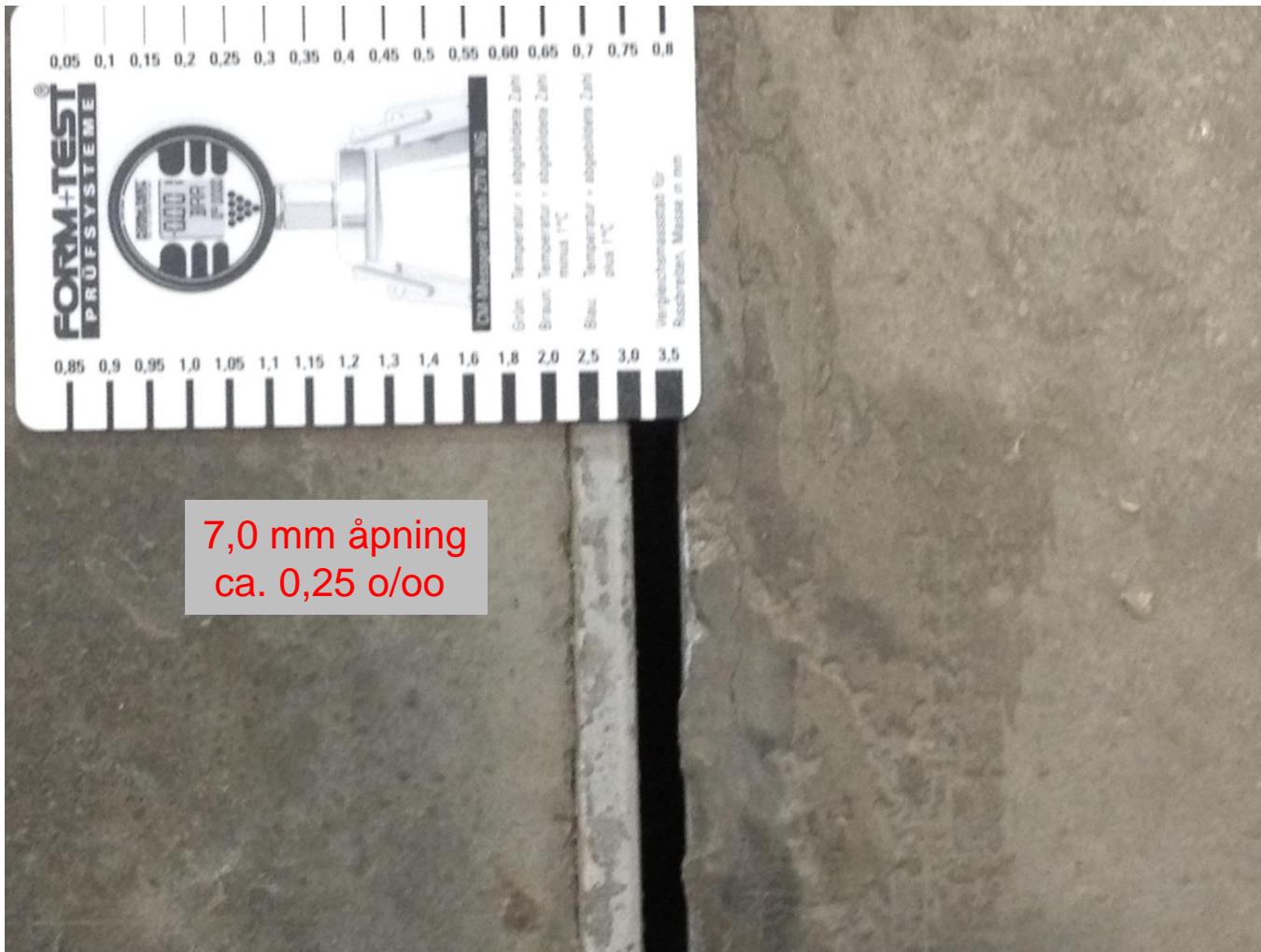


# Sundland, Drammen 2011



# Sundland, Drammen 2011

Målt 2015



# Utfordringer: fuger

Gulv støpt på 90-tallet  
Feltstørrelse 8 x 8 m



# Svinnreduserende tilsetningsstoff (SRA)

SRA reduserer overflatespenningene i kapillærporene.  
Kapillære krefter på poreveggene reduseres.  
Svinnet reduseres.

# Svinnreduserende tilsetningsstoff (SRA)



The advertisement features a blue background on the left side containing the MAPEI logo and product information, and a photograph of a construction site on the right.

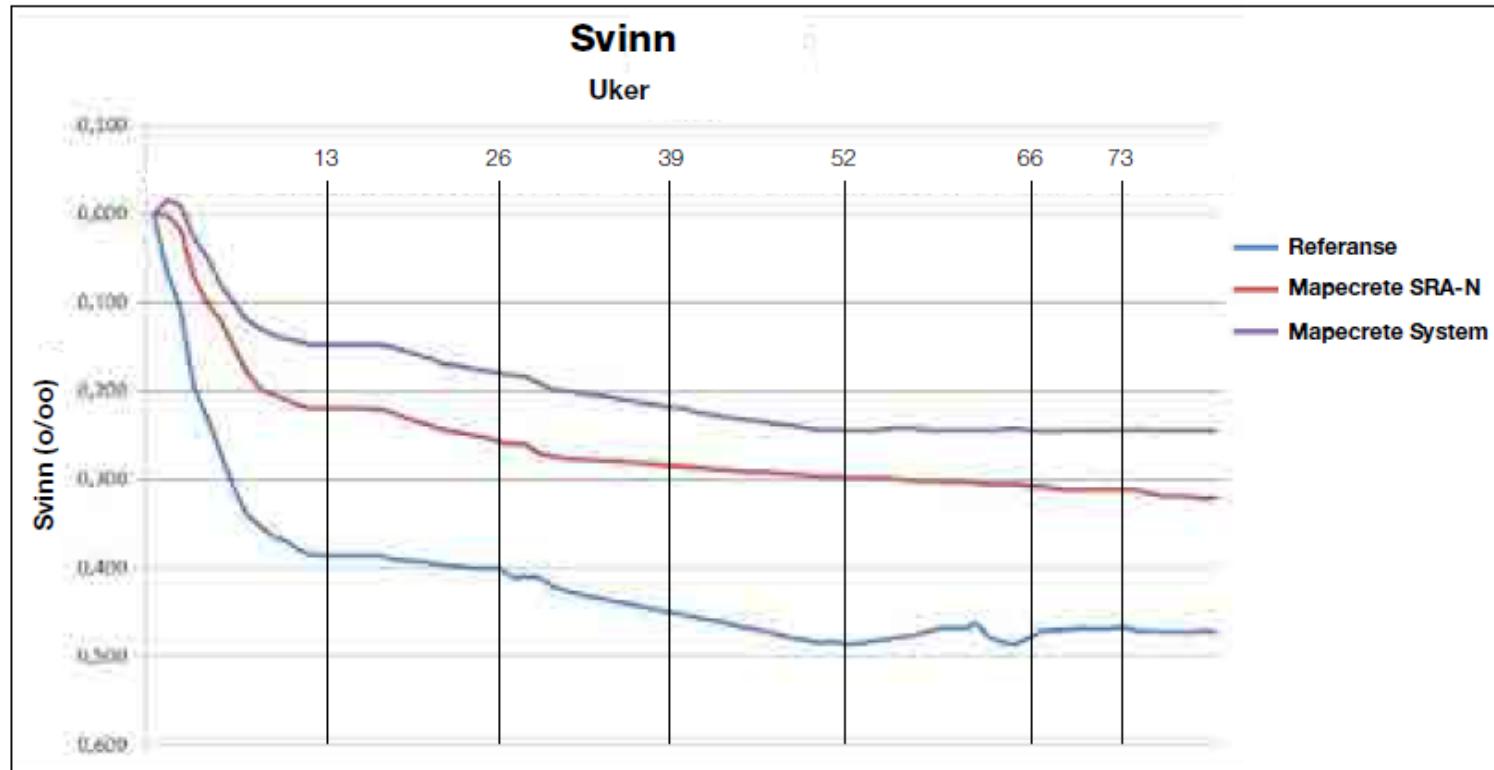
**MAPEI**

# Mapecrete SRA-N

**Svinnreduserende  
tilsetningsstoff som  
reduserer svinn og  
microriss i betong**

The photograph on the right shows a concrete mixer truck at a construction site. Two workers are standing near the truck, which is dispensing concrete onto a prepared base. The concrete has been spread out in a thick layer, showing some texture and slight variations in color.

# Svinnreduserende tilsetningsstoff (SRA)



Figur 2: Sammenligning av svinn i en referansebetong, en betong tilsatt 1 % Mapecrete SRA-N og Mapecrete System (1 % Mapecrete SRA-N + 5 % Expancrete).

# Svinnreduserende tilsetningsstoff (SRA)

## Tekniskt datablad

Version 2018-02-12

Sika® Control-50

## Sika® Control-50

Krympreducerande tillsatsmedel för betong och bruk.

### Användning

#### Beskrivning

Sika® Control-50 är ett krympreducerande tillsatsmedel för att reducera effekten av krympning i betong och bruk utan att i större utsträckning påverka betongens/brukets övriga egenskaper.

Sika® Control-50 är certifierad av Vattenfall Research & Development AB.  
Certifikat nr: 10525

### Produktdaten

Färg  
Transparent vätska

Densitet  
 $0,94 \pm 0,02 \text{ kg/dm}^3$

pH-värde  
 $6 \pm 1$

Kloridhalt  
 $<0,10\% \text{ av medlets vikt}$

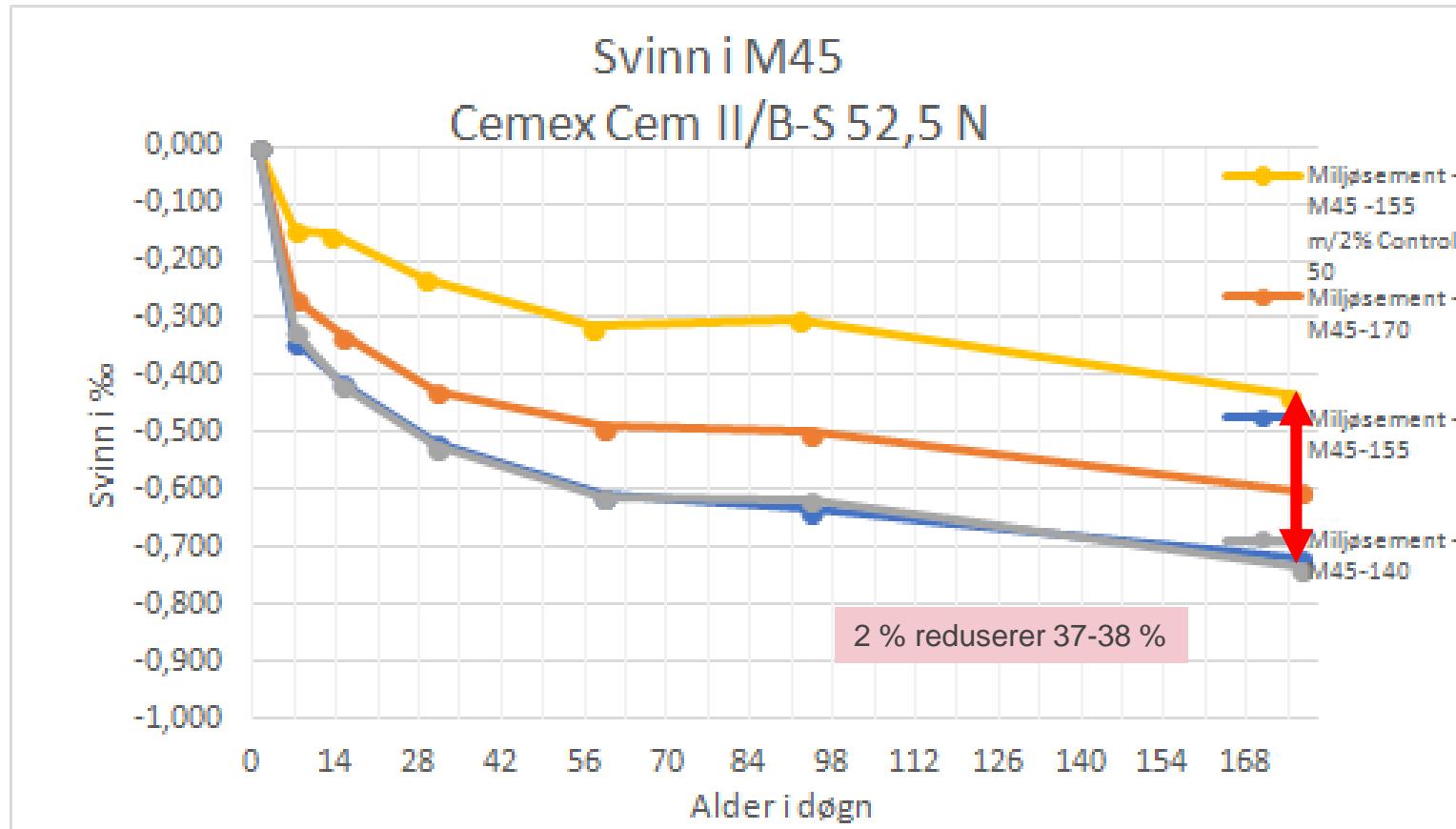
Alkaliinnehåll, ekv Na<sub>2</sub>O  
 $<0,10\% \text{ av medlets vikt}$

