



# LUND UNIVERSITY

## Kalkutfällningar på putsade fasader (lägesrapport febr 1989)

Carlsson, Thomas

1989

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Carlsson, T. (1989). *Kalkutfällningar på putsade fasader (lägesrapport febr 1989)*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7024). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

*Total number of authors:*

1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
AVDELNINGEN FÖR BYGGNADSMATERIAL

---

KALKUTFÄLLNINGAR PÅ PUTSADE FASADER  
Lägesrapport, februari 1989

Thomas Carlsson

Intern rapport TVBM-7024

---



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
AVDELNINGEN FÖR BYGGNADSMATERIAL

---

CODEN: LUTVDG/(TVBM-7024)/1-11+bi1.)/1989/

KALKUTFÄLLNINGAR PÅ PUTSADE FASADER  
Lägesrapport, februari 1989

Thomas Carlsson

Intern rapport TVBM-7024

---



TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND

Byggnadsmateriallära

THOMAS CARLSSON

KALKUTFÄLLNINGAR PÅ PUTSADE FASADER

Lägesrapport, Februari 1989

Thomas Carlsson

## I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G

	FÖRORD	1
1	INLEDNING/BAKGRUND	2
1.1	Syfte	2
1.2	Hypotes	2
1.3	Variabler	3
2	ARBETSGÅNG	6
2.1	Underlag	6
2.2	Färg	6
2.3	Härddningstid/vattenbelastning	6
2.4	Bedömning/Dokumentation	7
3	RESULTAT/SLUTSATSER	7
3.1	Färgtyp	7
3.2	Relativ luftfuktighet	8
3.3	Färgens härddningstid/vattenbelastning	8
3.4	Fuktkvot i underlaget	9
3.5	Underlagets karbonatiseringsgrad	9
3.6	Speciella observationer	9
4	SAMMANFATTNING AV RESULTAT	10

BILAGA 1. Utfällning av kalcium-  
karbonat på betong

BILAGA 2. Försök 1

BILAGA 3. Försök 2

BILAGA 4. Försök 3

BILAGA 5. Försök 4

## FÖRORD

Puts- och Murverksforskningen vid avd för byggnadsmaterial LTH, initierades och finansieras av BFR och Föreningen Murat Byggande. Som en del av denna forskning drivs projektet "KALKUTFÄLLNINGAR PÅ PUTSADE FASADER".

Denna lägesrapport behandlar de inledande försöken inom detta projekt. Rapporten bör betraktas som ett diskussionsunderlag, närmast beroende på att resultat och framförda teorier inte har verifierats. För att täcka in så många variabler som möjligt i detta tidiga skede av projektet så har endast enkelprov utförts. Kontroll av resultat genom upprepning av försök har inte heller gjorts.

Trots de "osäkerheter" som nämnts ovan tror jag att rapporten kan tjäna väl som grund för diskussioner och fortsatta försök inom projektet.

Lund i februari 1989

Thomas Carlsson

## 1 INLEDNING/BAKGRUND

### 1.1 Syfte

Syftet med projektet är i första hand att utreda vilka betingelser som framkallar kalkutfällningar på oorganiska färger. I andra hand skall mekanismen studeras i detalj för att så småningom utmytna i råd och anvisningar för att undvika kalkutfällningar helt.

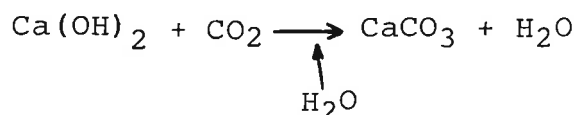
### 1.2 Hypotes

Det ursprungliga problemet är att vissa fasader utvecklar skador i form av kalkutfällningar.

En möjlig hypotes/mekanism till problemet ges av Paul Samuelsson i rapporten "Kalkutfällningar på betongytor" (1977). Som anges i titeln, gäller denna undersökning betongytor, men den framförda hypotesen kan troligen överföras även på putsade ytor som målats med oorganiska färger. Med utgångspunkt ifrån Samuelssons arbete kan följande hypotes ställas.

"Utfällningarna består av kalciumhydroxid som snabbt ombildas till kalciumkarbonat. Kalciumhydroxyden härstammar från kalken och/eller cementet. Både färgen och den underliggande putsen kan bidra till utfällningarna. En förutsättning för utfällningar är att det finns tillgång till fritt vatten som avdunstar från ytan. När skiktet närmast ytan har karboniserat bör utfällningarna reduceras kraftigt. Vid kraftig vattenbelastning bör dock kalciumhydroxid kunna transporteras fram till ytan (från okarboniserade delar längre in) och ge utfällningar."

Samuelsson (1977) anger följande formel vid bildandet av kalkutfällningar.



