

Forsendelse 1, 2014

PRØVNINGSRAPPORT

Oppdragsgiver: Dalen Fabrikker
 Prøven merket: Anlegg FA sement til Forsøksement, uttatt 05.11.14.

Prøve kode: TF9-14 | Ref:

KJEMISK ANALYSE EN 196-2

FYSIKALSK PRØVNING EN 196

Glødetap		<u>1,19</u> %
Fri kalk		<u>1,45</u> %
Flyveaske		<u>16,8</u> %
Svovel trioksyd	(SO ₃)	<u>2,72</u> %
Silika	(SiO ₂)	<u>26,86</u> %
Aluminiumoksyd	(Al ₂ O ₃)	<u>7,72</u> %
Jernoksyd	(Fe ₂ O ₃)	<u>4,52</u> %
Kalsiumoksyd	(CaO)	<u>53,45</u> %
Magnesiumoksyd	(MgO)	<u>1,66</u> %
Fosfor pentoksyd	(P ₂ O ₅)	<u>0,177</u> %
Kaliumoksyd	(K ₂ O)	<u>0,70</u> %
Natriumoksyd	(Na ₂ O)	<u>0,41</u> %
Alkali		<u>0,87</u> %

FINHET

Partikkelanalyse	+90my	<u>0,1</u> %
" "	+64my	<u>2,9</u> %
" "	-24my	<u>68,0</u> %
" "	-30 my	<u>76,4</u> %
Spesifikk overflate; Blaine		<u>371</u> m ² /kg

NORMAL KONSISTENS

Vannbehov 27,3 %

VOLUMBESTANDIGHET

Le Chatelier 0,0 mm

BINDETIDER

Størkning begynt 136 min.

TRYKKFASTHET

1 døgn	<u>14,5</u> MPa
2 døgn	<u>23,3</u> MPa
7 døgn	<u>37,1</u> MPa
28 døgn	<u>53,2</u> MPa

Falskbinding INGEN

Norcem A.S Brevik, Sement- og betonglaboratoriet, 9. februar 2014

kcs.

 Laboratoriesjef

Forsendelse 2, 2015

PRØVNINGSRAPPORT

Oppdragsgiver: Dalen Fabrikker
 Prøven merket: Anlegg FA sement til forsøksement, uttatt 23.01.14, Big Bag 1

Prøve kode: TF1-14 | Ref:

KJEMISK ANALYSE EN 196-2

FYSIKALSK PRØVNING EN 196

Glødetap	1.17 %
Fri kalk	1.04 %
Kalkmel	- %
Flyveaske	16.60 %
Klor total	0.03 %
Krom vannløselig (Cr ⁶⁺)	0.00 %
Uopløselig rest	- %
Farge	- %
Svovel trioksyd (SO ₃)	2.64 %
Silika (SiO ₂)	26.60 %
Aluminiumoksyd (Al ₂ O ₃)	7.76 %
Jernoksyd (Fe ₂ O ₃)	4.52 %
Kalsiumoksyd (CaO)	53.62 %
Magnesiumoksyd (MgO)	1.76 %
Fosfor pentoksyd (P ₂ O ₅)	0.16 %
Kaliumoksyd (K ₂ O)	0.72 %
Natriumoksyd (Na ₂ O)	0.42 %
Alkali	0.89 %

FINHET

Partikkelanalyse	+90my	0 %
" "	+64my	1 %
" "	-24my	77.4 %
" "	-30 my	85.2 %
Spesifikk overflate; Blaine	387	m ² /kg
Spesifikk vekt	-	g/cm ₃

NORMAL KONSISTENS

Vannbehov	27.9 %
-----------	--------

VOLUMBESTANDIGHET

Le Chatelier	0.5 mm
--------------	--------

BINDETIDER

Størkning begynt	175 min.
------------------	----------

TRYKKFASTHET

1 døgn	16.5 MPa
2 døgn	27.0 MPa
7 døgn	41.4 MPa
28 døgn	58.3 MPa

Falskbinding INGEN

Norcem A.S Brevik, Sement- og betonglaboratoriet, 25. februar 2014

hq.

Laboratoriesjef

PRØVNINGSRAPPORT

Oppdragsgiver: MB
Prøven merket: Standard FA Norcem AS Brevik. CEM II /A-V 42.5 R
Prøve kode: AZ10-14 | Ref: 48/14

KJEMISK ANALYSE EN 196-2

FYSIKALSK PRØVNING EN 196

Glødetap		2.48 %
Flyveaske		18.70 %
Svovel trioksyd	(SO ₃)	3.36 %
Silika	(SiO ₂)	26.02 %
Aluminiumoksyd	(Al ₂ O ₃)	8.04 %
Jernoksyd	(Fe ₂ O ₃)	3.98 %
Kalsiumoksyd	(CaO)	51.74 %
Magnesiumoksyd	(MgO)	2.23 %
Fosfor pentoksyd	(P ₂ O ₅)	0.22 %
Kaliumoksyd	(K ₂ O)	1.12 %
Natriumoksyd	(Na ₂ O)	0.49 %
Alkali		1.22 %

FINHET

Spesifikk overflate; Blaine	494 m ² /kg
Spesifikk vekt	3.05 g/cm ₃

NORMAL KONSISTENS

Vannbehov	30.0 %
-----------	--------

VOLUMBESTANDIGHET

Le Chatelier	0.0 mm
--------------	--------

BINDETIDER

Størkning begynt	127 min.
------------------	----------

TRYKKFASTHET

1 døgn	24.2 MPa
2 døgn	33.5 MPa
7 døgn	43.0 MPa
28 døgn	56.7 MPa

Norcem A.S Brevik, Sement- og betonglaboratoriet, 29. januar 2015

kcs.


Laboratoriesjef

NORCEM A.S

Address:
Setreveien 2
P.O.Box 38
N-3991 Brevik

Phone: +47 35 57 20 00
Telefax: +47 35 57 04 00

Ent.no:
NO 934 949 145 VAT
Bank account:
6003 06 12488

Head Office:
Lilleakerveien 2b
P.O.Box 143 Lilleaker
0216 Oslo 50

YDEEVNEDEKLARATION

Nr. 02 / Juli 2013

1. Byggevaretype:

Portlandcement EN 197-1

2. Byggevaridentifikation:

RAPID[®] cement / RAPID[®] AALBORG CEMENT[®]
Portlandcement CEM I 52,5 N (LA)

3. Byggevarens tilsigtede anvendelse(r):

Anvendes til fremstilling af beton, mørtel mv.

4. Fabrikantens navn og adresse:

Aalborg Portland A/S, Rørdalsvej 44, 9100 Aalborg

5. Navn og adresse på den bemyndigede repræsentant:

Ikke relevant

6. Systemerne for vurdering og kontrol af konstanten af byggevarens ydeevne (AVCP):

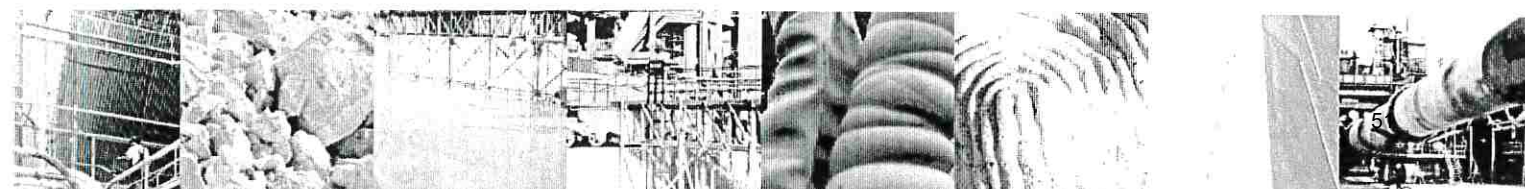
System 1+

7. Notificeret Organ's opgave:

Notificeret produktcertificeringsorgan Bureau Veritas Certification,
Identifikationsnummer 0615 - har udført

bestemmelse af produkttyperne på grundlag af prøvning, prøveudtagning og den indledende inspektion af fabriksanlæggets produktionskontrol, den løbende overvågning, overensstemmelse og evaluering af fabrikkens produktionskontrol, og har udstedt overensstemmelsescertifikat/ydeevneerklæring.

Senest opdateret: 2013-06-30



8. Deklareret ydeevne

Alle egenskaber for Portlandcement CEM I 52,5 N (LA) iht. standarden er opfyldt.

Egenskaber	Deklarerede værdier	Krav i DS/EN 197-1
1-døgnstyrke	19 - 25 MPa	Ingen
2-døgnstyrke	30 - 38 MPa	≥ 20 MPa
7-døgnstyrke	47 - 55 MPa	Ingen
28-døgnstyrke	63 - 71 MPa	≥ 52,5 MPa
Begyndende afbinding	110 - 170 min	≥ 45 min
Sulfat som SO ₃	2,9 - 3,5 %	≤ 4,0 %
Chlorid	≤ 0,04 %	≤ 0,10 %
C ₃ A	≤ 8 %	Ingen
Vandopløseligt chromat	≤ 2 mg/kg	≤ 2 mg/kg (Krav i EU Direktiv 2003/53/EC)
Absolut densitet	3090 - 3190 kg/m ³	Ingen


For hver egenskab er angivet et variationsområde, som er fastlagt således, at sandsynligheden for, at en værdi falder udenfor, er mindre end 5 %.

9. Ydeevnen for den byggevare, der er anført i punkt 1 og 2, er i overensstemmelse med den deklarerede ydeevne i punkt 8.

Denne ydeevnedeklaration udstedes på eneansvar af den fabrikant, der er anført i punkt 4.

Aalborg, den 30. juni 2013

Underskrevet for og på vegne af producenten af:



Birgit Jensen, Kvalitets- og Arbejdsmiljøchef, Aalborg Portland A/S

Væsentlig egenskab iht.
DS/INF 135

Deklareret værdi

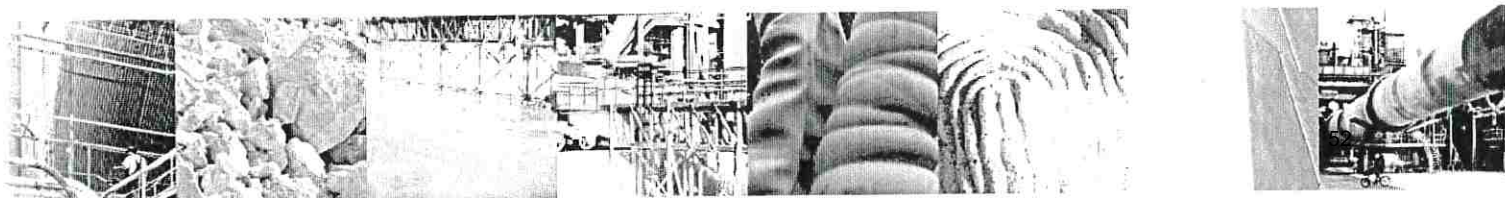
Krav

Alkaliindhold

≤ 0,6 %

≤ 0,6 %

Senest opdateret: 2013-06-30



LAVVARMESEMENT

42,5 N-SR/LH/NA

Tekniske data

Tilfredsstill kravene ihht. EN 197-1: CEM III/B 42,5 N-SR/LH/NA
Produktet er sertifisert (CE-merket) ihht. EN 197-1 av VDZ, Tyskland.

Egenskaper

Tilsetning

Lavvarmesement kan brukes med tilsetningsstoffer, luftinnføringsmidler, silika, flygeaske og slag. Prøveblandinger bør alltid foretas for å sikre riktig dosering.

Forsiktighetsregler ved bruk av sement

Tørt sementpulver har ingen skadelig effekt på tørr hud. Fuktig sement virker aggressiv på hud, og på slimhinner i øyne, nese og svelg.

- Bruk derfor hansker, støvmaske og vernebriller hvor det er fare for sprut.
- Sement på hud vaskes bort med såpe og rikelig rent vann. Sørg for grundig vask etter arbeidstidens slutt. Hvis det oppstår hudirritasjon, kontakt lege.

Har man fått sement i øynene:

- Skyll snarest med rikelig med vann.
- Ikke gni.
- Kontakt lege.

Har man fått sement i nese, svelg eller mage.

- Drikk rikelige mengder med rent vann.
- Kontakt lege.

Typiske data:

Kjemiske egenskaper		vekt %
Kalk	(CaO)	48
Silisium oksyd	(SiO ₂)	31
Aluminium oksyd	(Al ₂ O ₃)	10
Jern	(Fe ₂ O ₃)	0,9
Magnesium oksyd	(MgO)	3,8
Sulfat	(SO ₃)	2,2
Kalium oksyd	(K ₂ O)	0,64
Natrium oksyd	(Na ₂ O)	0,23
Alkali ekv.	(Na ₂ Oekv)	0,66
Glødetap		1,2
Uløselig rest		0,2
Vannnløslig klorid	(Cl ⁻)	<0,08
Vannnløslig krom	Cr ^(VI)	<2 mg/kg

Fysiske data

Finhet (blaine)		470 m ² /kg
Densitet		2,95 g/cm ³
Bulkdensitet		1,1 g/cm ³
Andel slag		Ca 75%
Bindetid		250 min
Ekspansjon		<1,0 mm
Trykkfasthet	1 d	4,8 MPa
	2 d	12 MPa
	7d	34 MPa
	28d	53 MPa

0840

CEMEX WestZement GmbH
Kaiser-Wilhelm-Strasse-100
D-47166 Duisburg
Werk Duisburg-Schwelgern

0840-CPR-4440-340200-04
EN 197-1
CEM III/B 42,5 N-SR/LH/NA

Grønland 70
N-3045 DRAMMEN

CEMEX AS
Tel +473102101
www.cemex.no

CEMEX CEM III/A 42,5 N-NA

Tekniske data

Tilfredsstiller kravene ihht. EN 197-1: CEM III/A 42,5 N-NA
Produktet er sertifisert (CE-merket) ihht. EN 197-1 av VDZ, Tyskland.

Egenskaper

Tilsetning

CEMEX CEM III/A kan brukes med tilsetningsstoffer, luftinnføringsmidler, silika, flygeaske og slagg. Prøveblandinger bør alltid foretas for å sikre riktig dosering.

Forsiktighetsregler ved bruk av sement

Tørt sementpulver har ingen skadelig effekt på tørr hud. Fuktig sement virker aggressiv på hud, og på slimhinner i øyne, nese og svelg.

- Bruk derfor hansker, støvmaske og vernebriller hvor det er fare for sprut.
- Sement på hud vaskes bort med såpe og rikelig rent vann. Sørg for grundig vask etter arbeidstidens slutt. Hvis det oppstår hud irritasjon, kontakt lege.

Har man fått sement i øynene:

- Skyll snarest med rikelig med vann.
- Ikke gni.
- Kontakt lege.

Har man fått sement i nese, svelg eller mage.

- Drikk rikelige mengder med rent vann.
- Kontakt lege.

Typiske data:

Kjemiske egenskaper		vekt %
Kalk	(CaO)	52
Silisium oksyd	(SiO ₂)	28
Aluminium oksyd	(Al ₂ O ₃)	8,9
Jern	(Fe ₂ O ₃)	1,2
Magnesium oksyd	(MgO)	3,1
Sulfat	(SO ₃)	3,22
Kalium oksyd	(K ₂ O)	0,70
Natrium oksyd	(Na ₂ O)	0,23
Alkali ekv.	(Na ₂ Oekv)	0,70
Glødetap		1,0
Uløselig rest		0,2
Vannløslig klorid	(Cl ⁻)	<0,08
Vannløslig krom	Cr ^(VI)	<2 mg/kg

Fysiske data

Finhet (blaine)		450 m ² /kg
Densitet		3,00 g/cm ³
Bulkdensitet		1,1 g/cm ³
Andel slagg		Ca 49%
Bindetid		200 min
Ekspansjon		<1,0 mm
Trykkfasthet	1 d	9,8 MPa
	2 d	20 MPa
	7d	39 MPa
	28d	59 MPa

0840

CEMEX WestZement GmbH
Kaiser-Wilhelm-Strasse-100
D-47166 Duisburg
Werk Duisburg-Schwegern

0840-CPR-4440-340100-10
EN 197-1
CEM III/A 42,5 N-NA

CEMEX AS
Tel +473102101
www.cemex.no

Grønland 70A
N-3045 DRAMMEN

PRØVNINGSRAPPORTOppdragsgiver: Knut Kjellsen
Prøven merket: Flyveaske tatt ut fra silo 04.09.14Prøve kode: LN6-14

Ref: 79-14

KJEMISK ANALYSE EN 196-2

Glødetap		2.41 %
Karbon		1.91 %
Svovel trioksyd	(SO ₃)	0.42 %
Silika	(SiO ₂)	53.27 %
Aluminiumoksyd	(Al ₂ O ₃)	22.61 %
Jernoksyd	(Fe ₂ O ₃)	6.80 %
Kalsiumoksyd	(CaO)	5.72 %
Magnesiumoksyd	(MgO)	2.53 %
Fosfor pentoksyd	(P ₂ O ₅)	0.576 %
Kaliumoksyd	(K ₂ O)	1.73 %
Natriumoksyd	(Na ₂ O)	0.91 %
Alkali		2.05 %
Partikkelanalyse	+90my	11.4 %
" "	+64my	19.4 %
" "	-24my	54.1 %
" "	-30 my	59.9 %
Spesifikk overflate;	Blaine	335 m ² /kg
Spesifikk vekt		2.38 g/cm ₃
Litervekt løs		1.05 g/ml
Litervekt stampet		1.11 g/ml

Norcem A.S Brevik, Sement- og betonglaboratoriet, 26. september 2014

kcs.


Laboratoriesjef**NORCEM A.S**Address:
Setreveien 2
P.O.Box 38
N-3991 BrevikPhone: +47 35 57 20 00
Telefax: +47 35 57 04 00Ent.no:
NO 934 949 145 VAT
Bank account:
6003 06 12488Head Office:
Lilleakerveien 2b
P.O.Box 143 Lilleaker
0216 Oslo 55

PRØVNINGSRAPPORT

Oppdragsgiver: SKB
Prøven merket: Flyveaske fra Brevik

Prøve kode: LN-2015-0004

Ref: 106-14

KJEMISK ANALYSE EN 196-2

Glødetap		2.26 %
Karbon		1.98 %
Svovel trioksyd	(SO ₃)	0.63 %
Silika	(SiO ₂)	52.49 %
Aluminiumoksyd	(Al ₂ O ₃)	24.44 %
Jernoksyd	(Fe ₂ O ₃)	7.64 %
Kalsiumoksyd	(CaO)	4.97 %
Magnesiumoksyd	(MgO)	1.66 %
Fosfor pentoksyd	(P ₂ O ₅)	0.93 %
Kaliumoksyd	(K ₂ O)	1.43 %
Natriumoksyd	(Na ₂ O)	0.62 %
Alkali		1.56 %
Partikkelanalyse	+90my	2.3 %
" "	+64my	6.2 %
" "	-24my	65.9 %
" "	-30 my	72.8 %
Blaine		301 m ² /kg
Sp.vekt		2.33 g/cm ³

kcs.

Norcem A.S Brevik, Sement- og betonglaboratoriet, 5. februar 2015

for 
Laboratoriesjef

NORCEM A.S

Address:
Setreveien 2
P.O.Box 38
N-3991 BrevikPhone: +47 35 57 20 00
Telefax: +47 35 57 04 00Ent.no:
NO 934 949 145 VAT
Bank account:
6003 06 12488Head Office:
Lilleakerveien 2b
P.O.Box 143 Lilleaker
0216 Oslo 56



1111

NorStone Årdal, 4137 Årdal, Norge

14

NS-EN 12620:2002+A1:2008+NA:2009

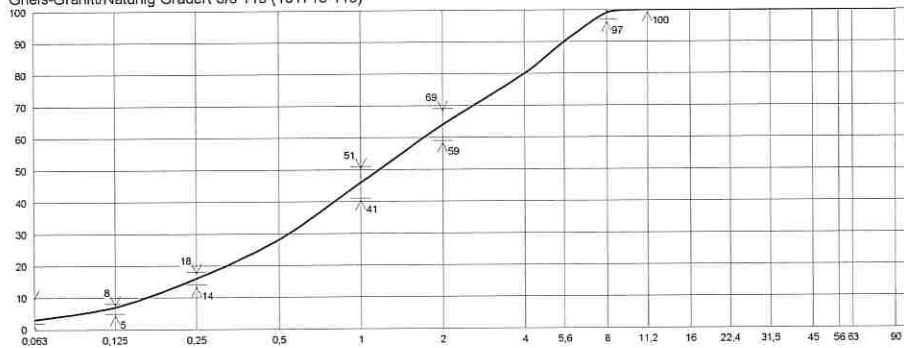
Tilslag for betong

Ytelseserklæring nr / Entydig identifikasjonskode			
101718-115 001	Natur/knust	0/8mm (B)	Gneis-Granitt
<u>Standarder</u>		<u>Verdier</u>	<u>Kategorier</u>
NS EN 933-1	Kornstørrelse Gradering Toleransekategori		0/8 G _{NG90} -
NS EN 933-3	Kornform Flisighetsindeks	-	F _{NR}
NS EN 1097-6	Korndensitet	2,68 Mg/m ³	2,66 Mg/m ³ - 2,70 Mg/m ³
NS EN 1097-6	Vannabsorpsjon	0,3%	WA ₂₄₁
NS-EN12620 F.2.3	Motstand mot frysing og tining	0,3	-
	Renhet		
NS EN 933-1	Finstoffinnhold	3%	f ₁₀
NS EN 933-7	Skjellinnhold		SC _{IK}
NS EN 933-5	Prosentandel knuste korn		C _{IK}
	Sammensetning / innhold		
NS EN 1744-1§ 7	Klorider	0,000	Cl _{0,02}
NS EN 1744-1§ 11	Totalt innhold av svovel	0,00	S ₁
NS EN 1744-1§ 12	Syreløselige sulfater	0,02	AS _{0,2}
NS-EN 1744-1§ 15	Bestanddelene som endrer styrknings- og herdingstiden av betong		Lysere
NB 21	Alkalireaktivitet (sammeligningsverdi)	0,9%	
NS EN 932-3	Petrografisk beskrivelse	Sand med knuste korn fra løssmasseforekomst. Hovedsakelig sammensatt av kubisk rundede/skarpkantede korn av granitt, gneis, feltspatiske bergarter og mørke bergarter. Løst belegg på kornoverflater, enkelte forvitrede korn og enkelte meget svake korn.	

Material	Vare nr	Dato	Avdeling
0/8	101718-115	07.01.2014	NorStone Årdal

	Gjennomgang(%)																
	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	56	63	90
Typisk gradering	3,0	7,0	16,0	28,0	46,0	64,0	80,0	90,0	99,0	100,0							
Min.	2,0	5,0	14,0		41,0	59,0			97,0	100,0							
Max.	5,0	8,0	18,0		51,0	69,0			100,0								

Gneis-Granitt/Naturlig Gradert 0/8 115 (101718-115)





07.01.2014	<i>Torstein Raskedal</i>
Date	

Ytelseserklæring

I henhold til forordning (EU) nr. 305/2011 (byggevarer), vedlegg III

Side - 3 -

Ytelseserklæring nr: 101718-115 001		Vare nr: 101718-115		 <p>NorStone Årdal</p> <p>NorStone Årdal, 4137 Årdal, Norge</p> <p>www.norstone.no</p> <p>Tlf:0047-51754200</p> <p>Fax:0047-51754201</p>	
Natur/knust	0/8mm (B)	Gneis-Granitt			
Bruksområder for byggevarer(e):			Tilslag for betong		
Det eller de systemer for vurdering og kontroll av byggevarens konstante ytelse			System 2+		
Dersom ytelseserklæringen gjelder en byggevarer som omfattes av en harmonisert Standard			NS-EN 12620:2002+A1:2008+NA:2009		
Sertifiseringsorganet:			Kontrollrådet-1111		
har utstedt sertifikat for produksjonskontrollen i samsvar med			System 2+		
basert på første-gangsrevisjon av produksjons-anlegget og produksjonskontrollen:			1111-CPD-0007		
NS EN 12620:2002+A1:2008+NA:2009	Harmonisert teknisk spesifisering	Standarder	Vesentlige egenskaper	Verdier	Ytelse
					Kategorier
		NS EN 933-1	Kornstørrelse		0/8
			Gradering		G _{NS} 90
			Toleransekategori		-
		NS EN 933-3	Kornform		F _{NR}
			Flisighetsindeks	-	S _{NR}
		NS EN 933-4	Shape indeks	-	
		NS EN 1097-6	Korndensitet	2,68 Mg/m ³	2,66 Mg/m ³ - 2,70 Mg/m ³
		NS EN 1097-6 §8	Vannabsorpsjon	0,3%	WA ₂₄ 1
		NS-EN12620 F.2.3	Motstand mot frysing og tining	0,3	-
			Renhet		
		NS EN 933-1	Finstoffinnhold	3 %	f ₁₀
		NS EN 933-7	Skjellinnhold		SC _{IK}
			Motstand mot knusing		
		NS EN 1097-2 §5	Los Angeles-prøving		NPD
		NS EN 1097-2 §6	Slagprøving		NPD
			Motstand mot polering/slitasje		
		NS EN 1097-8	Poleringsverdi		NPD
		NS EN 1097-1	Motstand mot slitasje for grovt tilslag		NPD
	NS EN 1097-9	Motstand mot piggdekksslitasje		NPD	
		Sammensetning / innhold			
	NS EN 1744-1§ 7	Klorider	0,000	Cl _{0,02}	
	NS EN 1744-1§ 11	Totalt innhold av svovel	0,00	S ₁	
	NS EN 1744-1§ 12	Syreløselige sulfater	0,02	AS _{0,2}	
	NS EN 1744-1§ 15	Bestanddelere som endrer styrknings- og herdingstiden av betong		Lysere	
	NB21	Alkalireaktivitet (sammelningsverdi)	0,9%		
	NS EN 932-3	Petrografisk beskrivelse	Sand med knuste korn fra løssmasseforekomst. Hovedsakelig sammensatt av kubisk rundede/skarpkantede korn av granitt, gneis, feltspatiske bergarter og mørke bergarter. Løst belegg på kornoverflater, enkelte forvitrede korn og enkelte meget svake korn.		
Ytelsen for denne varen som angitt ovenfor, er i samsvar med spesifikasjonene for produktet angitt i tabellen.					
Denne ytelseserklæringen er utstedt på eget ansvar av produsenten, NorStone Årdal					
Undertegnet for og på vegne av produsenten av:					
			Torstein Riskedal, lab.leder		
			(navn og stilling)		
Årdal 07.01.2014					
(Sted og utstedelsesdato)			(Underskrift)		



1111

NorStone Årdal, 4137 Årdal, Norge

14

NS-EN 12620:2002+A1:2008+NA:2009

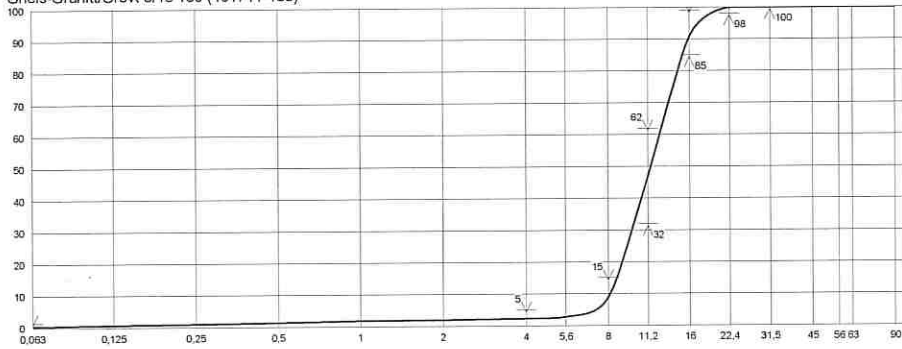
Tilslag for betong

Ytelseserklæring nr / Entydig identifikasjonskode			
101711-160 001	Natur/knust	8/16mm (B)	Gneis-Granitt
<u>Standarder</u>		<u>Verdier</u>	<u>Kategorier</u>
NS EN 933-1	Kornstørrelse Gradering Toleransekategori		8/16 G _C 85/15 G _{20/15}
NS EN 933-3	Kornform Flisighetsindeks	3%	FI ₁₅
NS EN 1097-6	Korndensitet	2,69 Mg/m ³	2,67 Mg/m ³ - 2,71 Mg/m ³
NS EN 1097-6	Vannabsorpsjon	0,4%	WA ₂₄₁
NS-EN12620 F.2.3	Motstand mot frysing og tining	0,4	-
	Renhet		
NS EN 933-1	Finstoffinnhold	0,4%	f _{1,5}
NS EN 933-7	Skjellinnhold	0,0	SC ₁₀
NS EN 933-5	Prosentandel knuste korn		C _{IK}
	Sammensetning / innhold		
NS EN 1744-1§ 7	Klorider	0,000	Cl _{0,02}
NS EN 1744-1§ 11	Totalt innhold av svovel	0,00	S ₁
NS EN 1744-1§ 12	Syreløselige sulfater	0,02	AS _{0,2}
NS-EN 1744-1§ 15	Bestanddelene som endrer styrknings- og herdingstiden av betong		Lysere
NB 21	Alkalireaktivitet (sammeligningsverdi)	0,8%	
NS EN 932-3	Petrografisk beskrivelse	Singel med knuste korn fra løssmasseforekomst. Hovedsakelig sammensatt av kubisk rundede/skarpkantede korn av granitt, gneis, feltspatiske bergarter og mørke bergarter. Løst belegg på kornoverflater, ingen forvitrede korn og ingen meget svake korn.	

Material	Vare nr	Dato	Avdeling
8/16	101711-160	07.01.2014	NorStone Årdal

	Gjennomgang(%)																
	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	56	63	90
Typisk gradering	0,4	0,6	0,9	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	8,9	46,9	90,8	100,0					
Min.										32,0	85,0	98,0	100,0				
Max.	1,5						5,0		15,0	62,0	99,0	100,0					

Gneis-Granitt/Grovt 8/16 160 (101711-160)




07.01.2014 Dato	<i>Torstein Riskestad</i>
--------------------	---------------------------

Ytelseserklæring

I henhold til forordning (EU) nr. 305/2011 (byggevarer), vedlegg III

Side - 3 -

Ytelseserklæring nr: 101711-160 001		
Natur/knust 8/16mm (B) Gneis-Granitt	Vare nr: 101711-160	
Bruksområder for byggevarer(e):	Tilslag for betong	
Det eller de systemer for vurdering og kontroll av byggevarens konstante ytelse	System 2+	
Dersom ytelseserklæringen gjelder en byggevarer som omfattes av en harmonisert Standard	NS-EN 12620:2002+A1:2008+NA:2009	NorStone Årdal
Sertifiseringsorganet:	Kontrollrådet-1111	NorStone Årdal, 4137 Årdal, Norge
har utstedt sertifikat for produksjonskontrollen i samsvar med	System 2+	www.norstone.no
basert på første-gangsrevisjon av produksjons-anlegget og produksjonskontrollen:	1111-CPD-0007	Tlf:0047-51754200
		Fax:0047-51754201

Harmonisert teknisk spesifisering	Standarder	Vesentlige egenskaper	Ytelse	
			Verdier	Kategorier
NS EN 12620:2002+A1:2008+NA:2009	NS EN 933-1	Kornstørrelse Gradering Toleransekategori		8/16 G _{C85/15} G _{20/15}
	NS EN 933-3	Kornform Flisighetsindeks	3%	FI ₁₅
	NS EN 933-4	Shape indeks	-	SI _{NR}
	NS EN 1097-6	Korndensitet	2,69 Mg/m ³	2,67 Mg/m ³ - 2,71 Mg/m ³
	NS EN 1097-6 §8	Vannabsorpsjon	0,4%	WA ₂₄ 1
	NS-EN12620 F.2.3	Motstand mot frysing og tining	0,4	-
		Renhet		
	NS EN 933-1	Finstoffinnhold	0,4 %	f _{1,5}
	NS EN 933-7	Skjellinnhold	0,0	SC ₁₀
		Motstand mot knusing		
	NS EN 1097-2 §5	Los Angeles-prøving		NPD
	NS EN 1097-2 §6	Slagprøving		NPD
		Motstand mot polering/slitasje		
	NS EN 1097-8	Poleringsverdi		NPD
	NS EN 1097-1	Motstand mot slitasje for grovt tilslag		NPD
	NS EN 1097-9	Motstand mot piggdekkslitasje		NPD
		Sammensetning / innhold		
	NS EN 1744-1§ 7	Klorider	0,000	Cl _{0,02}
	NS EN 1744-1§ 11	Totalt innhold av svovel	0,00	S ₁
	NS EN 1744-1§ 12	Syreløselige sulfater	0,02	AS _{0,2}
NS EN 1744-1§ 15	Bestanddel som endrer styrknings- og herdingstiden av betong		Lysere	
NB21	Alkalireaktivitet (sammelningsverdi)	0,8%		
NS EN 932-3	Petrografisk beskrivelse	Singel med knuste korn fra løssmasseforekomst. Hovedsakelig sammensatt av kubisk rundede/skarpkantede korn av granitt, gneis, feltspatiske bergarter og mørke bergarter. Løst belegg på kornoverflater, ingen forvitrede korn og ingen meget svake korn.		

Ytelsen for denne varen som angitt ovenfor, er i samsvar med spesifikasjonene for produktet angitt i tabellen.

Denne ytelseserklæringen er utstedt på eget ansvar av produsenten, NorStone Årdal

Undertegnet for og på vegne av produsenten av:

Torstein Riskedal, lab.leder

(navn og stilling)



Årdal 07.01.2014

(Sted og utstedelsesdato)

(Underskrift)

VEDLEGG 2 Blandedatoer, lagring og prøvningsmetoder lab og felt

Utdrag fra CBIs Uppdragsrapporter A, B og C:

Blandedatoer for de ulike betongsammensetningene

Betong nr.	Bindemedel	Tillverkningsdatum		
		Omgång 1	Omgång 2	Omgång 3
1	Anlegg FA 17 % FA	2014-11-03	2015-02-24	2015-11-06
2	Anlegg FA 35 % FA	2014-11-03	2015-02-24	2015-12-11
3	Anlegg FA 50 % FA	2014-11-03	2015-02-24	2015-12-21
4	Standard FA 35 % FA	2014-11-03	2015-03-10	2015-12-29
5	Aalborg 35 % FA	2014-11-04	2015-03-10	2016-01-07
6	Cemex III/A 49 % slagg	2014-11-10	2015-03-10	2016-01-14
7	Cemex III/B 75 % slagg	2014-11-10	2015-03-30	2016-01-22
8	LH Anlegg FA 50 % FA	2014-11-04	2015-03-30	2016-02-01
9	LH Cemex CEM III/A 49 % slagg	2014-11-11	2015-04-07	2016-02-10
10	LH Cemex CEM III/B 75 % slagg	2014-11-11	2015-04-07	2016-02-19

Kondisjonering og herdning

Samtlige provkropper for omgang 1 respektive 2 forvarades under det första dygnet på en träpall i sina respektive formar täckt av en plastfolie, i ett klimatstyrt provningsrum (20 ± 2 °C och 40 – 80 % RF). Vid ett dygns ålder avformades samtliga provkropper.

De stora provkropparna för utplacering vid riksväg 40 härdades med en fuktig wetexduk under 7 dygn därefter i laboratorieklimat fram till 28 dygns ålder då de placerades utomhus på CBI's område i väntan på utplacering vid riksväg 40.

Små provkropper (kuber 150 mm) för utplacering vid riksväg 40 härdades i vatten under 7 dygn därefter i laboratorieklimat till 28 dygns ålder då de sågades till provkropper för uppmätning och utplacering vid provplats.

Provkropper till tryckhållfasthet, luftporsanalys och ultraljud tillverkades enligt SS 137245 och de vattenlagrades fram till provning. För provning av luftporsanalys och ultraljud användes samma provkropp.