Korrasionsegenskaper  
Icke relevant när bruksanvisning följs

Torrhalt  
-

Viskositet  
Lättflytande

Dosering  
Ca 1,0-2,0 % av cementvikten



# Svinnreduserende tilsetningsstoff (SRA)



We create chemistry

## MasterLife SRA 848

Mai 2017

---

Svinnreducerende tilsetningsstoff (SRA) til betong SN EN 934-2: TNB.6

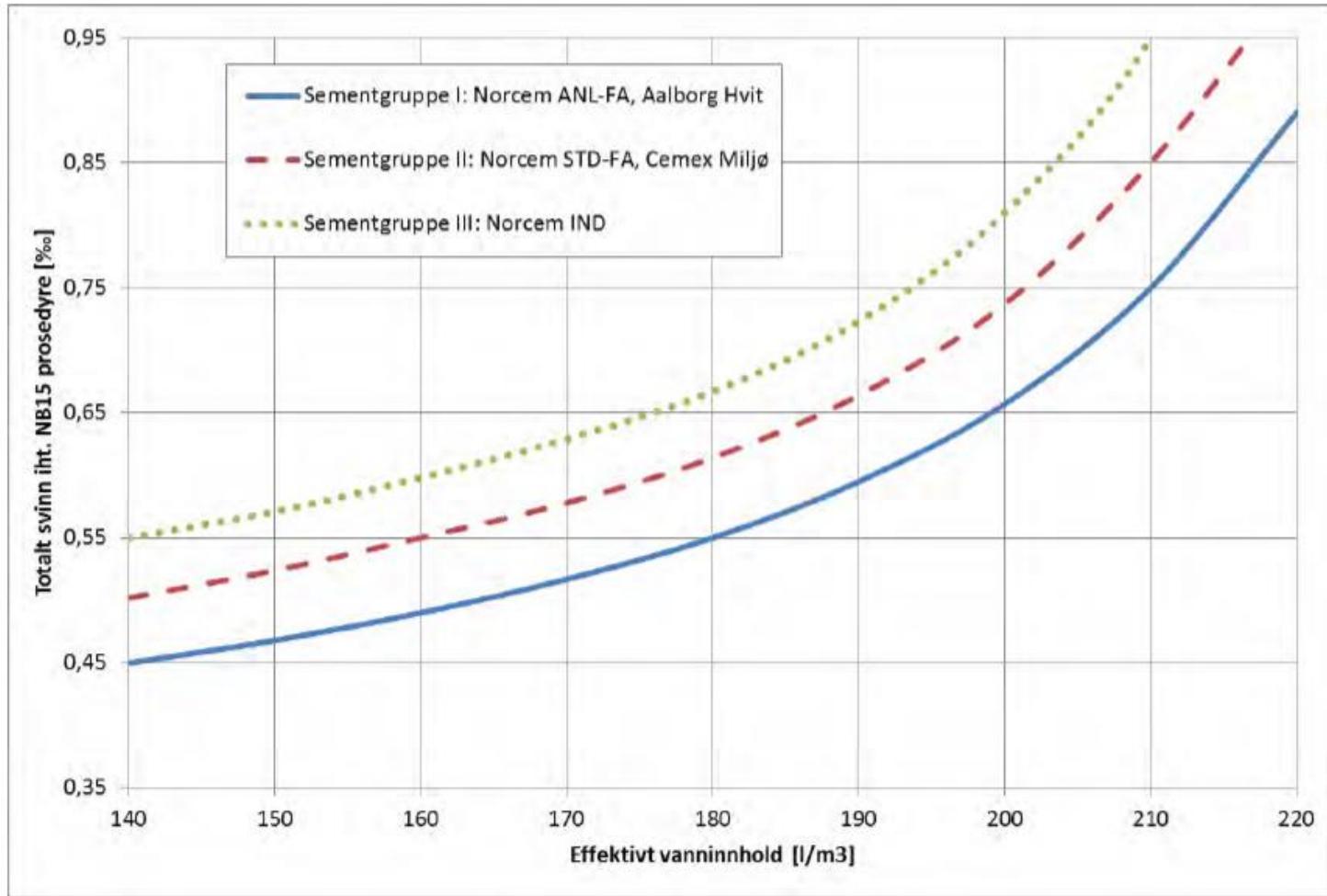
### VIRKNING

- Reduserer både uttørkingssvinn og kjemisk svinn i betong allerede ved normal dosering på 1,0 % av sementinnholdet
- Reduserer overflatespenning i poreløsningen
- Forbedrer poresystemet i sementstein

### ANBEFALT DOSERINGSOMRÅDE

0,5–2,0 % av sementinnholdet

## NB 15: Totalt svinn



Figur 3-3: Totalt svinn som funksjon av sementtype og betongens effektive vanninnhold

