

**FUKTTRANSPORTEGENSKAPER HOS BETONG MED OLIKA  
BINDEMEDEL  
– Koppmätningar för betonger med vbt 0.36**

Uppdragsgivare: Polygon AK

2019-12-03

Lars-Olof Nilsson

## Förord

I byggbranschen görs idag sofistikerade fuktberäkningar av hur byggfukt i betong omfördelas efter applicering av avjämning och olika typer av golvmaterial. För detta krävs tillgång till detaljerade fuktegenskaper hos ingående material. För särskilt betong med nya bindemedel saknas i stort sett data för fukttransportegenskaper helt.

På uppdrag av Polygon AK, genom Kent Bergström, har undertecknad tidigare undersökt om "burkmetoden" kan användas för att kvantifiera fukttransportegenskaper hos betong och vilka begränsningar metoden har. Metoden verifierades då också genom att göra jämförande mätningar på samma betonger med den klassiska koppmetoden.

De tidigare mätningarna gjordes på betonger med Bascement och olika vct. Nu har nya koppmätningar gjorts för två betonger med andra bindemedel och vct 0.36.

Lars-Olof Nilsson

Innehållsförteckning

Förord .....	1
Bakgrund .....	3
Material .....	3
Provkroppar .....	3
Viktändringar .....	4
Utvärdering.....	5
Kommentarer .....	6
Referenser .....	7
Bilaga 1 Betongskivor och koppar .....	8

## Bakgrund

I en tidigare undersökning av Burkmetoden, som beskrivs i Rapport 1923, gjordes verifierande koppmätningar för fyra Bascementbetonger med olika vct. Nu har koppmätningar gjorts för två nya betonger med andra bindemedel, "Floridacement" (OPC) och "Byggcement" (OPC med kalkstensfiller). De två nya betongerna har vct 0.36. En av de fyra Bascementbetongerna har samma vct varför resultaten jämförs med denna.

## Material

Kent Bergström, Polygon AK, har tillhandahållit burkar med två nya betonger med andra bindemedel än de tidigare testade Bascementbetongerna. Betongerna är alla tillverkade av Cementa AB, härdade i förseglade plåtburkar cirka ett år och testade med Burkmetoden under cirka en månad. De tre betonger som redovisas i denna rapport beskrivs i nedanstående tabell.

TABELL I De tre betongerna

Betong	vct	C (kg/m <sup>3</sup> )	Bindemedel	Tillsatsmaterial
11	0.36	510	CEM II/A-LL 42,5 R ("Byggcement")	Kalkstensfiller, ca 5-10 %
18	0.36	510	CEM I 52,5 R OPC ("Floridacement")	
10	0.36	510	CEM II/A-V 52,5 N. ("Bascement")	Flygaska, ca 10-15 %

## Provkroppar

Ur betongen i plåtburkarna borrades först ut en 95 mm borrhärna, med vattenkylning. Därefter sågades ca 30 mm tjocka skivor ur denna borrhärna. Eftersom betongburken också innehöll horisontella rör för RF-mätningar kunde inte alla skivor användas; Fyra skivor per betong var användbara.

Betongskivorna dokumenterades genom att tjockleken bestämdes med skjutmått på ett antal ställen. Den översta skivan i respektive borrhärna har en ojämn överyta efter att ha varit i kontakt med burkens plåtlock under härdningen, se foton i Bilaga 1.

Betongskivorna kantförseglades med Platon Tätband och placerades på en glaskopp innehållande en mättad lösning av kaliumklorid, KCl, som ger en RF av 85 % inuti koppen.