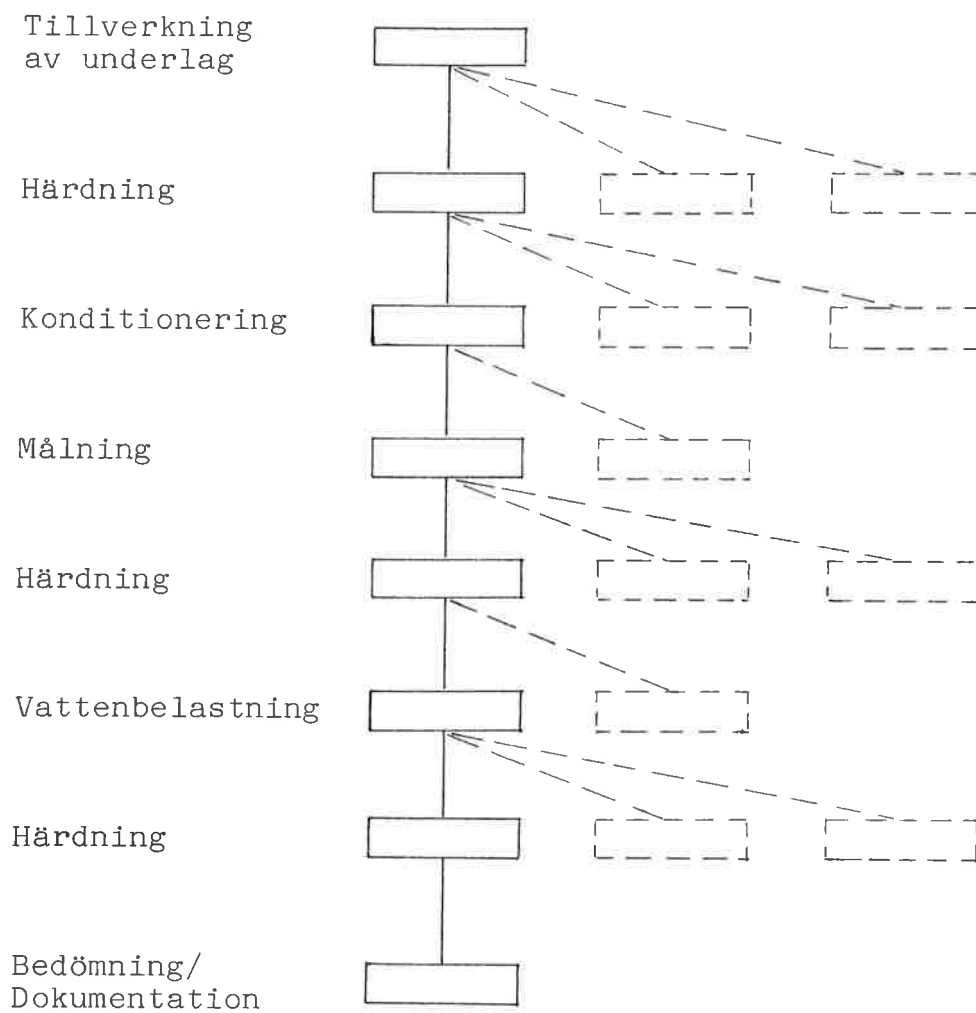


### 1.3 Variabler

Ett flertal variabler är tänkbara som "styrande" vid utvecklingen av kalkutfällningar. En fullständig undersökning skulle ge orimligt många varianter. Med stöd av Samuelsson (1977) har därför ett mindre antal variabler studerats, nämligen: relativ fuktighet vid applicering och härdning av färgen, underlagets karbonatiseringsgrad, material i färgen, fuktighetsgrad i underlaget, härdningstid för färgen samt storlek och varaktighet av vattenbelastning. Från denna samling av variabler har ytterligare ett stort antal varianter bortsållats, t ex har vattenbelastningens storlek endast studerats vid RF=65%, 1 dygns härdning av färgen och KC-färg. De undersökta varianterna framgår av tabell 1.

försök	underlag		färg	ytskikt		provning		efterhård. klimat %	kommentar
	klimat %	förvatt %		klimat %	antal lager	hård-tid tim.	belastning		
1	65	0;2	K;KC	65	1;2	4;8;24;72 168;336	7 gram	65	
1	95	0;2	K;KC	95	1;2	4;8;24;72 168;336	7 gram	95+65	
2	50	0;10	KC	50	2	4;24;96	3 tim	50	
2	50	0;10	KC	65	2	4;24;96	3 tim	65+50	
2	50	0;10	KC	95	2	4;24;96	3 tim	95+50	
3	50	0;5	KC	50	1;2	-	-	50	
3	65	0;5	KC	65	1;2	-	-	65	
3	95	0;2;4;5 6;8;10	KC	95	1;2	-	-	95	
3	65	5	KC	65	2	24	1;2;4;6;8 9;10;11;12 gram	65	
4	65	0;5	KC	50	2	4;-	15 min	50	även genomkarb.
4	65	0;5	KC	65	2	4;-	15 min	65	även genomkarb.
4	65	0;5	KC	95	2	4;-	15 min	95	även genomkarb.

TABELL 1. Sammanställning av provade varianter



FIGUR 2. Principskiss över arbetsgång

## 2            **ARBETSGÅNG**

### 2.1          **Underlag**

Princip över arbetsgången framgår av figur 2.

Underlagen har tillverkats av KC 50/50/650 vilket "gjutits" i petriskålar av plast. I botten på varje skål har först lagts 2 lager läskpapper för att ge möjlighet till bort sugning av överskottsvatten. Efter en avjämning av provytan har skålarna placerats i RF=95% under 1 dygn varefter de placerats i resp provningsklimat. I de fall fullständigt karbonatiserade underlag eftersträvats, har putsprover från tidigare undersökningar använts. Dessa prover är cirka 5 år gamla och garanterat genomkarbonatiserade. De färskaste underlagen tilläts härda tills vikterna stabiliserats, de flesta fall under 1 vecka, innan nästa moment.