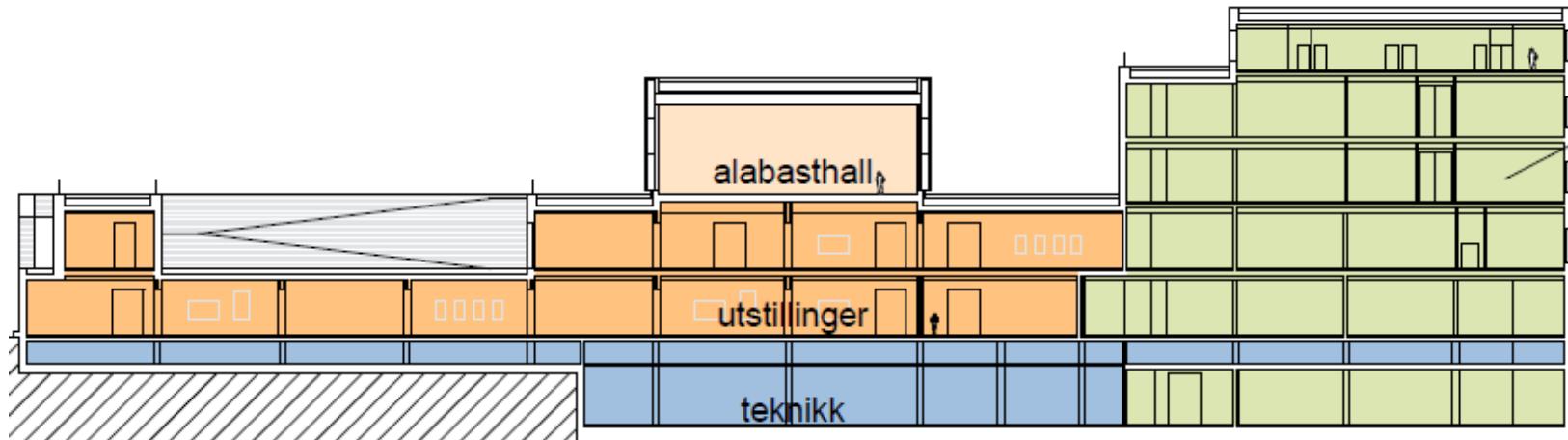
# Nasjonalmuseet, Alabastshallen



# Nasjonalmuseet, Alabastshallen



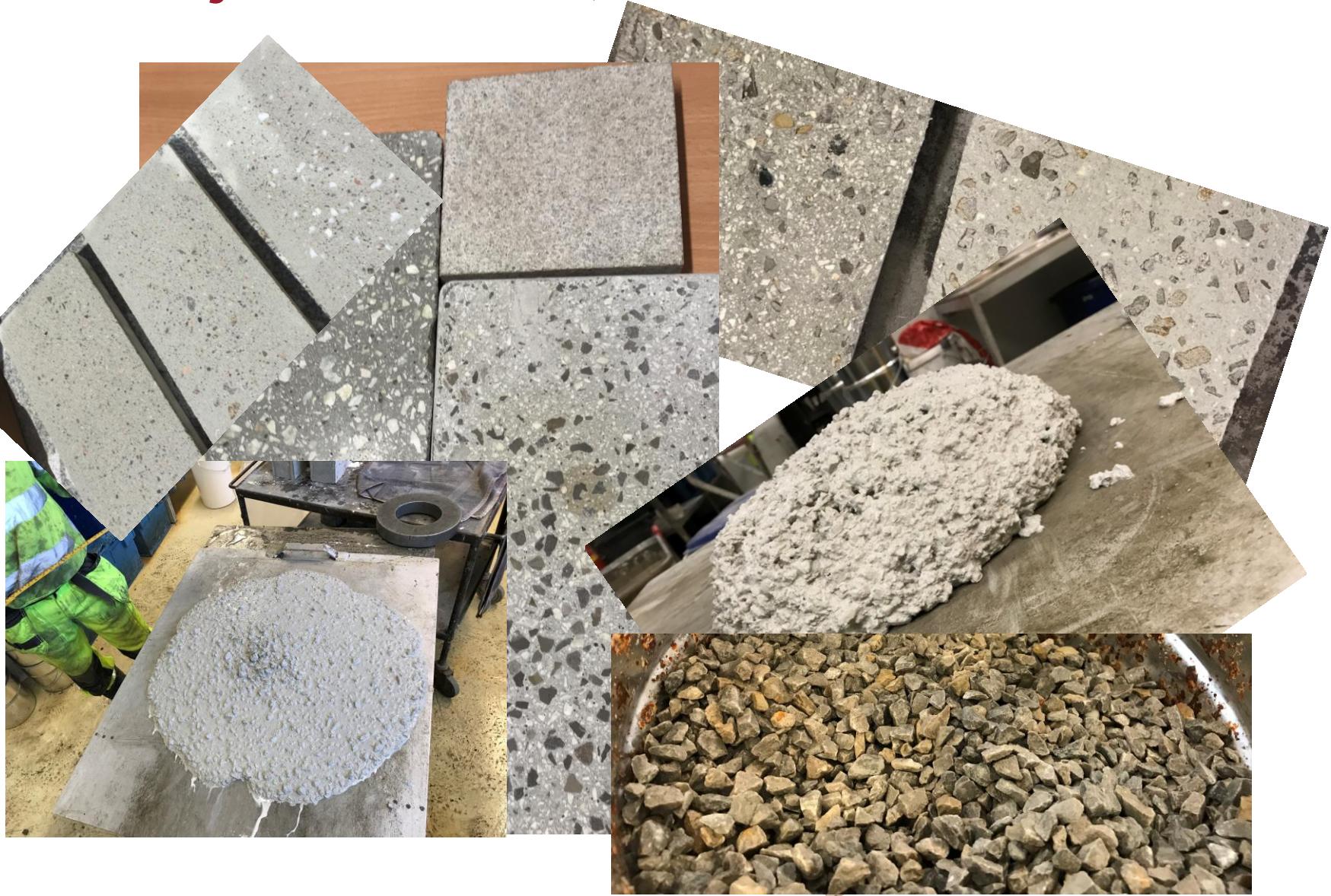
# Nasjonalmuseet, Alabasthallen



# Nasjonalmuseet, Alabastshallen



# Nasjonalmuseet, Alabasthallen



# Nasjonalmuseet, Alabasthallen



# Nasjonalmuseet, Alabasthallen

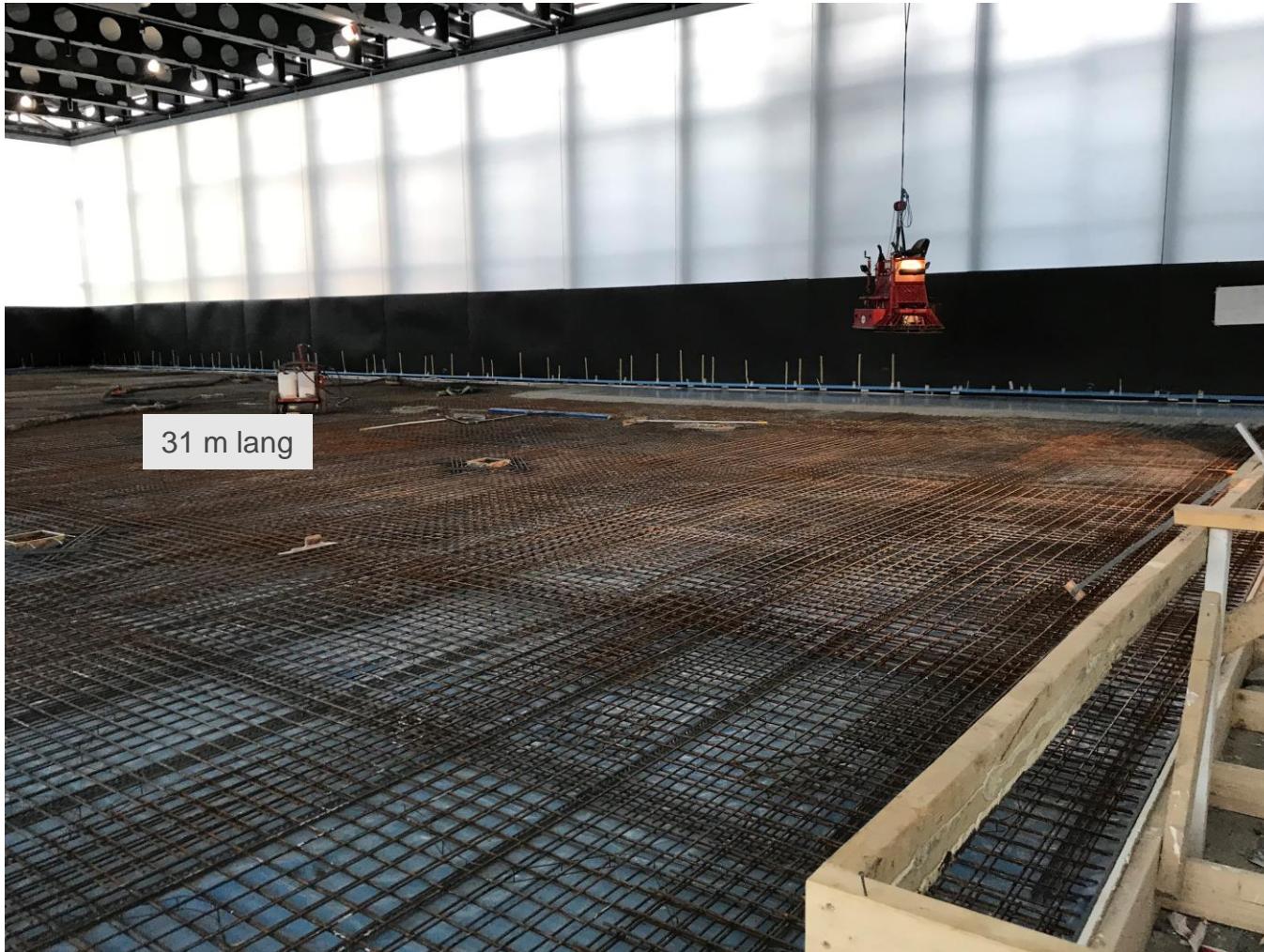


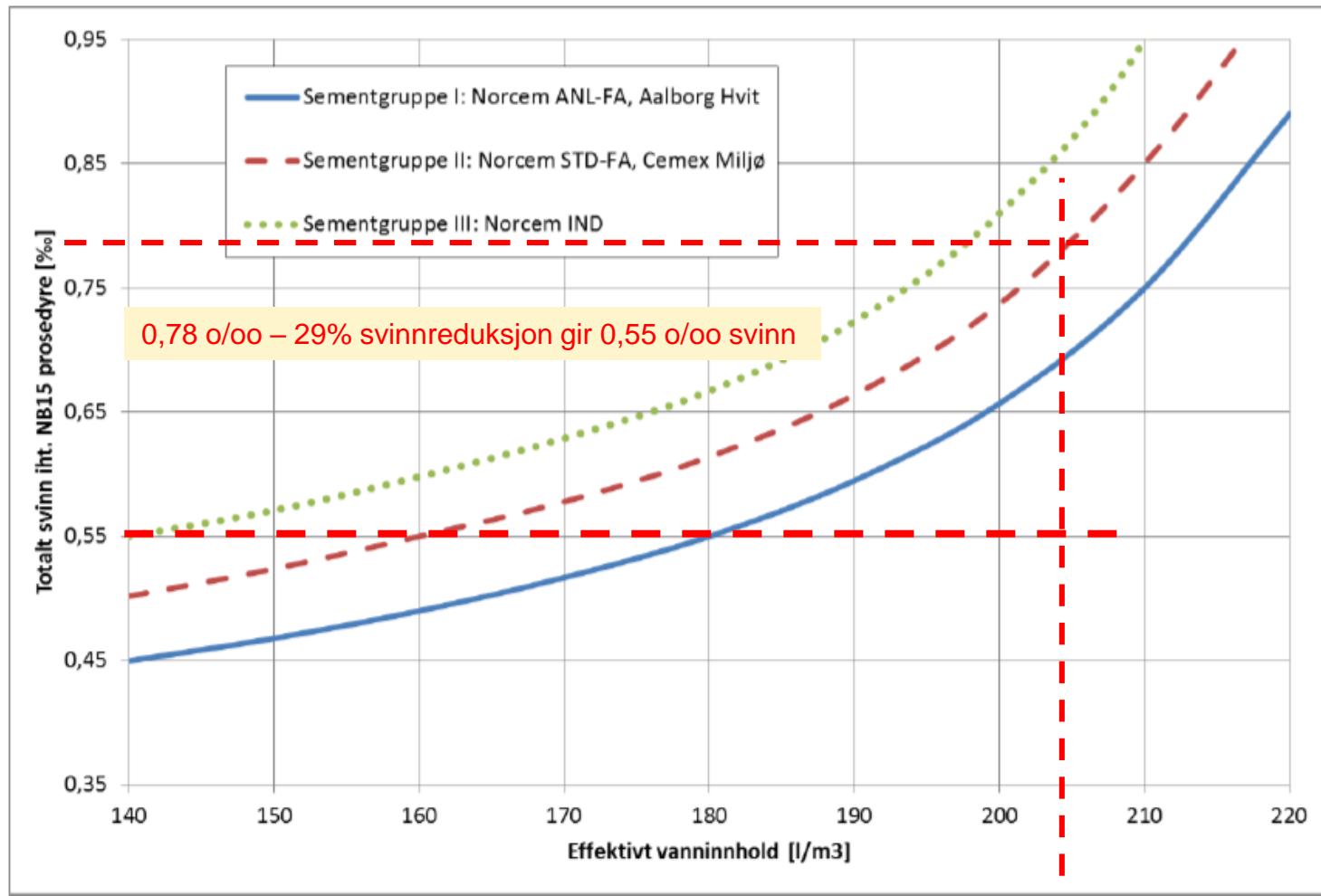
# Nasjonalmuseet, Alabasthallen

Delmaterialer	kg	liter
<b>Standard FA</b>	<b>416,7</b>	<b>138,9</b>
<b>Mapeair 25 (1:9)</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>
<b>SX-23</b>	<b>6,3</b>	<b>6,0</b>
<b>Mapecrete SRA-N</b>	<b>4,2</b>	<b>4,6</b>
<b>0-2 mm Lysitt</b>	<b>1033,0</b>	<b>377,0</b>
<b>8-16 mm Lysitt</b>	<b>688,7</b>	<b>251,3</b>
<b>Titan</b>	<b>30</b>	<b>7,3</b>
<b>Luft</b>	<b>0,95</b>	<b>9,5</b>
<b>V/(c+s*2+F*.7)</b>	<b>0,490</b>	
<b>Vann</b>	<b>204,2</b>	<b>204,2</b>
<b>SUM</b>	<b>2 374,2</b>	<b>1000</b>

Dato	Trykkfasthet, MPa
14.05.2018	51,6
15.05.2018	50,8
22.05.2018	53,2
23.05.2018	54,8
24.05.2018	52
<b>Gj.snitt</b>	<b>52,48</b>
<b>Std.avvik</b>	<b>1,56</b>

# Nasjonalmuseet, Alabastshallen





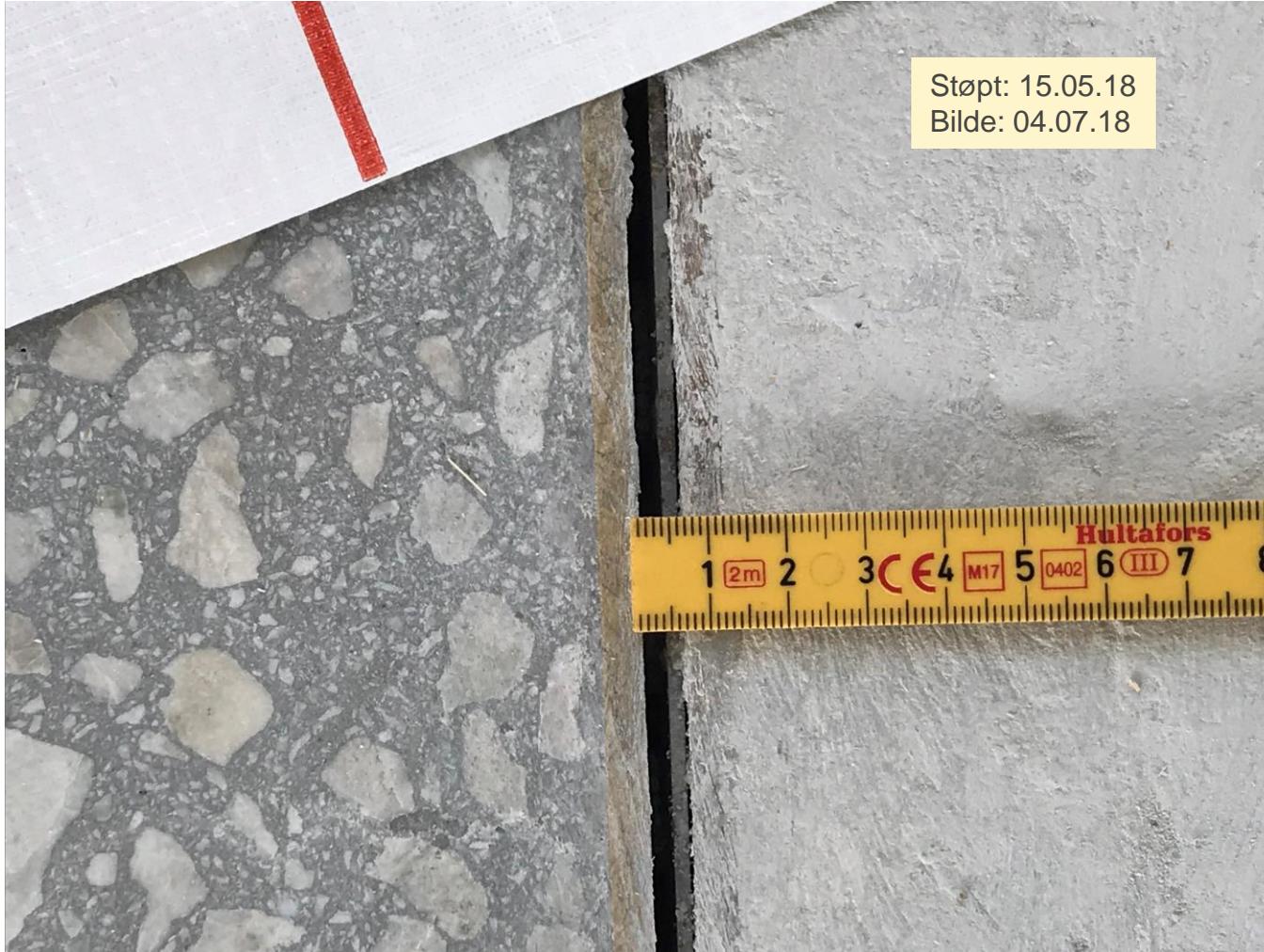
# Nasjonalmuseet, Alabastshallen



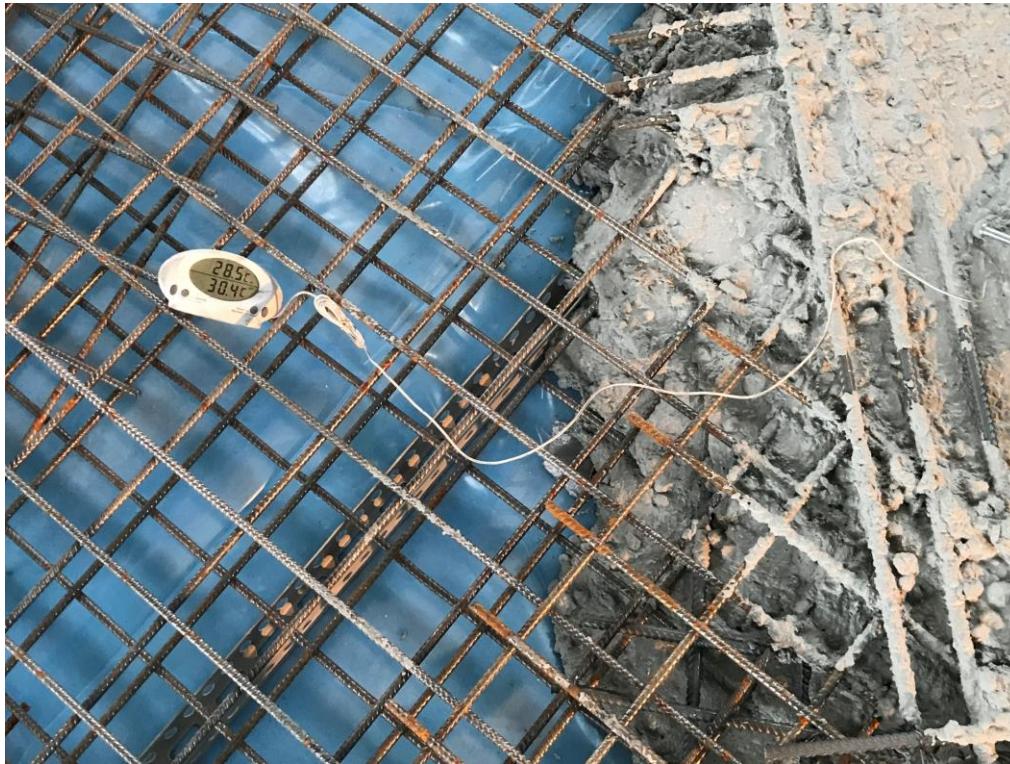
# Nasjonalmuseet, Alabasthallen



# Nasjonalmuseet, Alabasthallen



# Nasjonalmuseet, Alabasthallen



# Nasjonalmuseet, Alabasthallen

Tykkelse: 15 cm

Armering: 2 nett K503

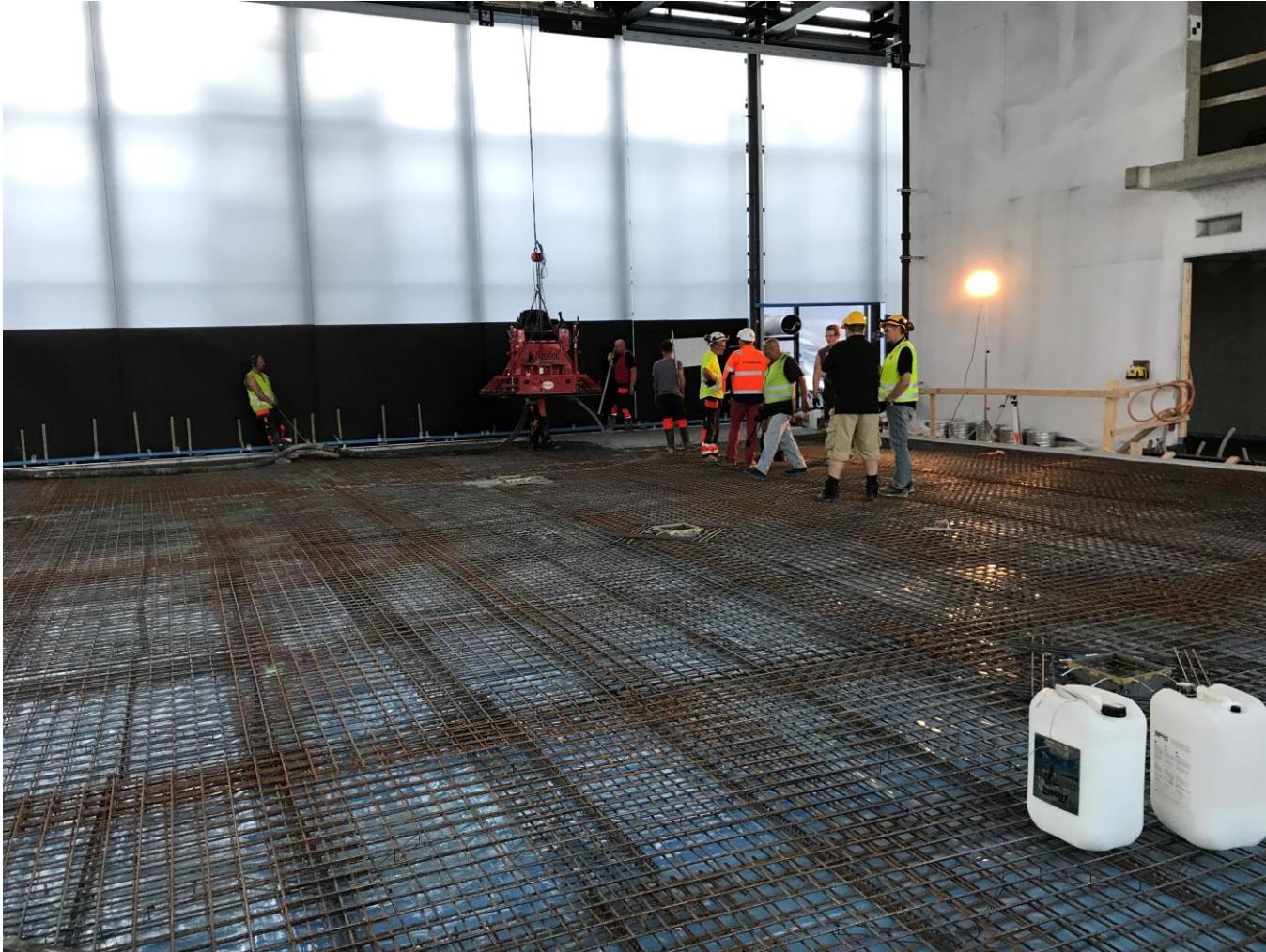
NS-EN 1992-1-1+NA pkt. 9.2.1.1:

$$As=0,26 \text{ fctm/fyk} \times bd = 4 \times A_{smin}$$

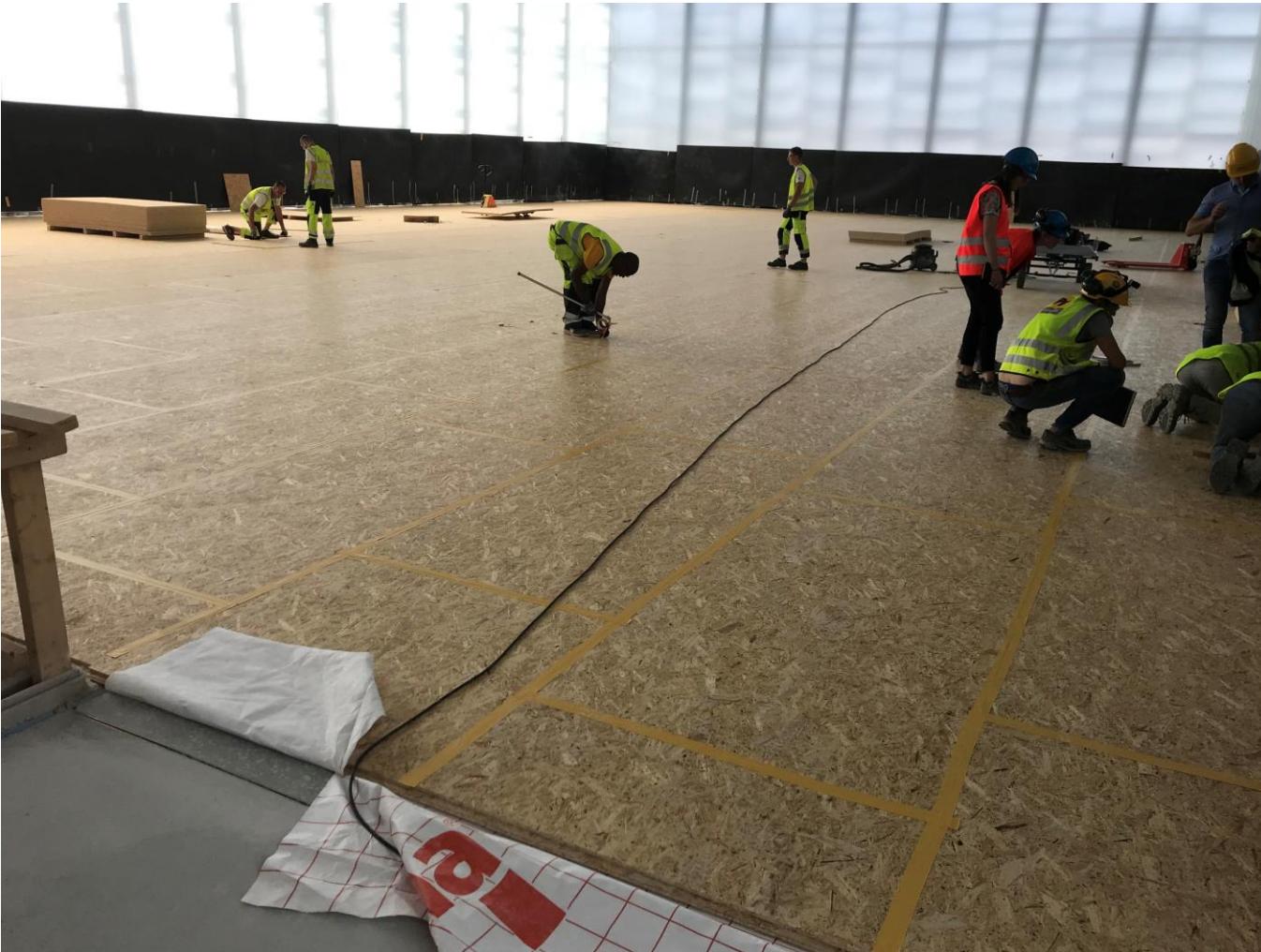
Rissvidder << 0,3 mm.

<b>Betongkvalitet B:</b>	35	
<b>Tykkelse, d(cm)</b>	15	
<b>As-min =</b>		<b>249,6 mm<sup>2</sup>/m</b>
% armering	0,17	%
vekt/m3 enkel	130,6	kg/m3
<b>As-dobbel-min =</b>		<b>499,2 mm<sup>2</sup>/m</b>
% armering	0,33	%
vekt/m3 dobbel	261,2	kg/m3
Ac=	150000	
fctm=	3,2	
σs=	500	

# Nasjonalmuseet, Alabastshallen



# Nasjonalmuseet, Alabasthallen



# Nasjonalmuseet, Alabastshallen

PRØVESTØP

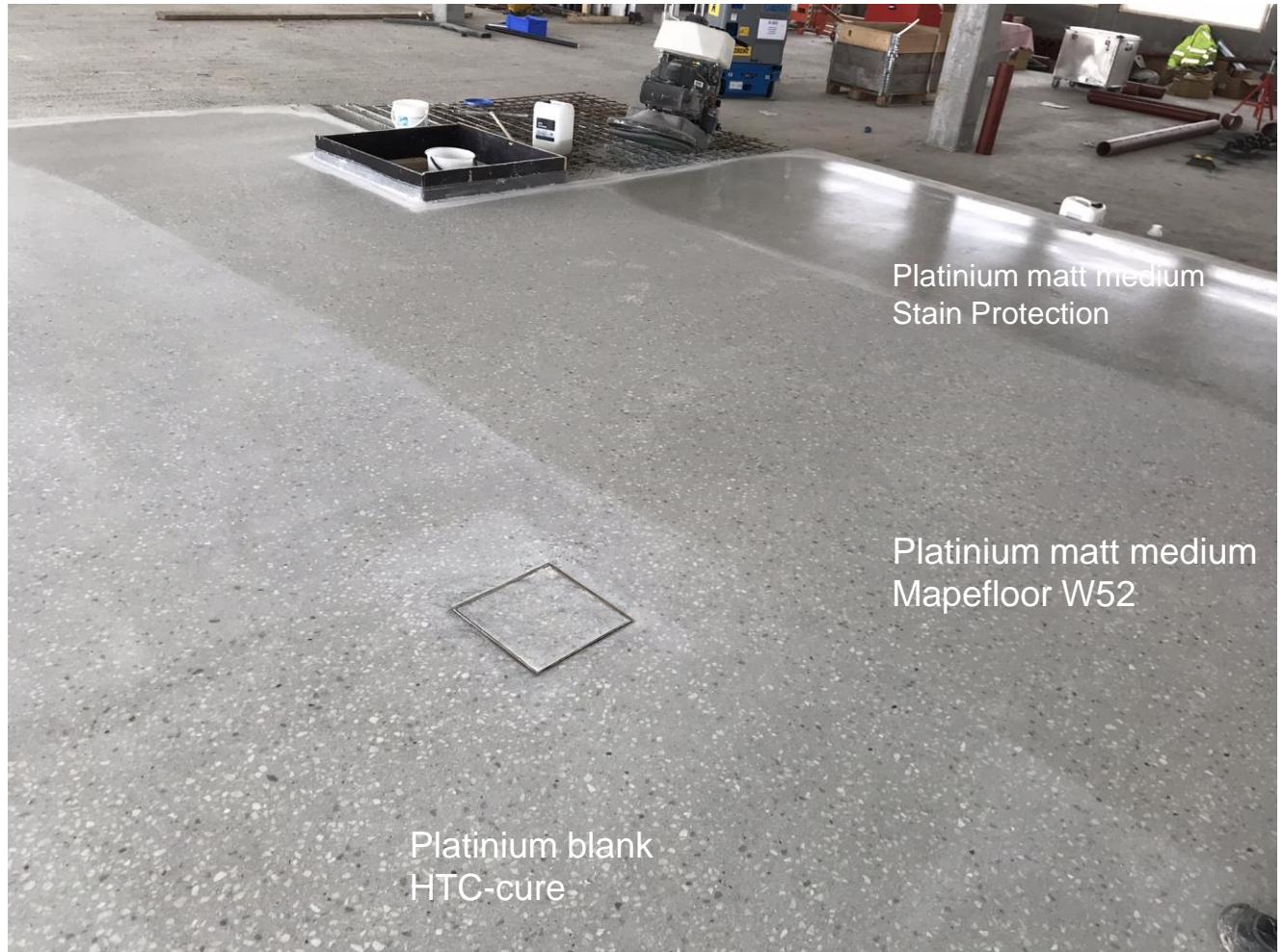


# Prøvestøp

PROVE/REFERANSEFELT Plan 5

SLIPT TIL «STEINBILDE» DVS. 3-4 m² grovslipt			
PROSESSTID:	PLATINUM BLANK	PLATINUM MATT MEDIUM	PLATINUM MATT MEDIUM CURE
SLUTTERHÅND INNREGNINGSS			
50% Steinmøb- lypen			
37,5% Stein - redusjon			
25% Stein - redusjon			

02.08.2018 TLL



# Rissfrie flytende gulv?

Kravet til maksimal beregningsmessig rissvidde i Gulvklasse I er 0,3 mm. Det er imidlertid mulig å lage flytende gulv helt uten synlige riss dersom det brukes:

- **Gulvklasse I og selvuttørkende betong** og der uttørring i betongoverflaten hindres ved å legge en overflatebehandling med  $s_d$ -verdi  $\geq 5\text{m}$  umiddelbart etter at herdetiltakene er avsluttet
- **Gulvklasse I** og det legges  $6 \times A_{s,min}$  som topparmering. Armeringen vil da være i stand til å fordele rissene med så små rissvidder at de er vanskelige å se

Etteroppspente gulv vil også være en aktuell metode for gulv uten synlige riss.

*$6 \times A_{s,min}$  er ikke praktisk oppnåelig ved bruk av standardiserte prefabrikkerte nett. For et 100 mm gulv i B35 M40 kvalitet må det legges Ø12 c/c 110 mm (begge veier) for å tilfredsstille dette kravet. Dette tilsvarer en armeringsmengde på 160 kg/m<sup>3</sup>*

# Armering

- Gulv i **Gulvklasse I** kan ikke utføres med fiberarmering alene, men krever enten bruk av kamstenger alene, eller en kombinasjon av kamstenger og fiber.
- Større gulv i **Gulvklasse II** bør også armeres med stenger, eventuelt i kombinasjon med fiber, mens mindre gulv i denne klassen kan armeres med kun fiber. **Det forutsettes imidlertid da at den valgte fibermengden er høy nok til å kontrollere rissvidden når gulvet risser for moment, samtidig som den også skal kunne trekke gulvet mot midten.**
- I **Gulvklasse III** kan også større gulv kun fiberarmes, **forutsatt fibermengder som tilfredsstiller kriteriene i Gulvklasse II som kun fiberarmes.**



# Betong armert med fiber

Tabell 3-2: Reststrekkestabilitet for betong med stålfiber, for  $\sigma_{f,mid}^1 = 500 \text{ MPa}$ , avhengig av fibermengde

Antatt kapasitetsfaktor	Reststrekkestabilitet (MPa)			
	Fibermengde (kg/m³) / Volumandel (%)			
	20 / 0,25	40 / 0,5	60 / 0,75	80 / 1,0
$\eta_0=0,45$	0,55	1,10	1,65	2,20

Fasthetsklasse	B-16	B-20	B-25	B-30	B-35	B-45	B-55	B-65
CEN betegnelse	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C45/55	C55/67	C65/80
Karakteristisk sylinderfasthet	16	20	25	30	35	45	55	65
$f_{ck}$	20	25	30	37	45	55	67	80
Karakteristisk terningfasthet								
$f_{ctk}$								
Karakteristisk strekkfasthet middel	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,8	4,2	4,5
$f_{ctm}$								

...det skal mye fiber til før fiberen kan forventes å være rissfordelende...