Fersk betongmålningar

- Konsistens och sättmått enligt SS-EN 12350-2 (ackrediterad metod)
- Lufthalt enligt SS-EN 12350-7 (ackrediterad metod)
- Densitet enligt SS-EN 12350-6 (ackrediterad metod)
- Temperatur

Prövning, Blandeomgång 1:

- Salt-frostprovning SS 13 72 44: 2005 utgåva 4 (ackrediterad metod)
- Tryckhållfasthet SS-EN 12390-3 (ackrediterad metod)

- Densitet SS-EN 12390-7 (ackrediterad metod)
- Luftporsstruktur EN 480-11:2005 (DTI, Teknologisk Institut anlitas som underleverantör, ackrediterad metod)
- Ultraljudshastighet på provkroppar utplacerade vid fältprovplatsen (se nedanför)
- Volymbestämning på provkroppar utplacerade vid fältprovplatsen (se nedanför)
- Fuktprofil på provkroppar exponerade vid fältprovplatsen under 6 månader (Chalmers anlitas som underleverantör, se nedanför)
- Kloridprofil enligt AASHTO T260 på provkroppar exponerade vid fältprovplatsen (se nedanför)

Prövning, Blandeomgång 2:

- Naturlig karbonatisering, se metode nedanför.
- Salt-frostprovning SS 13 72 44: 2005 utgåva 4 (ackrediterad metod)
- Tryckhållfasthet SS-EN 12390-3 (ackrediterad metod)
- Densitet SS-EN 12390-7 (ackrediterad metod)
- Luftporsstruktur EN 480-11:2005 (DTI, Teknologisk Institut anlitas som underleverantör, ackrediterad metod)
- Luftporestruktur NT Build 381, mikroskopi og XRD (RISE) på frostprøver før/etter kondisjonering i 365 døgn. Se spesifisering nedanför.
- Ultraljudshastighet (se nedanför)
- Hållfastutveckling SS-EN 12390-3 (ackrediterad metod)
- Kloridmigration NT Build 492 (modifierad CTH-metod, ackrediterad metod)
- Elektriskt motstånd, Två elektrodsmetod. Se nedanför.

Prövning, Blandeomgång 3:

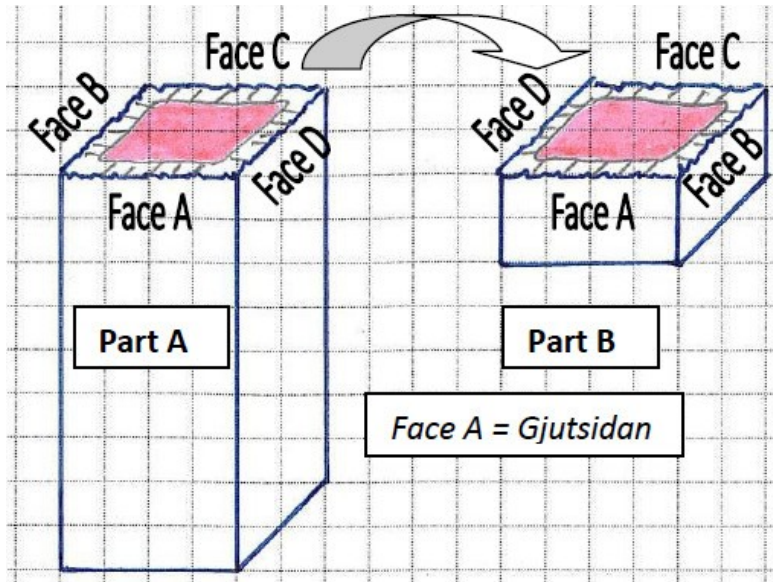
- Värmeutveckling enligt SP-metod 2296 (NT Build 388) (ackrediterad metod). Se nedanför.

Naturlig karbonatisering (utdrag fra «4P00511B.2 Naturlig karbonatisering etter 1 år»)

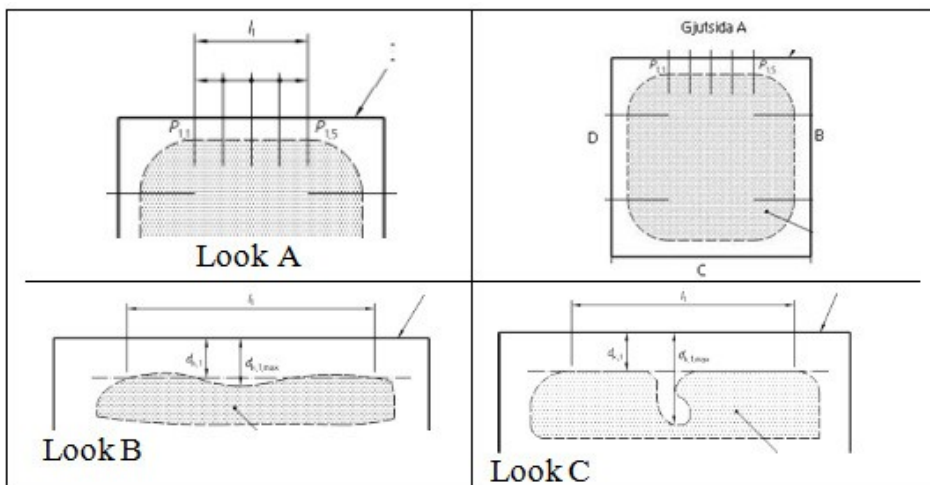
Provkroppar för naturlig karbonatisering förvarades efter avformning i en tättsluten plastpåse i ett klimatstyrt provningsrum (20 ± 2 °C och 40 – 80 % RF) i 28 dygn. Därefter placerades de i en specialbyggd låda på CBI's utomhusplacering på SP's område i Borås. Provkropparna är skyddade från regn. Se figur:



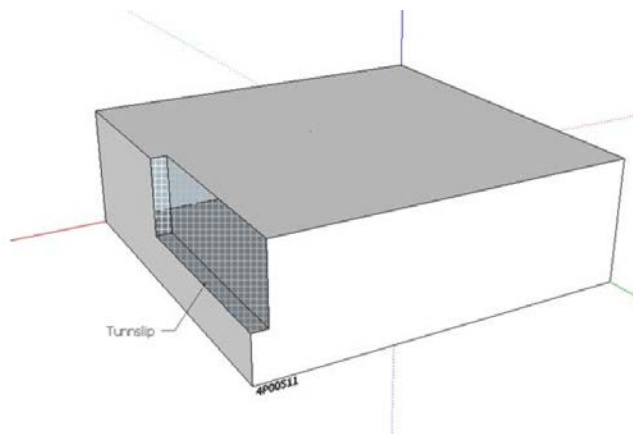
Provkropparna togs in efter exponering utomhus ett år, där de var placerade i en låda skyddade för regn. De knäcktes till två bitar, del 1 respektive del 2, och brottytorna sprejades med 1% fenolftalein. Provkropparna vilade därefter i ca 1 h innan mätningen utfördes, se figur:



För varje sida (face) bestämdes vilken typ (look) A, B eller C provkroppen hade, karbonatiseringsdjupet mättes på fem stycken punkter, se figur (bilder på typ av sida på provkropp enligt CEN/TS 12390-10:2007):



Tunnslip tatt fra prøver kondisjonert i 365 døgn før og etter frosteksponeering



Figur 1. Visar hur tunnslipet före frostprovning är uttaget.

Analyserna utfördes i ljusmikroskop med hjälp av tunnslipsteknik. Tunnslipen tillverkade före frostprovning mätte cirka 55x75 mm². Tunnslipen tillverkade efter frostprovning mätte cirka 52x33 mm². Bedömning av vct gjordes i fluorescensmikroskopi med metoden NT BUILD 361. Denna metod är inte anpassad till pozzolana bindemedel som ger hållfasthetstillväxt under lång tid och därmed även ökar pastans täthet under lång tid. Resultaten skall därför främst ses som en intern jämförelse mellan de olika proven.

Luftporstrukturen bestämdes med punkträkning på tunnslip enligt metoden NT BUILD 381. Antalet räknade punkter var 500. Kvantifiering av mikrosprickor gjordes med linjetraversanalys och redovisas som antal korsande sprickor per mm traverslinje.

Se ellers VEDLEGG 7 (mikroskopi, porestruktur), VEDLEGG 8 (XRD før) og VEDLEGG 9 (XRD etter).

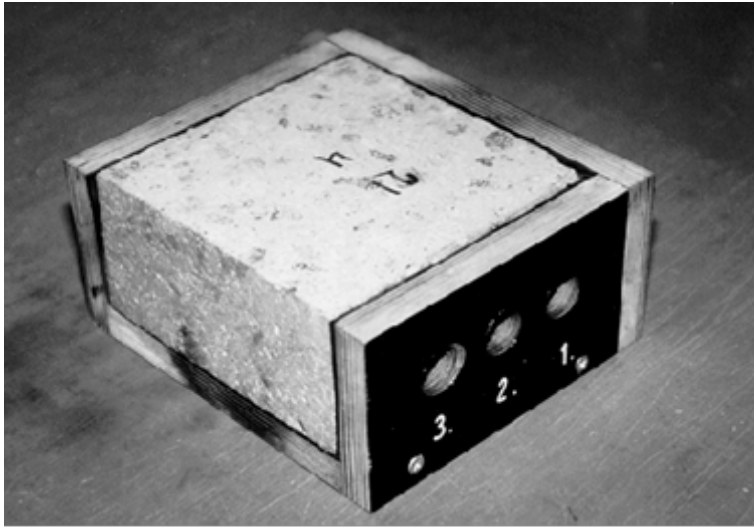
Ultralydhastighet, felt

Ultralydhastigheten, eller snarare transmissionstiden för en ultraljudvåg genom provkroppen, bestäms i tre punkter på varje provkropp. Feltprovne er halve terninger; 75 x 150 x 150 mm. Laborieprøvene er hele 150 mm terninger. För att säkerställa att mätningarna utförs på samma ställe på provkropparna vid varje mättillfälle har en hållare tillverkats med utmärkta mätställen. Vid varje mättillfälle placerades provkropparna på samma sätt i hållaren, sågad yta uppåt och gjutyta genom hållarens sidoöppning.

Ultralyd mäles som transmissionstid t_t (μ s), den tiden det tar lyden å transportere seg gjennom prøvestykket. Resultatene er angitt som ultralydhastighet (v_t), beregnet i hht:

$$v_t \text{ (m/s)} = 0,15 \text{ (m)} / t_t \text{ (\mu s)} \times 10^6 \text{ med } t_t \text{ som middelverdi av 3 terninger.}$$

I tillegg er resultatene i VEDLEGG 4 angitt som dynamisk E-modul (Edyn-proxi), som gör det möjligt att jämföra den dynamiska E-modulen hos olika blandningar och förändringar med tid. Den dynamiska E-modulen beräknas, enligt CEN/TR 15177, utgående från transmissionstiden som: $E_{dyn} = (1/t_s)^2 \times l^2 \times \rho \times C$. Där t_s är transmissionstiden i μ s, l är längden i mm (0,15 m), ρ är densiteten i kg/m^3 , og C är en korrektionsfaktor som innehåller Poissons tal. I detta fall har denna formel förenklats till $E_{dyn} \text{ prox} = (1/t_s)^2 \times 2300$. D.v.s. längden har uteslutits då den är densamma för samtliga provkroppar, och C har också antagits vara densamma och uteslutits. Densiteten har satts till 2300 kg/m^3 då detta är uppmätt medelvärde av densiteten med en variation på $\pm 60 \text{ kg/m}^3$ för olika betongsammansättningar och gjutningar. Observera att detta inte ger någon uppskattning av den faktiska dynamiska E-modulen utan bara är ett jämförelsetal för att studera skillnader och förändringar i dynamisk E-modul mellan provkroppar med ungefär samma densitet, då konstanten C kan antas vara den samma.



Feltprøver: Hållare för ultraljudsprovning. Halv terning



Lab.prøve for ultralydprøving. Hel terning

Volumbestemmelse, felt

Provkroppsvolymen bestäms genom att väga provkropparna under vatten och ovan vatten i yttorr tillstånd. Innan provkropparna vägs lagras de minst två dygn i vatten (+20°C). Skillnaden i vikt mellan de båda mätningarna är lika med provkroppsvolymen.

Fuktprofil, felt

Från varje betongsammansättning borrades det ut två stycken fuktprofiler, en borrkärna från den horisontella ytan och en borrkärna från den vertikala ytan som vetter mot vägbanan. Efter borrning spräcktes borrkärnan och provbitar hackades loss och krossades med hammare till mindre bitar med ett intervall på ca 2 cm. Större ballast sorterades bort och betongpastan lades i provrör och förslöts med kork.

Fuktprofil utfördes på Chalmers med hjälp av VAISALA fuktgivare. Alla provrör placerades i klimatrums (20 ± 1 °C) och efter mer än 48 timmar var provens temperatur stabil och fuktgivarna monterades. 24 timmar senare läste man av fuktigheten för varje provrör. Med hjälp av kalibreringskurvan och genom interpolation beräknade man RF-värde för varje prov.

Kloridprofil, felt

Kloridprofilerna mättes med potentiometrisk titring för klorid och kalciumjoner enligt AASHTO T260. Från varje betongsammansättning mättes totalt två olika kloridprofiler från borrkärnor tagna ur provkroppen, en från den horisontella ytan och en från den vertikala ytan som är vänd ut mot vägbanan. Efter borrning svarvades cylindrarna på 7 stycken nivåer, 0-2 mm, 2-4 mm, 4-6 mm, 6-10 mm, 10-15 mm, 15-20 mm och 20-25 mm. Därefter torkades proverna och analyserades.

Elektriskt motstånd, två elektrod metod – lab.programmet

Mellan två metallplattor (rostfritt stål) placeras betongprovkroppen (i detta fall en kub på 150*150*150 mm) med en blöt wettex-duk mellan provkroppen och metallplattorna. Därefter placeras en vikt på 13 kg på provkroppen. Till de två metallplattorna kopplas en LCR-mätare som alstrar växelspänning mellan metallplattorna. Mätningen sker i två olika frekvenser (f = 120 och 1000 Hz) och AC-motståndet (R_c) mäts. Genom att använda följande ekvation så bestäms betongens resistivitet, ρ_c .

$$\rho_c = \frac{R_c \cdot Area_{specimen}}{Length_{specimen}}$$

Prøvene er mellom målingene lagret i kondisjoneringsrom på $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ og $65 \pm 2\% \text{ RF}$.

Varmeutvikling

SP-metode 2296 (NT Build 480/388)

Semi-adiabatisk metode provas for å bestemme varmeutvecklingen under hardning på betong. Betongen hells direkt efter blandning i tre stycken kalorimeterk rl. Temperaturen i betongen samt varmf rlusten genom isoleringen av k rlet best ms. M ngden varme som genereras  r summa av varmen som ackumuleras i betongen och varmf rlusten i omgivningen.

NB! Figurene her av semi-adiabatisk metode er hentet fra NT Build 480 (venstre) og fra NT Build 388 (h yre).

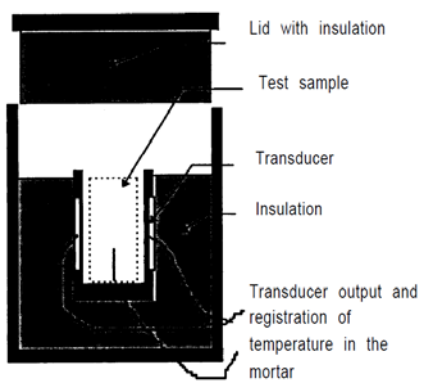


Figure 1. Haybox calorimeter, schematic drawing.

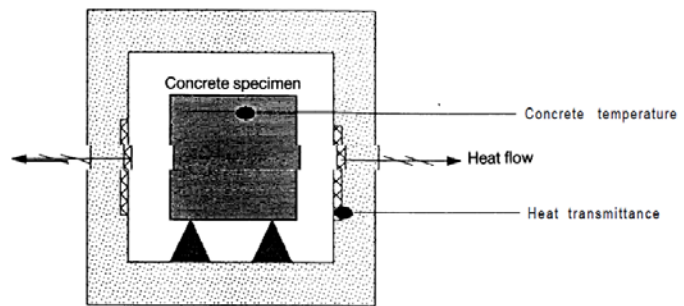


Figure 2 Haybox calorimeter

Kontaktperson RISE
Elisabeth Helsing
RISE CBI Betonginstitutet
010-516 68 84
elisabeth.helsing@ri.se

Datum
2019-02-14

Beteckning
6P00109-S

Sida
1 (9)

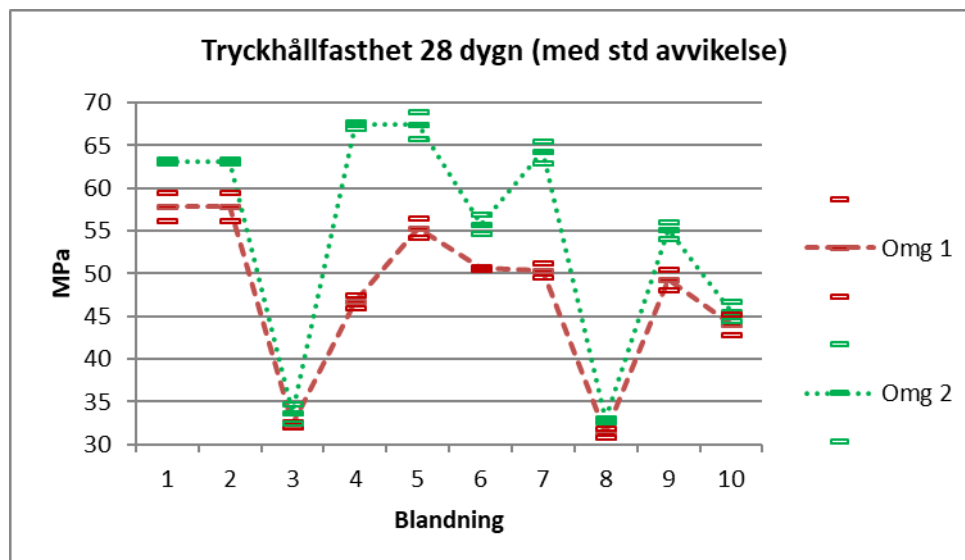
Slutrapport - Uppföljning av tryckhållfasthetsresultat

Syfte

Utreda vad som är orsaken till de onormalt stora skillnaderna i 28-dygnshållfasthet mellan två gjutomgångar av 10 olika grundrecept.

Bakgrund

I Projekt 4P00511 *Motstånd mot tösalter och frostsador i betong* för Norsk Vegvesen gjöts 10 blandningar med samma grundrecept två gånger, dels i oktober -november 2014 och dels i mars 2015. På dessa provades bl.a. tryckhållfasthet vid 28 dygn. Genomgående är tryckhållfastheten högre för omgång 2 än för omgång 1. I Figur 1 visas uppmätt medelhållfasthet med markerad standardavvikelse för omgång 1 och omgång 2 av samtliga blandningar. I några fall, t.ex. blandning 4, 5 och 7, är skillnaden betydligt större än vad som kan förklaras med normal variation mellan provkroppar eller gjutningar. Differensen mellan medelvärdena för de 10 recepten visas i tabell 1.



Figur 1: Tryckhållfasthet vid 28 dygn för de olika blandningarna i omgång 1 och omgång 2.

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress
Box 857
501 15 BORÅS

Besöksadress
Brinellgatan 4
504 62 BORÅS

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
033-13 55 02
info@ri.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE i förväg skriftligen godkänt annat.

Tabell 1: Differensen mellan medelvärdena för 28-dygnshållfasthet hos de båda omgångarna för de 10 recepten.

Recept	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diff. (omg 2- omg 1) [MPa]	5,3	5,3	1,3	20,6	12,0	5,2	13,8	1,6	5,8	1,6
Kvot (omg 1/ omg 2)	0,92	0,92	0,96	0,69	0,82	0,91	0,79	0,95	0,90	0,97

Undersökningar och mätningar

För att utröna om orsaken till de observerade skillnaderna har följande dokumentation från ursprungsprojektet gått igenom:

- Data från gjutningarna; gjutprotokoll, mätning av färsk densitet, konsistens och lufthalt.
- Data från densitetsbestämning på provkropparna vid provning av 28-dygnshållfasthet
- Data från den mikroskopiska porstrukturanalysen

Då misstanke att en del av avvikelserna kan bero på skillnader i lufthalt genomfördes en särskild försöksomgång där 28-dygnshållfastheten hos en av dessa blandningar (recept 4) med varierad lufthalt bestämdes. (Bilagd rapport 1)

Dessutom genomfördes en mikroskopisk analys av tunnslip från provkroppar från båda gjutomgångarna av tre av de blandningar (recept 4, 5 och 7) där avvikelserna mellan omgångarna var som störst. I denna bestämdes luftporstruktur och sprickförekomst. *Vet* bestämdes enligt NT Build 361. (Bilagd rapport 2)

Observationer med kommentarer

Det rör sig dels om en systematisk skillnad i hållfasthet mellan omgång 1 och omgång 2 där omgång 2 i samtliga fall har lägre hållfasthet än omgång 1, och dels en särskilt stor avvikelse för blandningarna 4, 5 och 7. Därför kommer dels värdena för samtliga blandningar eller medelvärdena av dessa i de båda omgångarna att jämföras och dels kommer värdena för blandningarna 4, 5, och 7 att studeras närmare.

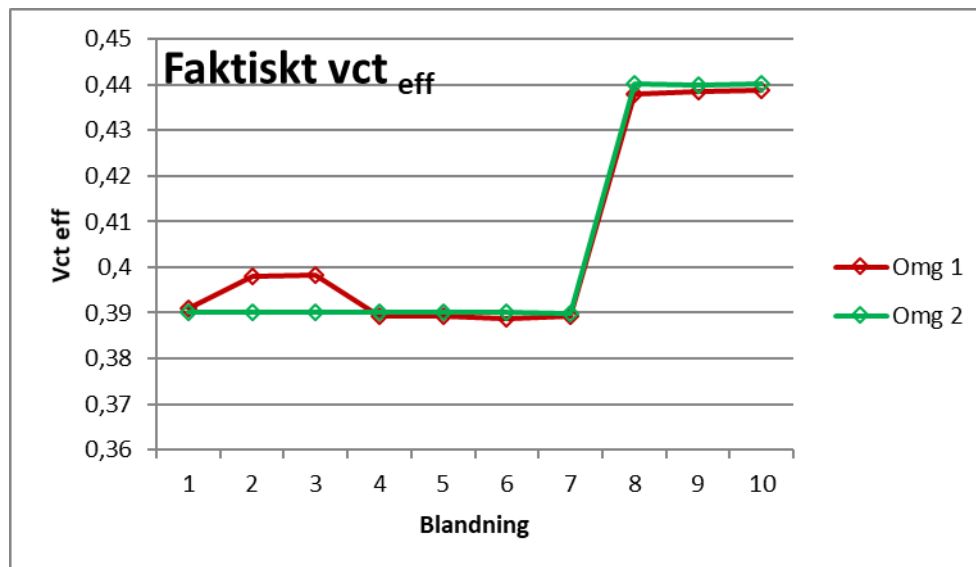
Möjliga orsaker till avvikelserna kan vara:

- Fel vid uppvägning och korrigering av sammansättning vid gjutning
- Variationer och eventuella fel i uppmätt lufthalt
- Skillnader i lagringsbetingelser mellan omgång 1 och omgång 2
- Skillnader i fuktillstånd vid provning av hållfasthet

Då samtliga provkroppar i de båda omgångarna inte gjöts vid samma tillfälle och heller inte provades vid samma tillfälle kan inte skillnader i lagringsbetingelser eller vid provning vara orsaken till den systematiska skillnaden mellan omgång 1 och omgång 2. Däremot kan de vara relevanta när individuella recept jämförs. I denna utredning kommer därför i första skedet de båda första punkterna att behandlas. För de fall dessa inte kan förklara uppkomna avvikelser kommer även de båda sistnämnda att studeras.

Möjlig inverkan av uppvägning och korrigering av sammansättning vid gjutning.

Samma grundrecept för respektive blandning har använts i de båda gjutomgångarna. Grundreceptet är baserat på en avsedd lufthalt på 4 %. I den första gjutomgången antogs samma mängd flytmedel och luftporbildare i samtliga blandningar och tillsatt vattenmängd korrigerades för vattenmängden i denna mängd tillsatsmedel. Vid gjutningen visade sig den antagna mängden flyttillsatsmedel i de flesta fall vara alltför stor, och mindre mängd tillsattes. vct_{eff} , $v/(c+\Sigma kp)$, blev därför vanligtvis något lägre än avsett i omgång 1. Vid omgång 2 användes den slutliga mängden använd i omgång 1 som utgångspunkt vid proportioneringen och effektivt vct_{eff} ligger därför närmare avsett vct_{eff} . I omgång 1 korrigerades inte den tillsatta vattenmängden helt korrekt för fukten i ballastmaterialet, då fukthalt i stället för fuktkvot hade bestämts. Trots dessa skillnader är skillnaderna i vct_{eff} i alla fall utom för blandning 2 och 3 försumbar, vilket framgår av Figur 2. Även för dessa blandningar är skillnaden mindre än 1 %-enhet. Det är inte heller dessa blandningar som uppvisar de stora avvikelserna i tryckhållfasthet. Skillnaderna i tryckhållfasthet beror alltså inte på skillnader i faktiskt vct_{eff} utgående från gjutprotokoll.



Figur 2: Faktiskt vct_{eff} i de olika blandningarna.

Det kan dock inte uteslutas att det uppstått mätfel vid uppvägning och blandning som inte dokumenterats. Dock talar en relativt likvärdig konsistens vid gjutning av de båda omgångarna mot att några större uppvägningsfel skulle ha gjorts.

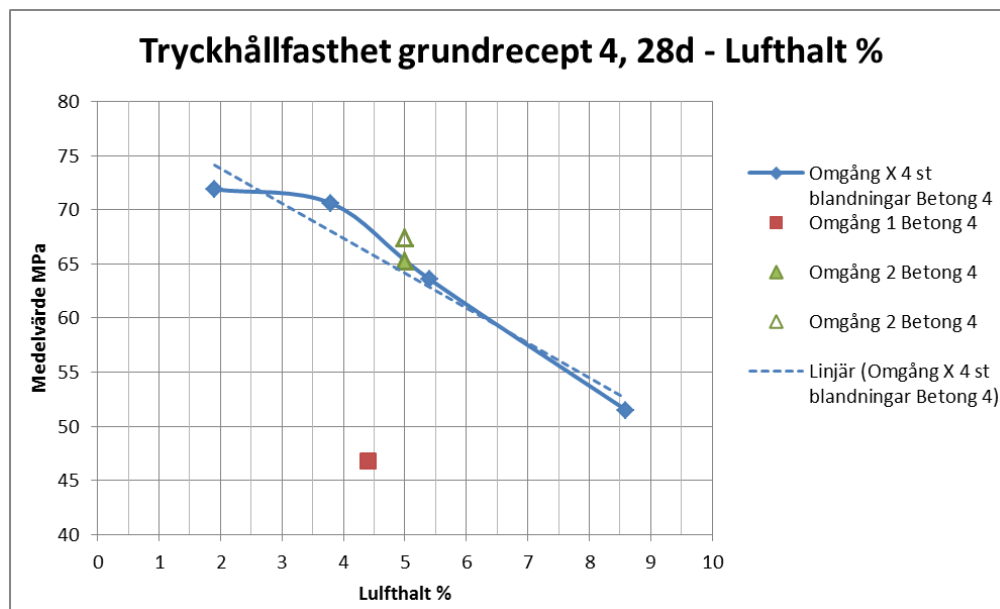
I den mikroskopiska analysen (bilagd rapport 2) som utfördes på blandningarna 4, 5 och 7 från de båda omgångarna ingick även en uppskattning av vct enligt NT Build 361. Denna metod går ut på att kapillärporerna i ett tunnslip fylls med fluorescerande medel. Hur mycket kapillärporer det finns bestäms av vct i blandningen och hydratiseringsgraden. Fluorescensen i provet jämförs sedan med fluorescensen hos referensprover med känt vct , hydratiseringsgrad och lufthalt. Metoden är utarbetad för rena portlandcementblandningar, och tar inte hänsyn till de effekter på tätheten som puzzolana material kan ha. Metoden är känslig för skillnader i tjocklek på tunnslipen. Enligt uppgift ska luftporhalten inte påverka resultatet eftersom mätning görs i cementpastadelarna av provet. Det värde som erhålls är ett mått på vattenbindemedelstalet, vbt , d.v.s. $W/(C+FA+SF)$. Eftersom det här i första hand är fråga om att jämföra betong med samma recept från två olika gjutningar läggs inte någon vikt vid absolutvärdena på vbt , utan mer på skillnaden mellan omgång 1 och omgång 2. Det uppskattade vbt är betydligt högre för omgång 1 (0,45; 0,44; 0,41) än för motsvarande recept i omgång 2 (0,33; 0,33; 0,33). En till synes stor skillnad för två blandningar med samma recept från prover

med en ålder på mer än ett år. Dock har proven inte härdats på likvärdigt sätt. Omgång 1 togs ur 100 mm kuber som efter avformning förvarats i 20° C, 65% RF. Omgång 2 togs relativt nära en formyta på halvkuber som sågats ur kuber som efter avformning vattenlagrats till 21 dygns ålder och därefter förvarats i 20° C, 65% RF. Provbitarna från omgång 2 är alltså i princip vattenlagrade i 21 dygn medan omgång 1 kan ses som i bästa fall (om provstyckena tagit ur kubernas inre delar) membranhärdade hela tiden. 21 dygns vattenlagring påverkar i synnerhet flygaskans puzzolana reaktion positivt men också cementhydratiseringen. Det innebär att reaktionsgraden/hydratiseringsgraden för omgång 2 bör vara betydligt högre för omgång 2 än för omgång 1 vilket ger en betydligt tätare struktur med färre kapillärporer, och därmed ett lägre skenbart *vbt*.

Möjlig inverkan av varierande lufthalt

Luft som tillsätts betong sänker tryckhållfastheten. Principiellt motsvarar en ökning av lufthalten med 1 %-enhet en ökning av vattenhalten med 10 l/m³ och följaktligen motsvarande höjning av $v_{ct,eff}$ och den därtill hörande sänkningen av tryckhållfastheten. Inverkan på tryckhållfastheten av ändringar i $v_{ct,eff}$ varierar beroende på vilken v_{ct} -nivå man befinner sig; vid låga v_{ct} är inverkan betydligt större än vid högre v_{ct} . För att kvantifiera inverkan av varierande lufthalt för de här aktuella blandningarna genomfördes en särskild försöksomgång där lufthalten i ett av grundrecepten (blandning 4) varierades och 28-dygnshållfastheten bestämdes. För provningsresultat se bilagd rapport 1.

Samtliga uppmätta 28-dygnshållfastheter för grundrecept 4 redovisas i Figur 3. Som synes fås en nästan linjär funktion mellan hållfasthet och uppmätt lufthalt över 4 % lufthalt. Utgår man från den faktiska lutningen över 4 % lufthalt så sänks 28-dygnshållfastheten med 4,0 MPa för varje % lufthalten ökar. Använder man i stället en linjär trendlinje för samtliga resultat den separata försöksserien så blir sänkningen cirka 3,1 MPa per % lufthaltsökning.



Figur 3: Tryckhållfasthet vid olika lufthalt för grundrecept 4.

De uppmätta värdena för gjutomgång 1 och 2 har också lagts in i detta diagram. Värdena från gjutomgång 2 stämmer väl överens med värdena från den separata försöksserien, medan hållfasthetsvärdet för gjutomgång 1 ligger långt under övriga värden.

Osäkerhet i bestämning av betongens lufthalt

Lufthalten i blandningarna mättes på standardiserat sätt vid gjutning med tryckmetoden (ℓ_u). Den bestäms på ett separat prov av den färska betongen som inte vibreras tillsammans med de provkroppar som används för tryckhållfasthetsbestämningen. Samma prov som lufthalten mäts på används också för att samtidigt bestämma den färska betongens densitet. Densiteten kan också användas för att indirekt bestämma lufthalten i den färska betongen. Lufthalten (ℓ_f) beräknas på följande sätt:

$$\ell_f = 1 - \rho_{bu} / \rho_{bk}$$

där

ρ_{bu} är betongens uppmätta färska densitet och

ρ_{bk} är betongens kompaktdensitet bestämd med hjälp av vikt och kompaktdensiteter för delmaterialen.

Samma beräkningsmetod kan också användas för att med utgångspunkt från provkropparnas densitet vid 28 dygn (ρ_{b28}) uppskatta lufthalten, ($\ell_{28} = 1 - \rho_{b28u} / \rho_{bk}$).

Lufthalten i en gjuten provkropp per blandning bestämdes även genom mikroskopisk porstrukturanalys där bl.a. den totala lufthalten bestämdes, (ℓ_p).

Dessutom gjordes ytterligare en mikroskopisk analys av provkroppar från båda gjutomgångarna av blandningarna 4,5 och 7, där totala lufthalten bestämdes (ℓ_{px}).

Tabell 1: Lufthalter i betongblandningarna bestämda på olika sätt

Recept	ℓ_u		ℓ_f		ℓ_{28}		ℓ_p		ℓ_{px}	
	Omg 1	Omg 2	Omg 1	Omg 2	Omg 1	Omg 2	Omg 1	Omg 2	Omg 1	Omg 2
1	4,2%	4,5%	6,5%	2,3%	2,1%	2,0%	4,1%	3,9%	-	-
2	4,0%	5,7%	6,9%	4,3%	2,5%	3,3%	4,5%	5,0%	-	-
3	3,9%	5,2%	3,3%	3,9%	3,3%	3,2%	4,7%	6,0%	-	-
4	4,4%	5,0%	4,6%	3,1%	3,3%	0,9%	5,4%	4,9%	6,2%	4,4%
5	5,2%	4,3%	4,3%	2,3%	3,7%	2,0%	5,4%	6,3%	4,8%	5,2%
6	5,8%	5,6%	5,4%	4,8%	4,2%	5,9%	5,2%	5,1%	-	-
7	5,8%	5,5%	5,2%	3,6%	5,8%	2,7%	7,3%	3,8%	7,6%	4,4%
8	5,3%	4,5%	4,1%	3,6%	4,2%	1,2%	6,0%	3,8%	-	-
9	5,9%	5,6%	4,8%	4,1%	5,0%	2,5%	6,6%	6,1%	-	-
10	4,6%	5,0%	3,7%	4,4%	5,8%	4,0%	4,5%	4,3%	-	-
Medel	4,9%	5,1%	4,9%	3,6%	4,0%	2,8%	5,4%	4,9%	6,2%	4,7%
Differens^(a)	-0,2%		+1,3%		+1,2%		+0,5%		(+1,5%)	

^(a) Värde i omgång 1 - värde i omgång 2

Medelvärdet av lufthalt mätt med lufthaltsmätare är i princip detsamma i omgång 1 som i omgång 2. Däremot blir medelvärdet av lufthalten mellan 0,5 och 1,3 %-enheter högre för omgång 1 än för omgång 2 när någon av de andra metoderna att bestämma lufthalt används. Absolutvärdena för ℓ_{28} blir något lägre än för övriga metoder p.g.a. uppsugning av vatten i provkropparna under vattenlagringen. Uppsugningen i de båda omgångarna bör vara jämförbar, vilket gör att differensen mellan lufthalterna i de båda omgångarna bör vara jämförbar med differensen mätt på andra sätt.

En genomsnittlig skillnad i lufthalt på cirka 1 % kan enligt försöken redovisade i figur 3 orsaka en skillnad på mellan 3,1 MPa och 4,0 MPa.

Medelvärdet av 28-dygnshållfastheterna för samtliga blandningar i vardera omgång är 48,0 MPa för omgång 1 och 55,3 MPa för omgång 2. Differensen är då 7,3 MPa. Om de extremt avvikande värdena för blandning 4,5 och 7 utesluts blir medelvärdena 46,2 MPa respektive 49,9 MPa, alltså med en medeldifferens på 3,7 MPa, vilket är i paritet med den genomsnittliga skillnaden orsakad av 1 % mer eller mindre luft enligt ovan.

Man kan alltså förutsätta att en viss del av avvikelserna i hållfasthet mellan omgång 1 och omgång 2 beror på en systematisk skillnad i lufthalt mellan omgångarna. Detta räcker dock inte till för att förklara de stora avvikelserna i hållfasthet som uppmätts för recept 4, 5 och 7.

Vad kan den systematiska avvikelserna bero på?

- Måtfel vid lufthaltsmätningen (dåligt kalibrerad)
- Skillnader i lufthalt mellan betongen i lufthaltsmätaren och de gjutna provkropparna p.g.a. olika intensitet i vibreringen

ℓ_u och ℓ_f (baserad på färsk densitet) mäts samtidigt på samma betong, alltså med identisk vibrering. I omgång 1 fås samma medelvärde för båda dessa lufthalter, men i omgång 2 fås en medeldifferens på 1,5 % (5,1-3,6). Detta tyder på att kalibreringen av lufthaltsmätaren i de båda omgångarna inte varit likvärdig. Det verkar som att lufthaltsmätaren i omgång 2 överskattat den verkliga lufthalten i blandningen. Det kan också vara så att det är lufthalten i omgång 1 som underskattats, och att de vid beräkningen använda kompaktdensiteterna hos de ingående delmaterialen inte är helt korrekta. Den enda säkra slutsatsen man kan dra är att det finns en systematisk högre faktisk lufthalt i omgång 1 än i omgång 2.