Olika fuktighetsgrad i underlagen uppnåddes genom att olika mängder vatten tillfördes underlagen, vilka därefter fick konditionera under lock i minst 3 dygn. Observera att de i tabell 1 angivna fuktighetsgraderna ej är justerade för det bidrag till fuktkvoten som ges av resp klimat.

### 2.2          **Färg**

Färgen applicerades genom pensling i 2 lager med en mellanliggande torktid av cirka 1 dygn. Två färgtyper användes, kalkfärg och kalkcementfärg. I KC-färgen användes 18 liter vatten per 25 kg torrs substans. K-färgen blandades med 40 liter vatten per 25 kg torrs substans.

### 2.3          **Härdningstid/Vattenbelastning**

Vatten (avjouniserat) påföres provytorna efter olika lång härdningstid hos färgen. Härdningstiden varierar mellan 4 tim och 14 dygn. Vattenbelastningen har utförts på två principi-

ellt olika sätt. Det avgörande är om belastningens storlek räknas på mängden vatten eller den tid som "fritt vatten" förekommer på ytan. Om "fritt vatten" föreligger eller inte kan vara svårt att avgöra, vilket gör denna metod något osäker. För att hålla kvar vattnet på provytan tejpades en låg kant runt provet. Denna tejp togs bort då det inte längre förelåg någon risk för att vattnet skulle rinna av.

#### 2.4 Bedömning/Dokumentation

Kalkutfällningarnas allvarlighet har beskrivits i en skala från 0 till 9. 0 representerar ett felfritt prov medan 9 innebär mycket kraftiga utfällningar. Det bör påpekas att en fullt synbar skada i praktiken skulle hamna någonstans vid 1 eller 2 i min skala. Skadebedömningen utfördes i regel cirka 2 veckor efter själva provningstillfället. Vid de senast utförda försöken har även en kontinuerlig bedömning av skadeutvecklingen gjorts. Samtliga prover har dessutom fotograferats.

### 3. RESULTAT/SLUTSATSER

Vissa tendenser är möjliga att dra av de gjorda försöken. Enskilda försöksvärden avviker dock, samtidigt som för oss helt nya fenomen framkommit. Bland annat kan rena kulörskiftningar uppträda, skiftningar som alltså inte har något direkt med utfällningarna att göra. Detta gör att jag i denna rapport inte är beredd att ge några definitiva svar på de ursprungliga frågeställningarna.

Resultaten kommer nedan att diskuteras variabel för variabel utan några direkta exempel. För fullständiga resultat hänvisas till bilagor.

#### 3.1 Färgtyp

Prover målade med kalkfärg har inte i något fall utvecklat kalkutfällningar. Detta kan synas märkligt men stämmer väl med praktisk erfarenhet. Flera tänkbara orsaker till detta kan

framläggas. Den cement som ingår i kalkcementfärgen kan tjäna som katalysator. Det kan finnas skillnader i porstruktur mellan kalk- och kalkcementfärg vilket gör att färgens yta karbonatiserar snabbare i en kalkfärg. Olika porstrukturer kan också ge olika typer av fukttransport från underlaget till ytan. Vi har fått kännedom om skadefall där ytbehandlingen bestått av organisk färg, vilket visar att även underlaget har betydelse.

### 3.2 Relativ luftfuktighet

Utfällningarna är allvarligast på prover där såväl underlag som färg har fått härda i 95%. Detta kan förklaras med att uttorkningsprocessen är relativt långsam i detta klimat, vilket dels bromsar karbonatiseringsprocessen och dels leder till att stora mängder kalciumhydroxid kan lösas och transporteras till ytan. Smärre utfällningar har även framkommit i torrare klimat men då endast på prover där underlaget givits en förhöjd fuktkvot innan målningen eller extremt lång vattenbelastning använts.

### 3.3 Färgens härdningstid/Vattenbelastning

Allvarligheten hos kalkutfällningarna ökar kraftigt om provena vattenbelastas tidigt. Med tidig vattenbelastning menas inom 1 à 2 dygn efter målning. Efter denna tid tycks belastningen spela en mindre roll. Orsakerna torde vara uppenbara, dvs låg karbonatiseringsgrad och goda möjligheter för kalciumhydroxiden att ta sig till provets yta. I praktiken finns det dock fall där vattenbelastning efter betydligt längre tid har framkallat utfällningar.

Som jag tidigare nämnt så kan vattenbelastning göras på olika sätt, vilket ger olika typer av kalkutfällning. Om man låter provytan vara täckt av vatten under lång tid och därefter relativt snabb uttorkning fås en "lös" utfällning. Denna "lösa" utfällning kan lätt borstas bort eller spolats bort av t ex slagregn. Låter man däremot provytan torka långsamt, t ex

genom att placera provet i hög luftfuktighet, fås en "fast" utfällning som ej kan borstas bort utan att färgskiktet skadas. Det är alltså inte nödvändigt att vattenbelasta proverna för att kalkutfällningar skall utvecklas. Det räcker med fuktigt klimat och/eller tillräckligt med fukt i underlaget så ytan ej får tillfälle att torka för snabbt. En möjlig förklaring till fenomenet med "lösa" och "fasta" utfällningar ges i bilaga 1 av O Petersson, Byggnadsmateriallära, LTH.