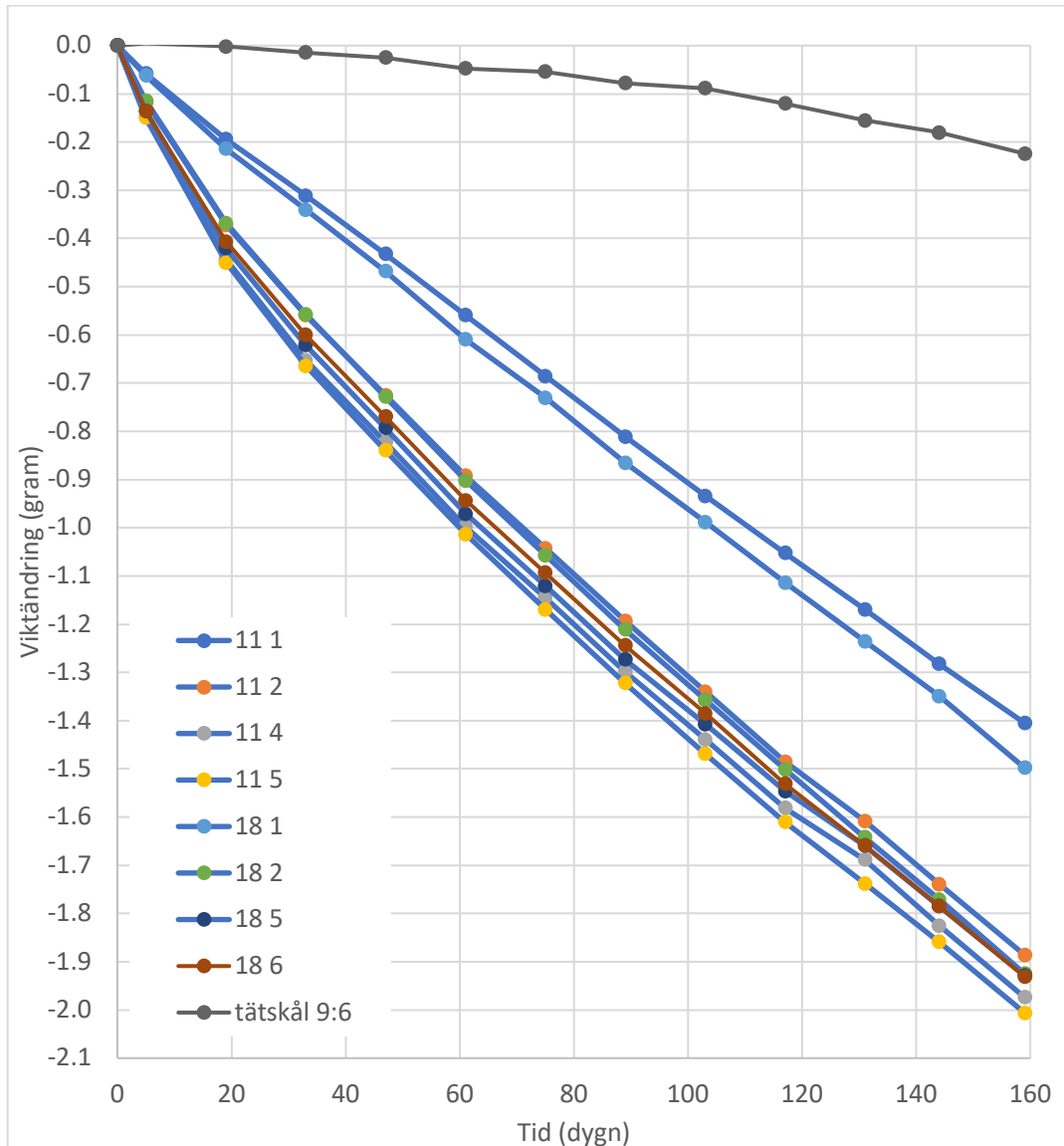
En tidigare provad betongskiva 9:6 användes nu för att testa hur stort läckaget är hos tätningssystemet. Betongskivan placerades på en likadan glaskopp som tidigare men med vatten inuti koppen, som alltså ger 100 % RF inuti koppen. En annan glaskopp placerades ovanpå betongskivan och förseglades mot den undre koppen med samma typ av tätband, se foto i Bilaga 1.

De sammanlagt nio kopporna placerades i ett klimatrum på LTH med klimatet +20°C och 60 % RF och vägdes en gång per vecka till att börja med och sedan en gång per två veckor.

## Viktändringar

Betongskivorna blev något uppfuktade i samband med utborring och sågning och tappade mest vikt vid de första vägningarna. Viktändringarna blev sedan mindre och mindre i takt med att fuktprofilen genom betongskivan succesivt närmar sig en stationär fuktprofil. Hittills har vägningar gjorts under ca fem månader och de sju senaste vikterna har använts för utvärderingen. Den tidigare mätserien med betong nr 10, med Bascement, har nu vägts under nästan åtta månader.

Viktändringarna redovisas i diagramform nedan.



Viktändring (gram) hos koppar med de två nya betongerna nr 11 och 18 ("Byggcement") respektive "(Floridacement)", samt den förseglade koppen, under ca fem månader.