# Fremtiden og bruk av fiber

Klasse	R0,5	R0,75	R1,0	R1,5	R2,0	R2,5	R3,0
Enaksiell reststrekkestabilitet	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$f_{ftk,r2,5}$							
Restbøyestrekkestabilitet	1,3	2,0	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4
$f_{ftk,r2,5}$							

Betongbeskrivelse:  
B35M40-R1,5-Lavkarbon A

Betongprodusenten må dokumentere betongens restrekkestabilitetsklasse «R»

# Fremtiden og bruk av fiber

Klasse	R0,5	R0,75	R1,0	R1,5	R2,0	R2,5	R3,0
Enaksiell reststrekkestabilitet	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$f_{ftk,r2,5}$							
Restbøyestrekkestabilitet	1,3	2,0	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4
$f_{ftk,r2,5}$							

Dramix 4D  
60 kg/m<sup>3</sup>      78 kg/m<sup>3</sup>

Betongbeskrivelse:  
B35M40-R1,5-Lavkarbon A

Betongprodusenten må dokumentere beton

## Material properties

Nom. tensile strength: 1.450 N/mm<sup>2</sup>

Young's modulus: 200.000 N/mm<sup>2</sup>

Strain at ultimate strength: 0,8 %

## Geometry

Fibre family

4D



»R«

# Fiberarmert golv



# B30M60

## 32 kg 50 mm stålfiber



Kamstål/nett begrenser rissvidde



07/05/2007

# Fremtiden: Armering med kamstål og fiber

15 cm B45M40

Armering: nett K257 og K503

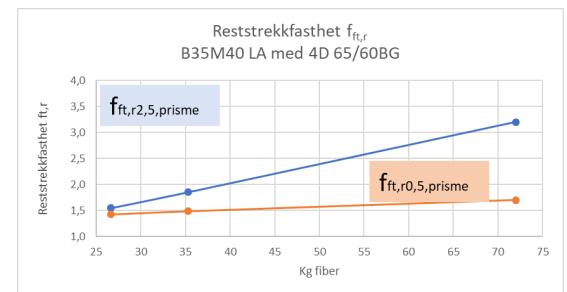
$2 A_{smin}$ : 593 mm<sup>2</sup>/m

Beregnet rissvidde: 0,50 mm

Armering: nett K503 og fiberbetong R1,5

35 kg 65/60 BG-4D

Beregnet rissvidde: 0,45 mm



Armering: nett K503 og fiberbetong R2,0

Beregnet rissvidde: 0,30 mm

# Bunnplate, B45M40-30 kg fiber



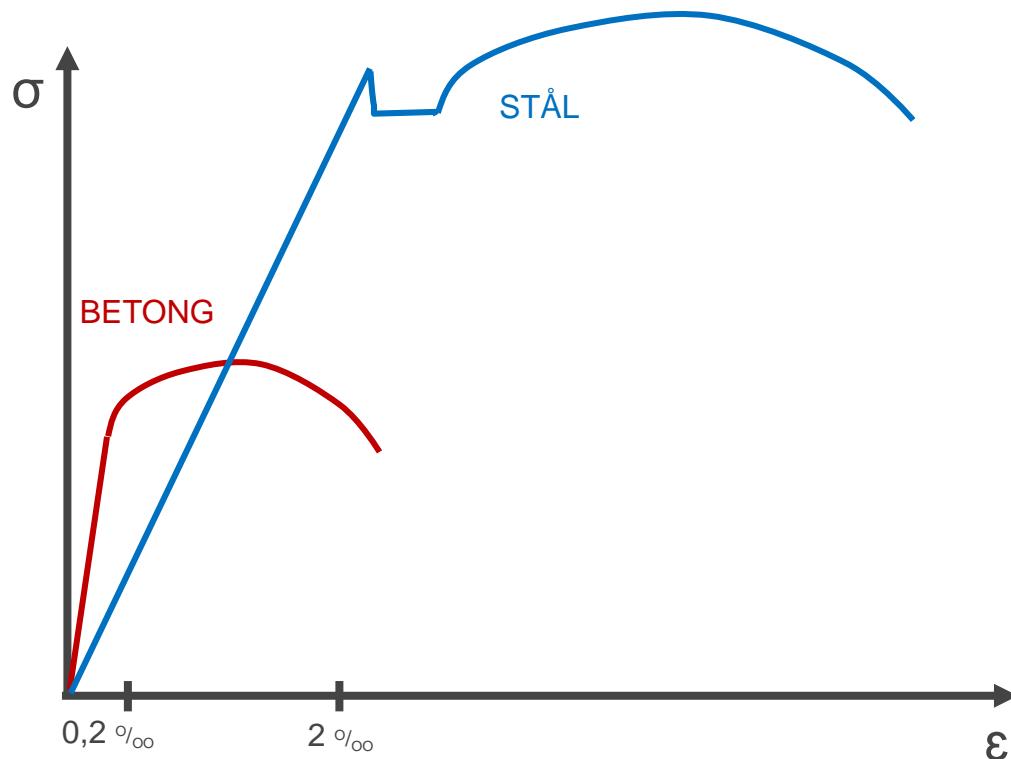
# Volumstabil betong

*NB 15 dekker ikke gulvkonsepter basert på betongtyper der svinnpotensialet er redusert til et nivå på linje med eller lavere enn betongens strekktøyningsevne, ved hjelp av spesielle tilsetninger. Slike gulv er ikke utsatt for opprissing pga. fastholdte svinntøyninger, og prinsippene for rissviddebegrensning i denne publikasjonen er dermed ikke relevante. Sikker bruk av slike gulvkonsepter forutsetter at det reduserte svinnpotensialet kan dokumenteres.*

# Betong og tøyning

Tøyningsevnen til betong før den risser kan antas å være et sted mellom 0,1 og 0,2 %.

Arbeidsdiagram

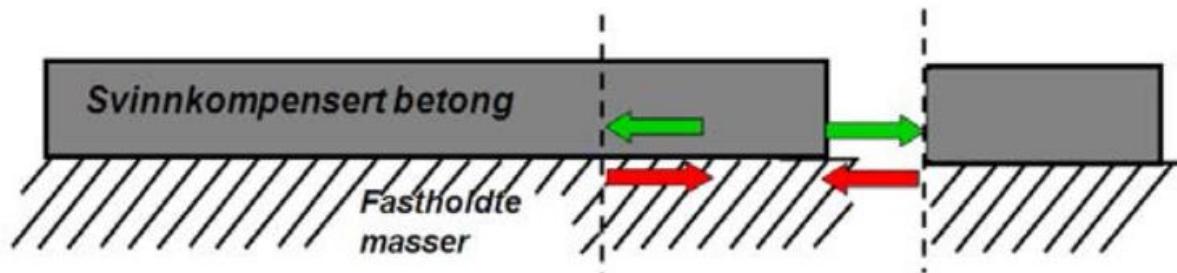
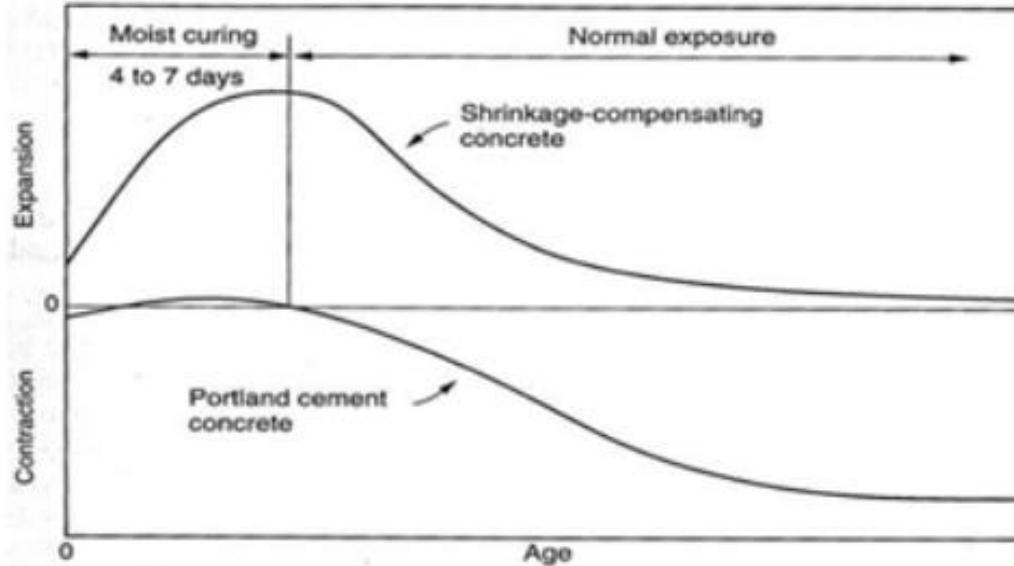


# Mapecrete system

Kombinasjonen av ***Expancret*** pulver, ***Mapecrete SRA-N*** og stålfiber, ***Steelfibre DE 50/0,75 N***, sørger for minimalt med bevegelse i betongen under herding. Derfor kan man støpe mye større felter uten fuger, oppnår rettere flater og estetisk bedre resultater.



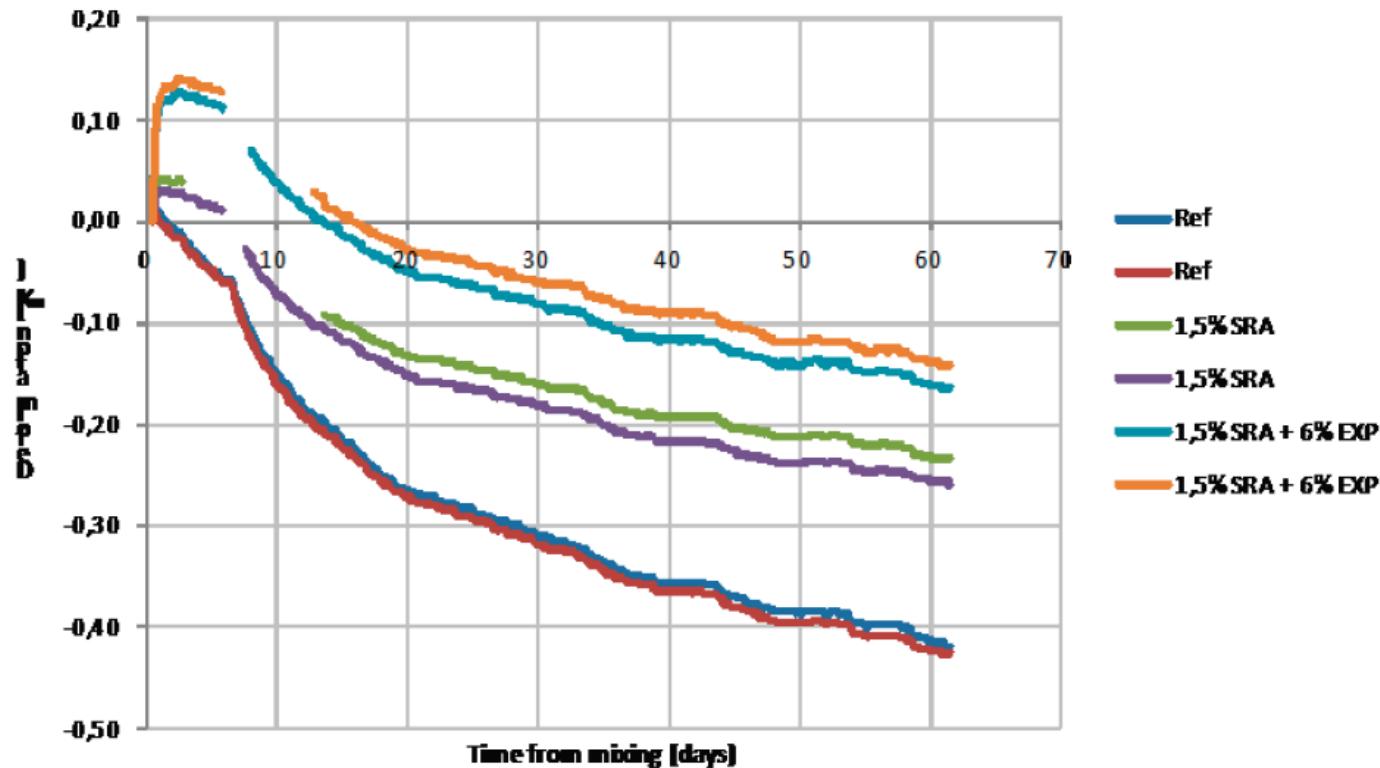
# Mapecrete system



# Mapecrete system

**C30/37 16 S4 0,55 - Mapacrete**

Start after 12 hours from mixing. 20°C and 100% RH the first 7 days, and then 50% RH



# Mapecrete system

## Utførelse – Mapecrete System

Fugefrie gulver er enkle å utføre! Utstøping av betong foregår som normalt, men man har svært lite eller praktisk talt ingen armeringsmontering, og ingen saging av fuger, kun eventuelle dagfuger.

**Det er som ved all annen betong ekstremt viktig at betongen holdes fuktig med vanning de første 7 dagene.** Dette er en forutsetning for å oppnå en sterk og tett overflate, og for å oppnå ekspansjonen i den første fasen.

## Etterbehandling

Gulver og dekker utført fugefritt med **Mapecrete® System** kan behandles på samme måte som annen betong.

Vi anbefaler følgende:

- Tetting av bygg ved støpning, slik at høy luftfuktighet oppnås, RF>70%. Ved øvrige tilfeller benyttes herdemembran etter utlegging av betong.
- Vanning og tildekking med plast slik at overflaten holdes fuktig (100%RF) i minimum 7 døgn.
- Etter plast er fjernet tørkes dekkene i moderat varme.