#### 3.4 Fuktkvot i underlaget

Underlagets fuktkvot inverkar på uppkomsten av utfällningar på ett indirekt sätt. Om tillräckligt mycket överskottsvatten finns i underlaget hjälper detta till att hålla provytan fuktig och därigenom framkalla utfällningar. Skulle det däremot finnas alltför mycket vatten i underlaget tycks detta förhindra uppkomsten av utfällningar. Någon särskild försöksserie för kontroll av detta har inte genomförts, varför fenomenet ännu så länge är outrett.

#### 3.5 Underlagets karbonatiseringsgrad

Prover där underlaget varit helt genomkarbonatiserat innan målningen uppvisar inga kalkutfällningar. Det finns helt enkelt inte tillräckligt med kalciumhydroxid i underlag plus färg för att utfällningar ska kunna uppkomma. Erfarenheter från praktikfall visar dock en annan bild. Gamla putsytor som troligen varit genomkarbonatiserade har efter ommålning utvecklat kalkutfällningar.

#### 3.6 Speciella observationer

Några speciella observationer har gjorts.

- 1 eller 2 lager färg ger olika allvarlighetsgrad på utfällningarna. Oftast ger 2 lager allvarligare skada men det finns prover där förhållandet är tvärtom.

- Vissa prover får "prickiga" utfällningar, dvs utfällningarna uppträder som mm stora öar på en i övrigt oskadad yta.
- Prover som varit torra vid målningen får en ljusare kulör än förvattnade prover.
- Prover som varit belysta (fotolampor) under tiden närmast efter vattenbelastning, uppvisar avvikande resultat. Detta beror troligen på den temperaturhöjning av provytan som lamporna ger, vilket i sin tur ger lägre relativ luftfuktighet.

Ingen av dessa speciella observationer har studerats närmare.

#### 4 SAMMANFATTNING AV RESULTAT

Som jag tidigare nämnt är jag inte beredd att dra några definitiva slutsatser utifrån hittills utförda försök. Problematiken kring kalkutfällningar har visat sig vara mer komplicerad än vad som antogs från början. Detta gäller såväl teori som försöksutförande.

Det viktigaste kriteriet för om kalkutfällningar uppstår eller ej tycks dock vara den tid som färgytan hålles fuktig (kombination av relativ fuktighet och fuktmängd i underlaget).

#### 5 FRAMTIDA PLANERING

Den närmaste fortsättningen på projektet anser jag vara att verifiera de tendenser som hittills visat sig. Genom att upprepa vissa försök, möjligen med en något modifierad metod och dubbel- eller trippelprover, bör tendenserna kunna upphöjas till slutsatser. Som ett andra steg i denna kontroll bör de speciella observationer som tidigare nämnts utredas närmare.



Vissa kompletteringar till tidigare försök skall också göras. Detta gäller andra material i underlag, karbonatiseringsgrad samt prov med cementfärg. Eventuellt kan även olika blandningsförhållande mellan kalk och cement i färgen komma ifråga.

Det har visat sig att bedömningen vid små utfallsgrader, dvs grad 0-2, behöver detaljeras mera. Detta område är speciellt intressant eftersom skadefall i praktiken i de flesta fall hamnar inom intervallet 0-2. Möjligheterna att bedöma kulörskiftningar på maskinell väg skall undersökas.

OLLE PETERSON  
LTH  
1988-09-07

## Utfällning av kalciumkarbonat på betong

### 1. Kalciumhydroxid i betongvatten

Under betongens hårdnande är majoriteten av kalciumjonerna i betongvattnet bundna till hydroxidjoner.

Om cementet har normal alkalihalt kan rent av hydroxidhalten i vattnet vara så hög att kalciumhydroxidens löslighet är märkbart begränsad.

I rent vatten är lösligheten hos kalciumhydroxid 0,02 mol per liter, d v s

$0,02 \times 74 = 1,48$  gram per liter.

Det svarar mot en löslighetsprodukt av

$$\begin{aligned} (\text{Ca}^{2+}) \times (\text{OH}^-)^2 &= 0,02 \times 0,04^2 = \\ &= 32 \times 10^{-6} \text{ mol}^3 \text{ liter}^{-3} \end{aligned}$$

Kalciumhydroxid är således ganska lös i rent vatten. Lösningens pH-värde borde vara ungefär 12,6.

I betong finns alkaliföreningar som kan bidra med hydroxidjoner. I huvudsak kan man säga att varje gång hydroxidkoncentrationen fördubblas, minskas kalciumjonkoncentrationen med faktorn 4.

### 2. Koldioxid i vatten på betong

Om en nyligen avformad betongyta utsättes för vatten i form av regn eller dagg får man räkna med att vattnet

dels kommer att uppta kalciumhydroxid från den nyhårdnade betongen,

dels kommer att uppta koldioxid från den omgivande luften.

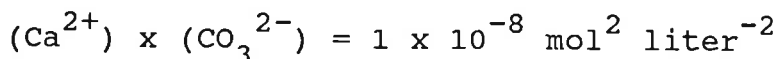
I vilken form koldioxiden kommer att förekomma i vattnet beror på vattnets halt av vätejoner och hydroxidjoner.

Är pH-värdet lägre än 6,37 kommer koldioxiden att förekomma som löst gas och som kolsyra.