Det går inte att jämföra absolutvärdena för ℓ_f och ℓ_{28} eftersom vattenlagringen kan ha påverkat densiteten hos ℓ_{28} . Denna påverkan kan dessutom vara olika för olika recept beroende på bl.a. betongens täthet. Men påverkan bör för varje recept vara ungefär densamma för omgång 1 som omgång 2, varför differensen mellan omgång 1 och omgång 2 kan användas för en bedömning. Medeldifferensen mellan ℓ_{28} i omgång 1 och omgång 2 är ungefär densamma som för ℓ_f . Det är alltså inte troligt att den systematiska skillnaden i lufthalt uppstår p.g.a. genomgående olika vibreringsgrad vid lufthaltsmätning respektive vid gjutning av provkroppar, utan p.g.a. att kalibreringen av luftmätaren inte varit likvärdig inför de båda omgångarna.

Även ℓ_p och ℓ_{px} bestäms på gjutna provkroppar och även här ses samma tendens om än inte lika uttalad. Dessa värden baseras på mätning på en begränsad del av endast en provkropp, och huruvida denna del är helt representativ för hela gjutningen är svårt att säga.

För att förklara de stora skillnaderna i 28-dygnshållfasthet för recept 4, 5, och 7 måste mätvärden för dessa studeras närmare. Mätvärden på lufthalt, differensen mellan omgång 1 och medelvärden därav för recepten 4, 5 och 7 ges i tabell 2.

Till det systematiska avvikelserna p.g.a. lufthaltsmätningen som konstaterats bör man vid utvärdering av varje enskilt recept lägga till den skillnad som kommer av skillnader i uppmätt lufthalt (ℓ_u). För recept 4 och 7 är denna inte särskilt stor eller negativ (recept 4), men för recept 5 är den 0,9%, vilket ger ytterligare 2,7-3,6 MPa skillnad. För detta recept tyder också värdena baserade på densitetsmätning (ℓ_f och ℓ_{28}) på att den verkliga lufthalten i den färskbetongen och provkropparna är betydligt lägre i omgång 2 än i omgång 1. Den mikroskopiska analysen ger dock för detta recept motsatt resultat.

När det gäller recept 7 är differensen mellan omgång 1 och omgång 2 för samtliga lufthaltsvärden som bestämts på gjutna provkroppar (ℓ_{28} , ℓ_p och ℓ_{px}) betydligt högre än de som bestämts på den färskbetongen i lufthaltsmätaren (ℓ_u och ℓ_f). Detta kan tyda på att provkropparna i omgång 2 vibrerats intensivare än de i omgång 1. En skillnad i lufthalt på

drygt 3 % som ℓ_{28} , ℓ_p och ℓ_{px} indikerar kan motsvara en tryckhållfasthetskillnad på mellan 10 och 14 MPa, vilket stämmer rätt väl med den uppmätta hållfasthetsskillnaden som är 13,8 MPa.

Tabell 2: Lufthalter för betongblandningarna 4, 5 och 7 mätta på olika sätt, samt differenser och medelvärden.

Recept	ℓ_u		ℓ_f		ℓ_{28}		ℓ_p		ℓ_{px}		Medel
	Omg 1	Omg 2	Omg 1	Omg 2	Omg 1	Omg 2	Omg 1	Omg 2	Omg 1	Omg 2	
4	4,4%	5,0%	4,6%	3,1%	3,3%	0,9%	5,4%	4,9%	6,2%	4,4%	
Diff. ^(a)	-0,6%		1,5%		2,4%		0,5%		1,8%		1,1%
5	5,2%	4,3%	4,3%	2,3%	3,7%	2,0%	5,4%	6,3%	4,8%	5,2%	
Diff. ^(a)	0,9%		2,0%		1,7%		-0,9%		-0,6%		0,6%
7	5,8%	5,5%	5,2%	3,6%	5,8%	2,7%	7,3%	3,8%	7,6%	4,4%	
Diff. ^(a)	0,3%		1,6%		3,1%		3,5%		3,2%		2,3%
Medel	5,1%	4,9%	4,7%	3,0%	4,3%	1,9%	6,0%	5,0%	6,2%	4,7%	
Diff. ^(a)	0,2%		1,7%		2,4%		1,0%		1,5%		1,4%

^(a) Värde i omgång 1 - värde i omgång 2

Den uppmätta lufthalten (ℓ_u) för recept 4 är, mot förväntan, lägre för omgång 1 än för omgång 2. Dock tyder både värdena baserade på densitetsmätning (ℓ_f och ℓ_{28}) och mikroanalyvärdena på att detta inte stämmer. Om den största uppmätta differensen, 2,4%-enheter, som registrerats för denna blandning (ℓ_{28}) omvandlas till skillnad i hållfasthet så fås $4 \cdot 2,4 = 9,6$ MPa, vilket är knappt hälften av den uppmätta skillnaden i hållfasthet. Skillnaden i verklig lufthalt är alltså inte alls tillräcklig för att förklara den stora skillnaden i 28-dygnshållfasthet. För detta recept måste det dessutom finnas andra orsaker till den stora avvikelserna i 28-dygnshållfasthet.

Kan man avläsa att salt-frostresisten påverkats av en trolig skillnad i lufthalt mellan omgång 1 och omgång 2? Kvoterna mellan lufthalt, hållfasthet och avflagningsgrad vid salt-frostcyklning redovisas i tabell 3. Det är tydligt att för recept 4, 5 och 7 har en högre lufthalt i omgång 1 lett till en lägre 28-dygnshållfasthet och mindre frostavflagningsgrad än för omgång 2. Någon entydigt numeriskt förhållande mellan lufthaltskvoten och de andra två kvoterna finns dock inte, troligtvis beroende på osäkerheterna i de olika lufthaltsvärdena och eventuella andra påverkande faktorer.

Tabell 3: Lufthalter i betongblandningarna bestämda på olika sätt

Recept	Kvot lufthalt	Kvot hållfasthet 28 d	Kvot avflagningsgrad 56 d
	(a)	Omg 1/omg 2	Omg 1/omg 2
4	1,31	0,69	0,80
5	1,16	0,82	0,68
7	1,59	0,79	0,76 ^(b)

^(a) Medelv. (ℓ_u , ℓ_f , ℓ_{28} , ℓ_p , ℓ_{px}) omg 1 / Medelv. (ℓ_u , ℓ_f , ℓ_{28} , ℓ_p , ℓ_{px}) omg 2
^(b) Avflagningsgrad efter 28 dygn

Möjlig inverkan av lagringsbetingelser

Blandning 4 innehåller ett flygaskecement (CEM II/A-V) och dessutom ytterligare flygaska så att flygaskehalten blir 35 %. Dessutom ingick en mindre mängd silikastoft. Betong med flygaska är mer känslig för att lagringsbetingelserna är optimala än ren portlandcementbetong. Skillnader i lagringstemperatur och fuktillstånd under lagringen kan därför ha relativt stor inverkan på flygaskebetong. Elsageer et. al. [1] undersökte temperaturens påverkan på bl.a. 32-dygnshållfasthet hos blandningar med olika andel flygaska. Påverkan på en blandning med vct=0,35 och 30% flygaska av en sänkning med 10 °C fick efter 32 dygn ca 8 MPa lägre hållfasthet och en ökning med 10 °C gav en ökning med ca 7 MPa.

För de aktuella blandningarna mättes den färskas betongens temperatur. Dessa redovisas i provningsrapport A och B inom detta projekt. Genomgående var temperaturen något högre för omgång 1 än för omgång två. Den största skillnaden uppmättes för recept 4, där den var 2,0 °C högre för omgång 1 än för omgång 2. Om denna temperatur hade någon inverkan borde effekten ha varit den motsatta mot vad hållfasthetsresultaten indikerar.

Provkropparna för hållfasthetsbestämning vattenlagrades fram till provning. Detta görs normalt i temperade vattenbad i laboratoriet som kontinuerligt används för detta ändamål. Vid båda de aktuella gjutomgångarna var trycket på utrymmet i dessa mycket hårt, p.g.a. att gjutningar för ett annat stort projekt gjordes under samma tidsperioder. När omgång 2 gjöts lagrades samtliga provkroppar i vattenbaden. För omgång 1 är detta inte helt säkert. Det kan vara så att en del provkroppar lagrades i separata kar i laboratorielokalerna p.g.a. utrymmesbrist. Detta kan i så fall ha påverkat temperaturen något, och även pH-värdet i lagringsvattnet. Tyvärr är den personal som hade hand om detta vid omgång 1 inte längre anställd på RISE/CBI så det går inte att få någon bestämd uppgift om detta.

Oberoende om så var fallet eller inte, kan en temperaturskillnad på några få grader vid vattenlagringen inte påverka 28-dygnshållfastheten signifikant.

Om provkroppar lagrades i separata kar där rent kranvatten fylldes på kan pH-värdet ha varit lägre än i de vanliga vattenbaden där det i princip hela tiden finns nygjutna provkroppar. I ett examensarbete på Chalmers som genomförts [2] konstaterade man att pH i vattnet under lagringen spelar en viss roll för 28-dygnshållfastheten. Lagrade i kranvatten som byttes ut en gång i veckan minskade hållfastheten hos en blandning med 30 % flygaska med 3-4 MPa jämfört med lagring vid högre pH. Provningarna utfördes där dock på betydligt mindre bruksprismor (40*40*160 mm) på vilka inverkan av lakning blir betydligt större än på betongkuber med kantmått 100 mm. Om provkroppar lagrats separat i detta projekt så har inte heller lagringsvattnet bytts ut under lagringstiden och det initialt låga pH-värdet har stigit fram till provningen vid 28 dygn.

Det är alltså inte troligt att eventuella skillnader i lagringsförutsättningarna kan ha bidragit mer än högst marginellt till avvikelserna i 28-dygnshållfasthet.

Möjlig inverkan av fuktillstånd vid provning

Fuktillståndet hos betongprovkroppar vid provning påverkar uppmätt tryckhållfasthet. En vattenlagrad provkropp som tas upp ur ett vattenbad har en fuktgradient nära ytan som påverkar spänningsfördelningen i provkroppen vid tryck och ger en lägre uppmätt tryckhållfasthet än om fukten i ytan fått torka ut. Denna skillnad kan röra sig om upp till 7-8 % på hållfasthetsvärdet, för fallet att den ena provkroppen (våt) plockas direkt från vattenbadet och den andra (torr) lämnats i högst ett dygn i laboratorietatmosfär innan provning [3]. I detta fall ligger hållfastheten runt 60 MPa, vilket ger en skillnad på max ca 4-5 MPa.

Slutsatser

Den systematiskt högre hållfastheten i omgång 2 jämfört med omgång 1 beror på att kalibreringen av lufthaltsmätaren innan gjutning i de båda omgångarna inte varit likvärdig, vilket lett till att verklig lufthalt i omgång 2 genomgående varit lägre än i omgång 1.

Tre blandningar 4, 5 och 7 har dock större avvikelse mellan omgång 1 och omgång 2 än vad som kan förklaras av denna systematiska skillnad.

Avvikelsen hos blandning 7 kan till stor del förklaras av att den uppmätta lufthalten dessutom är betydligt högre i omgång 1 än i omgång 2.

Detta gäller inte för blandning 4 och 5. Särskilt stor skillnad mellan densitet hos de provkroppar som gjutits för bestämning av 28-dygns hållfasthet indikerar dock att de inte blivit vibrerade på ett likvärdigt sätt, utan att mer luft har försvunnit ut vid vibrering av omgång 2 än av omgång 1 för dessa blandningar.

När det gäller blandning 4, som har allra störst avvikelse, räcker dock inte skillnader i lufthalt till för att förklara den stora avvikelsen. Till detta kan vissa skillnader i lagringsförutsättningar och vid provning, som inte finns dokumenterade, ha bidragit. Eller så har något fel beroende på den mänskliga faktorn gjorts vid uppvägning och gjutning som inte uppmärksammats vid gjutning eller redovisats i gjutprotokoll

Referenser

[1] Elsageer M.A, Millard S.G., Barnett S.J., *Strength developmen of concrte containing coal fly ash under differnt curing temperature conditions*, 2009 WOAC Conference, Lexington , USA, 2009.

[2] Bengtsson Fredrik, *Effect of Leaching on compressive strength of cement mortar*, Examensarbete, Konstruktionsteknik, Chalmers Tekniska Högskola, 2017

RISE Research Institutes of Sweden AB RISE CBI Betonginstitutet - Väst

Utfört av



2019-02-14 12:59:11 +01:00

Elisabeth Helsing

Bilagda rapporter

1 6P00109 Provningsrapport D Motstånd mot tinesalter og frostskaeder i betong: felt- og laboratorieforsok på 10 betonger: Provningsresultat från tryckhållfasthet med olika lufthalt.

2 6P00109TnnsI Tunnsliipsanalys av prover på grund av hållfasthet

Kontaktperson RISE

Ida Gabrielsson
RISE CBI Betonginstitutet
010-516 68 51
ida.gabrielsson@ri.se

Datum

2019-11-12

Beteckning

4P00511 Rapport 2

Sida

1 (40)

Statens Vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
0033 OSLO
Norge**Motstånd mot tösalter och frostsador i betong; fält och laboratorieförsök på 10 sammansättningar
Rapport 2: - Blandningsparametrarnas inverkan på egenskaperna vid provning och i fält**

Elisabeth Helsing, RISE

Ida Gabrielsson, RISE

Peter Utgenannt, RISE

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress

Box 857
501 15 BORÅS

Besöksadress

Brinellgatan 4
504 62 BORÅS

Tfn / Fax / E-post

010-516 50 00
033-13 55 02
info@ri.seDetta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE
i förväg skriftligen godkänt annat.

Innehåll

1. Bakgrund och syfte	3
2. Provningsprogram och material	5
2.1. Översikt över provningsprogrammet	5
2.2. Gjutning av provkroppar	6
2.3. Betongsammansättningar	8
3. Resultatanalys	9
3.1 Tryckhållfasthet	9
3.2 Värmeutveckling	11
3.3 Salt-frostbeständighet	13
3.3.1 Laboratorieprovningar	13
3.3.2 Fältförsök vid RV40 - volymförändring upp till 4 år	18
3.4 Inre frostsador - Dynamisk E-modul	20
3.4.1 Fältförsök och laboratorieprovningar - Ultraljud	20
3.5 Karbonatisering	24
3.5.1 Naturlig karbonatisering	24
3.5.2 Jämförelse karbonatisering - avflagning	26
3.6 Kloridinträngning	27
3.6.1 Kloridinträngning efter 4 vintersäsonger	27
3.7 Kloridmigration - laboratorieprovning	32
3.8 Elektriskt motstånd	35
4 Sammanfattning av observationer och slutsatser	37
4.1 Hållfasthet och värmeutveckling	37
4.2 Salt-frostavflagning	37
4.3 Inre frostsador - dynamisk E-modul	38
4.4 Karbonatisering	38
4.5 Kloridinträngning	39
4.5 Allmän slutsats	40

1. Bakgrund och syfte

Statens Vegvesen i Norge har i perioden 2012-2015 genomfört ett FOU - program med namn Varige Konstruksjoner, under ledning av Tunnel og Betongseksjonen i Vegdirektoratet. En önskan inom delaktiviteten Framtidens Brobetonger, var att initiera undersökning på frostbeständighet i fält för olika betongtyper med olika typer av bindemedel. Statens Vegvesen tog kontakt med RISE (fd CBI Betonginstituttet, i rapporten används fortsättningsvis RISE) för diskussion om ett FoI-samarbete i ett projekt i anslutning till fältprovplatserna. I samarbetet mellan parterna togs ett provningsprogram fram som innefattade provningar i fält men även omfattande laborierprovningar.

Fältundersökningens syfte är att studera betongens beständighet i tösaltad vägmiljö vid riksväg 40 utanför Borås. De egenskaper som undersöks är fukt- och kloridinträngning samt bestämning av inre och yttre frostsador. Genom provningar i laboratorium undersöks förkonditioneringens inverkan på salt-frostbeständighet, luftporsanalyser, tryckhållfasthet, kloridmigration, värmeutveckling, naturlig karbonatisering och elektriskt motstånd. Provningarna för både fältproverna och laborierproverna var initialt planerade och pågår under 4 år. Avsikten är att fältprovningarna därefter kommer att fortsätta.

Tidigare i detta projekt har ett antal rapporter tagits fram där kompletta provningsresultat redovisas:

- Provningsrapport A – Resultat Omgång 1
- Provningsrapport B – Resultat Omgång 2
- Provningsrapport C – Resultat Omgång 3
- Provningsrapport B.1 – Kompletterade resultat Salt-frostprovning alternativ 5
- Provningsrapport B.2 – Resultat Omgång 2 Naturlig karbonatisering efter 1 år
- Provningsrapport – Resultat Omgång 2 Tryckhållfasthet och elektrisk motstånd efter 2 år
- Slutrapport om uppföljning av tryckhållfasthetsresultat (6P00109). Inklusive bilagor:
 - Provningsrapport D – Provningsresultat från tryckhållfasthet med olika lufthalt
 - Tunnslipsanalys av prover på grund av hållfasthet
- Provningsstudie (6P00109) på provkroppar före och efter frostprovningen genom undersökning av tunnslipsanalys, SEM och XRD.
- Provningsrapport E - Provningsresultat Omgång 1 Fältprover efter 4 år
- Provningsrapport F – Provningsresultat Omgång 2 Laborier prover efter 4 år
- Rapport 1 – Sammanfattning av omgång 1 och 2.

Syftet med denna rapport är att redovisa en analys av inverkan av blandningsparametrarna på de olika egenskaperna och att jämföra fältprovningar och laboratorieresultat.

2. Provningsprogram och material

2.1. Översikt över provningsprogrammet

Statens Vegvesen ingick 2014 ett forsknings-samarbete med RISE och projektet ”Motstand mot tinesalter og frostska-der i fremtidens brubetonger; felt- og laboratorieforsok” startade. Var och en av de 10 betongsammansättningarna undersöktes enligt provningsprogrammet, se tabell 1. Av kapacitetshänsyn blev varje betongsammansättning gjuten i tre omgångar.

Tabell 1 Provningsprogram för 10 st betongsammansättningar

Omgång	Syfte med blandning	Provningsprogram
1	Tillverkning av provkroppar för fältprovning och ett begränsat antal laboratorieprovningar.	<p><u>Färsk betong:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsistens • Densitet • Lufthalt • Temperatur <p><u>Laboratorieprovningar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tryckhållfasthet inklusive densitet • Salt-frostprovning • Luftporsanalys enligt standardmetoder. <p><u>Fältprovning:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Volym och ultraljud före utplacering vid riksväg 40 på småprovkroppar. • Volym och ultraljud vid 1 år och 4 år ålder på småprovkroppar. • Kloridprofil på stora provkroppar vid 1 år och 4 år ålder. • Fuktprofil på stora provkroppar vid 1 år och 4 år ålder
2	Tillverkning av provkroppar och provning av ett större antal provningar i laboratorium.	<p><u>Färsk betong:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsistens • Densitet • Lufthalt • Temperatur <p><u>Laboratorieprovningar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tryckhållfasthet inklusive densitet • Salt-frostprovning • Luftporsanalys enligt standardmetoder. • Tryckhållfasthet inklusive densitet vid olika åldrar. • Naturlig karbonatisering vid olika åldrar. • Ultraljudshastighet vid olika åldrar. • Elektriskt motstånd vid olika åldrar. • Kloridmigration vid olika åldrar.

		<ul style="list-style-type: none"> • Salt-frostprovning efter förlängd konditionering vid olika åldrar. • Salt-frostprovning efter förlängd konditionering och 1 veckas lagring i miljö med förhöjd CO₂-halt vid olika åldrar.
3	Värmeutveckling	Semi-adiabatisk kalorimeter.

2.2. Gjutning av provkroppar

RISE tillverkade betong för omgång 1 och 2 i laboratoriets tvångsblandare (Kabag Wiggert Co, 350) med en maximal kapacitet på 170 liter betong enligt nedan beskriven blandningsordning enligt uppdragsgivarens specifikation.

Satsvolymen för samtliga betongsammansättningar var 160 liter i omgång 1 respektive 130 liter för omgång 2. Satsvolymen för betongsammansättningarna för omgång 3 var 20 liter.

Vid varje tillverkningsomgång tillverkades tio olika betongsammansättningar. Vid omgång 1 och 2 tillverkades betong med luftporbildare och ett riktvärde på 4% luft. Vid omgång 3 tillverkades betong utan luftporbildare.

Tillverkning av betong omgång 1 och 2:

- De torra materialen cement, slagg, flygaska, silikastoft och ballast blandas i 1 min
- Under 1 min tillsätts vatten med fortsatt blandning
- ½ min blandning med tillsättning av tillsatsmedel, först en del av den beräknade mängden superplasticerare upp till runt 100 mm sättningsmått, därefter luftporbildare (i 10% lösning)
- 1 min blandning med vidare dosering av superplasticerare till cirka 150-200 mm sättningsmått.
- 2-3 min avslutande blandning

Total blandningstid: 5,5 – 6,5 minuter. Färsk betongtemperatur 20 °C ± 3.

Vid omgång 1 tillverkades för varje betongsammansättning:

- 1 st ”stor” provkropp (plyfaform) 300 x 300 x 1000 mm
- 9 st ”små” provkroppar (stålform) 150 x 150 x 150 mm
- 3 st ”små” provkroppar (plastform) 100 x 100 x 100 mm

Vid omgång 2 tillverkades för varje betongsammansättning:

- 13 st provkroppar (stålform) 150 x 150 x 150 mm
- 10 st provkroppar (plastform) 150 x 150 x 150 mm
- 8 st provkroppar (plastform) 100 x 100 x 100 mm
- 2 st provkroppar (stålform) 100 x 100 x 400 mm

För betong i omgång 3 användes en mindre tvångsblandare (Rojo) med en blandningskapacitet på 80 liter och tillverkningen utfördes enligt blandningsordningen nedan:

Tillverkning av betong:

- De torra materialen cement, slagg, flygaska, silikastoft och ballast blandas i 1 minut
- Under 1 minut tillsätts vatten med fortsatt blandning
- 2-3 minut avslutande blandning

Total blandningstid: 4,0 – 4,5 minuter.

Vid omgång 3 tillverkades för varje betongsammansättning provkroppar för värmeutveckling enligt metod SP metod 2296 (likvärdig NT Build 388).

Tabell 2 Tillverkningsdatum för respektive betongsammansättning

Betong nr.	Bindemedel	Tillverkningsdatum		
		Omgång 1	Omgång 2	Omgång 3
1	Anlegg FA 17 % FA	2014-11-03	2015-02-24	2015-11-06
2	Anlegg FA 35 % FA	2014-11-03	2015-02-24	2015-12-11
3	Anlegg FA 50 % FA	2014-11-03	2015-02-24	2015-12-21
4	Standard FA 35 % FA	2014-11-03	2015-03-10	2015-12-29
5	Aalborg 35 % FA	2014-11-04	2015-03-10	2016-01-07
6	Cemex III/A 49 % slagg	2014-11-10	2015-03-10	2016-01-14
7	Cemex III/B 75 % slagg	2014-11-10	2015-03-30	2016-01-22
8	LH Anlegg FA 50 % FA	2014-11-04	2015-03-30	2016-02-01
9	LH Cemex CEM III/A 49 % slagg	2014-11-11	2015-04-07	2016-02-10
10	LH Cemex CEM III/B 75 % slagg	2014-11-11	2015-04-07	2016-02-19

2.3. Betongsammansättningar

Samtliga delmaterial (cement, silikastoft, flygaska, tillsatsmedel och ballast) valdes ut av uppdragsgivaren och sändes till RISE i Borås.

Uppdragsgivaren ansvarade för att ta fram lämpliga betongrecept och angav riktvärden för relevanta egenskaper hos den färska betongen, se tabell 3, samt blandningsordning. Betongen användes för gjutning av provkroppar med olika storlekar och till olika ändamål.

Tabell 3 Betongsammansättning - Riktvärden

Betong nr	Cement	Massförhållande ¹⁾	v/b	Silika-stoft	Extra FA	Totalt innehåll FA eller slagg
1	Norcem Anleggsement FA ²⁾ (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,405	4 %	0	17 % FA
2	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,373	4 %	+ 18 %	35 % FA
3	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,348	4 %	+ 33 %	50 % FA
4	Norcem Standardsement FA ³⁾ (CEM II/B-M 42,5 R)	0,39	0,374	4 %	+ 17 %	35 % FA
5	Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N)	0,39	0,387 $k_{fa}=1$ upp til 20 % $k_{fa}=0,7$ över 20 %	4 %	+ 35 %	35 % FA
6	Cemex CEM III/A	0,39	0,405	4 %	0	48% slagg
7	Cemex CEM III/B	0,39	0,405	4 %	0	75 % slagg
8	Norcem Anleggsement FA ¹⁾ (CEM II/A-V 42,5 N)	0,44	0,392	4 %	+ 33 %	50 % FA
9	Cemex CEM III/A	0,44	0,44	4 %	0	48% slagg
10	Cemex CEM III/B	0,44	0,44	4 %	0	75 % slagg

¹⁾ För flygaska (FA) som är en del av själva cementen är $k_{FA}=1,0$ och för extra tillsatt FA är $k_{FA}=0,7$. För silikastoft är $k_s=2,0$

²⁾ Antaget FA-innehåll i ANL-FA-cementen 17 %

³⁾ Antaget FA-innehåll i STD-FA-cementen 18 %

3. Resultatanalys

3.1 Tryckhållfasthet

Provkroppar (kuber 100×100×100 mm) till tryckhållfasthet tillverkades enligt standard SS 13 72 45 och vattenlagrades fram till provning. Tryckhållfasthet har provats vid 28d, 90d, 2 år och 4 år enligt SS-EN 12390-3. I samtliga betongsammansättningar har luftporbildare tillsats, för att uppnå en lufthalt på 4 %. Verkligen uppmätt lufthalt i de färskas betongblandningarna varierar dock mellan 4,5 och 5,7 i omgång 2. Beräknas lufthalten utifrån färsk densitet eller genom en mikroskopisk luftporanalys är variationen ännu större; mellan 2,3 och 6,3. Lufthalten påverkar hållfastheten. 1 % förändring av lufthalten ger ca 3 MPa förändring av 28-dygnshållfastheten. Se *Slutrapport om uppföljning av tryckhållfasthetsresultat (6P00109)*.

Betong med flygaska

Hållfasthetsutvecklingen hos flygaskebetongerna visas i figur 1. De tre betongsammansättningarna med heldragna linjer är tillverkade med Anlegg FA och skulle alla ha samma massförhållande; 0,39. I verkligheten (beräknat på gjutdata) erhöles dock en viss skillnad i massförhållande mellan blandningarna, beroende på korrigering av mängd tillsatsmedel för att få rätt konsistens vid gjutning och det vatten som ingår i dessa. De har även olika *vbt* och uppmätt lufthalt:

Betong 1 (17 % FA): Verkligen massförhållande = 0,39 , *vbt* = 0,41, uppmätt lufthalt = 4,5 %

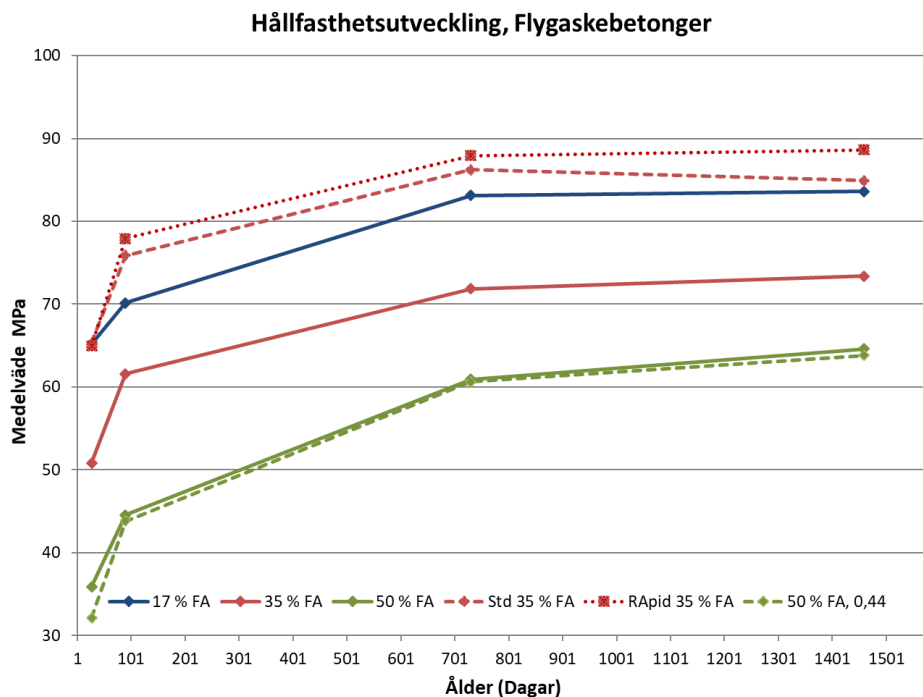
Betong 2 (35 % FA): Verkligen massförhållande = 0,40 , *vbt* = 0,39, uppmätt lufthalt = 5,7 %

Betong 3 (50 % FA): Verkligen massförhållande = 0,41 , *vbt* = 0,38, uppmätt lufthalt = 5,2 %

Massförhållandet borde återspegla 28-dygnshållfastheten, eftersom bidraget från den flygaska som tillsatts utöver det som ingår i cementet till hållfastheten räknas ner med en *k*-faktor på 0,7. Men den skillnad i hållfasthet mellan dessa blandningar som uppmätts från 28 dygn och framåt (figur 1) är betydligt större än vad som är motiverat av en skillnad i massförhållande på ± 0,01 enheter, vilket för en vanlig betong med *vct* runt 0,39 ger en hållfasthetsskillnad på ca ± 1,3 MPa (Betonghandboken Material, 1994). Här är skillnaden i 28-dygnshållfasthet ± 12-13 MPa och för långtids-hållfastheten efter 4 år ± 10 MPa. Dessutom är hållfasthetsutvecklingen nästan identisk för de båda blandningarna med 50 % FA där massförhållandet är olika (0,39 respektive 0,44). Det finns även en viss skillnad i lufthalt i dessa betongsammansättningar, som dock inte varierar systematiskt med flygaskehalten och inte kan motivera den stora reduktionen i hållfasthet, när flygaskehalten ökar.

I de rödstreckade betongsammansättningarna används andra cement än Anlegg FA och 35 % flygaska och massförhållandet 0,39. Hållfasthetsutvecklingen med Standard FA och Rapidcementet är nästan identisk och ligger betydligt högre (+ ca 15 MPa) än med Anlegg FA från 28 dygn och framåt. Dessa båda har högst hållfasthet vid alla tidpunkter av samtliga provade betongsammansättningar. Strax under dessa ligger betongen med Anlegg FA med bara 17 % flygaska.

Det är alltså tydligt att för betong med Anlegg FA och massförhållanden i området 0,39 - 0,46 så är mängden flygaska och typ av cement det kombineras med betydligt mer avgörande för nivån på hållfastheten i flygaskebetong än vad massförhållandet är. När det gäller hållfasthetsutveckling så reducerar ökande flygaskhalt hållfastheten mest i tidig ålder (upp till 90 dygn) medan skillnaden är mindre vid 2 och 4 års ålder. Vid ett massförhållande på 0,39 är ökningen i hållfasthet mellan 28 dygns och 4 års ålder ca 30 % med Anlegg FA (17 % flygaska), och vid 35 % flygaskhalt ökar den till 50 % för att bli 90 % med 50 % flygaska (gäller i det fallet båda massförhållandena). Standard FA (42,5 R) har högre 2-dygnshållfasthet än Anlegg FA (42,5 N) och Rapid Aalborg (52,5 N) har både högre 2-dygnshållfasthet och 28-dygnshållfasthet än Anlegg FA. Med dessa båda initialt mer snabbhärdande cement (betong 4 och 5) blir hållfasthetsökningen mellan en månad och fyra års ålder ca 30 % vid flygaskhalten 35 %.

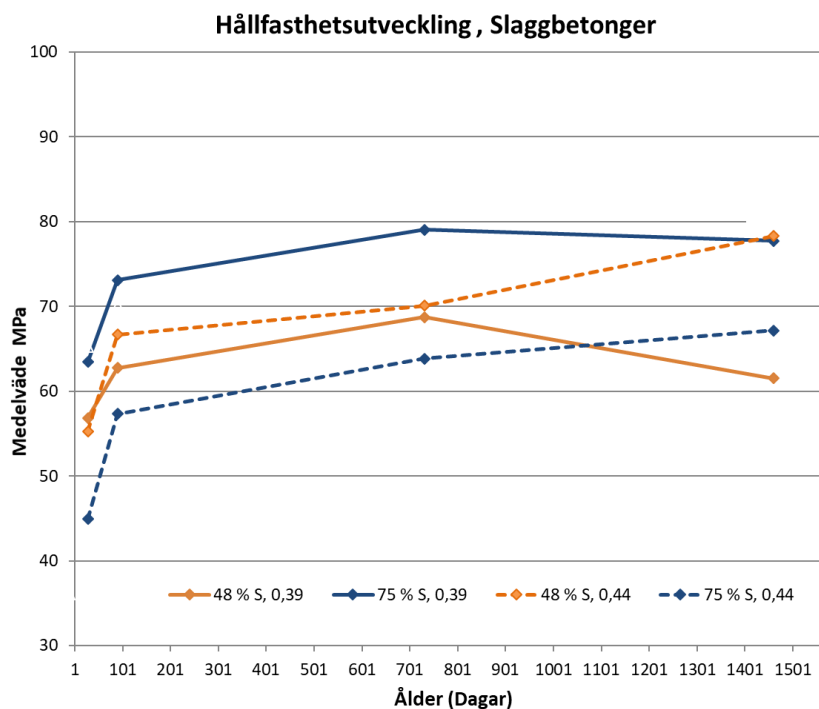


Figur 1 Tryckhållfast hos betongsammansättningar med flygaska. Om inget annat anges i beteckningen är cementet Anlegg FA och massförhållandet 0,39. (Betong 1, 2, 3, 4, 5 och 8)

Betong med slagg

När det gäller betongsammansättningarna med slagg, för vilka hållfasthetsutvecklingen visas i figur 2, stämmer antagna massförhållanden väl överens med verkliga. För betongsammansättningarna med 75% slagg ligger hållfastheten i storleksordningen 15 MPa högre vid massförhållandet 0,39 än vid massförhållandet 0,44. För betongsammansättningarna med 48 % slagg spretar värdena betänkligt, och över lag ligger hållfastheten högre för blandningen med det högre massförhållandet än för den med lägre, vilket inte är logiskt. Det är heller ingen skillnad på uppmätt lufthalt i den färska betongen för dessa blandning (5,6 % i båda). Dock registrerades en skillnad i lufthalter (mätt via densitet) i provkropparna som tryckhållfasthetsprovades vid 28

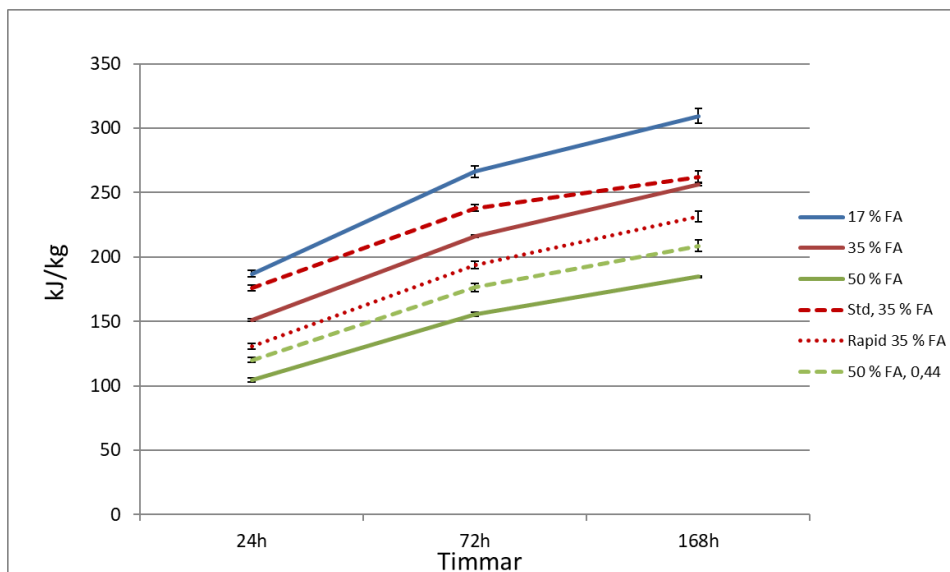
dygns ålder; 2,5 % i den med massförhållandet 0,44 och 5,9 % i den med massförhållandet 0,39. 3,4 % skillnad i lufthalt kan, enligt ovan, ge upphov till en skillnad i hållfasthet på ca 10 MPa, vilket kan förklara den till synes ologiska skillnaden mellan de båda betongsammansättningarna. Slaggbetongerna som innehåller 48 respektive 75 % slagg har en betydligt snabbare hållfasthetstillväxt upp till 90 dygn än vad betongsammansättningarna med 50 % flygaska har, därefter är hållfasthetstillväxten långsammare. Efter fyra år ligger hållfastheten hos slaggbetongerna under de tre betongsammansättningar som har högst hållfasthet (Anlegg FA med 17 % flygaska, Standard FA med 35 % flygaska och Rapid+35 % flygaska) och över de med Anlegg FA med 50 % flygaska.