## Utvärdering

Ur de senaste vikterna har lutningen utvärderats, se tabell I, först efter tre månader och sedan efter allt längre tid. Detta har bekräftat att nära stationära flöden har erhållits. Korrelationskoefficienten är mycket nära 1.0. Vägningarna fortsätter dock för att kvantifiera hur nära stationärt flöde nedanstående utvärdering varit.

Lutningen hos den sista delen av viktändringskurvorna har omräknats till fuktflöden i gram per m<sup>2</sup> och sekund; diametern är 95 mm. Med respektive tjocklek och klimatet på ömse sidor om betongskivan kan sedan fukttransportkoefficienten  $\delta$  utvärderas. Resultatet redovisas i Tabell II.

Luftskiktet mellan den mättade saltlösningen och betongskivans underkant har ett visst fuktmotstånd som medför att RF på undersidan av betongskivan är något lägre än vad saltlösningen ger. Med de små fuktflöden som är aktuella här är emellertid denna effekt helt försumbar; RF kan vara högst 0.2 % RF lägre än 85 % RF.

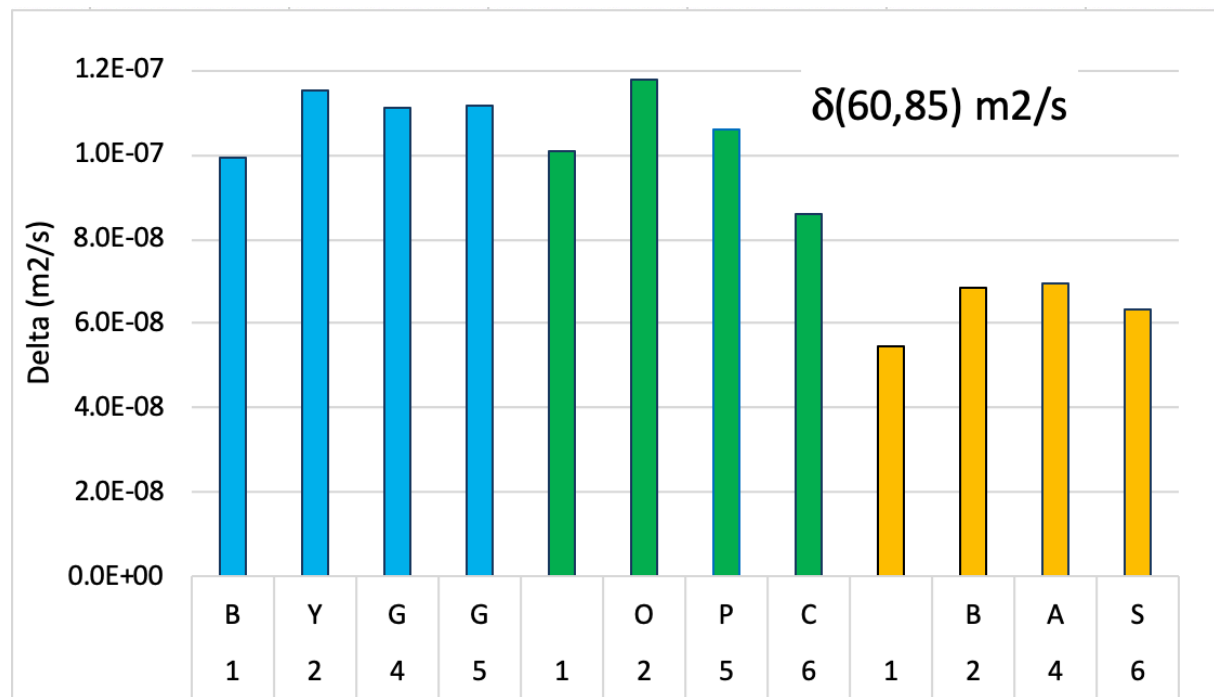
**Tabell II** Kopparnas viktändring per tidsenhet under de senaste månaderna.