Vid pH-värden mellan 6,37 och 10,25 föreligger kolsyran som hydrokarbonatjoner (också kallade bikarbonatjoner).

I båda fallen kan vattnet få innehålla kalciumjoner utan att några fasta föreningar behöver falla ut.

Överstiger pH-värdet 10,25 föreligger större delen av koldioxiden som karbonatjoner, och nu blir det aktuellt att kalciumjoner kan bilda ett fast kalciumkarbonat med dessa karbonatjoner. Löslighetsprodukten



Flera olika former av kalciumkarbonat kan bildas. Löslighetsprodukten gäller mineralet kalцит, men det är vanligt att i stället ett annat mineral med samma sammansättning men annan ordning, aragonit, bildas. I båda fallen gäller att kalciumkarbonatet är väsentligt mera svårslösligt i vatten med relativt högt pH-värde än kalciumhydroxiden. Är pH-värdet **mycket** högt kan hydroxiden bli den mest svårslösliga av de två kalciumföreningarna.

### 3. I vilken form bildas kalciumkarbonat?

Frågan avser inte kristallformen, eftersom under alla förhållanden flera mineral kan bildas.

I stället avses hur fast förankrat mineralet blir vid betongytan.

#### 3.1 Fastsittande mineral

Förenklat kan sägas, att om ett vatten med hög halt av koldioxid bringas i beröring med nyli- gen hårdnad betong kommer kalciumjoner och hydroxidjoner från betongen att lösas i vattnet. Så snart koncentrationen av kalciumjoner blivit tillräckligt hög, samtidigt som vattnets pH-värde bringats upp i karbonatområdet (över 10,25) finns förutsättningar för att fast mineral skall fällas ut. Det är då rimligt att mineralet "växer fast" på betongytan.

### 3.2 Löst liggande mineral

Om vattnet tidigt upptar kalciumhydroxid och därefter från ytan tar upp koldioxid ur luften, är det rimligt att mineralet bildas på vattenytan, ofta som ett på ytan simmande "skinn".

När vattnet senare avdunstar, landar mineralhuden på betongytan. Någon vidhäftning uppkommer inte, och det är i allmänhet lätt att bors- ta bort den vita beläggningen.

### 3.3 Osynlig karbonatisering

Om betongen inte upptagit så mycket vatten att ett sammanhängande lager täcker betongytan, utan endast så mycket att betongens ytskikt blivit impregnerat, kan detta vatten såväl upptag kalciumhydroxid från betongen som koldioxid ur luften.

Fastsittande mineral bildas även då, men inne i ytlagrets porsystem. Med tiden förbrukas de ämnen som i likhet med kalciumhydroxid kan avge kalciumjoner och hydroxidjoner till vatten.

Till sist blir dessa basiska mineral så svåråtkomliga att ett regn eller en daggbeläggning inte på rimlig tid kan ta upp kalciumjoner eller hydroxidjoner från betongen. Betongen har nu blivit resistent mot vita utfällningar.

Man skall vara klar över att betongen knappast blir resistent under obegränsad tid. En **mycket** långvarig vattenbelastning kan fortfarande lösa ut kalciumhydroxid ur betongytan, men risken för att detta skall inträffa blir allt mindre. Betongen blir allt mer beständig också mot verkan av utlakning från nederbörd, medan den alldeles färskaste betongen är mer utsatt för materialförlust vid långvarig vattenbelastning.

**Underlag**

Underlagen tillverkades av KC 50/50/650 vilken "gjöts" i petriskålar av plast. I botten på varje skål har först lagts 2 lager läskpapper. Efter 1 dygns härdning i RF=95% T=20°C placerades hälften av proverna i RF=65%, T=20°C. Proverna fick härda i resp klimat cirka 1 vecka innan målning. Cirka 18 timmar före första målningstillfället förvattnades vissa underlag.

**Målning**

Såväl kalk- som kalkcementfärg målades i 2 lager med 1 dygns mellantork. Proverna befann sig hela tiden i resp provningsklimat. KC-färgen blandades med 18 liter vatten per 25 kg torrsubstans. K-färgen blandades med 40 liter vatten per 25 kg torrsubstans.

**Härdningstid/Vattenbelastning**

Varje prov vattenbegjöts med 7 gram vatten (~1.1 kg/m<sup>2</sup>). Vattnet sprutades på i ett jämnt lager så att en "fri vattenyta" uppstod. Vattenbelastningen gjordes vid 4 tim, 8 tim, 1 dygn, 3 dygn, 7 dygn samt 14 dygn efter sista målningstillfället (1 tillfälle per prov).

**Efterhärdning**

Proverna fick efter vattenbegjutningen härda i 3 dygn i resp klimat varefter samtliga prover förvarades i RF=65%, T=20°C.

### **Särskilda tester**

Prov gjordes med 1 lager färg, kraftig bevattning mellan målningarna samt ingen vattenbelastning. Vid besök på CEMLAB i Slite gavs tillfälle att SEM-fotografera ett prov, nr 209, samt analysera samma prov i röntgendiffraktor. Det konstaterades att provets utfällningar troligen består av kalciumkarbonat.