# Mapecrete system



INTERN R  
TITTEL:  
INDUSTR  
MED

OPPDAGSGIVER:

AF RAGNAR EVENSEN AS

KONTAKTPERSON/REF.:

BERNT KRISTIANSEN

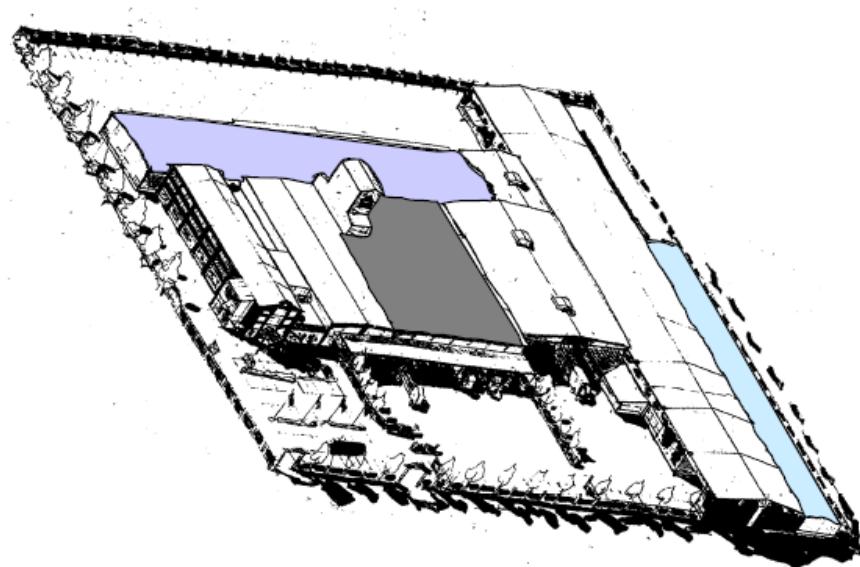
DATO:  
19.01.2000

UTARBEIDET AV:  
Bernt Kristiansen

RAPPORTNR.:

01-2000

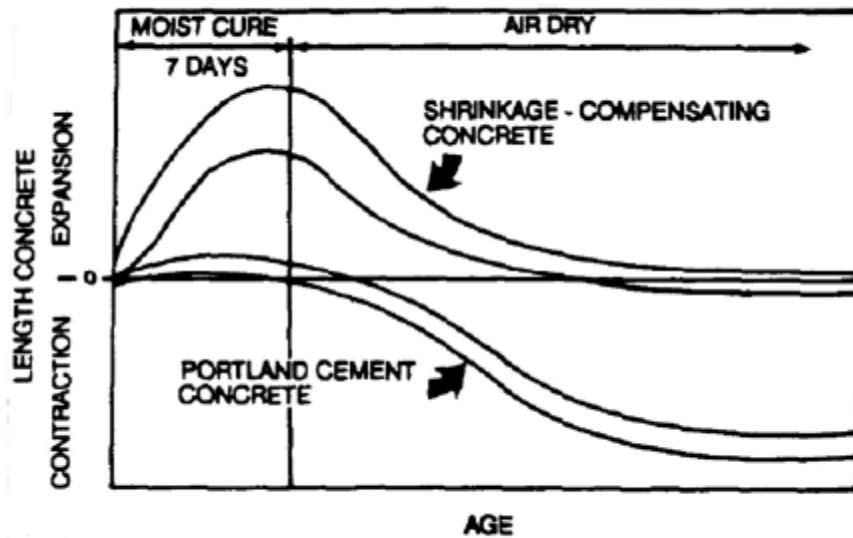
ARKIVKODE:  
56.730



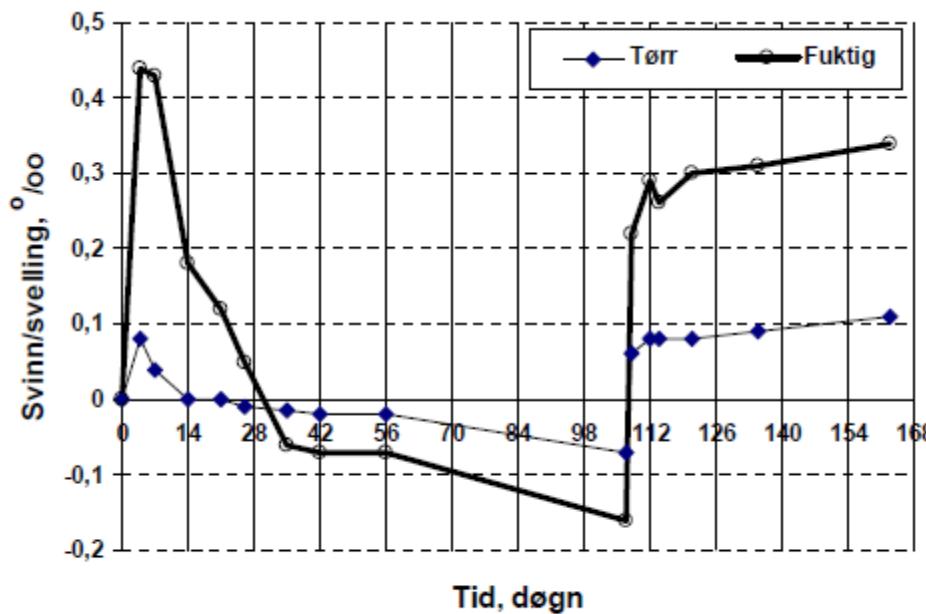
: Std. portland, lire og

: Std. portland, laser og

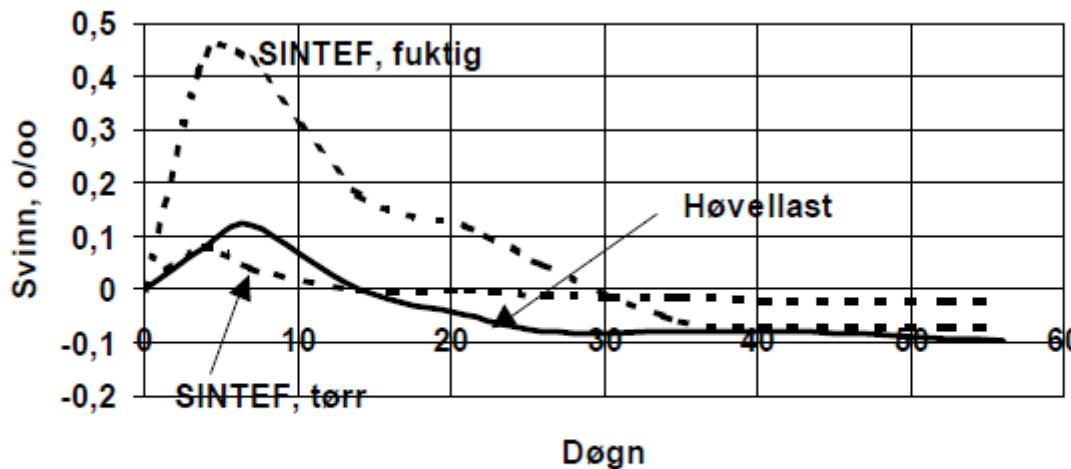
: Std. portland med ekspansiv sement, laser og



Figur 4: Teoretisk svinn/svelling på ren portland-sement og portland-sement tilsatt ekspansiv sement.

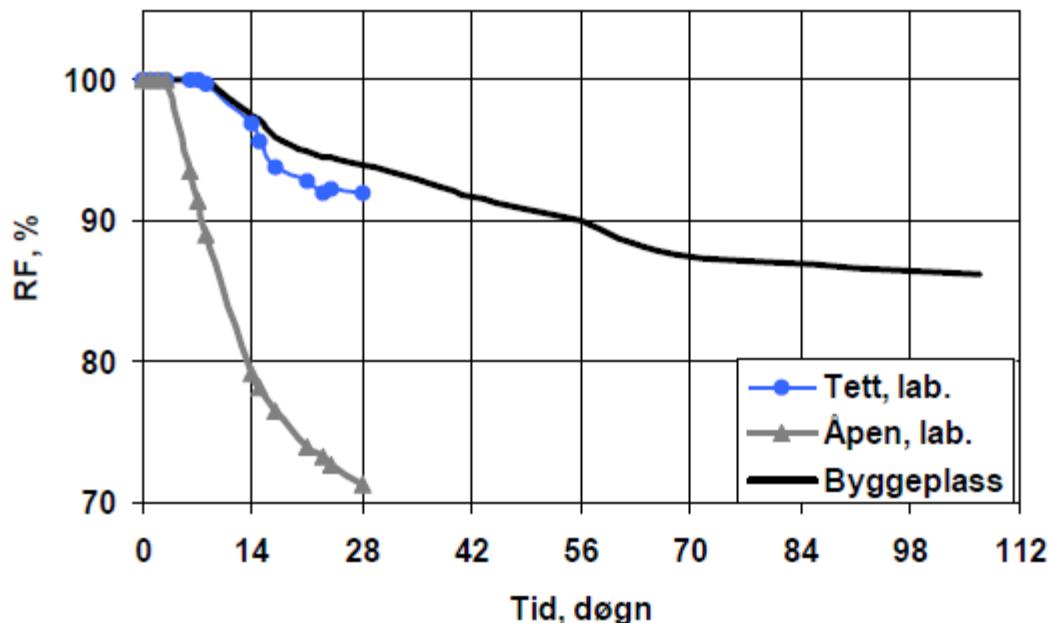


Figur 10: Svinn/svelling målt på SINTEF.



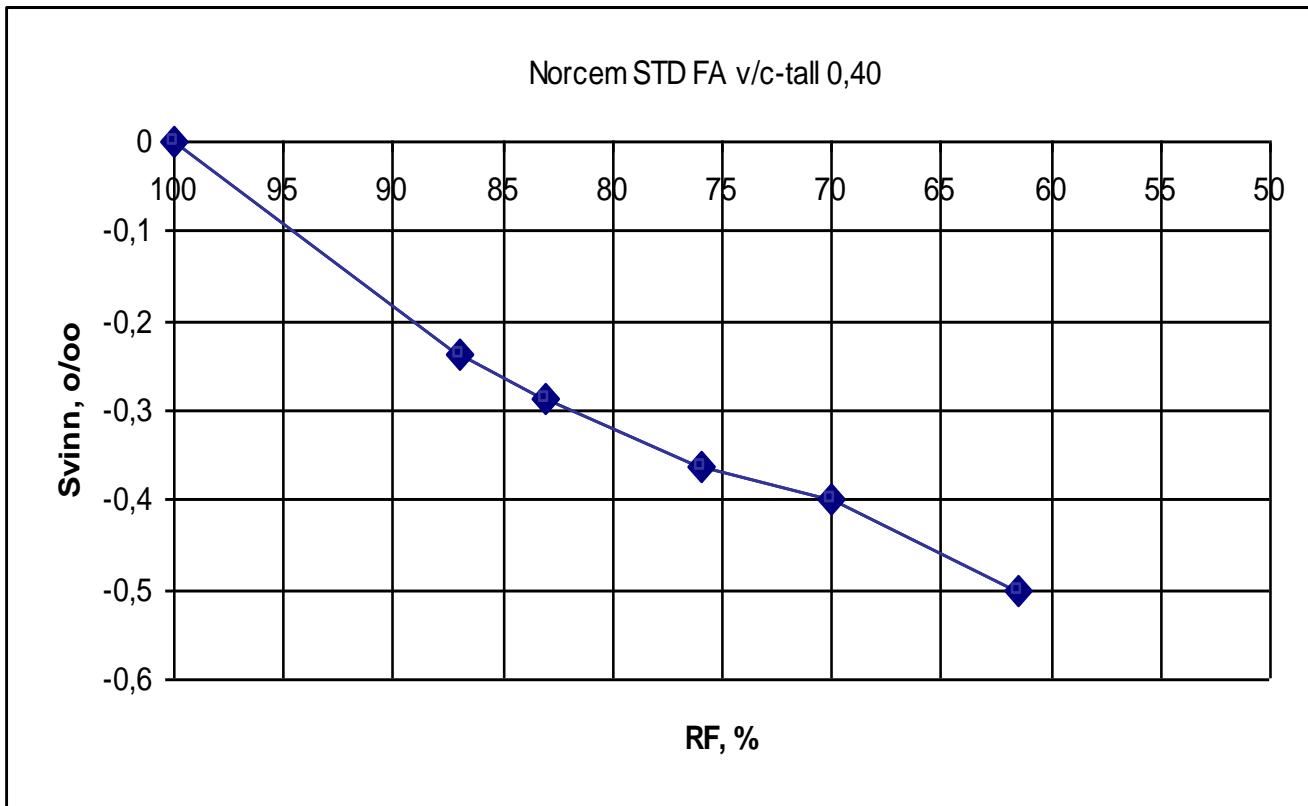
Figur 11: Svinn/svelling målt på byggeplassen og på lab. på SINTEF.

Betong med K-sement krever fuktig herding i 7 døgn for at mest mulig av ettringitt-dannelsen skal foregå. Optimale fuktige herdeforhold vil begrense risiko for etterekspansjon hvis betongkonstruksjonen skulle bli sterkt oppfuktet. Det ble på forhånd utført laboratorieforsøk for å kunne evaluere utviklingen av relativ fuktighet på byggeplassen.





# Svinn og relativ fuktighet



# Hvem har ansvar for hva?

## ■ Svinn

- Kjemisk svinn BETONGRESEPT
- Autogen- eller selvuttørkingssvinn BETONGRESEPT
- Plastisk svinn UTFØRELSE
- Uttørkingssvinn BETONGRESEPT OG UTFØRELSE

## ■ Temperatur

- Varmeutvikling i herdefasen med avkjølingsfase
  - BETONGRESEPT OG PROSJEKTERING
- Temperaturvariasjon i bruksfasen
  - LOKALE FORHOLD OG PROSJEKTERING