Figur 2 Tryckhållfast hos betong med olika halter slagg och masshållande. (Betong 6, 7, 9 och 19)

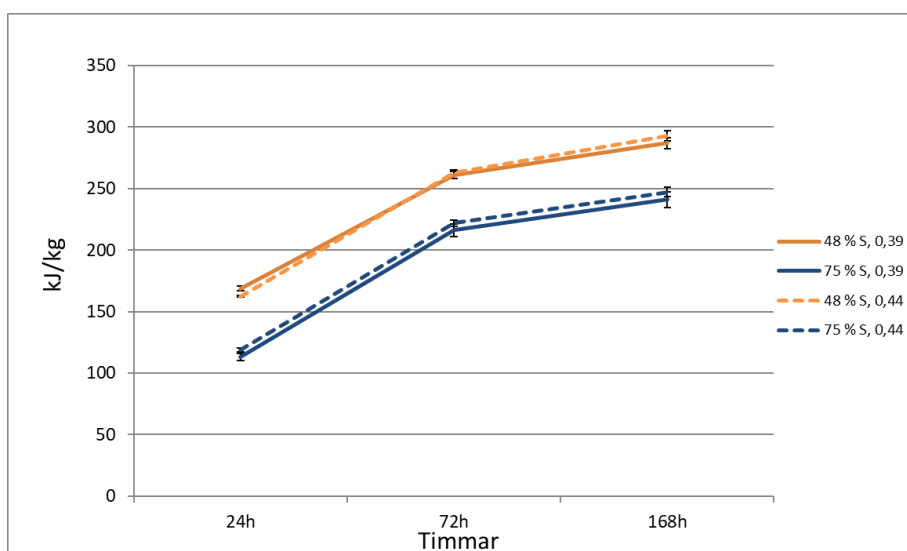
3.2 Värmeutveckling

Värmeutveckling upp till 7 dygn efter gjutning för de olika bindemedlen har bestämts med semi-adiabatisk termografi och visas i figur 3 för flygaskebetongerna och i figur 4 för slaggbetongerna.



Figur 3: Värmeutveckling per kg bindemedel för betongsammansättningarna med flygaska. Om inget annat anges i beteckningen är cementet Anlegg FA och massförhållandet 0,39 (Betong 1, 2, 3, 4 ,5 och 8).

Flygaskans påverkan på värmeutvecklingen i tidig ålder stämmer rätt väl överens med inverkan på hållfastheten. Med samma cementtyp och ökande flygaskehalt minskar värmeutvecklingen, i synnerhet under det första dygnet. Det finns dock några undantag; en är att en höjning av massförhållandet med 0,05 till 0,44 med 50 % flygaska ger en ökning av värmeutvecklingen. När det gäller byte till initialt mer snabbhärdande cement än Anlegg FA så höjs värmeutvecklingen i det fall då detta cement är ett blandcement, d.v.s. en viss del av flygaskan är tillsatt vid cementtillverkningen (Std, 35 % FA). När däremot all flygaska tillsätts vid betongblandningen som i fallet Rapid och 35 % FA, så minskar värmeutvecklingen i förhållande till Anlegg FA, som också det är ett blandcement med 17 % flygaska tillsatt vid tillverkningen. Denna skillnad i värmeutveckling under främst det första dygnet påverkar dock inte hållfastheten vid 28 dygn eller senare negativt utan positivt.



Figur 4: Värmeutveckling per kg bindemedel för betongsammansättningarna med slagg. (Betong 6, 7, 9 och 10)

3.3 Salt-frostbeständighet

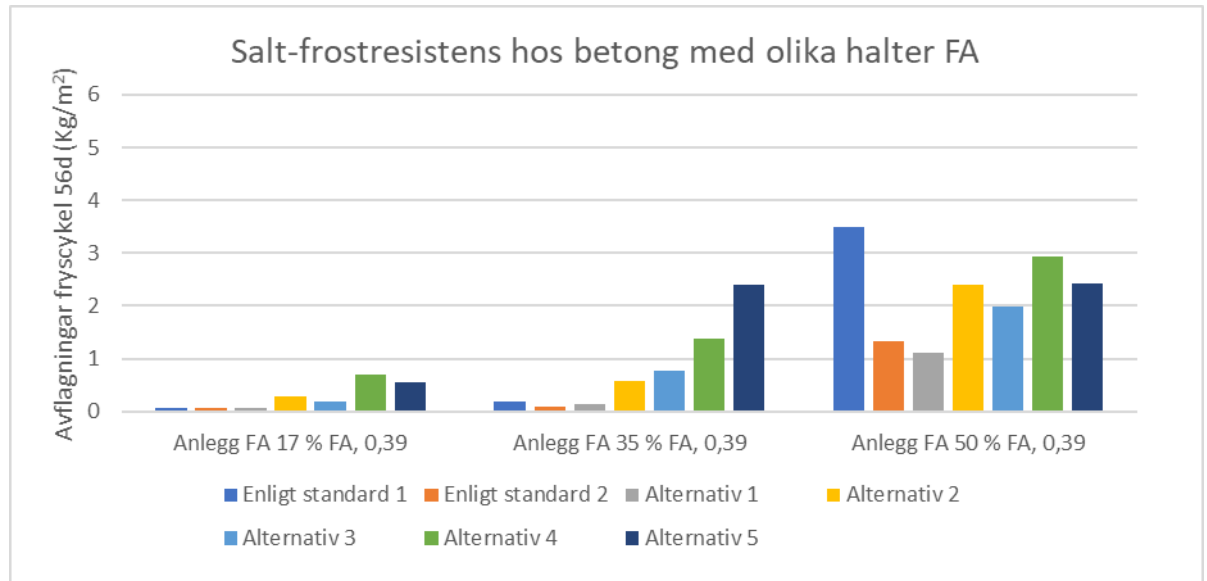
3.3.1 Laboratorieprovningar

Provkropparna (kuber 150x150x150 mm) för salt-frostprovning tillverkades enligt standard SS 137245 och konditionerades enligt standard SS 137244:2005 utgåva 4 fram tills det att salt-frostprovningen påbörjades för omgång 1 och 2. För omgång 2 konditionerades provkroppar för salt-frostprovning enligt fem olika alternativ, se tabell 4. Konditioneringen skedde i klimatrum med 20 ± 2 °C och 65 ± 2 % RF.

Tabell 4 Konditioneringsalternativ vid salt-frostprovkroppar

Konditionerings alternativ		Beteckning i text
Omgång 1 Norm	Enligt standard SS 137244. Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 7 dygn fram till vattning och frysstart vid 31 dygns ålder.	S1
Omgång 2 Norm	Enligt standard SS 137244. Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 7 dygn fram till vattning och frysstart vid 31 dygns ålder.	S2
Omgång 2 Alternativ 1	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 21 dygn fram till vattning och frysstart vid 45 dygns ålder.	A1
Omgång 2 Alternativ 2	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 21 dygn (sista 7 dygnen i 1 % CO ₂) fram till vattning och frysstart vid 45 dygns ålder.	A2
Omgång 2 Alternativ 3	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 84 dygn fram till vattning och frysstart vid 108 dygns ålder.	A3
Omgång 2 Alternativ 4	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 84 dygn (sista 7 dygnen i 1 % CO ₂) fram till vattning och frysstart vid 108 dygns ålder.	A4
Omgång 2 Alternativ 5	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 365 dygn fram till vattning och frysstart vid 388 dygns ålder.	A5

Betong med flygaska



Figur 5 Avflagning efter 56 fryscyklar hos betong med olika halter flygaska. (Betong 1, 2 och 3)

Av figur 5, som gäller avflagning efter 56 cykler för betongsammansättningar med massförhållandet 0,39 (beräknat med k-värden), framgår det klart att avflagningen vid provning ökar med ökande halt flygaska, oberoende av konditioneringsalternativ.

För blandningen med 17 % flygaska klarar betongen gränsvärdet 1 kg/m² (acceptabel salt-frostbeständighet enligt SS 137244) oberoende av vilken typ av konditionering före frysning som används. Maxvärdet för god salt-frostbeständighet enligt SS137244 (0,5 kg/m²), klaras för denna betong utom efter ett år i 65 % RF och naturlig koldioxidhalt samt efter 84 dygns förkonditionering inklusive 7 dygns exponering för 1 % CO₂.

Om flygaskhalten är 35 % klarar betongen gränsvärdet med alla konditioneringsalternativ utom för 84 dagar + koldioxid och 365 dagars förkonditionering. I detta fall är $v_{bt} = 0,39$.

När flygaskhalten är 50 % klaras inte gränsvärdet 1 kg/m² (acceptabel salt-frostbeständighet enligt SS 137244) för något av konditioneringsalternativen, trots att v_{bt} i detta fall är så lågt som 0,38. Figur 6 indikerar att en höjning av massförhållandet till 0,44 ($v_{bt} = 0,42$) ytterligare ökar avflagningen. Avflagningen för båda dessa blandningar är så stor att läckage och eventuell brist på vätska på provkropparnas yta under frysning gör att mätvärdena inte är pålitliga. För flera frysprovkroppar har provningen också fått avbrytas i förtid, och jämförelsen mellan konditioneringsalternativen blir betydligt mer osäker än för blandningar med 17 % och 35 % flygaska.

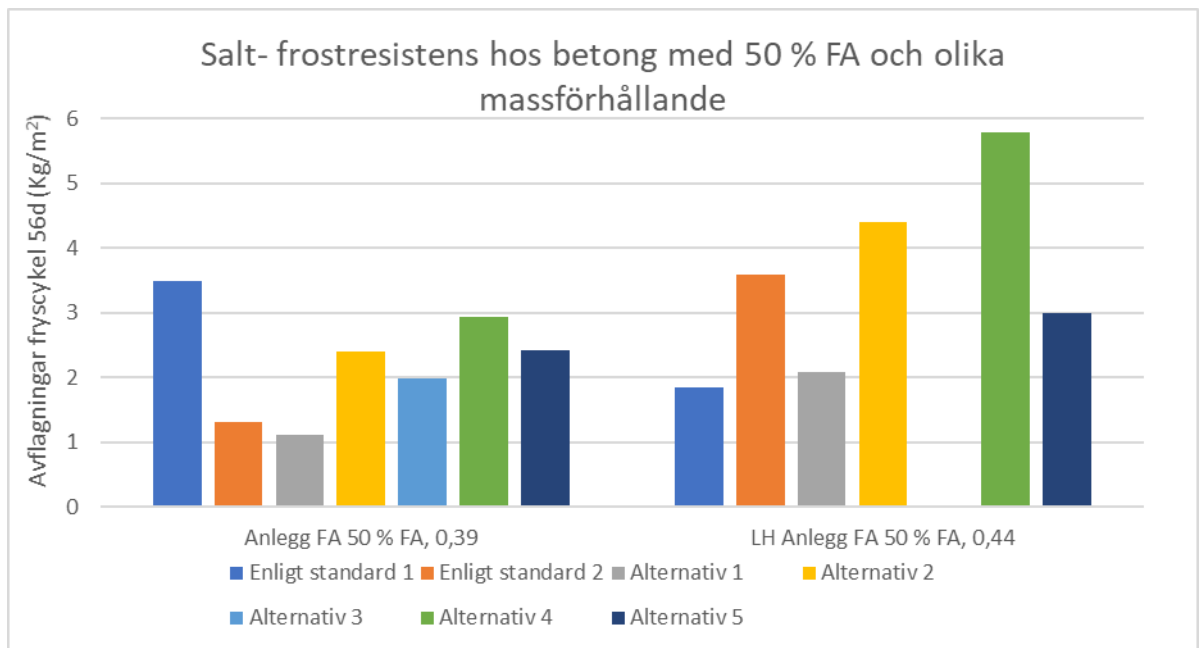
Generellt gäller att koldioxidexponering ökar avflagningen på alla flygaskenivåer och längd på förkonditioneringsperiod. I tabell 5 ges kvoten mellan avflagning för A2 och A1 samt mellan A4 och A3 för flygaskebetongerna. För betongsammansättningarna med 50 % flygaska, som har mycket osäkra värden, har värdena kursiverats.

Tabell 5 Kvot mellan avflagning efter 56 fryscyklar vid koldioxidexponering/inte koldioxidexponering samt vid förlängd konditioneringstid/konditioneringstid enligt standarden för flygaskbetongerna.

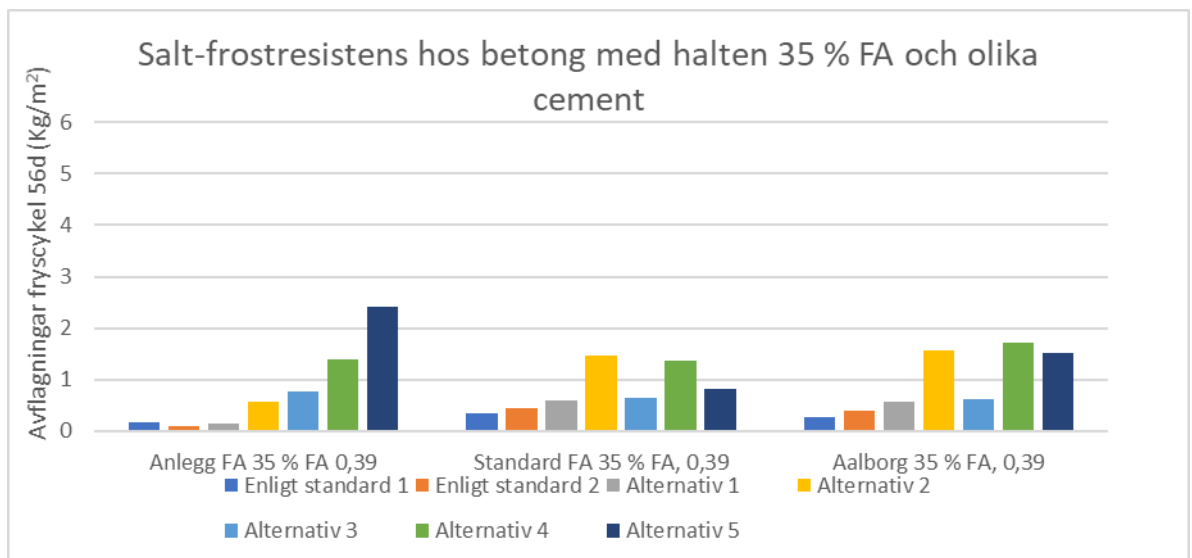
	Cement / andel flygaska	Koldioxid exponering		Förkonditioneringens längd		
		A2/A1	A4/A3	A1/S2 (21 dygn)	A3/S2 (84 dygn)	A5/S2 (365 dygn)
Betong 1	Anlegg FA /17 %	4,00	3,74	1,00	2,71	8,00
Betong 2	Anlegg FA /35 %	4,07	1,83	1,04	5,63	17,85
Betong 3	Anlegg FA /50 %	2,14	1,47	0,85	1,51	1,84
Betong 4	Standard FA /35 %	2,51	2,09	1,34	1,48	1,86
Betong 5	Rapid+FA /35 %	2,74	2,71	1,43	1,58	3,78
Betong 8	Anlegg FA /50 % (massf. 0,44)	2,11	1,58	0,58	1,02	0,84

Förlängd förkonditionering (utan koldioxid) ökar avflagningen för dessa betongsammansättningar. I tabell 5 ges även den relativa avflagningen vid olika förkonditioneringsperioder i förhållande till värdet för S2, som är från samma gjutomgång. En ökning till 21 dygn har enbart marginella effekter, men då konditioneringstiden blir 84 dygn eller ett år ökar avflagningen markant, i synnerhet för betongen med 35 % flygaska.

I figur 7 redovisas avflagningen efter 56 cykler för blandningarna med 35% flygaska och de tre olika cementen. När Standard FA eller Rapidcement (Aalborg) används fås något större avflagning vid standardförfarandet men lägre inverkan av konditioneringstid än för Anlegg FA (se tabell 5). Inverkan av karbonatisering är däremot i samma nivå som för Anlegg FA (tabell 5).

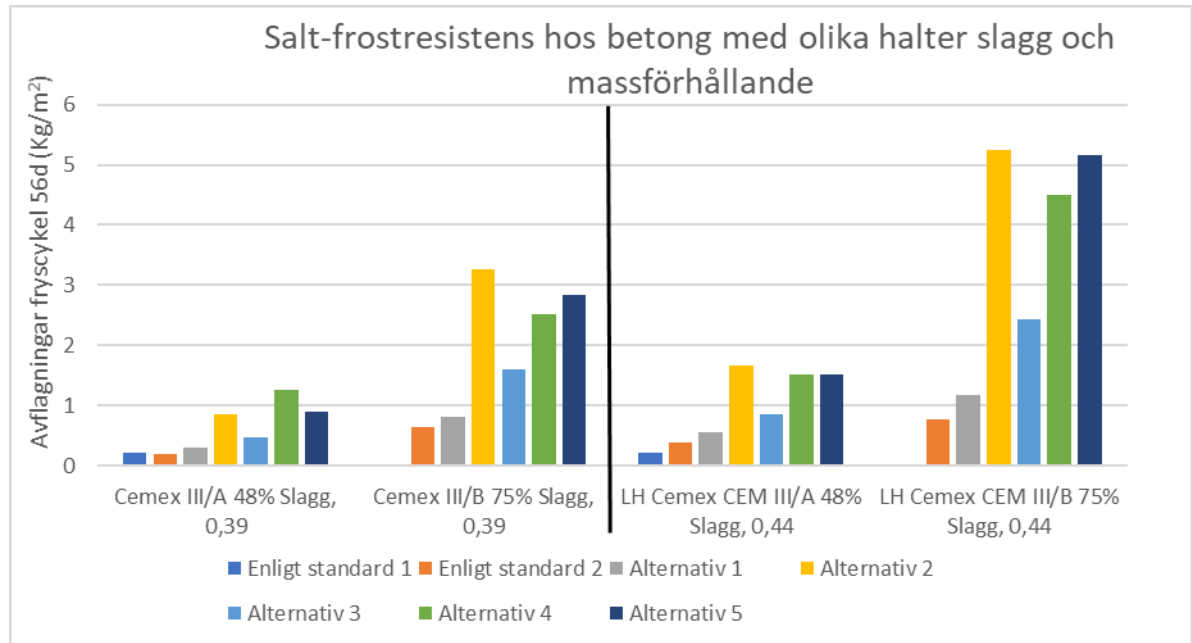


Figur 6 Avflagnings efter 56 fryscyklar hos betong med 50 % FA och olika massförhållande. (Betong 3 och 8)



Figur 7 Avflagnings efter 56 fryscyklar hos betongsammansättningar med halten 35 % FA och olika cement. (Betong 2, 4 och 5)

Betong med slagg



Figur 8 Avflagning efter 56 fryscyklar hos blandningar med olika halter slagg och massförhållanden. (Betong 6, 7, 9 och 10)

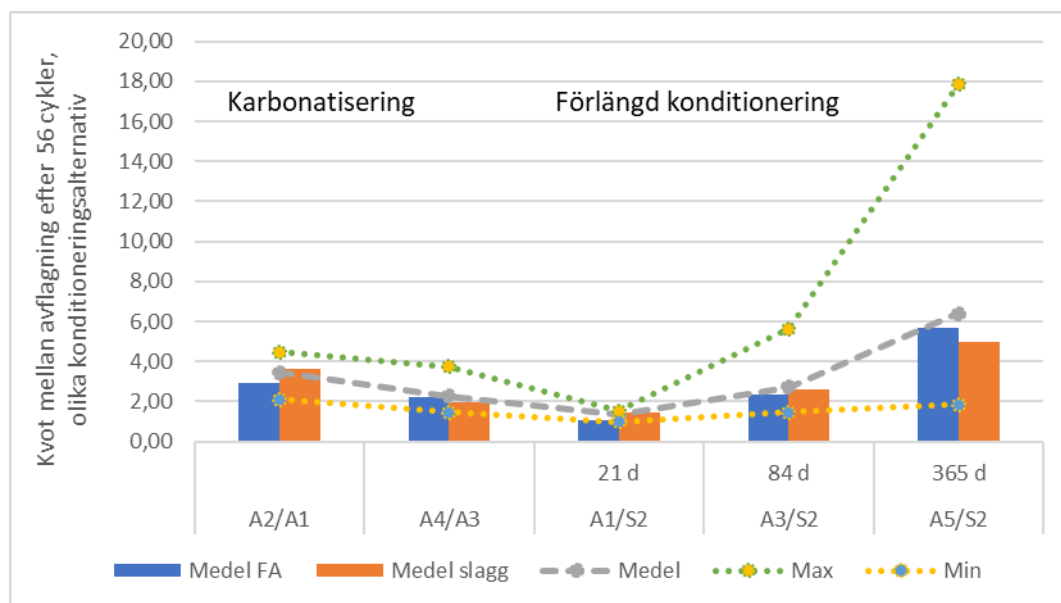
Avflagningen efter 56 cykler hos de blandningar som innehåller slagg visas i figur 8. En blandning med 75 % slagg klarar både vid massförhållandet 0,39 och 0,44 vid provning helt enligt standarden gränsvärdet för acceptabel salt-frostbeständighet (1 kg/m²) men inte gränsvärdet för god salt-frostbeständighet (0,5 kg/m²). Både förlängd konditionering och koldioxidexponering ger dock avflagning långt över gränsvärdet 1 kg/m².

När slagghalten är 48 % klaras gränsvärdet för god frostbeständighet vid provning enligt standarden och med en förkonditioneringsperiod på 3 veckor, både vid massförhållandet 0,39 och 0,44. Vid massförhållandet 0,39 är det bara 84 dagars förkonditionering + koldioxid som ger större avflagning än vad som krävs för acceptabel salt-frostbeständighet. Höjs massförhållandet till 0,44 ger båda koldioxidalternativen och 365 dygns konditionering i 65 % RF högre avflagning än 1 kg/m².

Tabell 6 Kvot mellan avflagning efter 56 fryscyklar vid koldioxidexponering/inte koldioxidexponering samt vid förlängd konditioneringstid/konditioneringstid enligt standarden för slaggbetongerna.

	Cement	Koldioxid exponering		Förkonditioneringens längd		
		Andel slagg/massf.	A2/A1	A4/A3	A1/S2 (21 dygn)	A3/S2 (84 dygn)
Betong 6	48% / 0,39	2,87	2,68	1,50	2,35	4,45
Betong 7	75% / 0,39	4,04	1,58	1,29	2,52	4,49
Betong 9	48% / 0,44	3,04	1,77	1,49	2,32	4,08
Betong 10	75% / 0,44	4,49	1,85	1,54	3,20	6,80

Sett över hela provserien så är det ingen större skillnad på inverkan på de olika betongsammansättningarna av att exponera en vecka för koldioxid under förkonditioneringsperioden, oavsett bindemedelssammansättning, se figur 9. Om detta sker under en förkonditionering på 21 dagar ökar avflagningen med en faktor på mellan 2,1 och 4,5, med ett medelvärde på 3,2. Om förkonditioneringsperioden är 84 dygn ökar avflagningen med en faktor på mellan 1,5 och 3,8 med ett medelvärde på 2,1. Att värdet är lägre vid längre konditioneringsperiod är logiskt eftersom det under hela konditioneringsperioden samtidigt sker en naturlig karbonatisering på grund av koldioxiden i omgivningen som är ca 0,04 %.



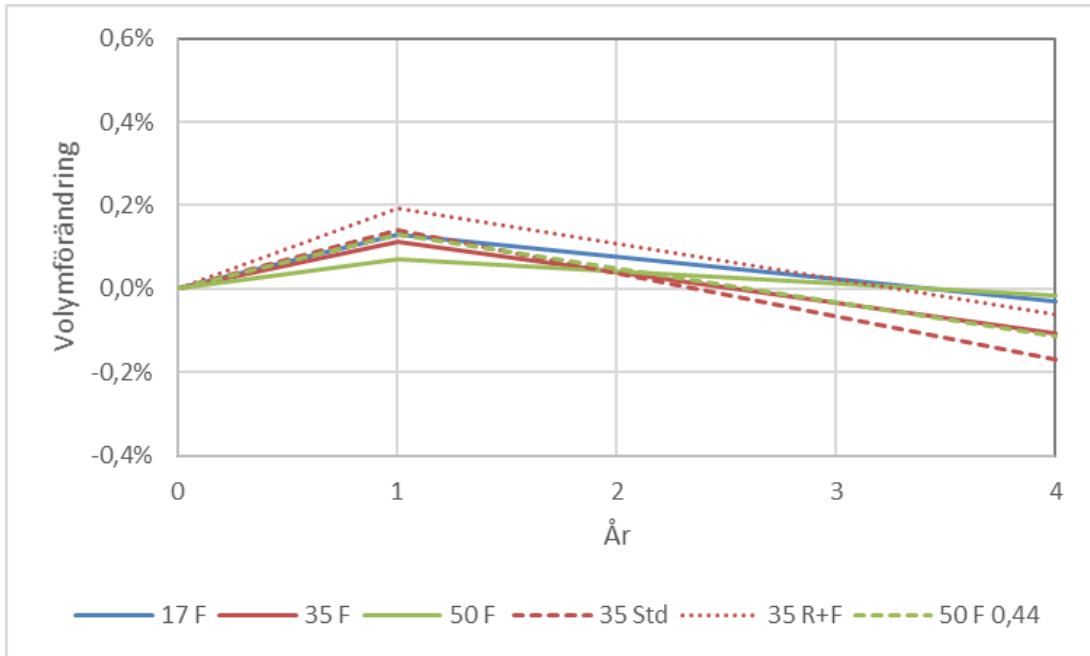
Figur 9 Relativ inverkan av koldioxidexponering och förlängd konditioneringsperiod på avflagningen efter 56 cykler. Streckade linjer är medel/max/min för samtliga betongsammansättningar utom betong 3 och 8.

Detsamma gäller för inverkan av förkonditioneringsperiod. En förlängning till 3 veckor har en mycket marginell inverkan, d.v.s. avflagningen ökar med en faktor på mellan 1,0 och 1,5 med ett medel på 1,3. Vid längre perioder blir spridningen mellan olika betongsammansättningar större. 84 dagars konditionering ger en ökning av avflagningen med en faktor på mellan 1,5 och 5,6 med ett medel på 2,7. Ett helt års konditionering ökar avflagningen med en faktor på mellan 1,9 och 17,9 med ett medel på 6,4

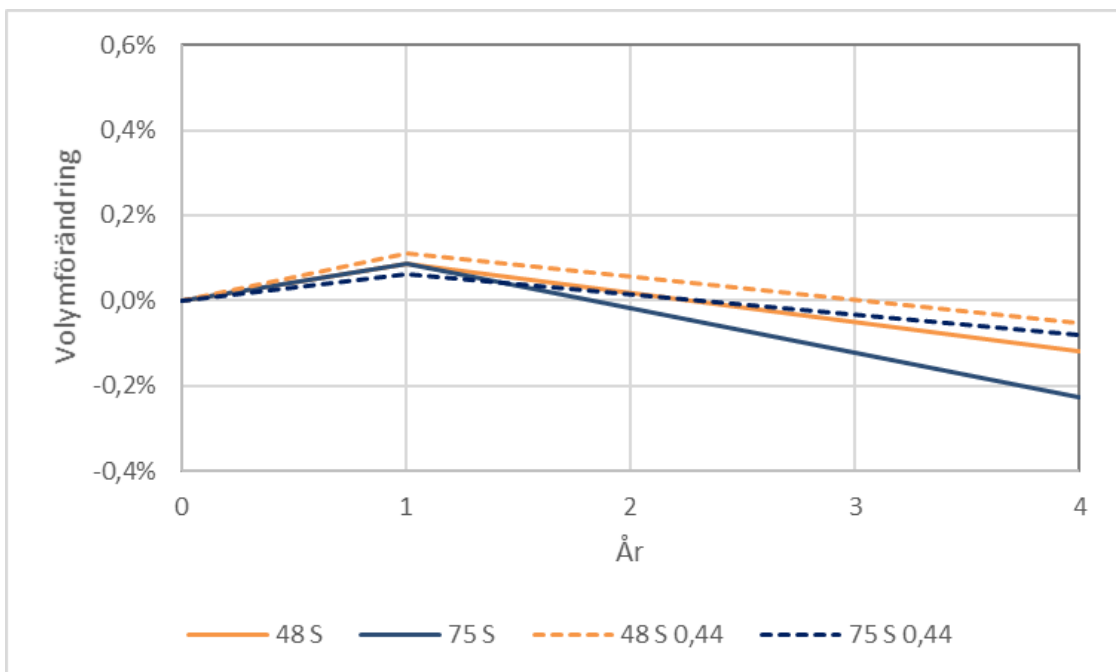
3.3.2 Fältförsök vid RV40 - volymförändring upp till 4 år

Fyra års exponering för vägmiljö med saltning är en kort tid i förhållande till livslängden på den typ av konstruktioner dessa betongsammansättningar är avsedda för, d.v.s. broar. Det är också fråga om betongsammansättningar med luftporbildare och med så låga massförhållanden att mer än en marginell avflagning under denna korta period inte är förväntad. Den volymförändring sedan start som uppmätts är inte större än mellan + 0,2 % och - 0,3 % och visas för flygaskebetongerna i figur 10 och för slaggbetongerna i figur 11. Även de vikt och densitetsskillnader hos provkropparna som observerats vid mätningarna upp till 4 år efter utplacering är små. Några säkra

tendenser kan inte ses efter bara fyra års exponering. Ytterliggare mätning efter 8-10 års exponering vid fältprovplatsen rekommenderas.



Figur 10 Volymförändring hos provkroppar av betonger med flygaska som exponerats vid RV40. (Betong 1, 2, 3, 4, 5 och 8)



Figur 11 Volymförändring hos provkroppar av betonger med slagg som exponerats vid RV40. (Betong 6, 7, 9 och 10)

3.4 Inre frostsador - Dynamisk E-modul

3.4.1 Fältförsök och laborieprovingar - Ultraljud

Ultraljudshastigheten, eller snarare transmissionstiden för en ultraljudsvåg att transporteras genom provkroppen, bestäms i tre punkter på varje provkropp. För att säkerställa att mätningarna utförs på samma ställe på provkropparna vid varje mättillfälle har en hållare tillverkats med utmärkta mätställen. Vid varje mättillfälle placerades provkropparna på samma sätt i hållaren, sågad yta uppåt och gjutyta genom hållarens sidoöppning. Mätlängden är normalt 150 mm.

För provkroppar utplacerade på RV 40 (från omgång 1), provades ultraljud innan de blev utplacerade och sedan efter 1 år respektive 4 år. Provkroppen är 150×150×75 mm. Dessa provkroppar härdades i vatten i 6 dygn efter avformning och därefter i laborieklimat till 28 dygns ålder då de sågades till provkroppar för uppmätning och utplacering vid provplats. Första mätningen gjordes vid 30 ± 2 dygns ålder.

En provkropp från omgång 2 provades för ultraljud efter 28, 56 och 84 dygn från gjutdatum. Provkroppen i detta fall är en 150×150×150 mm kub (från omgång 2). Denna provkropp hade vattenlagrats fram till provning vid 28 dygn. Provkroppen förvarades mellan mätningarna i konditioneringsrum med 20 ± 2 °C och 65 ± 2 % RF.

Inte någon av fältproverna visade tecken på inre nedbrytning, d.v.s. transmissionstiden ökade inte vid exponeringen vid RV40, tvärtom minskade den till följd av hållfasthetstillväxt upp till senaste mätningen vid 4 års ålder. I stället för att beräkna den icke-existerande nedbrytningen enligt den formel som anges CEN/TR 15177, har ett värde, $E_{\text{dyn-proxi}}$, som gör det möjligt att jämföra den dynamiska E-modulen hos olika blandningar och förändringar med tid, använts.

Den dynamiska E-modulen beräknas, enligt CEN/TR 15177, utgående från transmissionstiden som:

$$E_{\text{dyn}} = (1/t_s)^2 \times l^2 \times \rho \times C$$

där

t_s är transmissionstiden i μs

l är längden i mm

ρ är densiteten i kg/m^3

C är en korrektionsfaktor som innehåller Poissons tal

I detta fall har denna formel förenklats till

$$E_{\text{dyn-proxi}} = (1/t_s)^2 \times 2300$$

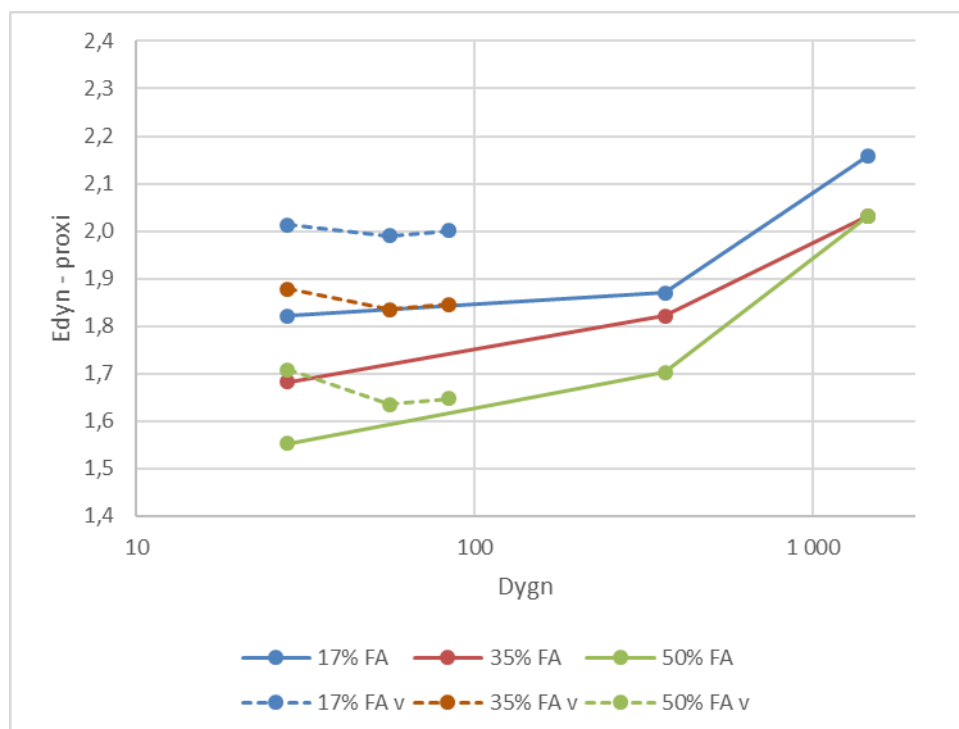
D.v.s. längden har uteslutits då den är densamma för samtliga provkroppar, och C har också antagits vara densamma och uteslutits. Densiteten har satts till 2300 kg/m^3 då

detta är uppmätt medelvärde av densiteten med en variation på $\pm 60 \text{ kg/m}^3$ för olika betongsammansättningar och gjutningar.

Observera att detta inte ger någon uppskattning av den faktiska dynamiska E-modulen utan bara är ett jämförelsetal för att studera skillnader och förändringar i dynamisk E-modul mellan provkroppar med ungefär samma densitet, då konstanten C kan antas vara densamma.