RESULTAT, FÖRSÖK 1

Nr	Klim	Färg	För- vattn	Härdsn- tid	Bedöm- ning	Kommentar
200	95%	KC		4 tim	6	
201	95%	KC		8 tim	4	
202	95%	KC		1 dygn	2	
203	95%	KC		3 dygn	2	
205	95%	KC		7 dygn	2	
206	95%	KC		14 dygn	2	
207	95%	KC			2	- ej vattenbelastad
204	95%	KC			4	- 1 lager, ej vatt.bel
209	95%	KC			8	- kraftig bevattn
210	95%	KC	~2%	4 tim	5	mellan färglager
211	95%	KC	~2%	8 tim	3	
213	95%	KC	~2%	1 dygn	2	
214	95%	KC	~2%	3 dygn	2	
215	95%	KC	~2%	7 dygn	2	
216	95%	KC	~2%	14 dygn	2	
217	95%	KC	~2%		3	- ej vattenbelastad
219	95%	KC	~2%		5	- 1 lager, ej vatt.bel
212	95%	KC	~2%		8	- kraftig bevattn mellan färglager

Nr	Klim	Färg	För- vattn	Härdn- tid	Bedöm- ning	Kommentar
220	95%	K		4 tim	0	
221	95%	K		8 tim	0	
222	95%	K		1 dygn	0	
223	95%	K		3 dygn	0	
224	95%	K		7 dygn	0	
225	95%	K		14 dygn	0	
226	95%	K			0	- ej vattenbelastad
230	95%	K	~2%	4 tim	0	
231	95%	K	~2%	8 tim	0	
232	95%	K	~2%	1 dygn	0	
233	95%	K	~2%	3 dygn	0	
234	95%	K	~2%	7 dygn	0	
235	95%	K	~2%	14 dygn	0	
236	95%	K	~2%		0	- ej vattenbelastad
260	65%	K		4 tim	0	
261	65%	K		8 tim	0	
262	65%	K		1 dygn	0	
263	65%	K		3 dygn	0	
264	65%	K		7 dygn	0	
265	65%	K		14 dygn	0	
266	65%	K			0	- ej vattenbelastad
270	65%	K	~2%	4 tim	0	
271	65%	K	~2%	8 tim	0	
272	65%	K	~2%	1 dygn	0	
273	65%	K	~2%	3 dygn	0	
274	65%	K	~2%	7 dygn	0	
275	65%	K	~2%	14 dygn	0	
276	65%	K	~2%		0	- ej vattenbelastad



Nr	Klim	Färg	För- vattn	Härdsn- tid	Bedöm- ning	Kommentar
240	65%	KC		4 tim	5	
241	65%	KC		8 tim	3	
242	65%	KC		1 dygn	2	
243	65%	KC		3 dygn	2	
244	65%	KC		7 dygn	2	
245	65%	KC		14 dygn	2	
247	65%	KC			2	- ej vattenbelastad
246	65%	KC			4	- 1 lager, ej vatt.bel
251	65%	KC			6	- kraftig bevattn
248	65%	KC	~2%	4 tim	4	mellan färglager
249	65%	KC	~2%	8 tim	3	
252	65%	KC	~2%	1 dygn	2	
253	65%	KC	~2%	3 dygn	2	
254	65%	KC	~2%	7 dygn	2	
255	65%	KC	~2%	14 dygn	2	
257	65%	KC	~2%		2	- ej vattenbelastad
259	65%	KC	~2%		4	- 1 lager, ej vatt.bel
258	65%	KC	~2%		6	- kraftig bevattn mellan färglager

### Underlag

Underlagen tillverkades av KC 50/50/650 vilken "gjöts" i petriskålar av plast. I botten på varje skål har först lagts 2 lager läskpapper. Efter 1 dygns härdning i RF=95%, T=20°C placerades samtliga prover i RF=50%, T=20°C tills vikterna stabiliserats (proverna torkat helt, cirka 6 dygn). Därefter vattnades vissa prover så att 10% fuktkvot uppnåddes. Proverna fick konditionera under lock i 3 dygn. Strax före målningen överfördes ett antal prover till RF=95%, T=20°C resp RF=65%, T=20°C.

### Målning

Proverna målades med KC-färg, 18 liter vatten per 25 kg, i 2 lager med 1 dygns mellantork.

### Härdningstid/Vattenbelastning

Vatten sprutades på proverna varvid en "fri vattenyta" uppstod. Mängden vatten avpassades så att samtliga prover, oavsett härdningsklimat och underlag, utsattes för cirka 3 timmars belastning med fritt vatten. Detta innebär att vattenmängden varierade mellan 5.0 gram ( ~0.8 kg/m ) och 14.3 gram ( ~2.2 kg/m ). Proverna bevattnades vid 4 tim, 1 dygn resp 4 dygn efter sista målningstillfället. Varje prov vattnades endast en gång.

### Efterhärdning

Proverna fick efter vattenbegjutningen härda i resp klimat under 3 dygn varefter de flyttades till RF=50%, T=20°C.