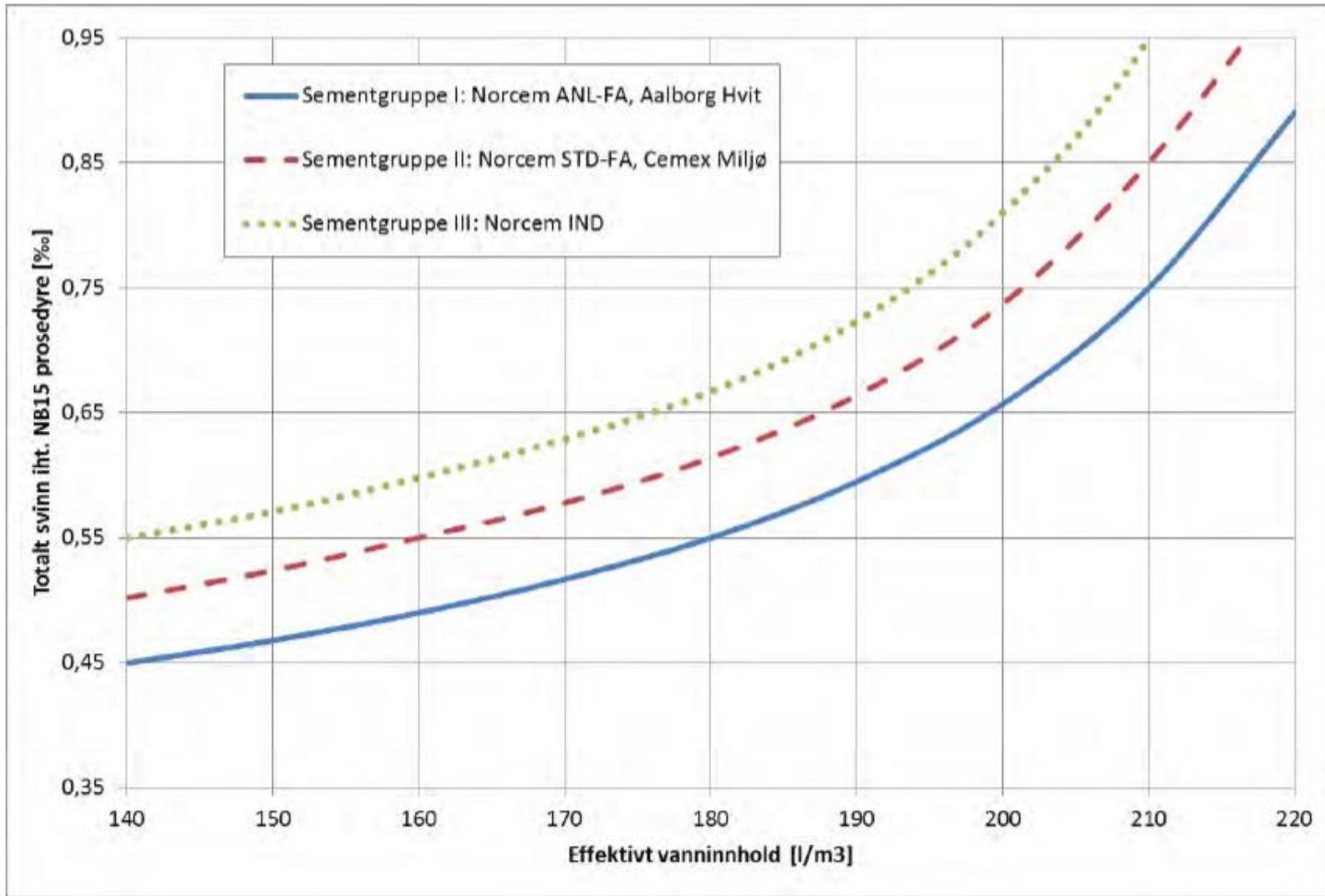
# Betongsammensetning

**Svinn:**

- autogent
- uttørkingssvinn

	<b>B25M90</b>	<b>B30M60</b>	<b>B35 M45</b>	<b>B45MF40</b>	<b>B45 SV Standard</b>
	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3
<b>Standard FA</b>	250,0	305,0	370	390	370
<b>Silika</b>	0,0	0,0	14,8	15,6	14,8
<b>Flygeaske</b>	0,0	0,0	0	0	40
<b>Grus 0-8</b>	960,0	950,0	922,0	892,0	878,0
<b>Pukk 8-16</b>	270,0	237,5	230,5	223,0	219,5
<b>Pukk 16-22</b>	665,0	684,0	663,8	642,2	632,2
<b>Vann</b>	187,0	178,0	170	165	165
<b>SP</b>	2	3	4	4,5	5
<b>L-stoff</b>				1	1
<b>v/c</b>	0,75	0,58	0,43	0,39	0,39
<b>SUM</b>	<b>2334,00</b>	<b>2357,50</b>	<b>2375,14</b>	<b>2332,34</b>	<b>2324,46</b>
<b>Matriks</b>	299,1	308,1	327,7	328,8	338,8

## NB 15: Totalt svinn



Figur 3-3: Totalt svinn som funksjon av sementtype og betongens effektive vanninnhold

# Redusert:

	<b>B30M60</b>		<b>B30M60-50red</b>	
	kg/m3	l/m3	kg/m3	l/m3
<b>Standard FA</b>	305,0	101,7	350,0	116,7
<b>Silika</b>	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Flygeaske</b>	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Grus 0-8</b>	950,0	355,8	1000,0	374,5
<b>Pukk 8-16</b>	237,5	89,0	420,0	157,3
<b>Pukk 16-22</b>	684,0	256,2	342,0	128,1
<b>Vann</b>	178,0	178,0	204,0	204,0
<b>SP</b>	3		3	
<b>L-stoff</b>		20		20
<b>v/c</b>	0,58		0,58	
<b>SUM</b>	<b>2357,50</b>	<b>1000,6</b>	<b>2319,00</b>	<b>1000,6</b>
<b>Matriks</b>	308,1		350,6	

- Øker svinn
- Øker risiko for at steinene kan synke, tidlig pussing
- Øker risiko for separasjon

# Betongresept

<b>Delmaterialer</b>	<b>kg</b>
<b>Standard FA</b>	<b>420</b>
<b>Mapeair 25 (1:9)</b>	<b>0,84</b>
<b>SX-23</b>	<b>6,30</b>
<b>Mapecrete SRA-N</b>	<b>4,20</b>
<b>0-2 mm Lysitt</b>	<b>1041,28</b>
<b>8-16 mm Lysitt</b>	<b>694,19</b>
<b>V/(c+s*2+F*,7)</b>	<b>0,490</b>
<b>Vann</b>	<b>205,0</b>
<b>SUM</b>	<b>2 362,0</b>

<b>Dato</b>	<b>Trykkfasthet, MPa</b>
14.05.2018	51,6
15.05.2018	50,8
22.05.2018	53,2
23.05.2018	54,8
24.05.2018	52
<b>Gj.snitt</b>	<b>52,48</b>
<b>Std.avvik</b>	<b>1,56</b>

# Plastisk svinn

Krav i NS-EN 13670

Herdeklasse 3 gjelder hvis ikke annet er oppgitt.

	Herdeklasse 1	Herdeklasse 2	Herdeklasse 3	Herdeklasse 4
Periode (timer)	12 <sup>a</sup>	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt
Prosentandel av spesifisert karakteristisk trykkfasthet etter 28 døgn	Ikke aktuelt	35 %	50 %	70 %

<sup>a</sup> Forutsatt at avbindingstiden ikke overskider 5 timer, og betongens overflatetemperatur er lik eller høyere enn 5 °C

# Krav i NS-EN 13670

Herdeklasse 3 gjelder hvis ikke annet er oppgitt.

	Herdeklasse 1	Herdeklasse 2	Herdeklasse 3	Herdeklasse 4
Periode (timer)	12 <sup>a)</sup>	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt
Prosentandel av spesifisert karakteristisk trykkfasthet etter 28 dager	Ikke aktuelt	35 %	50 %	70 %
Gulvklasse	I	II	III	IV <sup>1)</sup>
Rissvidde (mm)	≤ 0,3 <sup>2)</sup>	≤ 0,5	≤ 1,0	-
SvinnREF (%)	≤ 0,55	≤ 0,55	≤ 0,75	-
Armeringsmengde <sup>3)</sup>	3xA <sub>s,min</sub>	2xA <sub>s,min</sub>	1xA <sub>s,min</sub>	-
Minimumtykkelser (mm) for enkelt/dobbeltarmert gulv	100 /150	100,120 <sup>4)</sup> /150	100 /150	100
Bestandighetsklasse	M40/MF40	M40/MF40-M60	M40/MF40-M60	-
Herdeklasse	4	4	3	-

# Coop Rygge











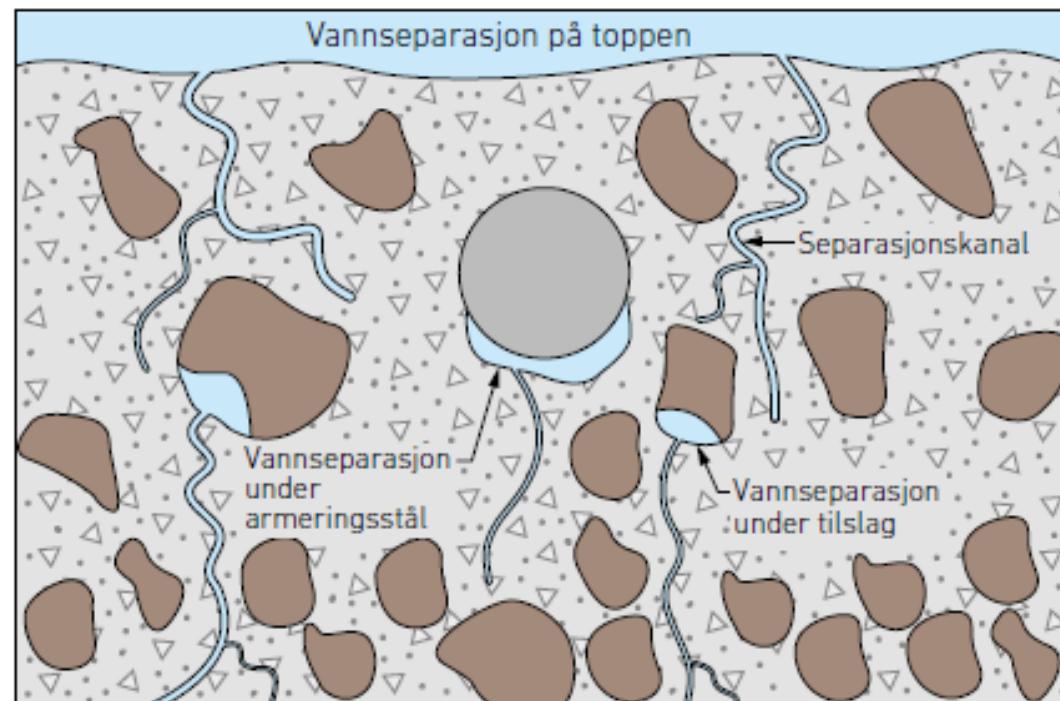


# Herdemembran



# Separasjon

- Mørtelseparasjoner
  - (For) lav viskositet i mørtel delen (0-8mm)
  - Steinen synker
  - Kan skje i all betong



# Separasjon



# Separasjon



# Separasjon



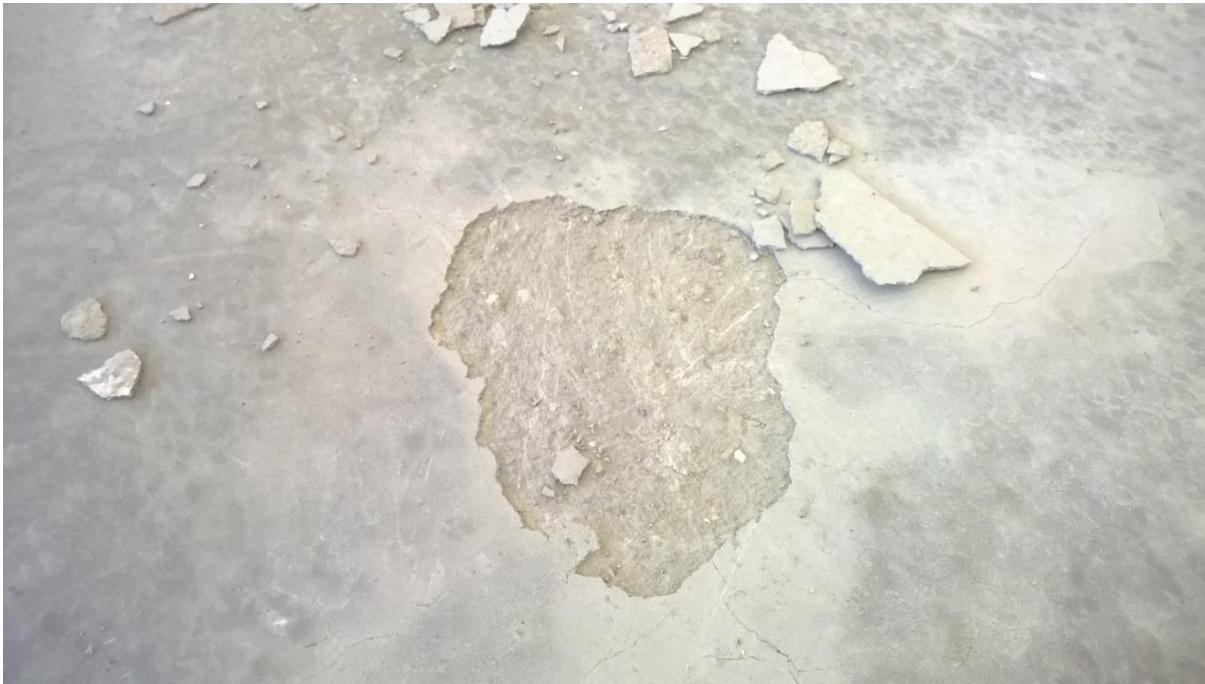
# Separasjon

NS-EN 13670

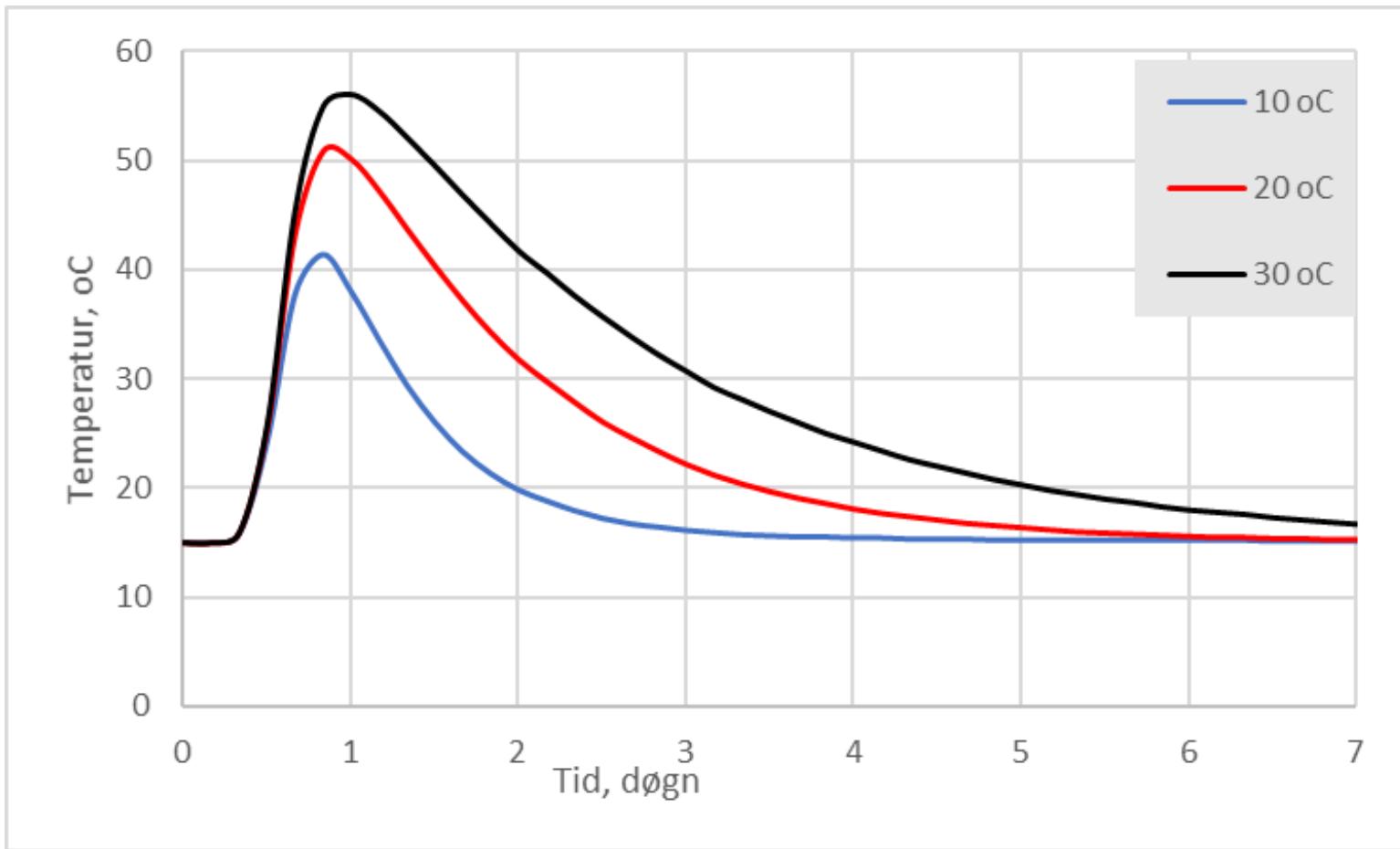
Skadelige endringer av den ferske betongen, for eksempel **separasjon, vannutskillelse**, tap av sementpasta eller andre endringer, skal holdes på et minimum under lasting, transport og lossing og under transport på byggeplassen.