Betong med flygaska

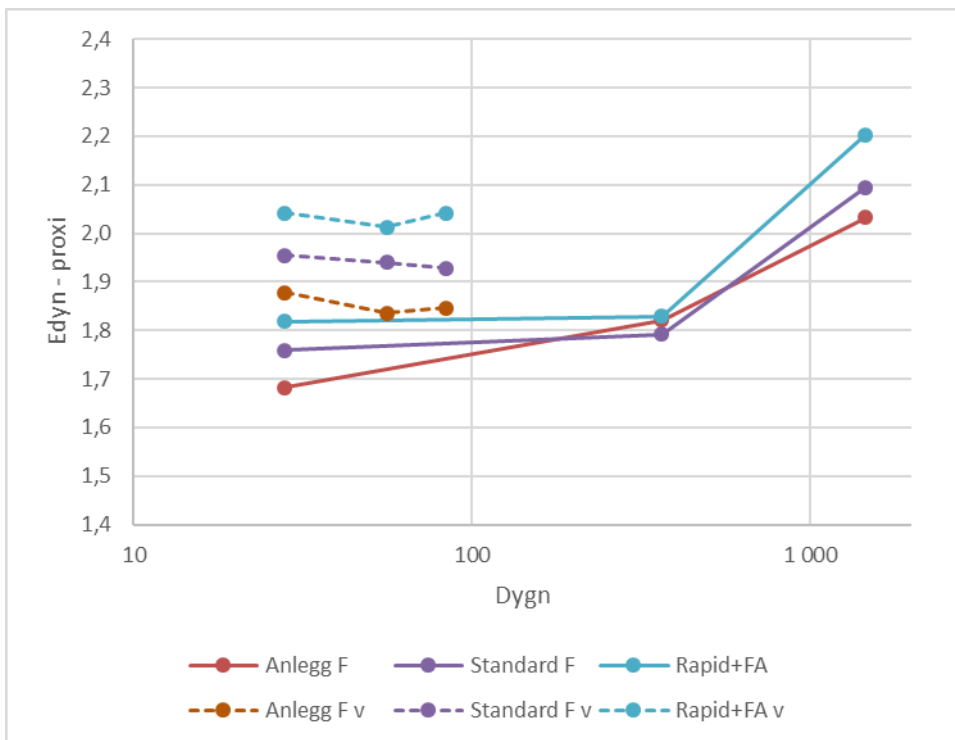
E_{dyn} -proxi för dels fältproverna och dels laborierproverna av de tre betongsammansättningar med Anlegg FA och varierande flygaskehalt visas i figur 12. Den dynamiska E-modulen är, för respektive härdningsvariant, lägre ju mer flygaska som ingår. Det är också tydligt att vattenhärdning höjer den dynamiska E-modulen (vid 28 dygns ålder) med c:a 10 % för alla de tre flygaskenivåerna i förhållande till 7 dygns vattenhärdning och sedan i 65 % RF till ca en månads ålder (här kallad sjudygnshärdning). När vattenhärdningen avslutas sjunker den dynamiska E-modulen, och denna sänkning är större ju högre halten flygaska är. E-modulen blir dock inte lägre än med sjudygnshärdning. E-modulen ökar med ca 20 % för betongsammansättningarna med 17 och 35 % flygaska mellan en månads och fyra års ålder. Med 50 % flygaska är ökningen ca 30 %.



Figur 12 E_{dyn} -proxi för provkroppar av betongsammansättningar med Anlegg FA och olika halt flygaska som exponerats vid RV40 (heldragna linjer) och för provkroppar vattenlagrade till 28 dygn och därefter i 65 % RF (streckade linjer). (Betong 1, 2 och 3)

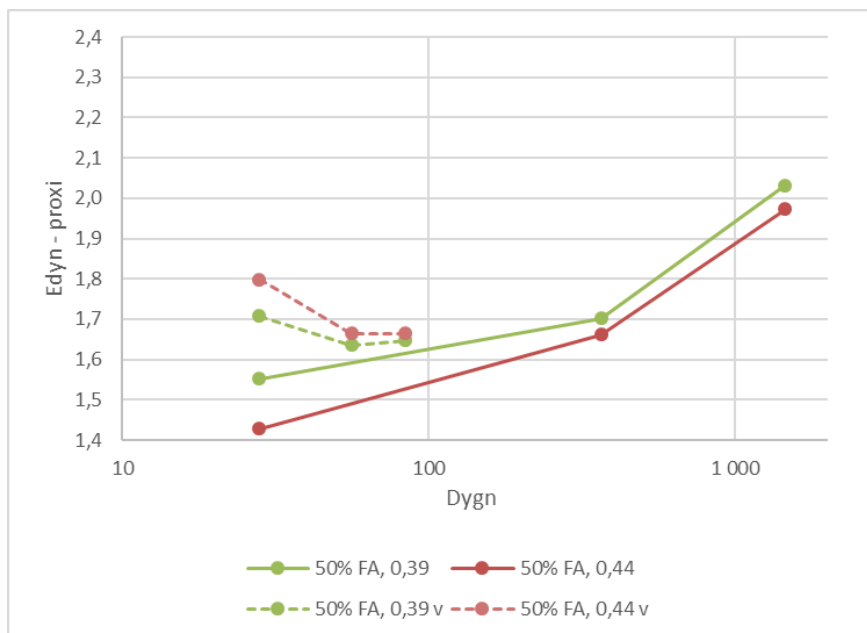
I figur 13 görs samma jämförelse som i figur 16 men med betongsammansättningar med 35 % flygaska och de tre olika cementen. Kurvorna för E_{dyn} -proxi för dessa tre varianter relativt likartade, både när det gäller fältproverna och laborierproverna. De båda andra cementen Standard AF (42,5 R) och Rapid (52,5 N) som har snabbare

hållfasthetsutveckling upp till 28 dygn än Anlegg FA (42,5 N) och ger genomgående högre dynamisk E-modul. Rapid har även högre 28-dygnshållfasthet och ger högst dynamisk E-modul. Skillnaden mellan vattenlagrade och sjudygnshärdade prover är vid 28 dygn ca 10 % även för de initialt mer snabbhärdande cementen och höjningen av den dynamiska E-modulen mellan en månads och 4 års ålder är densamma, ca 20 %.



Figur 13 E_{dyn} -proxi för provkroppar av betongsammansättningar med olika cement och 35 % flygaska som exponerats vid RV40 (heldragna linjer) och för provkroppar vattenlagrade till 28 dygn och därefter i 65 % RF (streckade linjer). (Betong 2, 4 och 5)

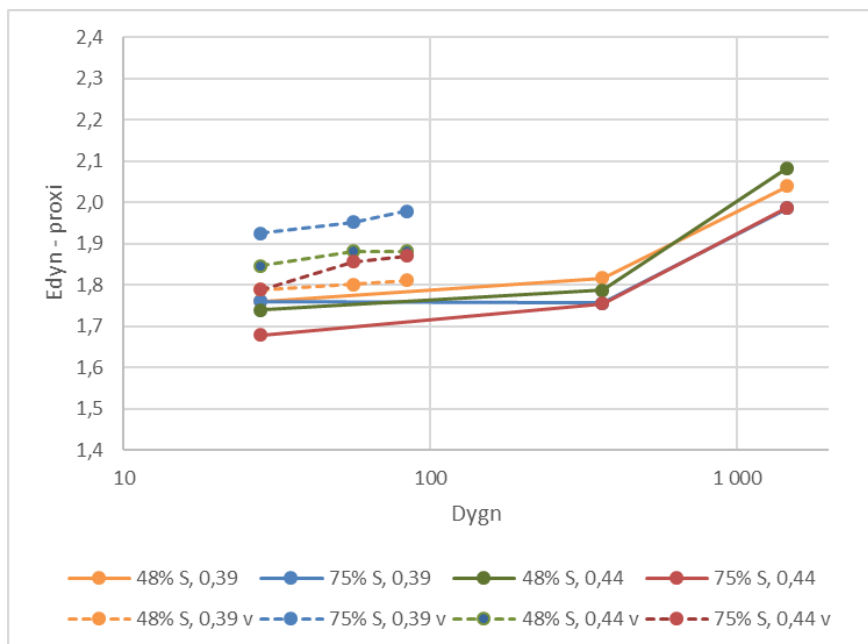
Inverkan av massförhållandet på den dynamiska E-modulen illustreras i figur 14 för de två betongsammansättningarna med 50 % flygaska. För fältproverna är E-modulen som förväntat högre för den betong som har lägre massförhållande, vilket gör den tätare och med mindre porvolym. Vattenhärdningen har dock en större betydelse för betongen med högre massförhållande; den vattenhärdade har ca 25 % högre dynamisk E-modul än den sjudygnshärdade vid en månads ålder. Sänkningen då den sedan utsätts för 65 % RF är också större hos den med högre massförhållande. I den med högre massförhållande ökar också den dynamiska E-modulen mer (ca 40 %) mellan en månad och 4 års ålder.



Figur 14 E_{dyn} -proxi för provkroppar av betongsammansättningar med flygaska och olika massförhållanden och Anlegg FA och 50 % flygaska som exponerats vid RV40 (heldragna linjer) och för provkroppar vattenlagrade till 28 dygn och därefter i 65 % RF (streckade linjer). (Betong 3 och 8)

Betong med slagg

E_{dyn} -proxi för dels fältproverna och dels laborieproverna av de fyra betongsammansättningarna med slaggcement visas i figur 15. Kurvorna för E_{dyn} -proxi ligger betydligt närmare varann för dessa slaggbetonger än vad som var fallet med flygaskebetongerna. Efter 4 år finns det en viss indikation på att betongsammansättningarna med 75 % slagg har något lägre dynamisk E-modul än de som innehåller 48 % slagg. Inverkan av massförhållandet är inte entydigt. Den höjning av den dynamiska E-modulen vid en månads ålder som fås med vattenhärdning är också lägre än för flygaskebetongerna, ca 6 %, och den sjunker inte utan fortsätter att växa till även i 65 % RF. Ökningen av E-modulen från en månads ålder till fyra års ålder är för slaggbetongerna med massförhållandet 0,39 var ca 14 % och för de med massförhållandet 0,44 ca 19 %.



Figur 15 E_{dyn} -proxi för provkroppar av betongsammansättningar med olika slagginnehåll och olika massförhållanden som exponerats vid RV40 (heldragna linjer) och för provkroppar vattenlagrade till 28 dygn och därefter i 65 % RF (streckade linjer). (Betong 6,7, 9 och 10)

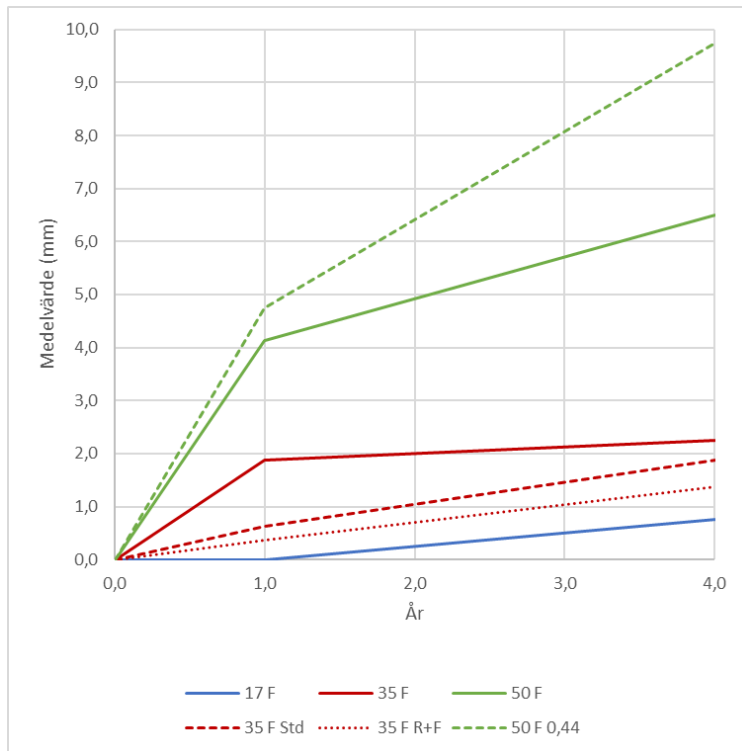
3.5 Karbonatisering

3.5.1 Naturlig karbonatisering

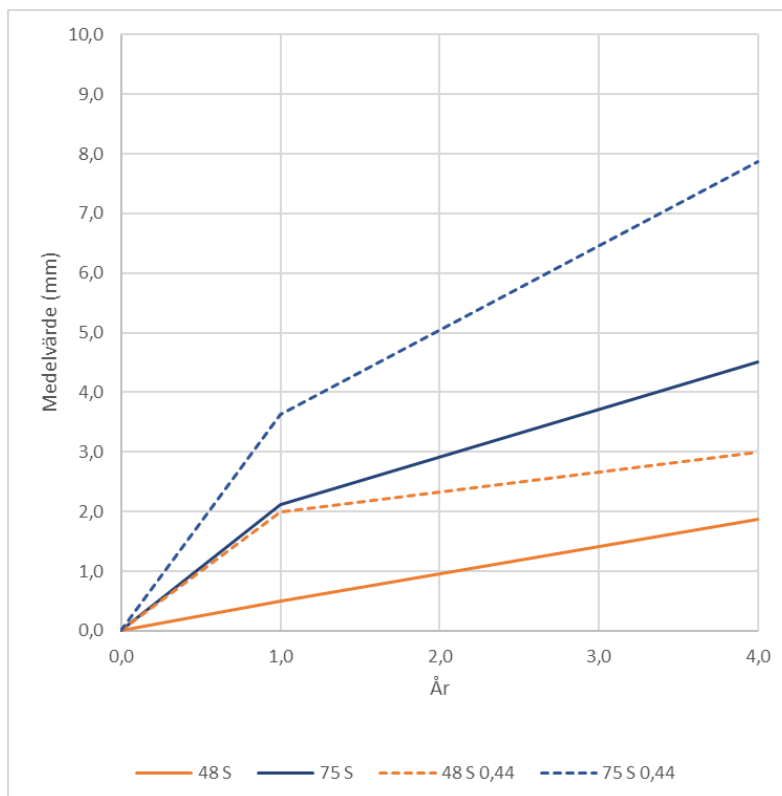
Karbonatiseringsdjupet mätt på provkroppar av betongsammansättningarna med flygaska placerade utomhus, men skyddade från regn visas i figur 16. Liksom för övriga egenskaper ökar karbonatiseringsdjupet med ökande mängd flygaska vid samma massförhållande och cementtyp (Anlegg FA). Ökas flygaskhalten från 17 % till 50 % fås en niofaldig ökning av karbonatiseringsdjupet även vid så lågt massförhållande som 0,39, och med 35 % flygaska blir karbonatiseringsdjupet ca 3 ggr större än med 17 % flygaska. Höjs massförhållandet med 0,05 till 0,44 ökar karbonatiseringsdjupet med ytterligare en faktor 1,5 för betongen med 50 % flygaska.

Med de initialt mer snabbhärdande cementen än Anlegg FAi betongsammansättningar med 35 % flygaska minskar karbonatiseringsdjupet; en ökning av både 2-dygns och 28 dygnshållfastheten hos cementet ger störst reduktion (Rapid).

Karbonatiseringsdjupet mätt på provkroppar av betongsammansättningarna med slagg placerade utomhus, men skyddade från regn visas i figur 17. Att halten slagg påverkar karbonatiseringsdjupet framgår klart av denna figur. En ökning av slagghalten från 48 % till 75 % medför en ökning av karbonatiseringsdjupet efter fyra år med en faktor på 2,5. Höjs massförhållandet med 0,05 från 0,39 till 0,44 ökar karbonatiseringsdjupet med en faktor på ca 1,7 efter fyra år både för betongen med 48 % slagg och för den med 75 % slagg.



Figur 16 Karboniseringsdjup hos betongsammansättningar med flygaska som lagrats regnskyddat utomhus. (Betong 1, 2, 3, 4, 5 och 8)



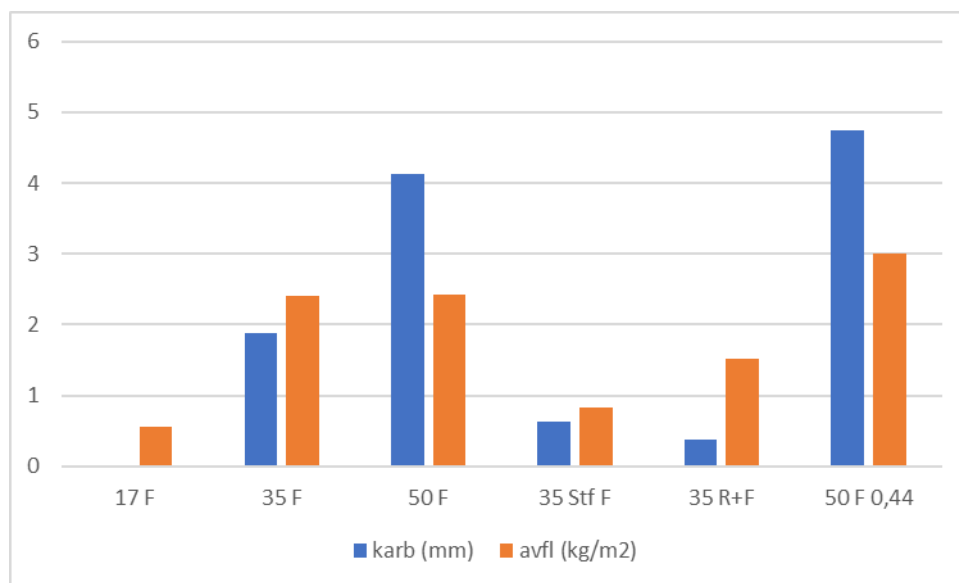
Figur 17 Karboniseringsdjup hos betongsammansättningar med slagg som lagrats regnskyddat utomhus. (Betong 6, 7, 9 och 10)

3.5.2 Jämförelse karbonatisering - avflagnig

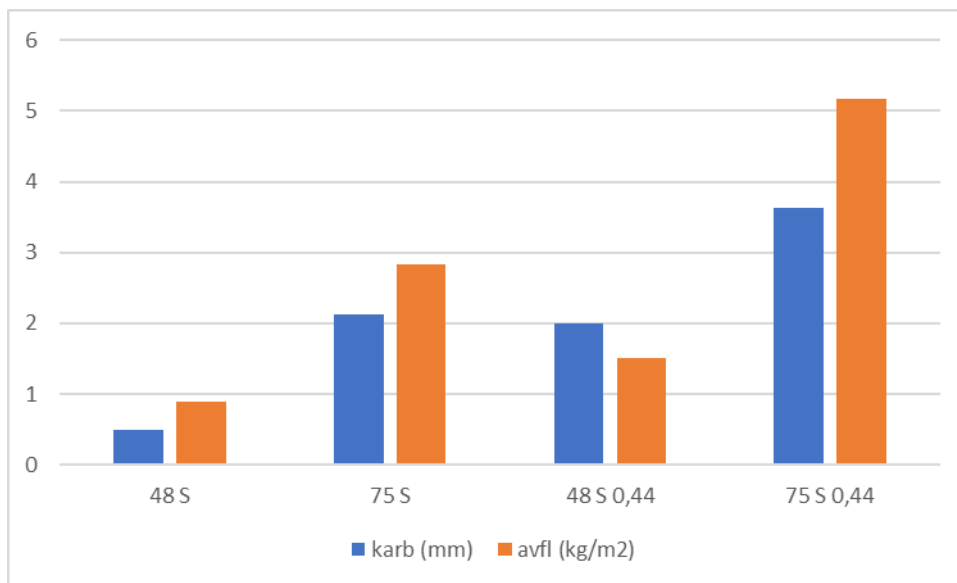
Från salt-frostprovningarna är det klart att avflagningen ökar då den salt-frostutsatta ytan fått karbonatisera. Frågan är om det är det karbonatiserade ytskiktet som flagar av? Som ett försök att se om ytavflagningen går att relatera till karbonatiseringsdjupet redovisas karbonatiseringsdjupet efter ett år av naturlig karbonatisering utomhus (enligt ovan) tillsammans med avflagnig efter 56 fryscyklar för konditioneringsalternativ 5, d.v.s. saltfrostprovning efter 1 års naturlig karbonatisering inomhus i figur 18 för flygaskebetongerna och i figur 19 för slaggbetongerna.

Om man förutsätter att det i tidigt skede av avflagningen är bruket i betongytan som flagar av medan större ballastkorn är intakta, motsvarar en avflagnig på 1 kg/m^2 ungefär att bruket försvunnit i 1 mm djup i betongytan.

Observera att karbonatiseringsförhållandena inte är identiska då det är fråga om utomhusexponering i det ena fallet och inomhusexponering i det andra, och det faktiska karbonatiseringsdjupet i de frostprovade provkropparna därför kan skilja sig från karbonatiseringsdjupet i de som utomhusexponerats. Trots detta ser man i båda dessa figurer att det finns en likhet mellan staplarna för karbonatiseringsdjup och avflagnig för de olika betongsammansättningarna. Detta kan tas som en indikation på att det karbonatiserade ytskiktet hos betong med flygaska och slagg är mer känsligt för salt-frostcyklning än den okarbonatiserade inre betongen, och är den del som i första hand flagar av.



Figur 18 Karbonatiseringsdjup efter 1 år hos betongsammansättningar med flygaska som lagrats regnskyddat utomhus och avflagnig efter 56 fryscyklar för konditioneringsalternativ 5. (Betong 1, 2, 3, 4, 5 och 8)



Figur 19 Karboniseringsdjup efter 1 år hos betongsammansättningar med slagg som lagrats regnskyddat utomhus och avflagningsdjup efter 56 fryscykler för konditioneringsalternativ 5. (Betong 6, 7, 9 och 10)

3.6 Kloridinträngning

3.6.1 Kloridinträngning efter 4 vintersäsonger

Provkroppar (300×300×1000 mm) tillverkades enligt ovan beskrivning och härdades med en fuktig wettexduk under 7 dygn och därefter i laborieklimat fram till 28 dygn varefter de placerades på RISE CBIs fältområde vid riksväg 40. Vid 1 och 4 års ålder togs prover in från riksvägs 40 och ur varje provkropp borrades det ut 2 stycken cylindrar för kloridprofil med en diameter på 75 mm och en längd på ca 150 mm. 1 cylinder borrades ut från den horisontella ytan (riktad uppåt) och en cylinder från den vertikala yta (riktad ut mot vägen). Efter borring svarvades betongpulver från cylindrarna på 7 stycken nivåer.

I figur 20, 21, 22 och 23 redovisas enbart resultat efter 4 år.

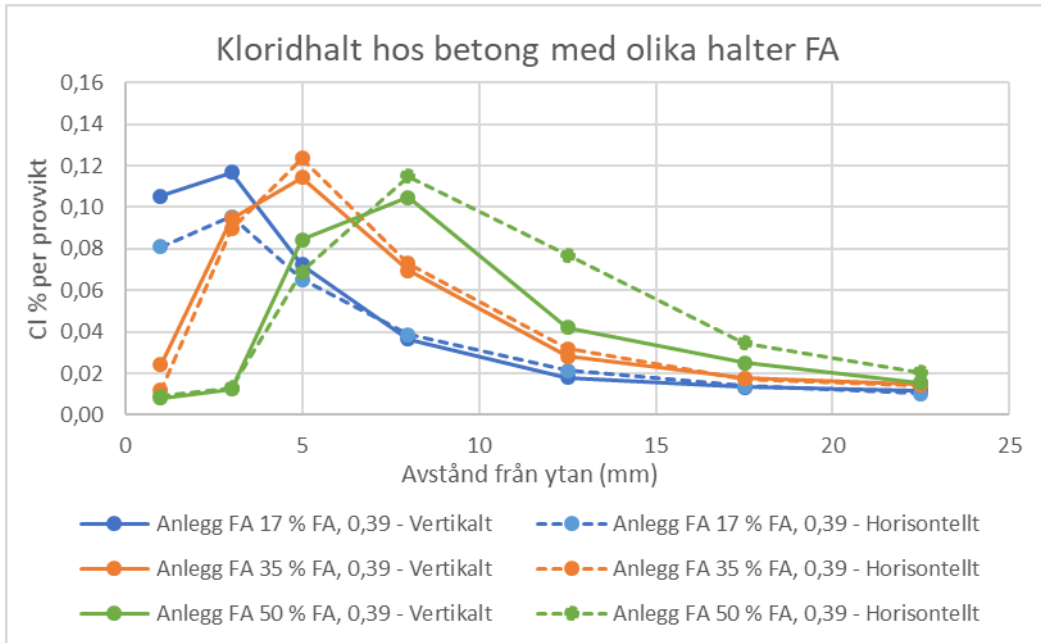
Betong med flygaska

I figur 20 är det tydligt att ökande flygaskehalt gör att avståndet från ytan till den punkt där kloridhalten är som högst efter 4 år förskjuts inåt med ökande flygaskehalt vid samma massförhållande och cementtyp. Med 17 % flygaska inträffar detta på djupet ca 3 mm, med 35 % flygaska vid ca 5 mm och med 50 % flygaska vid djupet ca 8 mm. Det gäller både för horisontella och vertikala ytor. Högsta nivån ligger för samtliga kurvor på ungefär samma nivå (0,10 - 0,12 % av totalvikten).

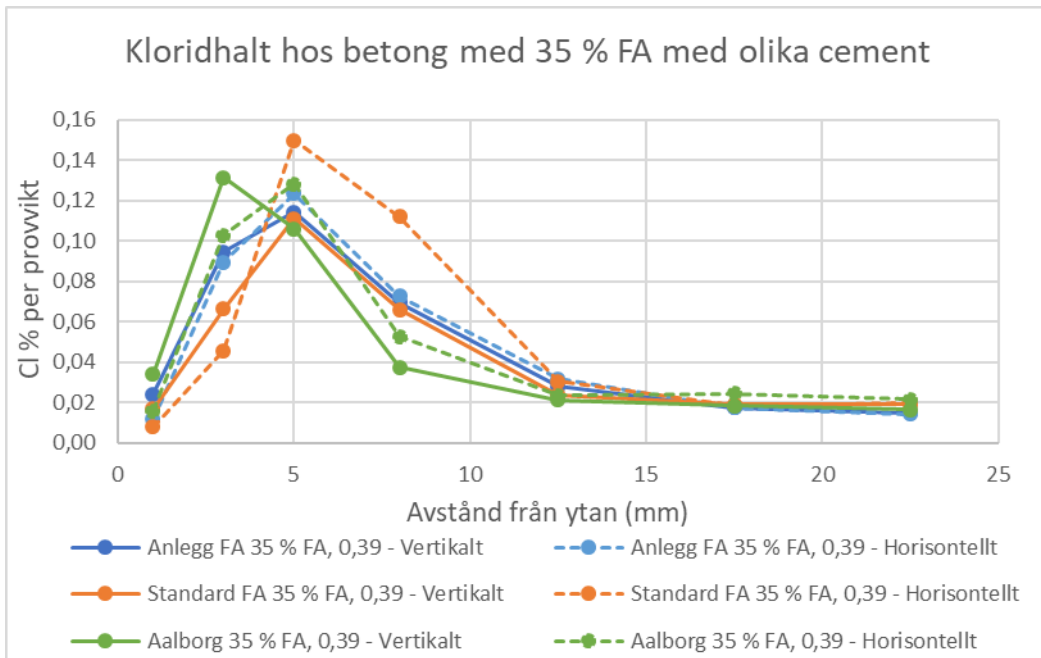
Byts Anlegg FA ut mot Standard FA eller Rapid+FA så fås ändå maxvärdet vid djupet 5 mm med 35 % flygaska (figur 21).

Resultatet i figur 22 som visar att kloridinträngningen blir större i en flygaskebetong (50%) med lägre massförhållande (0,39) än med större (0,44), är oväntat. Maxvärdet uppstår i både dessa vid djupet 8 mm. Mängden cementpasta är relativt konstant, ca 31

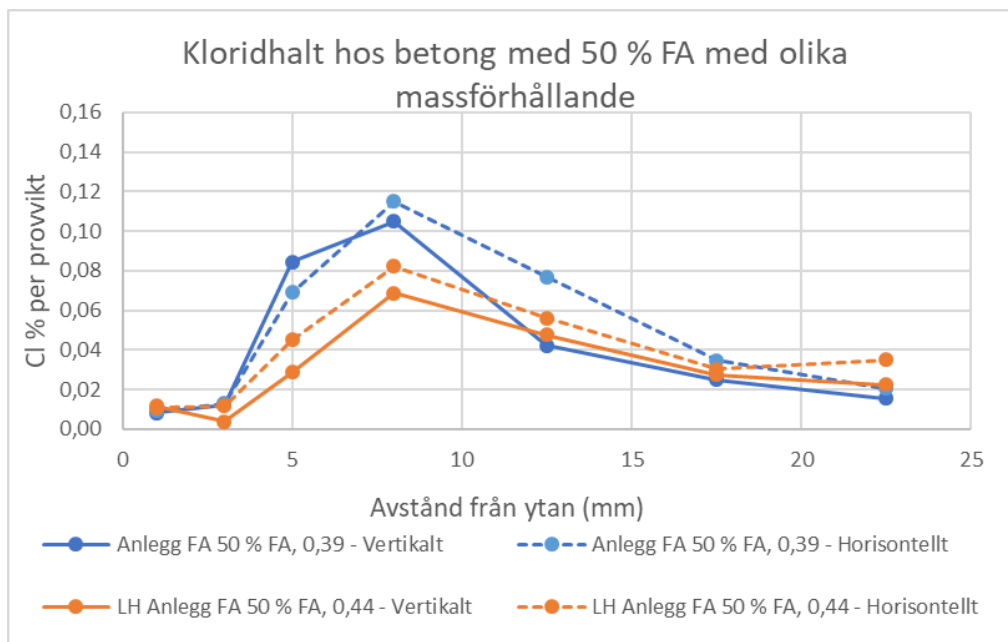
volym-%, i samtliga betongsammansättningar, men bindemedelshalten är i betongen med massförhållandet 0,44 något lägre.



Figur 20 Kloridhalt hos betong med olika halter flygaska exponerade fyra år vid RV40. (Betong 1, 2 och 3)

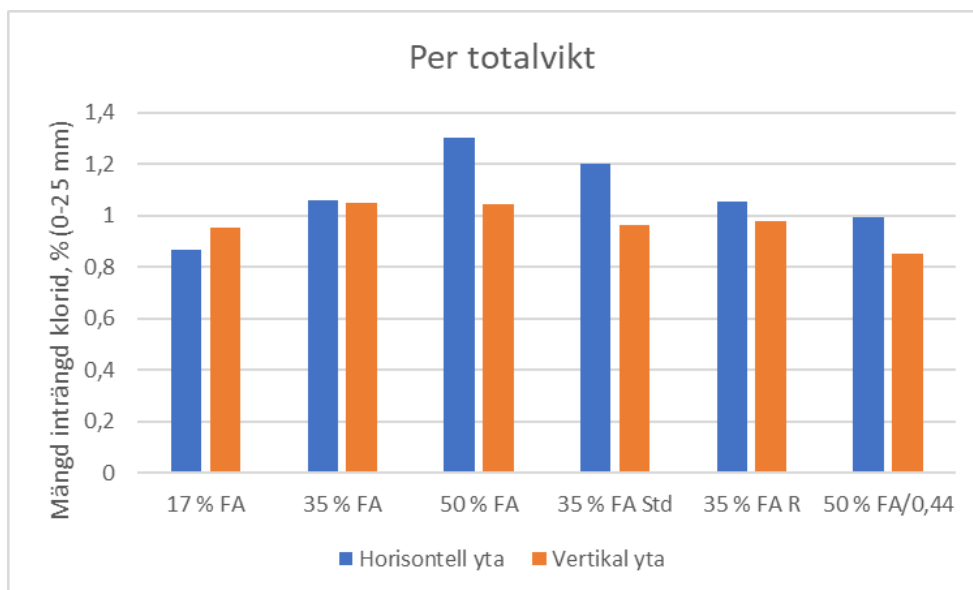


Figur 21 Kloridhalt hos betong med 35 % flygaska med olika cement exponerade fyra år vid RV40. (Betong 2, 4 och 5)

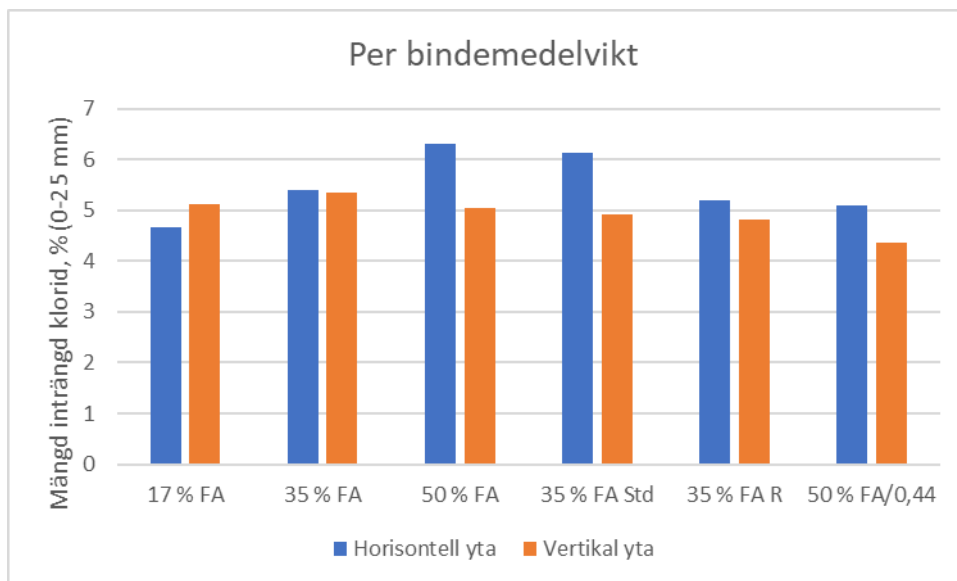


Figur 22 Kloridhalt hos betong med 50 % flygaska med olika massförhållanden exponerade fyra år vid RV40. (Betong 3 och 8)

Hur ser det då ut om man tittar på total ackumulerad inträngning av klorider i området 0 - 25 mm för de olika betongsammansättningarna? I figur 23 redovisas mängd inträngd klorid i flygaskebetongerna per totalvikt på provet och i figur 24 per bindemedels vikt. Av mätvärdena från horisontell yta framgår att mängden inträngd klorid ökar med flygaskehalten och att den varierar beroende på cementtyp. Man ser också att ett ökat massförhållande på dessa nivåer ger mindre mängd inträngd klorid, oberoende av ytans orientering och om man räknar per totalvikt eller per bindemedelsvikt.



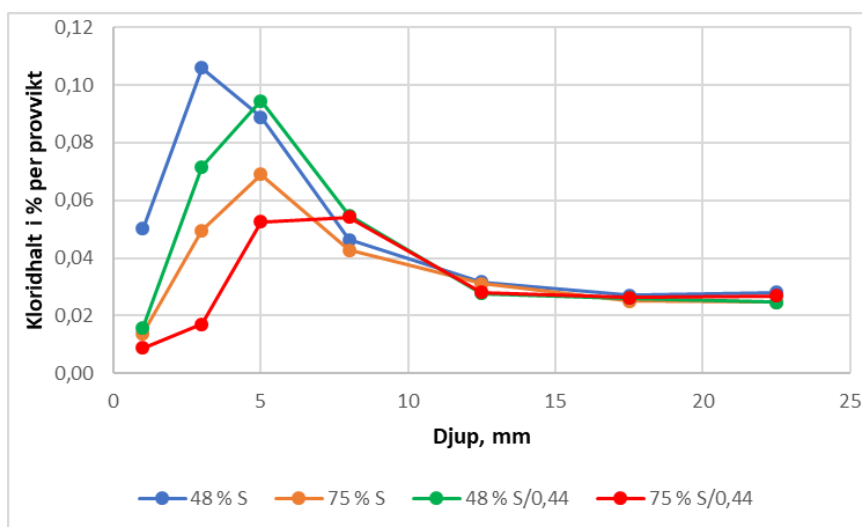
Figur 23 Mängd inträngd klorid i området 0-25 mm från horisontell resp. vertikal yta per totalvikt för betongsammansättningar med flygaska exponerade fyra år vid RV40. (Betong 1, 2, 3, 4, 5 och 8)



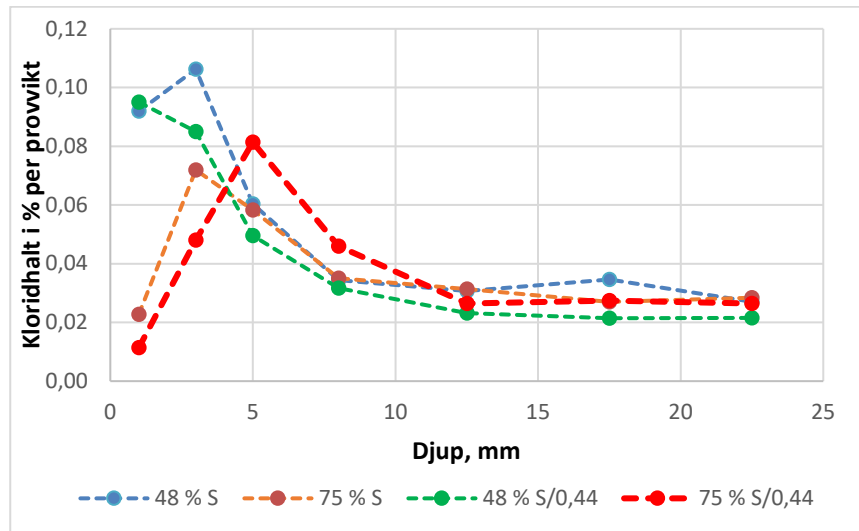
Figur 24 Mängd inträngd klorid i området 0-25 mm från horisontell resp. vertikal yta per bindemedelsvikt för betongsammansättningar med flygaska exponerade fyra år vid RV40. (Betong 1, 2, 3, 4, 5 och 8)

Betong med slagg

Kloridprofilerna i betongsammansättningarna med slagg visas i figur 25 uppmätta på den vertikala ytan och i figur 26 de som uppmätts på den horisontella ytan. Dessa båda figurer uppvisar flera gemensamma drag. Från 8 mm och djupare är kloridinträngningen ungefär densamma i samtliga betongsammansättningar. Däremot skiljer sig profilerna åt när djupet är mindre än 8 mm. Betongsammansättningarna med 48 % slagg har genomgående högre kloridhalter nära ytan än de med 75 % slagg. Högre massförhållande ger också lägre kloridhalt i ytskiktet i förhållande till de med lägre massförhållande och samma slagghalt.