RESULTAT, FÖRSÖK 2

Nr	Klim	För- vattn	Härdn- tid	Bedöm- ning	Kommentar
418	50-95%		4 tim	3	blandad fällning
419	50-95%		1 dygn	2	fast fällning
422	50-95%		4 dygn	2	" "
423	50-95%			2	" "
408	50-95%	~10%	4 tim	4	" "
409	50-95%	~10%	1 dygn	4	" "
410	50-95%	~10%	4 dygn	6	" "
411	50-95%	~10%		7	" "
414	50-65%		4 tim	4	blandad fällning
417	50-65%		1 dygn	2	lös fällning
420	50-65%		4 dygn	2	" "
421	50-65%			0	
405	50-65%	~10%	4 tim	2	blandad fällning
406	50-65%	~10%	1 dygn	1	" "
407	50-65%	~10%	4 dygn	1	" "
404	50-65%	~10%		0	
412	50%		4 tim	3	lös fällning
413	50%		1 dygn	2	" "
415	50%		4 dygn	2	" "
416	50%			0	
400	50%	~10%	4 tim	4	lös fällning
401	50%	~10%	1 dygn	2	" "
402	50%	~10%	4 dygn	2	" "
403	50%	~10%		0	

**Underlag**

Underlagen tillverkades av KC 50/50/650 vilken "gjöts" i petriskålar av plast. I botten på varje skål har först lagts 2 lager läskpapper. Efter 1 dygns härdning i RF=95%, T=20°C placerades underlagen i RF=50%, RF=65% resp. RF=95%. Då vikterna stabiliserats (cirka 1 vecka) förvattnades vissa prover till olika fuktkvot. Efter 3 dagars konditionering under lock målades proverna.

**Målning**

Proverna målades med KC-färg (18 liter vatten per 25 kg) i såväl 1 som 2 lager med i förekommande fall 1 dygns mellantork. Efter sista målningstillfället flyttades ett antal prover till RF=95%, T=20°C.

**Härdningstid/Vattenbelastning**

Ingen vattenbelastning förekom.

**Efterhärdning**

Proverna härdades i resp klimat under 2 veckor varefter samtliga provkroppar samlades i RF=65%, T=20°C.

RESULTAT, FÖRSÖK 3 A

Nr	Klim	Förvattn.	Ant strykn	Bedöm- ning	Kommentar
504	50%		1	0	
505	50%		2	0	
506	50%	4.9%	1	0	
507	50%	4.9%	2	0	
554	65%		1	0	
555	65%		2	0	
556	65%	4.7%	1	0	
557	65%	4.7%	2	0	
510	95%		1	1	
511	95%		2	1	
532	95%	5.1%	1	2P	
533	95%	5.3%	2	6	
500	50-95%		1	1	
501	50-95%		2	1	
502	50-95%	4.7%	1	1P	
503	50-95%	5.0%	2	2	
540	65-95%		1	1	
541	65-95%		2	1	
542	65-95%	4.8%	1	1P	
543	65-95%	4.9%	2	2	
512	95%	2.2%	1	5	
513	95%	2.0%	2	4	
514	95%	4.1%	1	3P	
515	95%	4.0%	2	5	
516	95%	6.0%	1	1P	
517	95%	6.1%	2	6	
518	95%	8.3%	1	0	
519	95%	8.0%	2	4	
520	95%	10.0%	1	0	Blankfläckar
521	95%	10.0%	2	2	

UTFALLS-SCHEMA, FÖRSÖK 3 A

Tid efter 1:a måln (tim)	8	24	27	45	72	115	
Tid efter 2:a måln (tim)			3	21	48	91	116
504	0	0	0	0	0	0	
505	0	0	0	0	0	0	0
506	0	0	0	0	0	0	
507	0	0	0	0	0	0	0
554	0	0	0	0	0	0	
555	0	0	0	0	0	0	0
556	0	0	0	0	0	0	
557	0	0	0	0	0	0	0
510	0	1	1	1	1	1	
511	0	2	1	1	1	1	1
532	0	1	1	2P	2P	2P	
533	0	1	2	5	5	6	6
500	0	0	1	1	1	1	
501	0	0	0	1	1	1	1
502	0	1P	1P	1P	1P	1P	
503	0	0	1	2	2	2	2
540	0	0	0	1	1	1	
541	0	0	0	1	1	1	1
542	0	1	1	1P	1P	1P	
543	0	0	0	1	2	2	2
512	0	4	4	4	5	5	
513	0	4	2	3	3	4	4
514	0	3P	3P	3P	3P	3P	
515	0	3P	2	4	5	5	5
516	0	0	1P	1P	1P	1P	
517	0	0	2	5	5	6	6
518	0	0	0	0	0	0	
519	0	0	2	3	4	4	4
520	0	0	0	0	0	0	
521	0	0	0	2	2	2	2

**Underlag**

Underlagen tillverkades av KC 50/50/650 vilken "gjöts" i petriskålar av plast. I botten på varje skål har först lagts 2 lager läskpapper. Efter 1 dygns härdning i RF=95%, T=20°C placerades underlagen i RF=65%, T=20°C. Då vikterna stabiliserats (cirka 1 vecka) förvattnades provkropparna till 5% fuktkvot. Efter 3 dagars konditionering under lock målades proverna.

**Målning**

Proverna målades med KC-färg (18 liter vatten per 25 kg) i 2 lager med 1 dygns mellantork.

**Härdningstid/Vattenbelastning**

Proverna vattenbegjöts efter 1 dygns härdning med mellan 1.0 gram ( $\sim 0.2 \text{ kg/m}^2$ ) och 12.4 gram ( $\sim 1.9 \text{ kg/m}^2$ ) vatten.

**Efterhärdning**

Proverna härdades i RF=65%, T=20°C.