Provkropp	Lutning (gram/dygn)				R <sup>2</sup>
	2019-10-08	2019-10-22	2019-11-05	2019-12-03	
11.1	0.0089	0.0087	0.0086	0.0086	0.9998
11.2	0.0106	0.0105	0.0102	0.0100	0.9993
11.4	0.0105	0.0104	0.0098	0.0097	0.9986
11.5	0.0107	0.0105	0.0102	0.0099	0.9990
Provkropp					
18.1	0.0092	0.0091	0.0090	0.0090	0.9997
18.2	0.0107	0.0106	0.0104	0.0103	0.9998
18.5	0.0103	0.0101	0.0096	0.0095	0.9989
18.6	0.0104	0.0104	0.0101	0.0099	0.9995

**Tabell III** Utvärderade fukttransportkoefficienter

Provkropp	Fuktflöde J		Tjocklek dx mm	Delta=J*dx/dv	
	g/dygn	g/(m <sup>2</sup> s)		$\delta$ (m <sup>2</sup> /s)	Medel
11.1	0.0086	1.404E-05	30.6	9.9E-08	1.1E-07
11.2	0.0100	1.633E-05	30.5	1.2E-07	
11.4	0.0097	1.584E-05	30.3	1.1E-07	
11.5	0.0099	1.617E-05	29.8	1.1E-07	
18.1	0.0090	1.470E-05	29.75	1.0E-07	1.0E-07
18.2	0.0103	1.682E-05	30.25	1.2E-07	
18.5	0.0095	1.551E-05	29.5	1.1E-07	
18.6	0.0099	1.617E-05	23	8.6E-08	

Fukttransportkoefficienterna för respektive betongskiva visas i nedanstående diagram. I detta har också fukttransportkoefficienterna från de tidigare koppmätningarna på Bascementbetong med vct 0.36 lagts in.



Fukttransportkoefficienten  $\delta$  (m<sup>2</sup>/s) för de olika betongskivorna 1-6, i RF-intervallet (60,85).

### Kommentarer

De bestämda fukttransportkoefficienterna verkar vara av en rimlig storleksordning. Betongerna med Byggcement och Floridacement har fukttransportkoefficienter som är väldigt lika, omkring  $1 \cdot 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/s. Observera att detta gäller i RF-intervallet 60 – 85 % RF. Detta är något lägre än vad Hedenblad (1993) fann för vct 0.40.

Bascementbetongen har något lägre fukttransportkoefficient än de andra två betongerna, omkring  $0.6 \cdot 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/s, dvs ca 60 % lägre. Denna skillnad mellan betong med och utan ca 15 % flygaska är av precis samma storleksordning som Linderoth & Johansson (2019) fann för bruk med vct 0.45.

Resultaten från koppmätningarna visar, på samma sätt som tidigare, att betongernas ytskikt, ca 3 cm, är tätare än på större djup. Detta gäller för alla tre betongerna. Det är förmodligen fukttransport i detta ytskikt som mest påverkar resultatet från en kortvarig mätning med burkmetoden.

Av tabell II framgår att provkropp 1 i respektive serie verkar ha nått stationära förhållanden, flödena ändras inte längre med tiden, medan övriga provkroppar har en tendens med ett något minskande flöde med tiden. Framtiden får utvisa var detta slutar.

Läckaget i tätningssystemet har kvantifierats i en enda kopp, se övre kurvan i figuren på sidan 4. Läckaget har mätts i en kopp med 100 % RF inuti koppen, dvs med en RF-skillnad på  $100 - 60 = 40$  % RF. Övriga koppar har en RF-skillnad på  $85 - 60 = 25$  % RF. Uppmätt läckage ska alltså reduceras med ca 40 %. Det systematiska felet på grund av läckage är därför av storleksordningen 10-15 %.

## Referenser

Hedenblad, G. (1993) Moisture permeability of mature concrete, cement mortar and cement paste'. Rapport TVBM-1014, LTH-Byggnadsmaterial, Lund, 1993.

Linderoth, O. & Johansson, P. (2019) Fuktegenskaper hos cementbundet material med flygaskainblandning. Bygg & Teknik 7/19, sid 8-11.

Nilsson, L.-O. (2019) BURKMETODEN – för bestämning av fukttransportegenskaper hos betong. Rapport 1922, Moistenginst AB, Trelleborg,  
<http://moistenginst.se/hem/svenska/berakningsverktyg-och-hjalpmedel/>



Bilaga 1 Betongskivor och koppar



## Dimension hos betongskivorna

Skiva	Tjocklek	diameter 94 mm				Tjl-medel
11	1	33	30	30	30	30.6
	2	30.5	30.5			30.5
	3	30				
	4	30.5	30.2	30.2	30.2	30.3
	5	30	30	29.5		29.8
	6	6				
	summa	160				
18	1	29	29.5			29.75
	2	30	30.5	30	30.5	30.25
	3	29				
	4	13				
	5	29.5	30	29		29.5
	6	24	22			23
	summa	154.5				