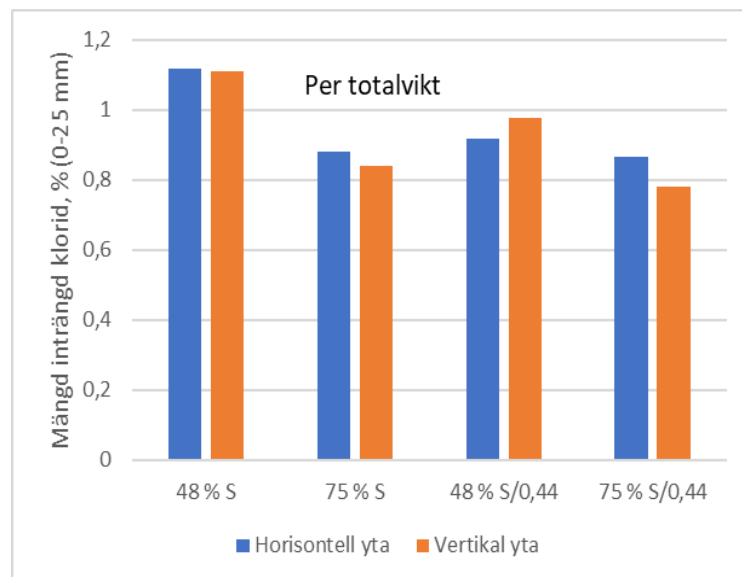


Figur 25 Kloridhalt hos betong med olika halter slagg exponerade fyra år vid RV40, vertikal yta. (Betong 6, 7, 9 och 10)

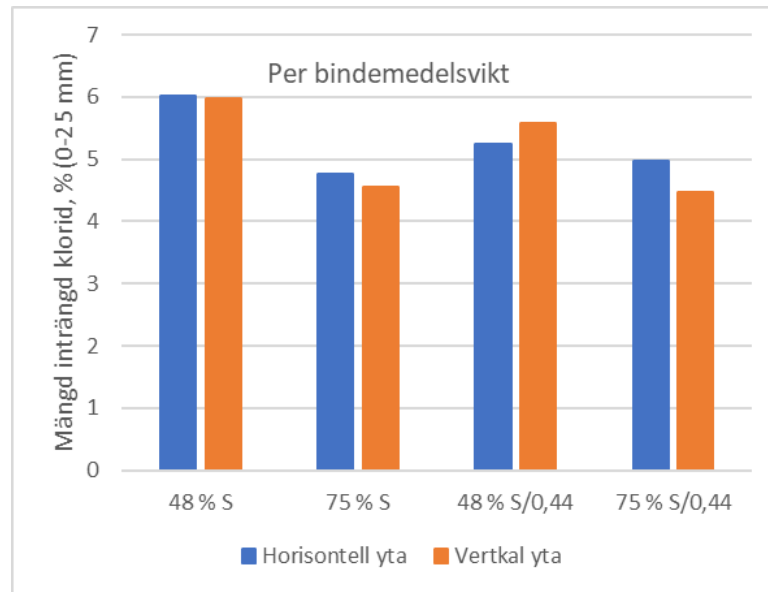


Figur 26 Kloridhalt hos betong med olika halter slagg exponerade fyra år vid RV40, horisontell yta. (Betong 6, 7, 9 och 10)

I figur 27 visas total ackumulerad kloridinträngning i området 0 - 25 mm från ytan både vertikalt och horisontellt per provvikt och i figur 28 per bindemedelsvikt. Som synes är skillnaderna mellan vertikal och horisontell yta marginell. Det är också tydligt att högre mängd slagg ger minskad kloridinträngning. För betongsammansättningarna med 48 % slagg minskar total mängd klorid oförväntat med ökande massförhållande och det är ingen större skillnad mellan total mängd klorid för betongsammansättningarna med 75 % slagg och de två massförhållandena som används här.



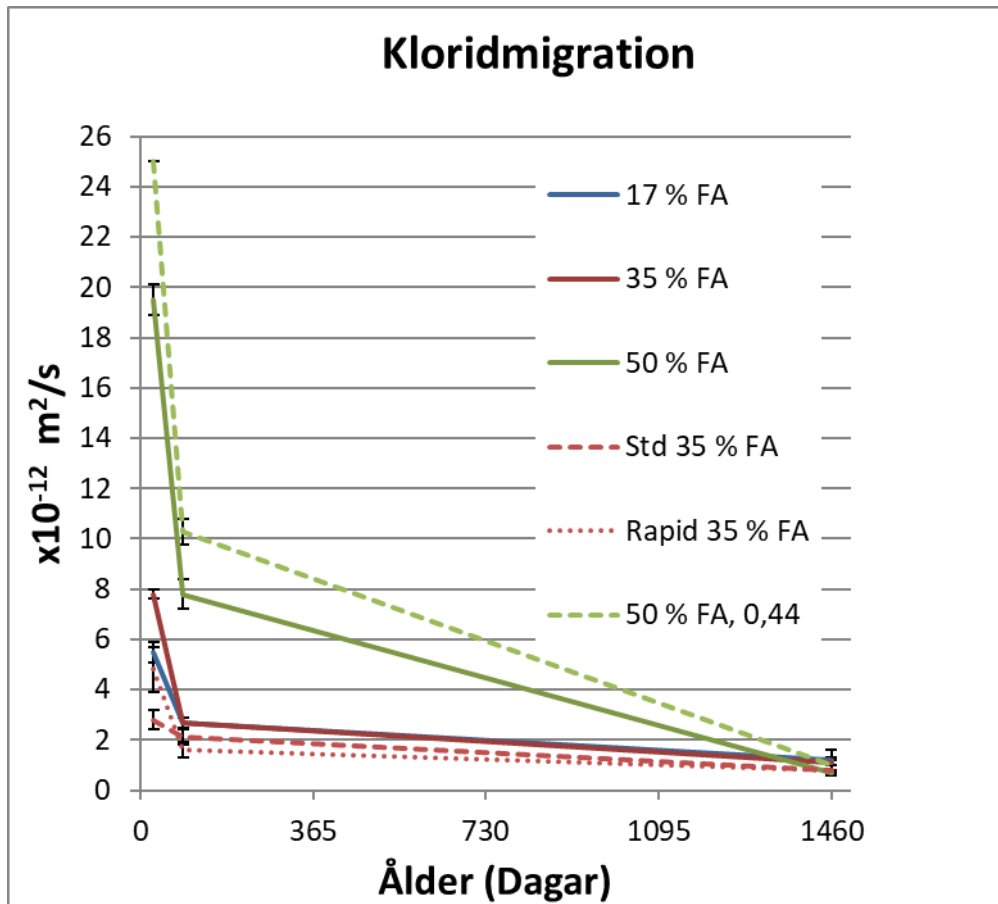
Figur 27 Mängd inträngd klorid i området 0-25 mm från horisontell resp. vertikal yta, per totalvikt för betongsammansättningar med slagg exponerade fyra år vid RV40. (Betong 6, 7, 9 och 10)



Figur 28 Mängd inträngd klorid i området 0-25 mm från horisontell resp. vertikal yta, per bindemedelsvikt för betongsammansättningar med slagg exponerade fyra år vid RV40. (Betong 6, 7, 9 och 10)

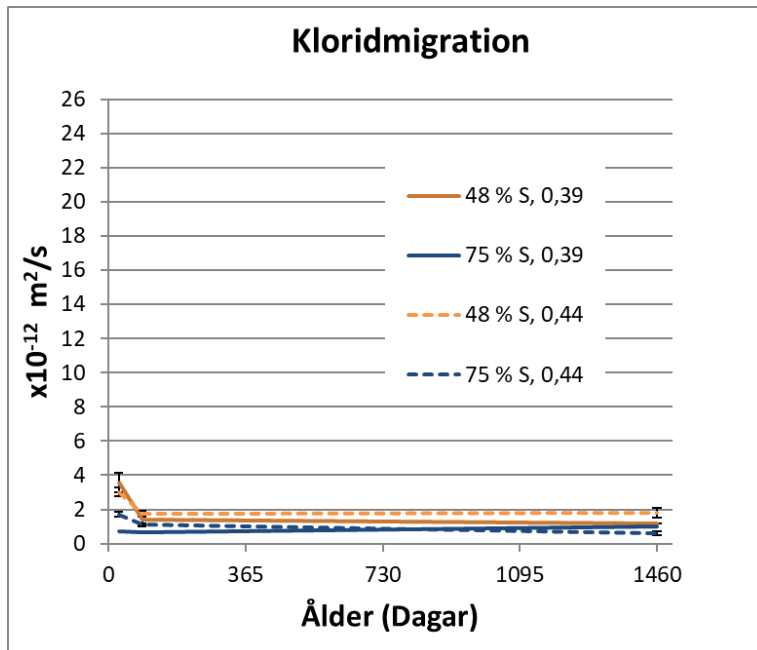
3.7 Kloridmigration - laboratorieprovning

Hur korrelerar dessa resultat uppmätta i fält med uppmätt kloridmigration i laboratoriet? Kloridmigrationskoefficienten för betongsammansättningarna med flygaska visas i figur 29. Värdena är uppmätta på provkroppar som vattenlagrats fram till provning. Betong 3 och 8 som innehåller 50 % flygaska har kloridmigrationskoefficienter som är mycket högre än för de övriga betongsammansättningarna vid 28 och 90 dygn, men efter 4 år är de på samma nivå som för betongsammansättningarna med 17 och 35 % flygaska. Betong 1, 2, 4 och 5 skiljer sig egentligen bara åt vid 28 dygn. Baserat på detta borde betong 3 och 8 ha betydligt mer inträngd klorid än de övriga flygaskebetongerna. Betong 3 (50% flygaska, massf. = 0,39) är den som har mest inträngd klorid, men betong 8 (50 % flygaska, massf. = 0,44) har inte mer än den med 35 % flygaska och massförhållandet 0,39 (figur 27). Den stora skillnaden i kloridmigrationskoefficient ger inte motsvarande stora skillnad i mängd inträngd klorid. Provkropparna lades ut på fältprovplatsen bara någon månad efter gjutning, så tillkommande hållfasthet- och täthetstillväxt innan de utsattes för saltning kan knappast vara förklaringen till detta.



Figur 29 Kloridmigrationskoefficientens utveckling hos vattenlagrade provkroppar från betongsammansättningarna med flygaska. (Betong 1, 2, 3, 4, 5 och 8)

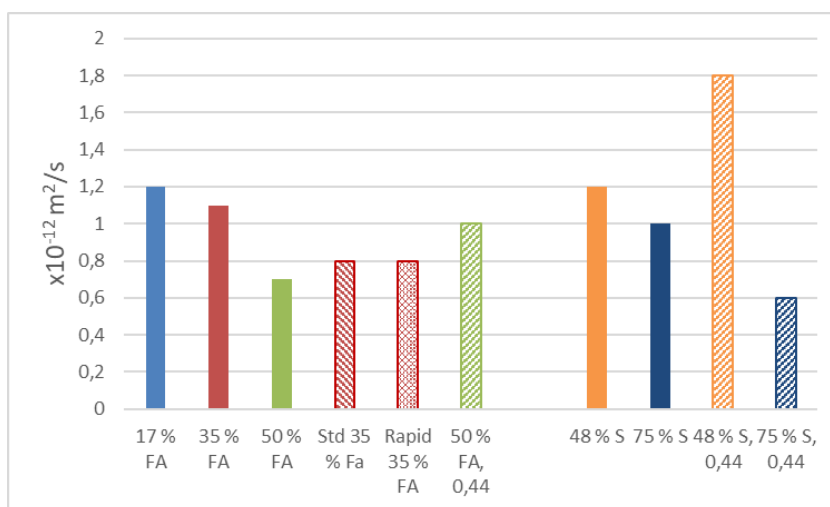
Kloridmigrationskoefficienten för slaggbetongerna visas i figur 30. Som synes är kloridmigrationskoefficienten mycket låg för alla slaggbetongerna även i tidig ålder (vid 28 dygn). Lägst är den för betongsammansättningarna 7 och 10 som har 75 % slagg. Det är också de sammansättningar som har lägst mängd inträngd klorid av alla betongsammansättningar, ca 0,8 % på provvikten, se figurerna 27 och 28.



Figur 30 Kloridmigrationskoefficientens utveckling hos vattenlagrade provkroppar från betongsammansättningarna med slagg. (Betong 6, 7, 9 och 10)

Kloridmigrationskoefficienten efter 4 års vattenlagring för samtliga betongsammansättningar visas i figur 31.

Även om skillnaderna är små så minskar kloridmigrationskoefficienten i flygaskebetongerna med ökande flygaskehalt, minskande massförhållande och mer snabbhärdande cement. När det gäller slaggbetongerna är resultaten inte entydiga. Allra lägst kloridmigrationskoefficient uppmättes i betongen med 75 % slagg och det högre massförhållandet, och allra högst i betongen med 48 % slagg och det högre massförhållandet.

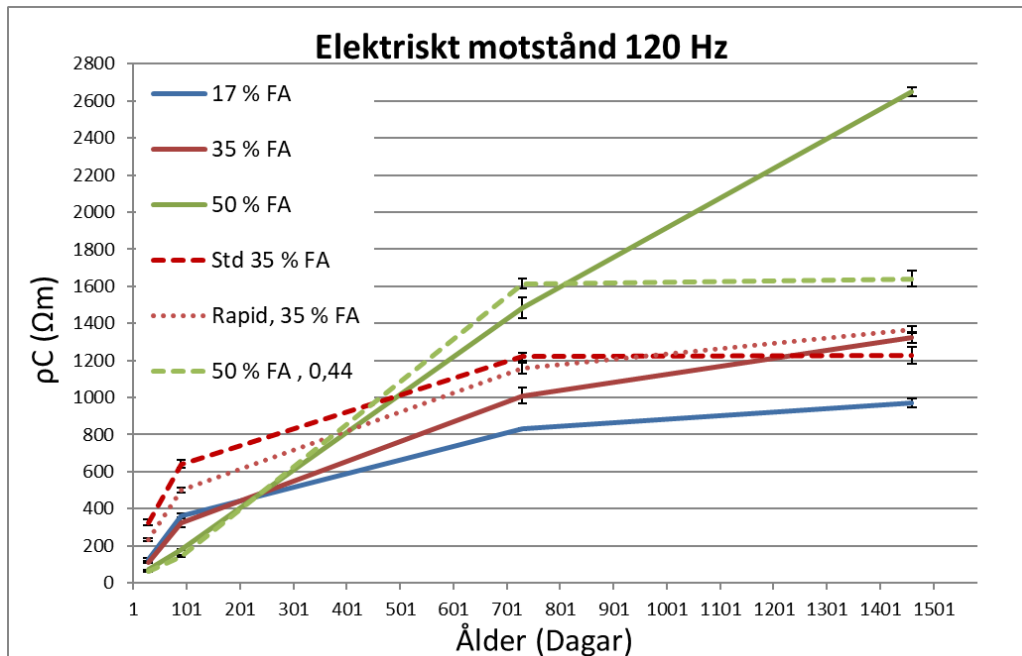


Figur 31: Kloridmigrationskoefficient efter 4 års vattenlagring för samtliga betongsammansättningar.

3.8 Elektriskt motstånd

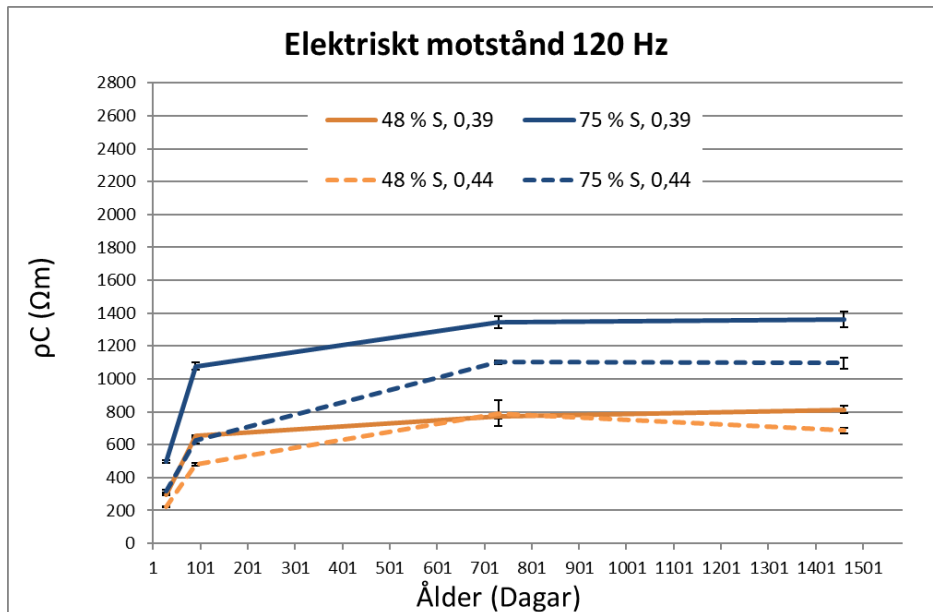
Ett annat sätt att uppskatta motståndet mot kloridinträngning är att studera det elektriska motståndet hos betong, vilket också gjorts vid olika åldrar på vattenlagrade provkroppar av de 10 betongsammansättningarna. I figur 32 redovisas det elektriska motståndet mätt vid 120 Hz hos flygaskebetongerna och i figur 33 hos slaggbetongerna. (Mätning vid 1000 Hz ger nästan identiska kurvor).

Inverkan av flygaska kombinerat med Anlegg FA ger större elektriskt motstånd på lång sikt ju större halten flygaska är. Vid 90 dygn är dock det elektriska motståndet betydligt lägre med 50 % flygaska än för övriga blandningar. Flygaska kombinerat med ett initialt mer snabbhärdande cement än Anlegg FA ger högre motstånd upp till 90 dygn, men på lång sikt fås ungefär samma elektriska motstånd som med Anlegg FA.



Figur 32: Elektriskt motstånd hos vattenlagrade provkroppar för betongsammansättningar med flygaska. (Betong 1, 2, 3, 4, 5, och 8)

Slaggbetongernas elektriska motstånd ökar snabbare upp till 90 dygn än flygaskebetongerna, men tillväxer därefter inte lika starkt som flygaskebetongerna. Ett slagginnehåll på 75 % ger högre motstånd än 48 % slagg, och massförhållandet 0,39 ger högre motstånd än massförhållandet 0,44, i synnerhet när 75 % slagg använts.



Figur 33: Elektriskt motstånd hos vattenlagrade provkroppar av betongsammansättningar med slagg. (Betong 6, 7, 9 och 10)

Med något undantag så kan man dra ungefär samma slutsatser angående sammansättnings-parametrarnas inverkan på motstånd mot inträngning av klorider för dessa betongsammansättningar från mätning av kloridmigration och mätning av elektriskt motstånd. Vilken betydelse motståndet mot kloridinträngning har för hur kloridprofilen i en betong i vägmiljö, där saltning sker intermittent under vintersäsongen och betongen utsätts för regn och uttorkning under sommarhalvåret, verkar dock vara betydligt mer svårt att förutsäga.

4 Sammanfattning av observationer och slutsatser

4.1 Hållfasthet och värmeutveckling

Vid så låga massförhållanden som 0,39 - 0,46 som undersökts i den här studien så är mängden flygaska och typ av cement den kombineras med betydligt mer avgörande för nivån på hållfastheten i flygaskebetong än vad massförhållandet är.

Flygaska reducerar hållfastheten mest i tidig ålder (upp till 90 dygn) medan skillnaden för olika flygaskehalter är mindre vid 2 och 4 års ålder. Anlegg FA är inte ett optimalt cement för att erhålla högre hållfastheter, utan initialt mer snabbhärdande och cement än Anlegg FA ger högre hållfasthet under hela perioden upp till fyra års ålder hos flygaskebetonger.

Inte heller för slaggbetongerna är skillnaden i massförhållandet på denna nivå (0,39 - 0,44) avgörande. Slagghalten (48 % eller 75 %) verkar heller inte påverka hållfastheten nämnvärt. Slaggbetongerna har betydligt snabbare hållfasthetstillväxt i tidig ålder (upp till 90 dygn) än flygaskebetongerna, men tillväxer inte lika mycket som flygaskebetongerna mellan 90 dygn och fyra år.

Observationerna när det gäller blandningsparametrarnas inverkan på hållfasthetstillväxt återspeglas i värmeutvecklingen upp till 7 dygn, med ett par undantag. När flygaska tillsätts vid betongblandningen fås inte samma värmeutveckling tidigt som när det ingår i cementet, troligtvis beroende på bättre optimering av bindemedelskomponenterna i ett blandcement än när båda tillsätts var för sig. Detta påverkar dock inte 28-dygnshållfastheten eller långtidshållfastheten negativt. Med 50 % flygaska har högre värmeutveckling uppmätts med det högre massförhållandet (0,44) än med det lägre (0,39).

4.2 Salt-frostavflagning

Flygaska och slagg ökar salt-frostavflagningen. Även koldioxidexponering och förlängd förkonditioneringstid ökar avflagningen. Ju mer flygaska/slagg och ju längre förkonditioneringstid desto mer avflagning.

Med ett flygaskeinhåll på 17 % som i Anlegg FA är inverkan av koldioxidexponering eller förlängd förkonditioneringstid inte större än att gränsen för acceptabel frostresistens klaras.

Ökar flygaskehalten till 35 % klaras gränsvärdet inte för den längsta förkonditioneringstiden eller för förlängd konditionering plus koldioxidexponering. Saltfrostavflagningen hos Anlegg FA är mer känslig för förlängd konditioneringstid än de övriga två cementen, medan dessa är mer känsliga för koldioxidexponering.

Med 50 % flygaska och Anlegg FA är avflagningen över gränsvärdet för acceptabel frostresistens (1 kg/m^2) för alla typer av konditioneringar.

En blandning med 75 % slagg klarar både vid massförhållandet 0,39 och 0,44 vid provning enligt standarden gränsvärdet för acceptabel salt-frostbeständighet (1 kg/m^2) men inte gränsvärdet för god salt-frostbeständighet ($0,5 \text{ kg/m}^2$). Vid provning efter

förlängd konditionering och koldioxidexponering erhålls dock avflagningsvärden långt över gränsvärdena.

Generellt gäller att en förlängning av förkonditioneringstiden till 3 veckor har en mycket marginell inverkan, d.v.s. avflagningen ökar med en faktor på i medeltal 1,3. Vid längre förlängning blir ökningen större och även spridningen mellan olika betongsammansättningar blir större.

Fyra års exponering för vägmiljö med saltning är en kort tid i förhållande till livslängden på den typ av konstruktioner dessa betongsammansättningar är avsedda för, d.v.s. broar. Det är också fråga om betong med luftporbildare och med så låga massförhållanden att mer än en marginell avflagning inte är förväntad. Den volymförändring sedan start som uppmätts är inte större än mellan + 0,2 % och - 0,3 %. För att kunna dra några säkra slutsatser av fältprovningen krävs längre exponeringstid.

4.3 Inre frostsador - dynamisk E-modul

Inte någon av fältproverna visade tecken på inre nedbrytning, d.v.s. transmissionstiden ökade inte vid exponeringen vid RV40, tvärtom minskade den till följd av hållfasthetstillväxten upp till senaste mätningen vid 4 års ålder.

Förändringen i dynamisk E-modulen hos fältproverna har studerats och även hos prover som vattenlagrats en månad och sedan förvarats i 65 % RF.

Vattenhärdning höjer den dynamiska E-modulen vid 28 dygns ålder hos flygaskebetongerna med massförhållandet 0,39 med c:a 10 % och är större vid massförhållandet 0,44. För slaggbetongerna är höjningen ca 6 %. Hos flygaskebetongerna sjunker den dynamiska E-modulen vid efterföljande lagring i luft. Minskningen är större ju högre flygaskehalten är och ju högre massförhållandet är, medan den hos slaggbetongerna fortsätter att öka något även i luft.

E-modulen i fält är lägre ju högre flygaskehalten är och ju högre massförhållandet är. Men den ökar med ca 20 % för betongsammansättningarna med 17 och 35 % flygaska mellan en månads ålder och fyra års ålder, och med 50 % flygaska är ökningen ca 30 %. Flygaska i kombination med Standard FA och Rapidcement ger något högre E-modul i förhållande till flygaska i kombination med Anlegg FA.

Kurvorna för den dynamiska E-modulen ligger betydligt närmare varann för de fyra slaggbetongerna än vad som var fallet med flygaskebetongerna. Efter 4 år finns det en viss indikation på att betongsammansättningarna med 75 % slagg har något lägre dynamisk E-modul än de som innehåller 48 % slagg. Inverkan av massförhållandet är inte entydigt. Ökningen av E-modulen från en månads ålder till fyra års ålder är för slaggbetongerna, med massförhållandet 0,39 ca 14 % och för de med massförhållandet 0,44 ca 19 %.

4.4 Karbonatisering

Den karbonatisering som studerats är naturlig karbonatisering utomhus skyddat från regn.

Karbonatiseringsdjupet ökar med ökande flygaskehalt. En ökning från 17 % till 50 % flygaska fås en niofaldig ökning av karbonatiseringsdjupet även vid så lågt massförhållande som 0,39, och med 35 % flygaska blir karbonatiseringsdjupet ca 3 ggr större än med 17 % flygaska. Höjs massförhållandet med 0,05 till 0,44 ökar karbonatiseringsdjupet med en faktor på ca 1,5.

Användning av mer initialt snabbhärdande cement än Anlegg FA tillsammans med flygaska ger en viss reduktion av karbonatiseringsdjupet.

Även för slaggbetongerna ökar karbonatiseringsdjupet med ökande slagghalt; en ökning av slagghalten från 48 % till 75 % medför en ökning av karbonatiseringsdjupet efter fyra år med en faktor på 2,5. Höjs massförhållandet med 0,05 från 0,39 till 0,44 ökar karbonatiseringsdjupet med en faktor på ca 1,7 efter fyra år både för betong med 48 % slagg och med 75 % slagg.

Om man jämför karbonatiseringsdjupet efter ett års naturlig karbonatisering med avflagning hos betong som lagrats inomhus i ett år före salt-frostprovnings ser man att det finns en korrelation mellan karbonatiseringsdjupet och avflagningen för de olika betongsammansättningarna. Detta kan tas som en indikation på att det karbonatiserade ytskiktet hos betong med flygaska eller slagg är mer känsligt för salt-frostcykling än den okarbonatiserade inre betongen, och det är det karbonatiserade ytskiktet som i första hand flagar av.

4.5 Kloridinträngning

Kloridprofiler i provkroppar som exponerats fyra år vid RV40 har studerats särskilt. När det gäller flygaskebetongerna är det tydligt att ökande flygaskehalt gör att avståndet från ytan till den punkt där kloridinnehållet är som högst efter 4 år förskjuts inåt med ökande flygaskehalt. Med 17 % flygaska inträffar detta på djupet ca 3 mm, med 35 % flygaska vid ca 5 mm och med 50 % flygaska vid djupet ca 8 mm. Det gäller både för horisontella och vertikala ytor och oberoende av cementtyp och massförhållande. Högsta kloridnivån ligger för samtliga profiler för massförhållandet 0,39 på ungefär samma nivå (0,10 - 0,12 % av totalvikten).

Kloridprofilen i en flygaskebetong (50%) med massförhållandet 0,44 ligger på en lägre nivå än vid massförhållandet 0,39, vilket är oväntat. Mängden cementpasta har hållits relativt konstant, ca 31 volyms-%, i samtliga betongsammansättningar, men bindemedelshalten är i betongen med massförhållandet 0,44 något lägre.

Total mängd inträngd klorid i området 0-25 mm från ytan ökar med flygaskehalten och påverkas något av cementtyp. Det mest förvånande är att den minskar med ökande massförhållande, oberoende av om man räknar per totalvikt eller per bindemedelsvikt.

När det gäller slaggbetongerna så ser kloridprofilen ungefär likadan ut vid större djup än 8 mm men de skiljer sig åt när djupet är mindre än 8 mm. Betongsammansättningarna med 48 % slagg har genomgående högre kloridhalter nära ytan än de med 75 % slagg. Högre massförhållande ger också lägre kloridhalt i ytskiktet än lägre massförhållande vid samma slagghalt.

Den totala ackumulerade kloridinträngningen i området 0 - 25 mm minskar med ökande slagghalt. För betongsammansättningar med 48 % slagg minskar total mängd klorid oväntat med ökande massförhållande. Det är ingen större skillnad mellan total

mängd klorid för betongsammansättningar med 75 % slagg och de två massförhållandena som använts.

Skillnaderna mellan vertikal och horisontell yta är marginell för både flygaskebetongerna och slaggbetongerna.

Kloridmigrationskoefficienterna för de vattenhärdade betongsammansättningarna med 50 % flygaska är mycket högre än för övriga sammansättningar i tidigt skede (28 dygn och 90 dygn) men efter 4 år är de på samma nivå som för betongsammansättningarna med 17 och 35 % flygaska och slaggbetongerna. På grund av detta borde dessa betongsammansättningar ha betydligt mer inträngd klorid än de övriga flygaskebetongerna. Det finns en viss skillnad i mängd inträngd klorid men den är inte alls lika stor som förväntat baserat på kloridmigrationskoefficienten. Provkropparna lades ut på fältprovplatsen bara någon månad efter gjutning, så tillkommande hållfasthet- och täthetstillväxt innan de utsattes för saltning kan knappast vara förklaringen till att skillnaden inte är större.

Kloridmigrationskoefficienten för slaggbetongerna är mycket låg för alla slaggbetonger även i tidig ålder (vid 28 dygn). Lägst är den för betongsammansättningarna som har 75 % slagg. Det är också de som har lägst mängd inträngd klorid (ca 0,8 % på provvikten). Uppskattas kloridmotståndet genom mätning av elektiskt motstånd är det i stället betongsammansättningarna med 50 % flygaska som har ojämförligt högst motstånd efter fyra år. Men liksom vid kloridmigrationsmätning är den lägst vid 90 dygn.

Med något undantag så kan man dra ungefär samma slutsatser angående motstånd mot inträngning av klorider för dessa betongsammansättningar från mätning av kloridmigration som från mätning av elektriskt motstånd. Vilken betydelse motståndet mot kloridinträngning har för hur kloridprofilen i en betong i vägmiljö, där saltning sker intermittent under vintersäsongen och betongen utsätts för regn och uttorkning under sommarhalvåret, verkar dock vara betydligt mer svårt att förutsäga.

4.5 Allmän slutsats

Hos en betong med alternativa bindemedel som silikastoft, slagg och flygaska och så låga massförhållanden som 0,39 - 0,44 har massförhållandet inte så stor betydelse för egenskaperna. Vid högre massförhållande kan ju mekaniska egenskaper och beständighet ofta direkt relateras till massförhållandet. Vid låga massförhållanden ökar i stället betydelsen av proportionerna mellan de ingående bindemedlen och egenskaperna hos de använda alternativa bindemedlen och hos cementet. Betongsammansättningen kan optimeras beroende på vilken exponering betongen kommer att utsättas för.

Slagg och flygaska påverkar salt-frostbeständigheten negativt och ökar karbonatiseringen, men höjer motståndet mot kloridinträngning. Med 75 % slagg och 50 % flygaska blir salt-frostbeständigheten mycket dålig vid provning. Hur detta ser ut i fält får fältproverna utvisa. Efter fyra års exponering syns ännu inte några betydande skador på dessa betongsammansättningar.

När högre halter flygaska används är det inte optimalt att kombinera det med ett initialt långsamhärdande cement.

Den långsamma strukturutvecklingen hos betongsammansättningar med högre mängder flygaska gör att sådana betongsammansättningar blir mer känsliga för uttorkning och angrepp av olika nedbrytningsmekanismer i tidig ålder.

Kontaktperson RISE

Ida Gabrielsson
RISE CBI Betonginstitutet
010-516 68 51
ida.gabrielsson@ri.se

Datum

2019-06-04

Beteckning

4P00511 - E

Sida

1 (20)

Rapport E - Provning av provkroppar från RV 40 efter 4 vintrar

(4 bilagor)

Uppdrag provkropparplacerade vid Riksväg 40

Den 18:e december 2014 placerades samtliga provkroppar avsedda för fältprovning på CBIs fältprovplats vid riksväg 40. Innan provkropparna avsedda för utvärdering av salt-frostbeständighet (halva kuber, 70*150*150 mm) placerades på fältprovplatsen bestämdes utgångsvärde för ultraljud och volym för varje provkropp. Dessa provkroppar togs in den 26:e juni 2015, efter en vinter vid riksväg 40, för bedömning av inre- respektive yttre frostsador med hjälp av ultraljud- och volymbestämning. En okulär besiktning av varje provkropp utfördes samtidigt.

På fältprovplatsen placerades också 10 st stora provkroppar (300*300*1000 mm), en för varje betongsammansättning. De stora provkropparna togs in den 26:e juni 2015 efter en vinter vid riksväg 40 till laboratoriet för att ta ut prov för bestämning av klorid- och fuktprofil.

Den 10:e december 2015 utplacerades samtliga provkroppar åter på provplatsen vid riksväg 40.

Den 27 april 2018 hämtades samtliga prover in från fältprovningsplatsen efter att varit där 4 vintrar för att provas på samma sätt som efter första vintern. Borrkärnor från de stora provkropparna borrades ut i slutet juni och provningar skedde under perioden juli 2018 - mars 2019.

I denna rapport E redovisas resultat från provningar och mätningar efter 1 och 4 års exponering vid Riksväg 40, med vissa kommentarer. En mer heltäckande analys av dessa provningsresultat och resultat från andra provningar på samma blandningar kommer att ges i rapport 2 till detta projekt. I den analys kommer bl.a. inverkan av blandningsparametrarna på de olika egenskaperna att studeras närmare och fältstudien att jämföras med laboratorieresultat.

Provföremål och provfakta

I tabell 1 anges betongrecept och riktvärden för de tio olika betongsammansättningarna.

Tabell 1 Betongsammansättning – riktvärden givna av uppdragsgivaren.