**Betonen skal tåle å bli pumpet, lagt ut, vibrert og disset uten at den separerer**

# Delaminering

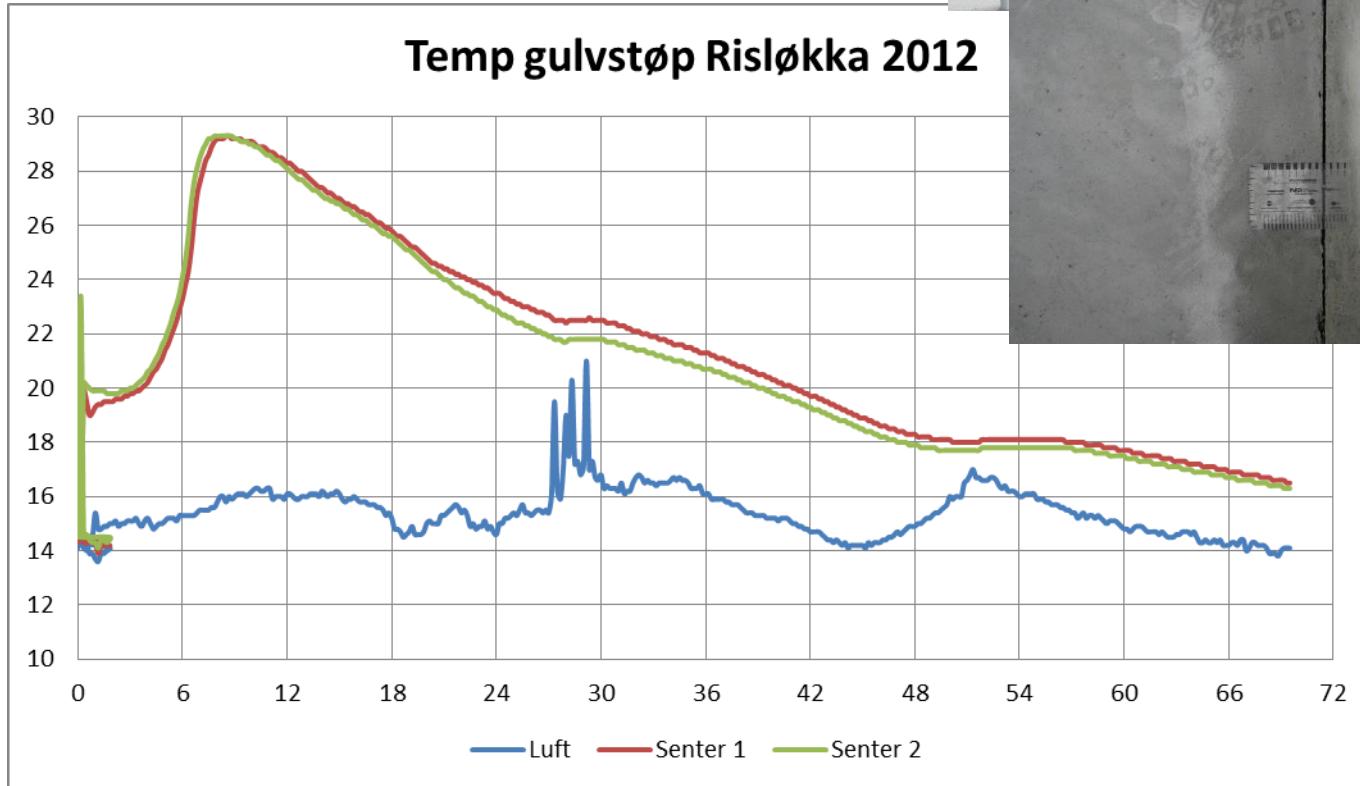
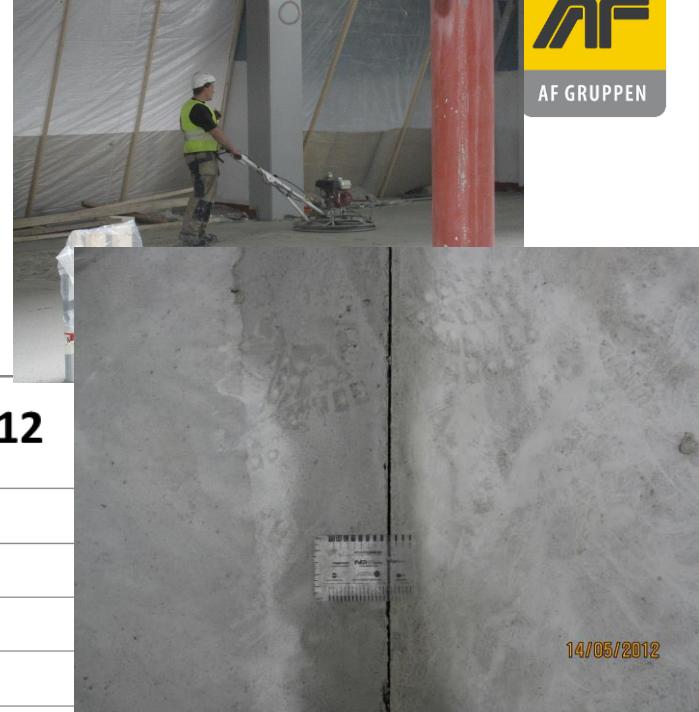


# Temperaturendringer i herdefasen



$$\Delta l = \Delta t \times \alpha T_{\text{bet}} \times L = (56-15) \times 1 \times 10^{-5} \times 20000 = 6,2 \text{ mm}$$

# Risløkka



$$\Delta l = \Delta t \times \alpha T_{\text{bet}} \times L = (29-16) \times 1 \times 10^{-5} \times 15000 = 1,95 \text{ mm}$$

# Uttørkingssvinn

## Kantreising



# Uttørkingssvinn

## Kantreising



# NB 15

## Hvordan unngå kantreising?

Kravet til maksimal rissvidde i Gulvklasse I er 0,3 mm. Det er imidlertid mulig å lage flytende gulv helt uten synlige riss dersom det brukes:

- Gulvklasse I og selvuttørkende betong og der uttørking i betongoverflaten hindres ved å legge herdeplastbelegg med  $s_d$ -verdi  $\geq 5\text{m}$  umiddelbart etter at herdetiltakene er avsluttet eller
- Gulvklasse I og legges  $6 \times A_{s,\min}$  som topparmering. Armeringen vil da være i stand til å fordele rissene med så små rissvidder at de er vanskelige å se

	Tykkelse, mm	Sd-verdi ( $\mu\cdot d$ )
"Åpen" Betongmaling	0,20	0,15
Silikatmaling	0,20	0,10
Fleksibel tykkfilmsmaling	1,60	0,79
Fleksibel tykkfilmsmaling	0,50	0,15
Fleksibel cementlateksbelegg	2,00	6,57
Fleksibel cementlateksbelegg	1,00	3,20
Acryl herdemembran	0,50	10,17
Acryl herdemembran	0,10	3,98
Vannbasert epoxy	0,10	1,13
Fleksibel PUR-membran	1,00	5,39
Fleksibel epoxy-membran	1,00	13,17
Epoxy kjemikalieresistent	1,00	28,19
Epoxy-lim	1,00	> 50



# Overflatebehandling av slipte gulv

Hva ønsker kunden?

- Hindre innntrengning av væske
  - Kaffe, rødvin, olje.....
- Estetikk
  - Farge, glans
  - UV-bestandig
- Friksjon
  - Ikke glatt men samtidig lett og gjøre rent
- Slitestyrke
- Begrense riss?

## Overflatebehandling av slipte golv

Hvilke materialer finnes?

- Olje
- Voks
- Lateks/acryl, enkomponent
- Silikon
- Hydrofobering
  - Silan, siloksan,
- «Vannglass»
- Herdeplast
  - Epoxy, acryl, polyuretan

Og det er mange mange spesialprodukter som er en blanding av flere av disse «råvarene





**VILKE KRAV SKAL OG KAN VI STILLE TIL PRODUKTER OG UTFØRELSE ?**

**HVORDAN BEHANDLES GULVET I BRUFSFASEN?**

# Bacheloroppgave 2016



Rune Haugen Vikan  
Carl Rasmus Thuresson  
Stian Kielland Garvik

"Kaffeflekker" på slipt betong

# Prøving

Betong: M60 og M40

Sliping: 400 og 3000 grit



# Prøving

## Kommersielle produkter

- 3 ulike hydrofoberinger
- 4 ulike «vannglass»
- 2 ulike herdeplaster
  - 2 forbruk
- 1 såpe

# Vurderinger

*Flekker* – Fargeforandring i betongen. Dette kan også defineres som forandringer i selve betongstrukturen.

- Ingen forandring gir 10 poeng.
- Tilfeldig/liten forandring gir 7 poeng.
- Permanent fargeforandring, flekk/etsning, gir 0 poeng.

*Glansforandring* – Hvordan utseendet påvirkes i forhold til glans/matthet.

- Ingen forandring gir 10 poeng.
- Tilfeldig forandring av glans, men som går tilbake til normalt utseende etter noen timer, gir 7 poeng.
- Permanent forandring i overflatens utseende/glans gir 0 poeng.

*Gjennomtrengning* – Testes etter at prøveelementene har blitt vasket og renset. Vann påføres for å se om betongoverflaten har blitt skadet. Om betongen har blitt skadet, vil dette ses gjennom at betongen blir mørkere på testområdet der den aktive substansen har blitt påført. En mørkning av dette området betyr dermed at betongen suger til seg vann.

- Testområdet viser ingen tegn til å suge til seg vann, området blir ikke mørkere. Dette gir 10 poeng.
- Testområdet suger til seg vann, området blir mørkere. Dette gir 0 poeng.

	M40, 400grit:	M40, 3000grit:	M60, 400grit:	M60, 3000grit:	Produktgjennomsnitt:
<b>Hydrofobering</b>	47 % 19 % 39 %	49 % 37 % 44 %	45 % 21 % 44 %	52 % <del>50 %</del> <del>50 %</del>	48 % <del>51 %</del> <del>53 %</del>
				<b>30 % reduksjon</b>	
<b>Vangglass</b>	55 % 41 % 36 % 56 %	55 % 50 % 50 % 58 %	68 % 32 % 51 % 55 %	60 % <del>50 %</del> <del>50 %</del> 55 %	60 % <del>51 %</del> <del>51 %</del> 56 %
				<b>50 % reduksjon</b>	
<b>Herdeplast</b>	97 % 100 % 86 % 92 % 99 %	97 % 100 % 90 % 91 % 96 %	93 % 100 % 89 % 90 % 100 %	93 % <del>100 %</del> <del>89 %</del> <del>89 %</del> 97 %	95 % <del>100 %</del> <del>91 %</del> <del>91 %</del> 98 %
				<b>95 % reduksjon</b>	
<b>Såpe</b>	40 %	50 %	42 %	47 %	45 %
<b>Ubehandlet betong</b>		27 %			27 %
<b>Overflategjennomsnitt:</b>	62 %	67 %	64 %	66 %	
<b>Gjennomsnitt Hydrofoberende :</b>	35 %	43 %	37 %	44 %	40 %
<b>Gjennomsnitt Impregninger:</b>	47 %	53 %	52 %	50 %	50 %
<b>Gjennomsnitt Filmdannende:</b>	95 %	95 %	94 %	95 %	95 %

## Eks. hydrofobering

Kaffe Rødvin Blåbær Cognac Matolje Sitronsaft Eddik Snus

15 Min

1 T

8 T

24 T



Eks. Vannglass

Kaffe Rødvin Blåbær Cognac Matolje Sitronsaft Eddik Snus

15 Min

1 T

8 T

24 T



## Eks. Vannglass

Kaffe Rødvin Blåbær Cognac Matolje Sitronsaft Eddik Snus

15 Min

1 T

8 T

24 T



Eks. ett lag herdeplast 0,1 kg/m<sup>2</sup>

Kaffe Rødvin Blåbær Cognac Matolje Sitronsaft Eddik Snus

15 Min

1 T

8 T

24 T



Eks. to lag herdeplast tot. 0,2 kg/m<sup>2</sup>

Kaffe Rødvin Blåbær Cognac Matolje Sitronsaft Eddik Snus

15 Min

1 T

8 T

24 T