RESULTAT, FÖRSÖK 3 B

Nr	Klim	Förvattn	Belastn (gram)	Bedöm- ning	Kommentar
550	65%	4.8%	1.0	0	inget fritt vatten
549	65%	4.7%	2.0	1	20 sek "
548	65%	5.0%	4.1	1	1 min "
547	65%	4.8%	6.3	1	2 min "
546	65%	4.7%	8.2	2	3 min "
551	65%	4.9%	9.0	1	10 min "
545	65%	4.9%	10.0	1	15 min "
552	65%	4.9%	11.0	1	15 min "
544	65%	4.8%	12.4	1	60 min "



UTFALLS-SCHEMA, FÖRSÖK 3 B

Tid efter 1:a måln (tim)	8	24	27	45	72	115	140
Tid efter 2:a måln (tim)			3	21	48	91	116
Tid efter vattenbelastn (tim)					22	65	90
	550	0	0	0	0	0	0
	549	0	0	0	0	1	1
	548	0	0	0	0	1	1
	547	0	0	0	0	1	1
	546	0	0	0	0	1	1
	551	0	0	0	0	1	1
	545	0	0	0	0	0	1
	552	0	0	0	0	0	1
	544	0	0	0	0	0	1

### Underlag

Underlagen tillverkades av KC 50/50/650 vilken "gjöts" i petriskålar av plast. I botten på varje skål har först lagts 2 lager läskpapper. Efter 1 dygns härdning i RF=95%, T=20°C flyttades underlagen till RF=65%, T=20°C.

Då vikterna stabiliserats (cirka 1 vecka) förvattnades hälften av provkropparna till 5% fuktkvot. Efter 3 dygns konditionering under lock målades proverna. I samband med målningen utplacerades proverna i RF=50%, RF=65% resp RF=95%.

Förutom de nytillverkade underlagen användes putsprover från en cirka 5 år gammal provning. Dessa prover är tillverkade av KC-puts och har lagrats i RF=65%, T=20°C. Vid fenolftaleinprov konstaterades en fullständig genomkarbonatisering av dessa prover. Hälften av proverna förvattnades till 5% fuktkvot varefter samtliga prover utplacerades i RF=50%, RF=65% resp RF=95%. Efter 3 dygns konditionering under lock målades proverna.

### Målning

Proverna målades med KC-färg (18 liter vatten per 25 kg) i 2 lager med 1 dygns mellantork.

### Härdningstid/Vattenbelastning

Hälften av proverna belastades efter 4 timmars härdning av färgen. Belastningen utfördes genom upprepad sprayning av vatten på provytan. Ytan hölls nätt och jämnt "vattenblank" under 15 minuter. Mängden vatten varierar mellan 0.6 gram (~0.2 kg/m) och 5.0 gram (~0.8 kg/m).

## **Efterhärdning**

Proverna härdades i resp klimat under 2 veckor varefter samtliga prover samlades i RF=50%, T=20° C.

RESULTAT, FÖRSÖK 4

Nr	Klimat	Förvattn %	Belastn gram	Bedöm- ning	Kommentar
601	50%		5.0	1	
603	50%	5.1		0	ljus kulör
604	50%	5.2	3.9	0+	
605	65%			0	ljus kulör
606	65%		3.9	0+	
607	65%	5.2		0	ljus kulör
610	65%	5.2	3.3	0+	
611	95%			1	
615	95%		2.5	5	
616	95%	5.3		4	
617	95%	5.3	1.3	5	
620	50%			0	ljus kulör
621	50%		0.9	0	
622	50%	5.1		0	ljus kulör
623	50%	5.0	1.3	0	
624	65%			0	ljus kulör
625	65%		0.7	0	
626	65%	5.1		0	ljus kulör
627	65%	5.2	1.0	0	
628	95%			0	ljus kulör
629	95%		0.6	0	
630	95%	5.9		0	
631	95%	5.6	0.7	0+	

Underlagen till 620-631 är genomkarbonatiserade.  
Kulörskiftningarna är mest utpräglade på 50%-proverna  
och minst på 95%-proverna.

UTFALLS-SCHEMA, FÖRSÖK 4

Nr	Före 2:a måln	Före vatt. -bel	1 tim	16 tim	41 tim	192 tim	Kommentar
601	0	0	0	1	1	1	
603	1	0	0	0	0	0	ljus kulör
604	1	0	0	0+	0+	0+	
605	0	0	0	0	0	0	ljus kulör
606	0	0	0	0+	0+	0+	
607	1	0	0	0	0	0	ljus kulör
610	1	0	0	0+	0+	0+	
611	2	0+	0+	1	1	1	
615	2	0+	0	4	5	5	
616	1P	1	3	3	4	4	P=prickig
617	2P	1	0	5	6	5	P=prickig
620	0	0	0	0	0	0	ljus kulör
621	0	0	0	0	0	0	
622	0	0	0	0	0	0	ljus kulör
623	0	0	0	0	0	0	
624	0	0	0	0	0	0	ljus kulör
625	0	0	0	0	0	0	
626	0	0	0	0	0	0	ljus kulör
627	0	0	0	0	0	0	
628	0	0	0	0	0	0	ljus kulör
629	0	0	0	0	0	0	
630	0	0	0	0	0	0	
631	0	0	0	0	0+	0+	