Betong nr.	Cement	Massförhållande ¹⁾	v/b	Silika-stoft	Extra FA	Tot. innehåll FA eller slagg
1	Norcem Anleggsement FA ²⁾ (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,405	4 %	0	17 % FA
2	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,373	4 %	+ 18 %	35 % FA
3	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,348	4 %	+ 33 %	50 % FA
4	Norcem Standardsement FA ³⁾ (CEM II/B-M 42,5 R)	0,39	0,374	4 %	+ 17 %	35 % FA
5	Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N)	0,39	$k_{fa}=1$ upp til 20 % $k_{fa}=0,7$ över 20 %	4 %	+ 35 %	35 % FA
6	Cemex CEM III/A	0,39	0,405	4 %	0	48% slagg
7	Cemex CEM III/B	0,39	0,405	4 %	0	75 % slagg
8	Norcem Anleggsement FA ¹⁾ (CEM II/A-V 42,5 N)	0,44	0,392	4 %	+ 33 %	50 % FA
9	Cemex CEM III/A	0,44	0,44	4 %	0	48% slagg
10	Cemex CEM III/B	0,44	0,44	4 %	0	75 % slagg

För flygaska (FA) som är en del av själva cementen er $k_{FA}=1,0$ och för extra tillsatt FA är $k_{FA}=0,7$. För silikastoft är $k_s=2,0$

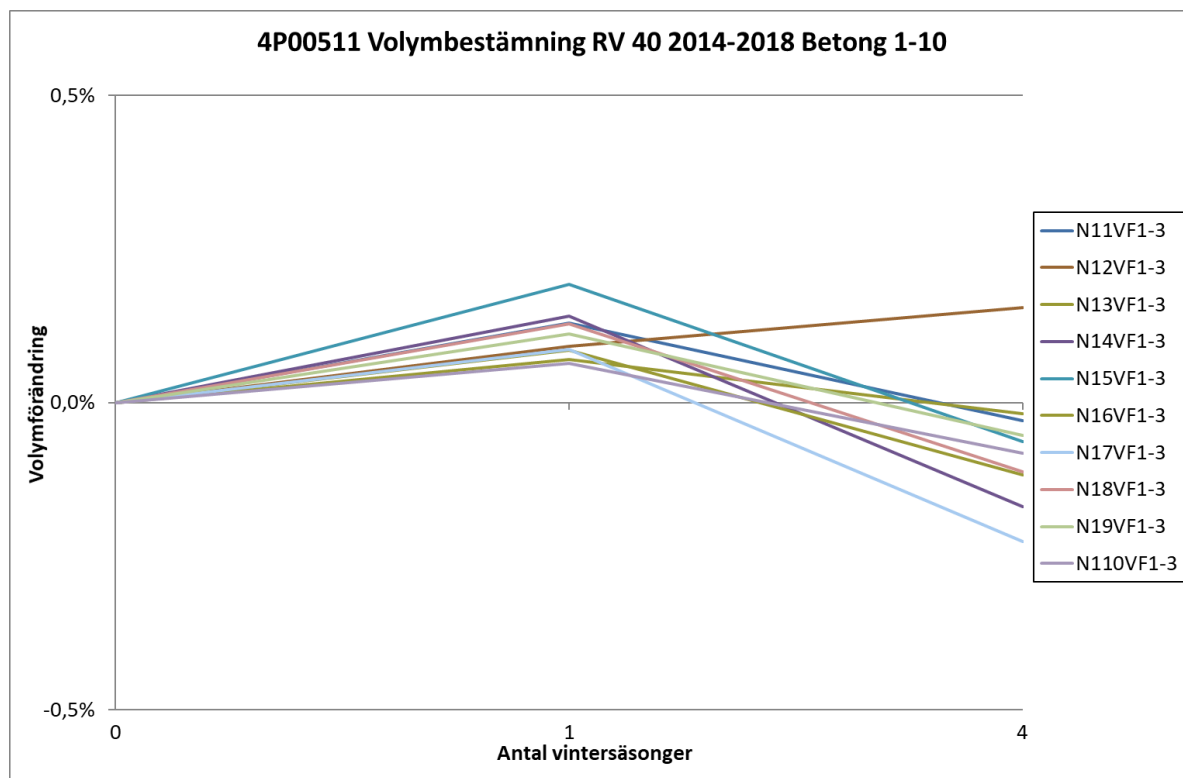
²⁾ Antaget FA-innehåll i ANL-FA-cementen 17 %

³⁾ Antaget FA-innehåll i STD-FA-cementen 18 %

Resultat - Provkroppar för bedömning av salt-frostbeständighet (halva kuber, 70*150*150 mm)

Resultat - Volymbestämning

Diagram 1 Volymbestämning 2014 - 2018



Tabell 2 Volymbestämning 2014 - 2018

Egenskap	Betong	2014 Resultat volym- bestämning ¹⁾ (cm ³)	2015 Resultat volym- bestämning ¹⁾ (cm ³)	Volym- förändring ¹⁾ 2014 - 2015 (%)	2018 Resultat volym- bestämning ¹⁾ (cm ³)	Volym- förändring ¹⁾ 2014 - 2018 (%)
Volym- bestämning	Betong 1	1613,4	1615,5	0,13	1612,9	-0,03
	Betong 2	1619,2	1620,7	0,09	1621,7	0,15
	Betong 3	1621,5	1622,7	0,07	1621,3	-0,02
	Betong 4	1602,8	1605,0	0,14	1600,1	-0,17
	Betong 5	1638,5	1641,7	0,19	1637,5	-0,06
	Betong 6	1644,6	1646,0	0,08	1642,7	-0,12
	Betong 7	1654,0	1655,4	0,09	1650,2	-0,23
	Betong 8	1628,0	1630,1	0,13	1626,2	-0,11
	Betong 9	1640,8	1642,6	0,11	1639,9	-0,05
	Betong 10	1629,3	1630,3	0,06	1628,0	-0,08

¹⁾ Medelvärde av 3 provkroppar.

Se bilaga 1 för samtliga siffror.

Kommentar:

Volymförändringarna under första vintern är samtliga fall mycket små och inom mätmetodens mätosäkerhet. Efter 4:e vintern har alla betongsammansättningar minskat i volym förutom betong 2 som har ökat. Minskning i volym kan vara avskalning av betongflagor på provkroppen på grund av frostsador. En ökning kan bero på grund av beläggningar på provkroppen.

För samtliga betongsammansättning är förändringarna efter 4 vintersäsonger så små att några säkra slutsatser om de olika betongernas motstånd mot avskalning p.g.a. salt-frost kan dras. Detta är heller inte förväntat eftersom luftporbildare har använts i samtliga betonger och de effektiva vct som använts är så låga som 0,39 och 0,44.

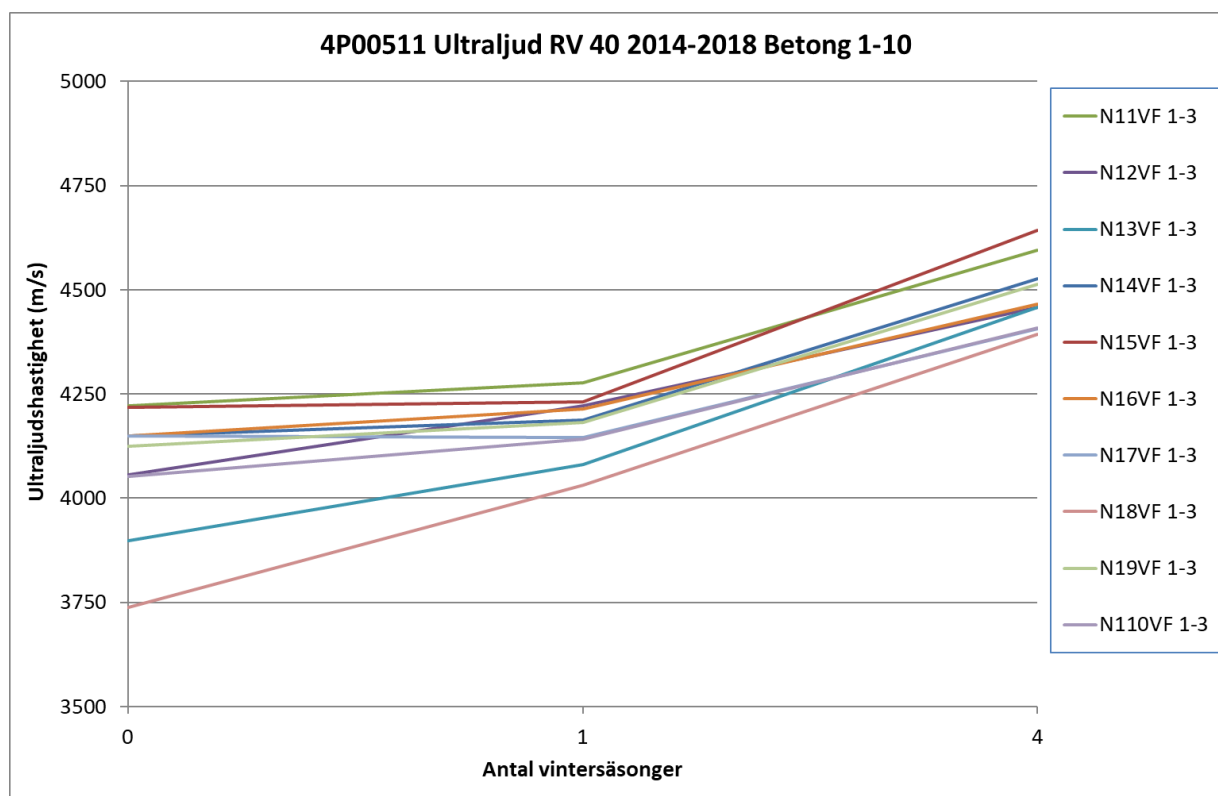
Resultat - Ultraljudshastighet

Tabell 3 Transmissionstid t_t (μS) (tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm) 2014 - 2018.

Egenskap	Betong	2014 Resultat transmissionstid ¹⁾ (μS)	2015 Resultat transmissionstid ¹⁾ (μS)	2018 Resultat transmissionstid ¹⁾ (μS)
Transmissionstid	Betong 1	35,5	35,1	32,6
	Betong 2	37,0	35,5	33,6
	Betong 3	38,5	36,8	33,6
	Betong 4	36,2	35,8	33,1
	Betong 5	35,6	35,5	32,3
	Betong 6	36,2	35,6	33,6
	Betong 7	36,1	36,2	34,0
	Betong 8	40,1	37,2	34,1
	Betong 9	36,4	35,9	33,2
	Betong 10	37,0	36,2	34,0

¹⁾ Medelvärde av 3 provkroppar.

Diagram 2 Ultraljudshastighet (m/s) 2014-2018



Tabell 4 Transmissionstid t_t (μS) (tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm) och ultraljudshastighet (m/s) 2014 - 2018.

Egenskap	Betong	2014 Ultraljuds- hastighet (m/s) ²⁾	2015 Ultraljuds- hastighet (m/s) ²⁾	2018 Ultraljuds- hastighet (m/s) ²⁾
Transmissions tid	Betong 1	4221	4278	4595
	Betong 2	4056	4221	4458
	Betong 3	3897	4081	4458
	Betong 4	4149	4187	4527
	Betong 5	4217	4231	4642
	Betong 6	4149	4215	4466
	Betong 7	4150	4145	4407
	Betong 8	3738	4032	4393
	Betong 9	4125	4181	4514
	Betong 10	4053	4142	4409

²⁾ Ultraljudshastigheten v_t beräknas enligt v_t (m/s) = $0,15$ (m) / t_t (μS) $\times 10^6$ med t_t som medelvärdet av 3 kuber.

Se bilaga 2 för samtliga resultat för ultraljud.

Kommentar:

Kommentarer efter 1;a vintern

Transmissionstiden minskar, dvs ultraljudshastigheten ökar, under första vintern för samtliga betongsammansättningar. Detta är ett resultat av en fortsatt hydratation som leder till en tätare cementpasta. Störst är förändringen för de betongsammansättningar med långsammast hållfasthetstillväxt, se betong 2 (35% flygaska), betong 3 (50% flygaska) och betong 8 (50% flygaska).

Kommentarer efter 4;e vintern

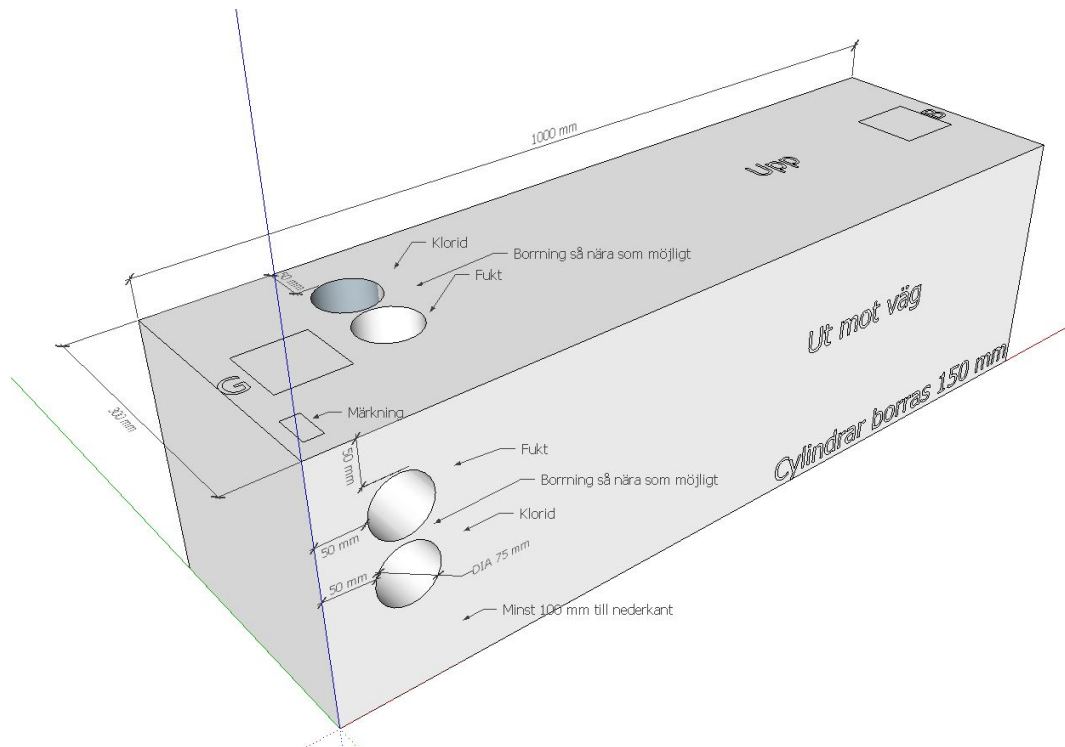
Transmissionstiden fortsätter att minska, dvs ultraljudshastigheten fortsätter att öka för samtliga betongsammansättningar även under de följande tre åren. Det finns ingen tendens till inre nedbrytning av frost för någon blandning. Däremot indikeras att hydratiseringen fortsätter. De blandningar som hade lägre ultraljudshastighet initialt (blandningar med 35 - 50 % flygaska) efter 4 år har en ultraljudshastighet helt i nivå med de övriga blandningarna.

Resultat – Stora provkroppar (300*300*1000 mm)

Ur varje provkropp borrades totalt 4 stycken cylindrar ut med en diameter på 75 mm och en längd på ca 150 mm. Provkropparna borrades så nära borrhålen som möjligt från provningarna efter första vintern. Borrning skedde i princip enligt bild 1.

2 stycken cylindrar borrades ut från den horisontella ytan (riktad uppåt) och 2 stycken cylindrar från den vertikala ytan (riktad ut mot väg). En cylinder från varje yta provades för klorid- respektive fuktprofil.

Bild 1 Borrning av stora provkroppar.

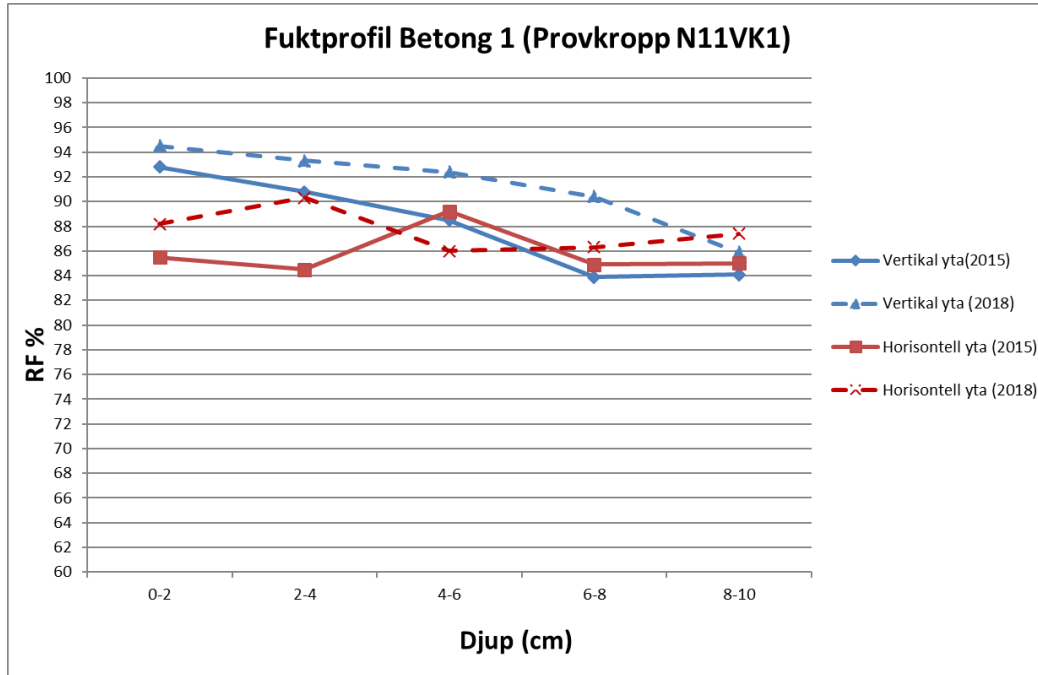


Resultat - Fuktprofil

Efter borring sågades cylindrarna i skivor på de angivna intervallen och krossades med hammare till mindre bitar. Större ballast sorterades bort. 5 stycken nivåer provades med intervaller på ca 2 cm.

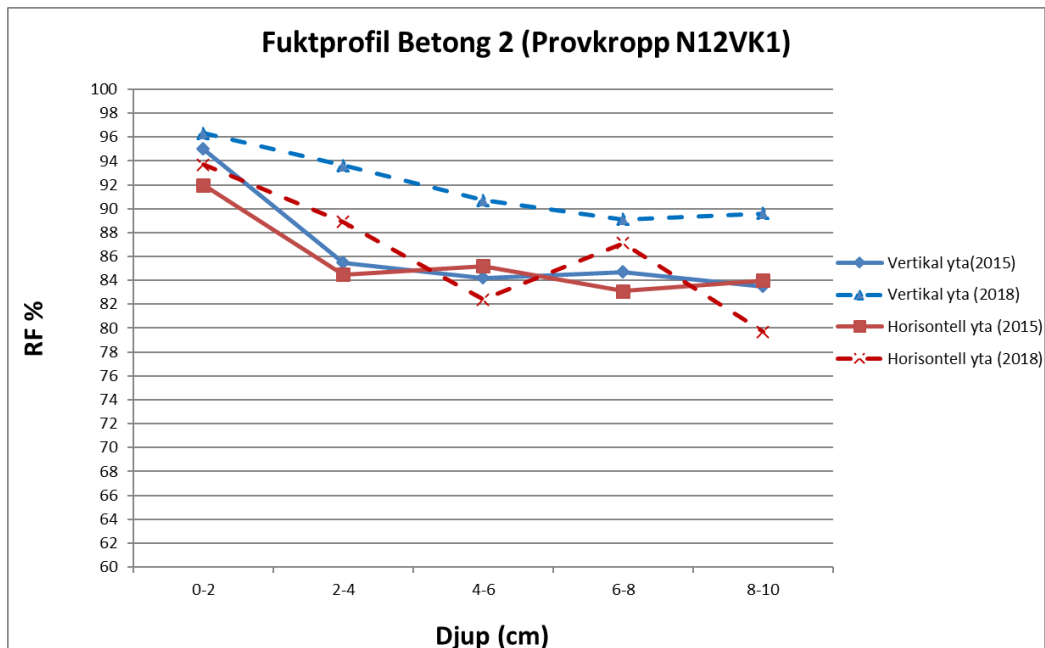
Fuktprofil Betong 1

Diagram 3 Fuktprofil Betong 1 Provkropp N11VK1



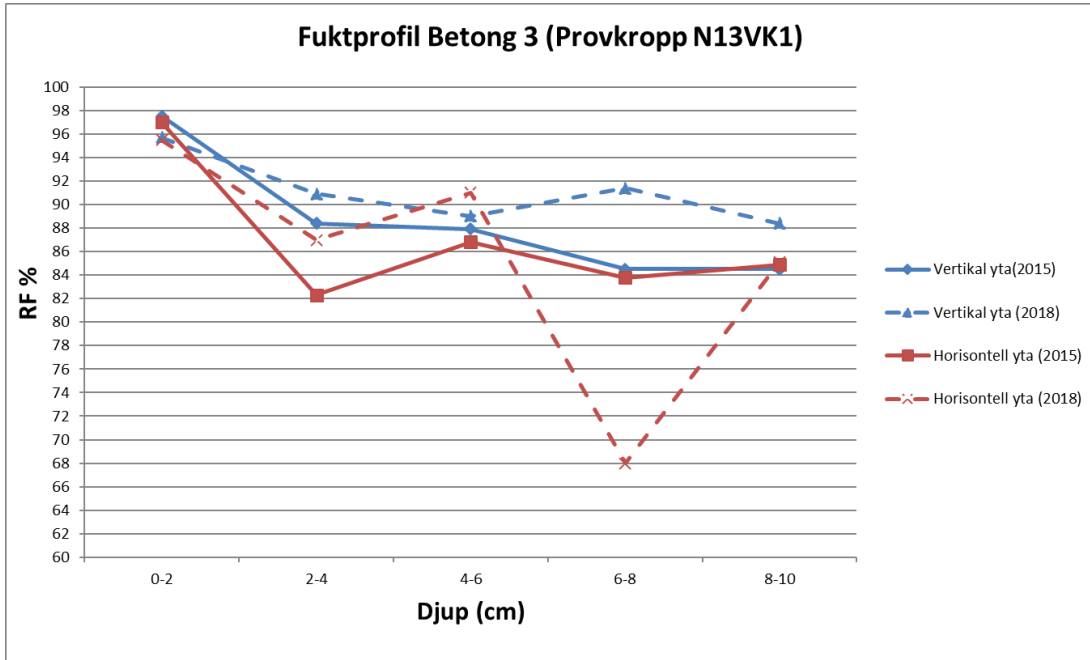
Fuktprofil Betong 2

Diagram 4 Fuktprofil Betong 2 Provkropp N12VK1



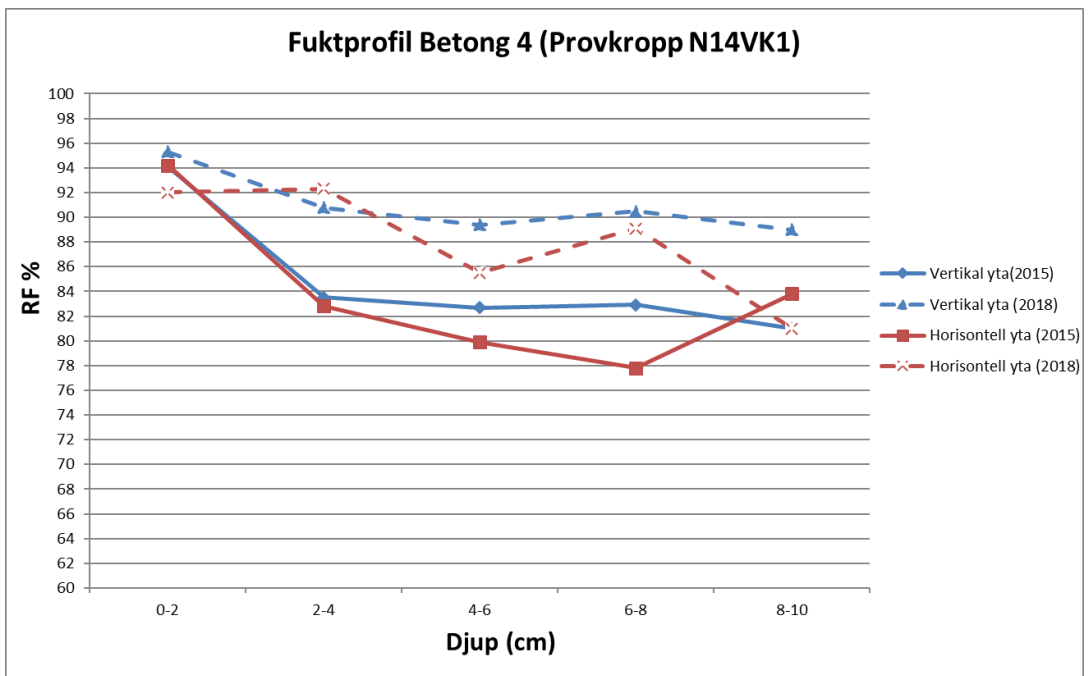
Fuktprofil Betong 3

Diagram 5 Fuktprofil Betong 3 Provkropp N13VK1



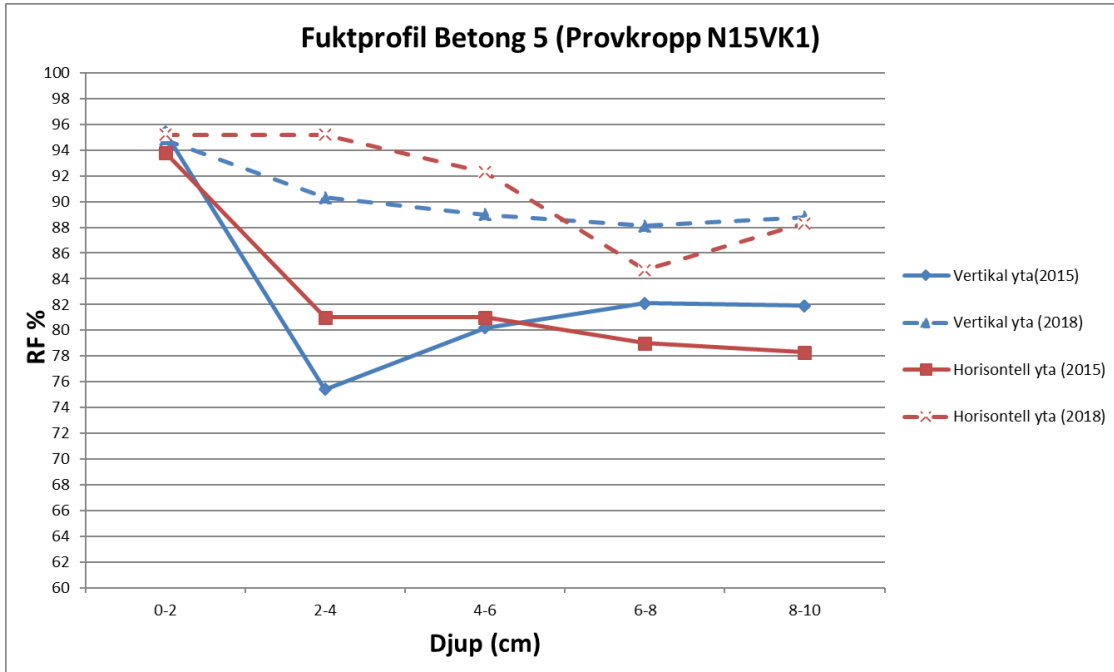
Fuktprofil Betong 4

Diagram 6 Fuktprofil Betong 4 Provkropp N14VK1



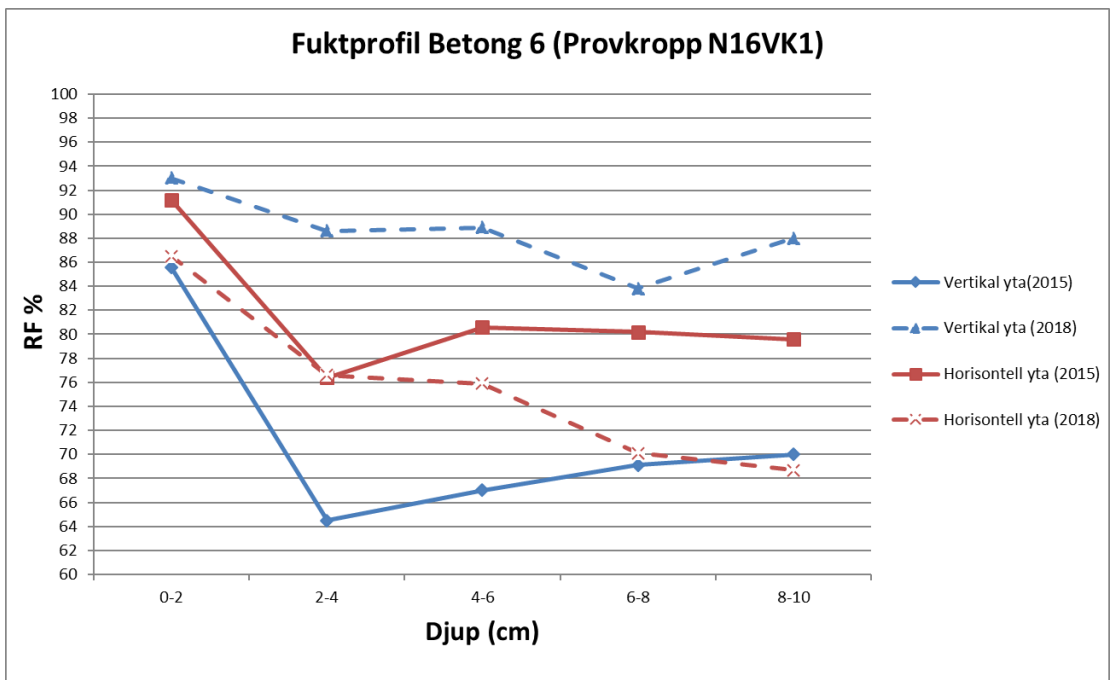
Fuktprofil Betong 5

Diagram 7 Fuktprofil Betong 5 Provkropp N15VK1



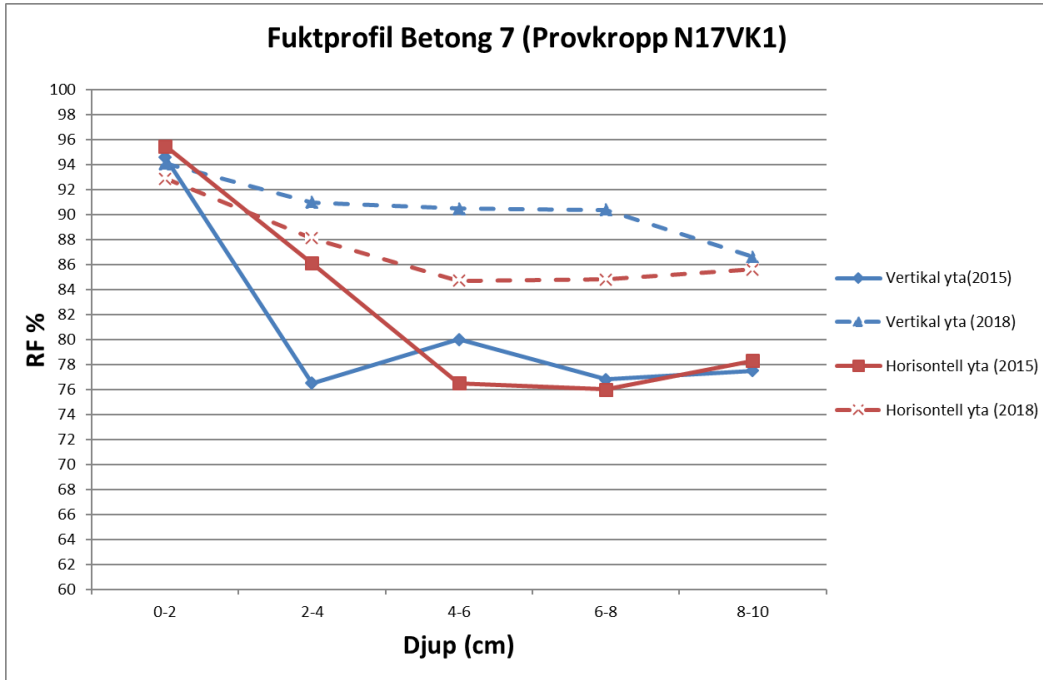
Fuktprofil Betong 6

Diagram 8 Fuktprofil Betong 6 Provkropp N16VK1



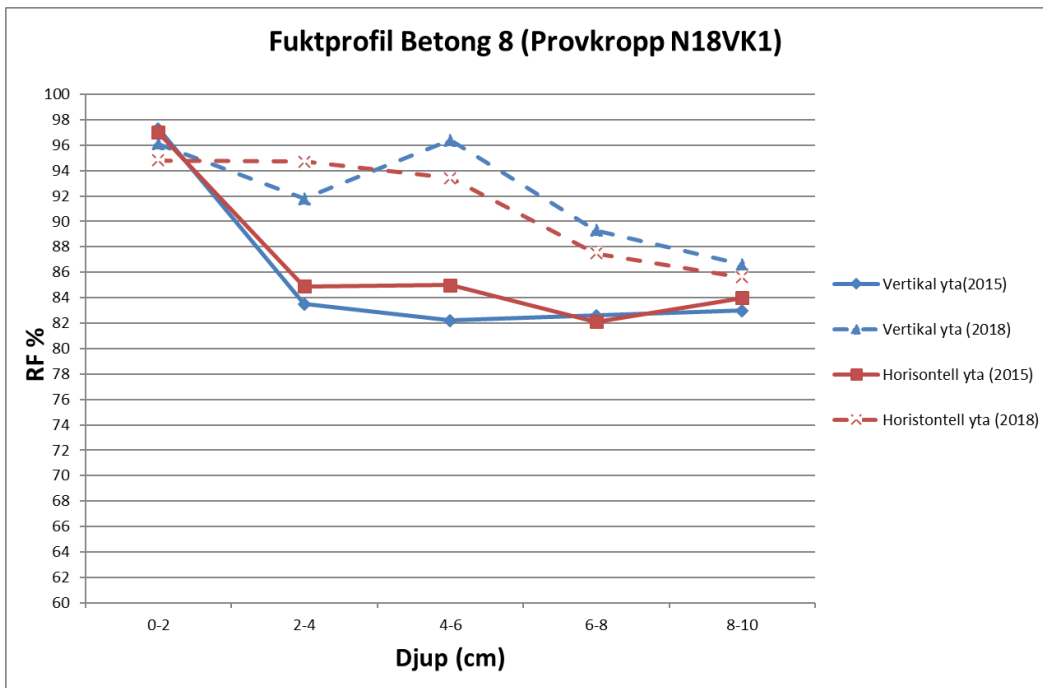
Fuktprofil Betong 7

Diagram 9 Fuktprofil Betong 7 Provkropp N17VK1



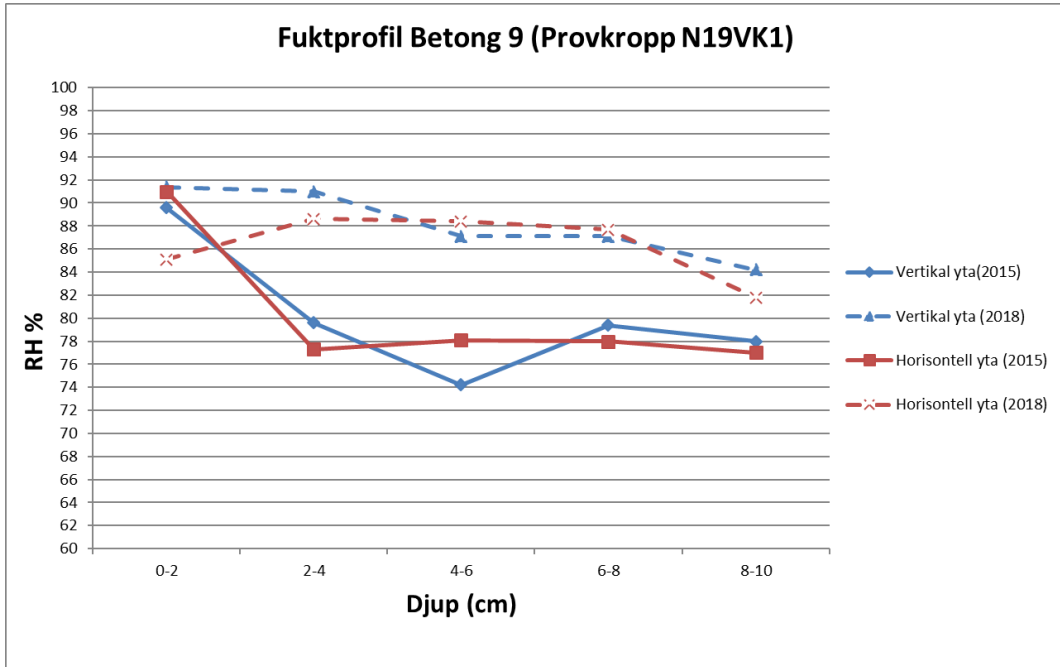
Fuktprofil Betong 8

Diagram 10 Fuktprofil Betong 8 Provkropp N18VK1



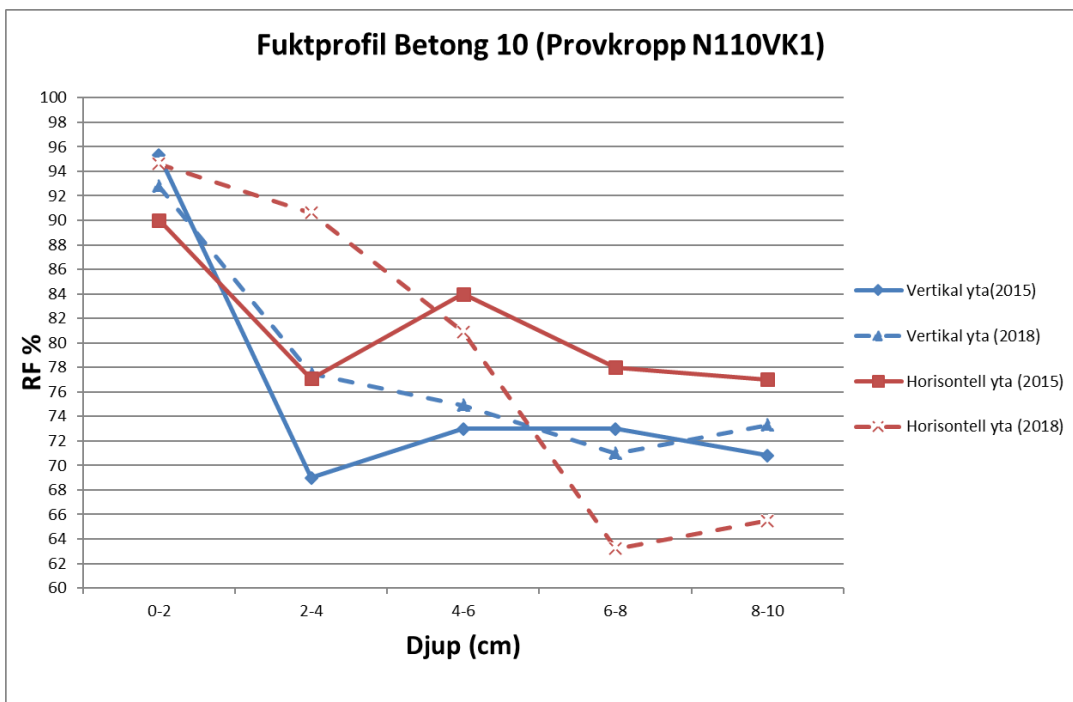
Fuktprofil Betong 9

Diagram 11 Fuktprofil Betong 9 Provkropp N19VK1



Fuktprofil Betong 10

Diagram 12 Fuktprofil Betong 10 Provkropp N110VK1



Se bilaga 3 för samtliga resultat.

Kommentarer till fuktmätningarna

Kommentarer efter 1 vintern:

Fuktnivåerna i det yttersta skiktet (0-2 cm) är genomgående högre än längre in i betongen där fuktnivåerna är relativt konstanta, fast på något olika nivåer beroende på betongsammansättning. Det finns en tendens att betong innehållande slagg (betong 6, 7 samt 9 och 10) uppvisar något lägre fuktnivå, 70-80 % RF på djupet 5-10 cm, än för betong med Anleggsement FA + FA (betong 1, 2, 3 och 4 samt 8) uppvisar fuktnivåer på ca 85 % RF på djupet 5-10 cm. Betongsammansättningarna med Standardcement + FA (betong 4) samt Rapidcement + FA (betong 5) uppvisar fuktnivåer på ca 80 % RF.

En möjlig förklaring till att betong med slagg uppvisar lägre fuktnivåer är att porstrukturen är tätare med mindre kapillära och med finare porer jämfört med övriga betongsammansättningar. De något lägre fuktnivåerna för betong med Standardcement och Rapidcement jämfört med Anleggsement kan förklaras av troligtvis högre hydratiseringsgrad och därmed tätare porstruktur för dessa betongsammansättningar.

Generellt är fuktprofilerna tagna vertikalt och horisontellt på samma nivåer. För betongsammansättningarna 6 och 10 skiljer sig dock fuktnivåerna markant med lägre nivåer för prov taget vertikalt. Någon förklaring på detta har inte funnits. Detta behöver följas upp vid nästa mättillfälle.

Kommentarer efter 4 vintern;

Generellt kan man säga att fuktnivån har ökat sedan den första vintern, både för vertikala och horisontella och på djupet. Fortfarande gäller att de yttersta skikten är fuktigare än längre in, utom där betong 1 och betong 9 i det horisontella provet har en högre fukthalt vid djupet 2-4 mm än vid 0-2 cm. Betongsammansättningarna (betong 5, 6 och 8) har samma fukthalt vid de två första djupen, 0-2 cm och 2-4 cm. Detta också på det horisontella provet.

När det gäller betongsammansättning 6 verkar förändringen av fuktprofilerna ologisk. Det är inte rimligt att den horisontella profilen till skillnad från för alla andra blandningar i det inre skulle sänkas med c:a 10 %-enheter medan den vertikala profilen i det inre höjs med nästan 15 %-enheter. Här kan det möjligtvis ha skett en förväxling av provbitar.

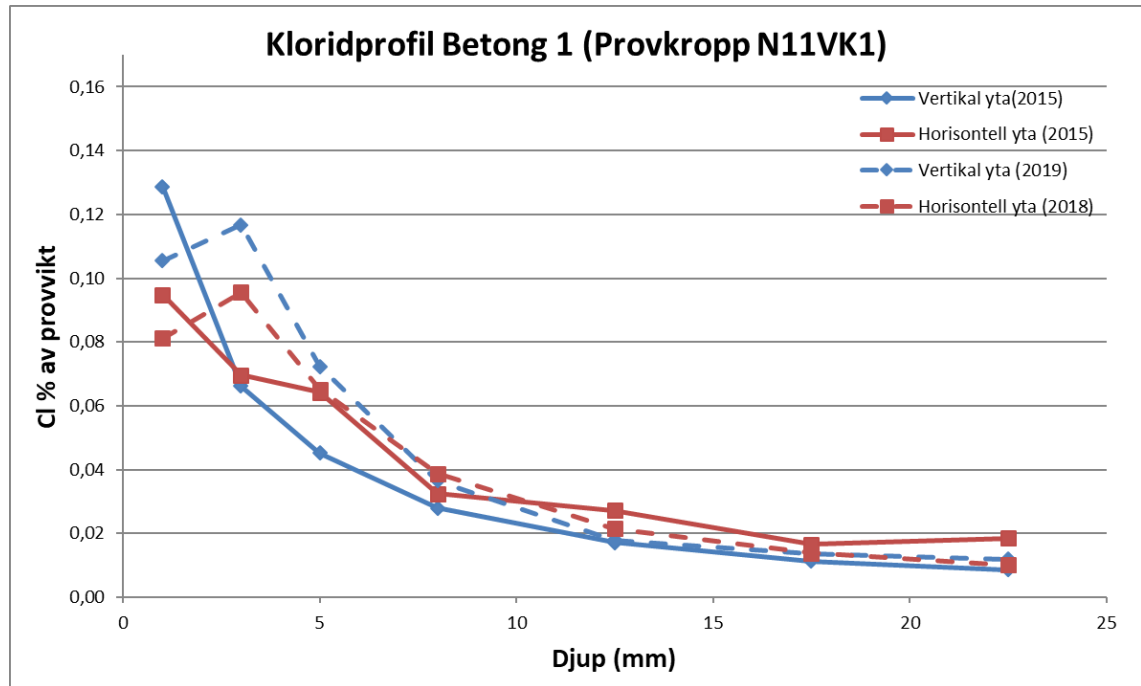
Det måste också poängteras att mätosäkerheten för denna typ av fuktmätningar, där RF mäts på bitar urtagna ur en konstruktion, är stor. Hanteringen av de utborrade proverna och de små betongbitarna som används vid fuktmätningen, och hur väl de skyddas mot ofrivillig uttorkning påverkar mätresultatet. Mätvärden på RF under ca 70 % i det inre av utomhuskonstruktioner som varit utsatta för regn ter sig orealistiskt, då den kemiska uttorkningen p.g.a. hydratisering avstannar vid denna nivå.

Resultat - Kloridprofil

Efter borrning svarvades betongpulver från cylindrarna på 7 stycken nivåer, 0-2 mm, 2-4 mm, 4-6 mm, 6-10 mm, 10-15 mm, 15-20 mm och 20-25 mm. Medelvärde på nivåerna är angivna nedan.

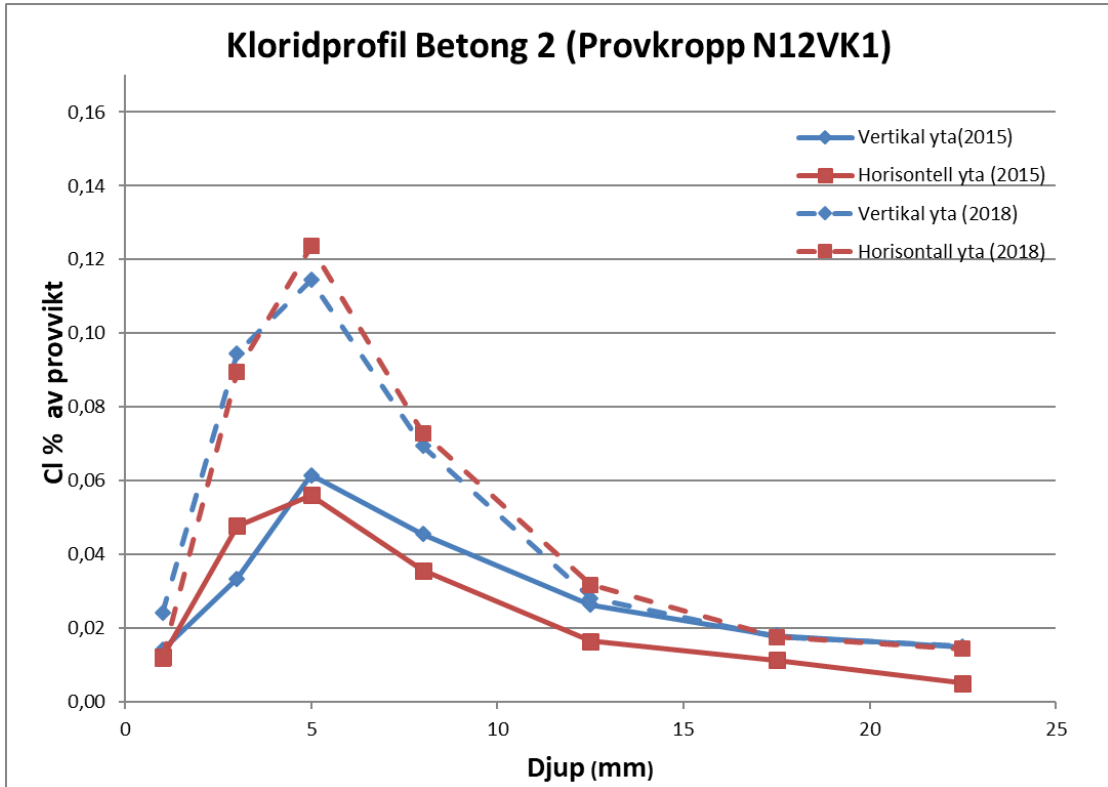
Kloridprofil Betong 1

Diagram 13 Kloridprofil Betong 1 Provkropp N11VK1



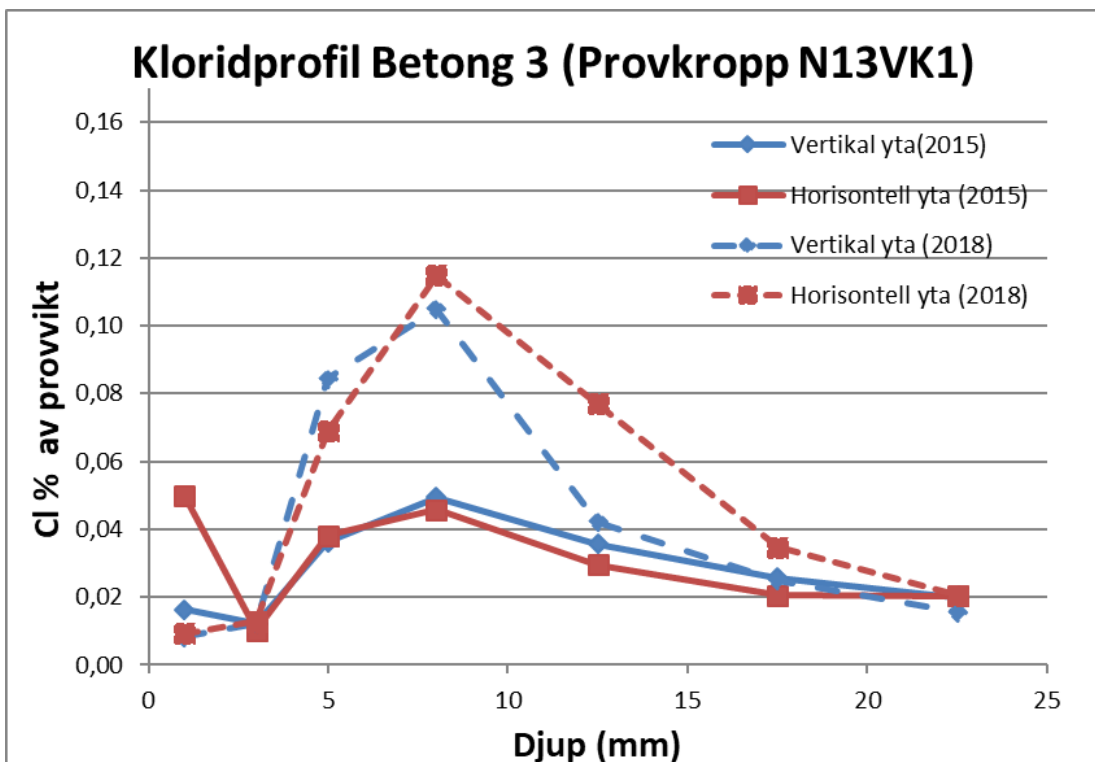
Kloridprofil Betong 2

Diagram 14 Kloridprofil Betong 2 Provkropp N12VK1



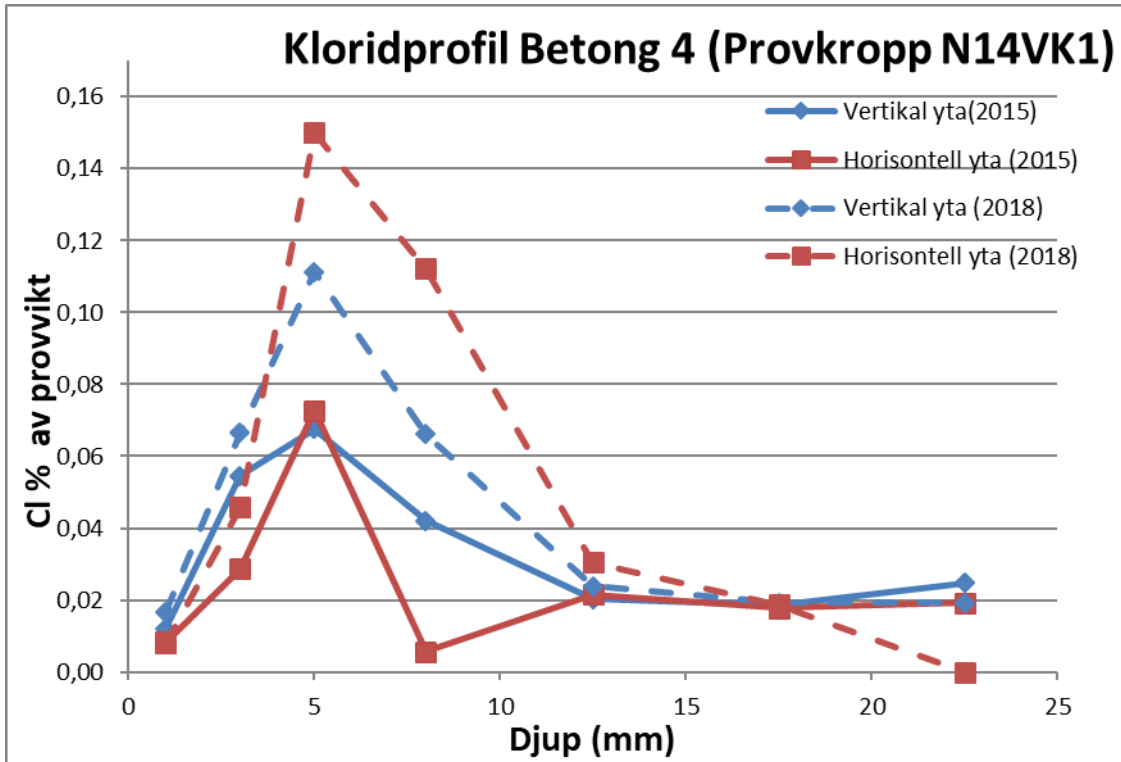
Kloridprofil Betong 3

Diagram 15 Kloridprofil Betong 3 Provkropp N13VK1



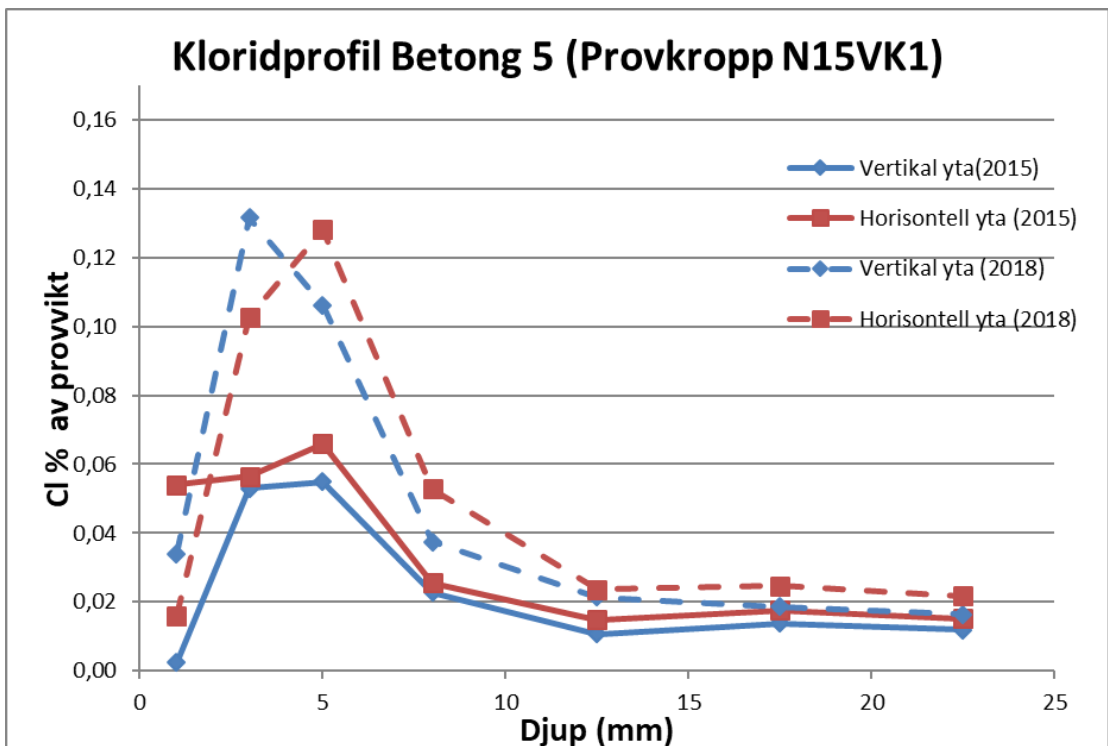
Kloridprofil Betong 4

Diagram 16 Kloridprofil Betong 4 Provkropp N14VK1



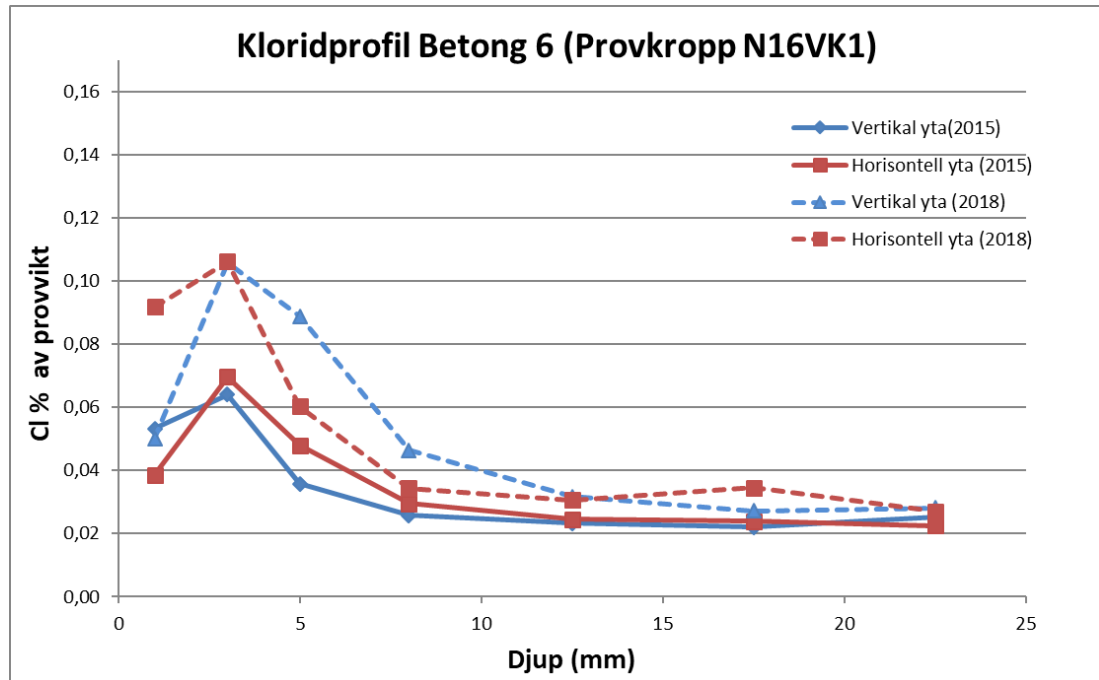
Kloridprofil Betong 5

Diagram 17 Kloridprofil Betong 5 Provkropp N15VK1



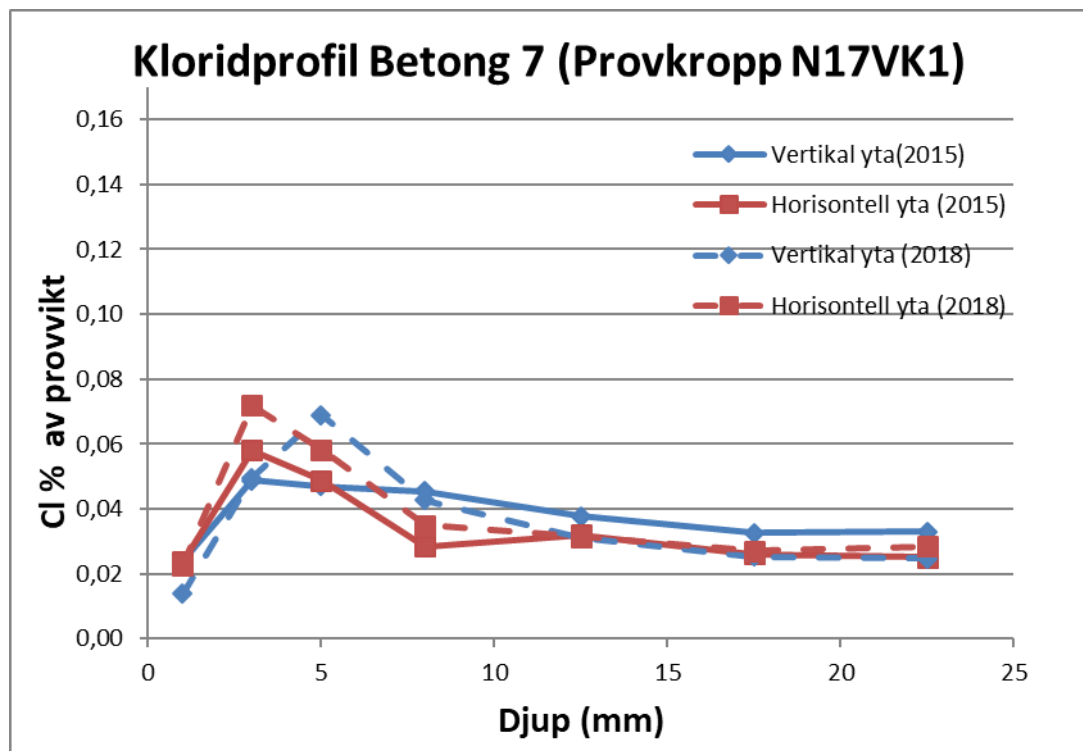
Kloridprofil Betong 6

Diagram 18 Kloridprofil Betong 6 Provkropp N16VK1



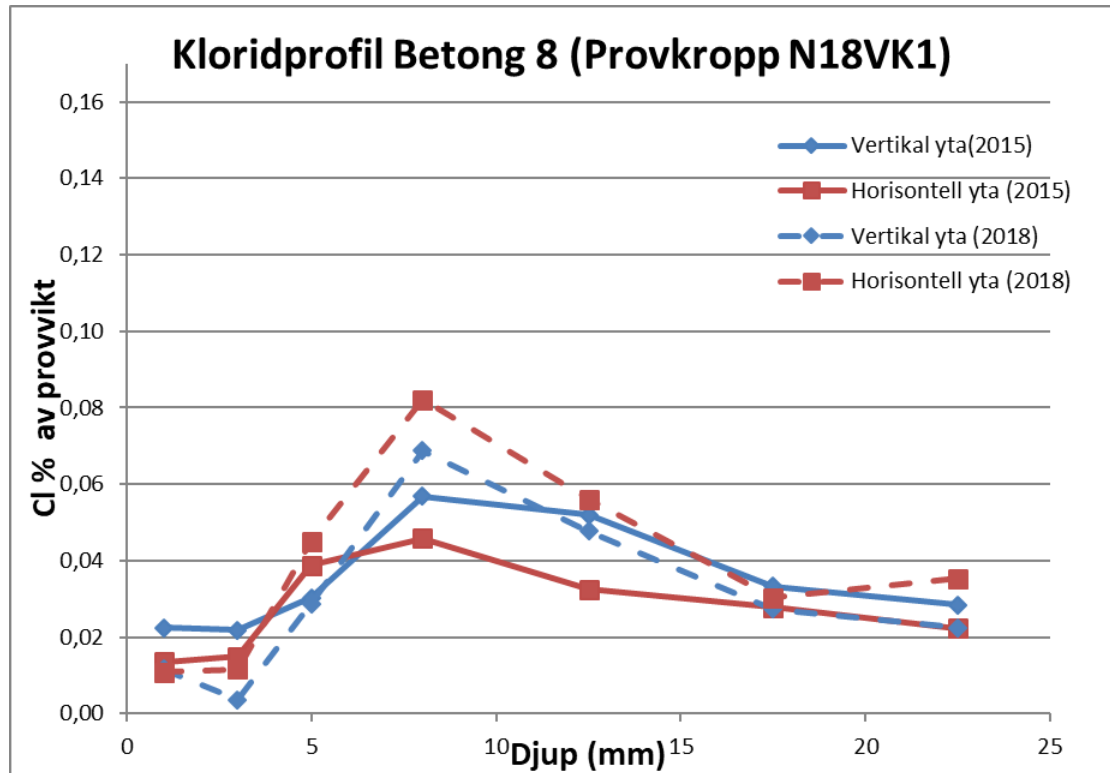
Kloridprofil Betong 7

Diagram 19 Kloridprofil Betong 7 Provkropp N17VK1



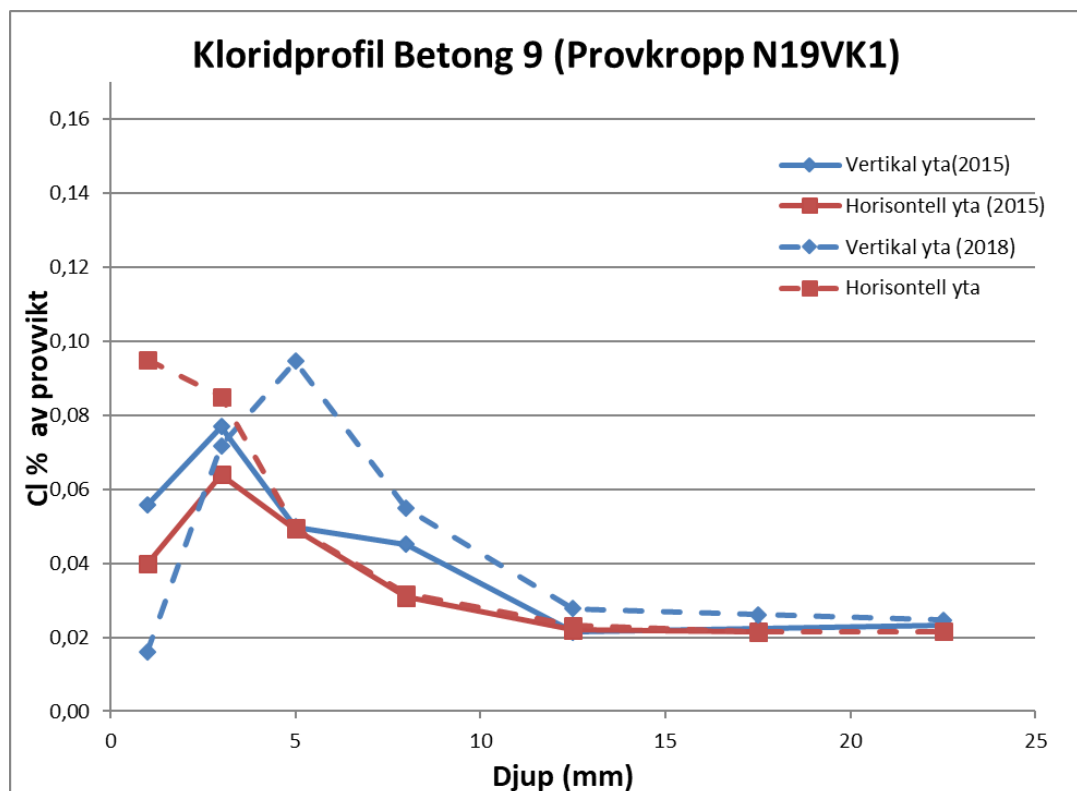
Kloridprofil Betong 8

Diagram 20 Kloridprofil Betong 8 Provkropp N18VK1



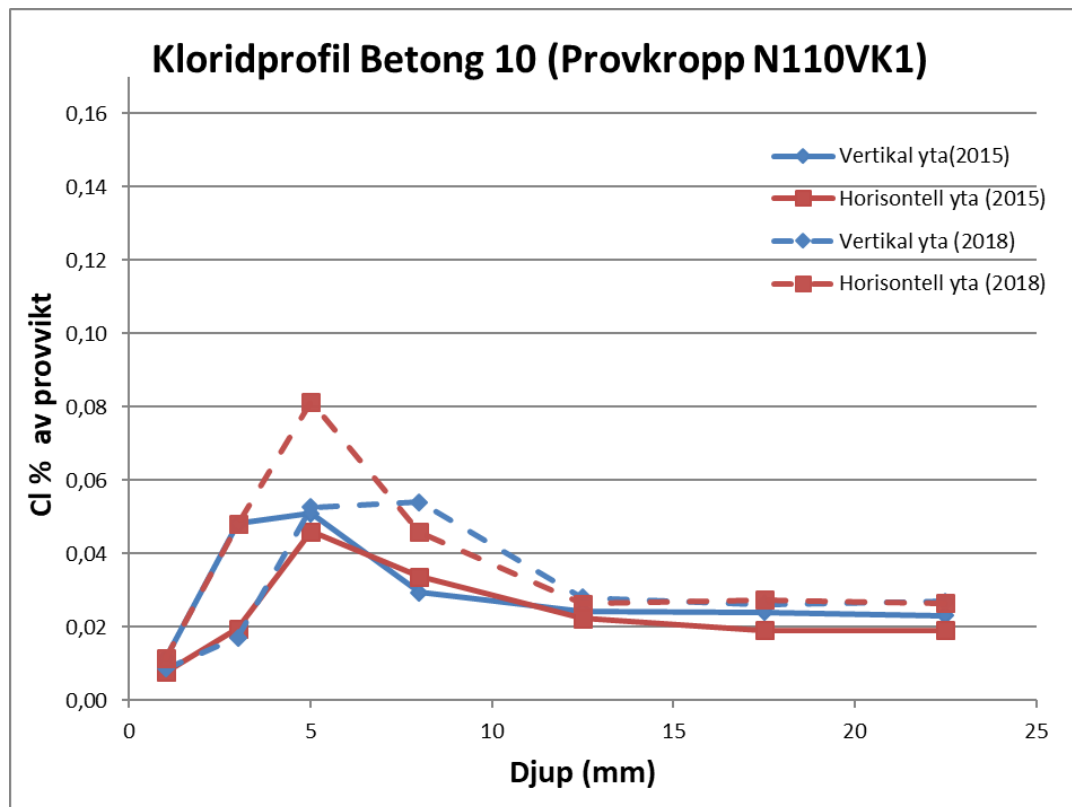
Kloridprofil Betong 9

Diagram 21 Kloridprofil Betong 9 Provkropp N19VK1



Kloridprofil Betong 10

Diagram 22 Kloridprofil Betong 10 Provkropp N110VK1



Se bilaga 4 för samtliga resultat.

Kommentarer till kloridmätningarna

Kommentarer efter 1 vinter:

Kloridhalterna efter en exponering för tösaltad vägmiljö under en vinter är generellt låga och några säkra slutsatser mellan de olika betongsammansättningar kan inte dras. Erfarenheter från tidigare liknande undersökningar visar att det är vanligt att kloridprofiler efter så kort tid som en vintersäsong varierar relativt mycket.

Kommentarer efter 4 vintrar:

Kloridhalter efter 4 års exponering visar på en ökning av klorider i siktet upp till 10 mm i jämförelse med värdena efter en vinterns exponering. Hur stor ökningen är och var i profilen maxvärdet inträffar varierar för de olika betongsammansättningarna. I betong med flygaska märks ökningen väl, och med 17 % flygaska (betong 1) inträffar maxvärdet i det yttersta skiktet (0-2 mm) medan det inträffar vid 5 mm djup om halten är 35 % (betong 2, 4, 5) och vid djupet 8 mm när halten är 50 % (betong 3, 8) oberoende av vilken typ av cement som används.

För slaggblandningarna är förändringarna sedan den första mätningen inte lika stora, i synnerhet gäller det de med 75 % slagg. I blandningarna med högre ekvivalent vct är kloridhalten lägre än i motsvarande blandning med högre ekvivalent vct. Detta kan till viss del bero på att t bindemedelshalten i dessa blandningar är något lägre.

RISE Research Institutes of Sweden AB
RISE CBI Betonginstitutet - Väst

Utfört av

Granskat av

Ida Gabrielsson

Elisabeth Helsing

Bilaga 1 Volymbestämmning riksväg 40 små provkroppar Betong 1 – 10 Resultat 2014 – 2018.

Resultat 2014

Provkroppar utplacerade vid Riksväg 40 2014			
Norsk vegvesen		Datum:	Sign:
		2014-12-12	Qabas
Volymbestämmning			
		2014-12-16	Qabas
	Vikt i vatten	Vikt i luft	Volym
Provkropp	gram	gram	cm3
N11VF1	2201,4	3846,5	1645,1
N11VF2	2130,5	3729,5	1599,0
N11VF3	2135,8	3731,8	1596,0
N12VF1	2110,0	3722,5	1612,5
N12VF2	2133,4	3754,0	1620,6
N12VF3	2160,0	3784,4	1624,4
N13VF1	2089,6	3697,6	1608,0
N13VF2	2108,0	3730,1	1622,1
N13VF3	2143,3	3777,8	1634,5
N14VF1	2045,5	3625,1	1579,6
N14VF2	2097,3	3717,7	1620,4
N14VF3	2080,7	3689,0	1608,3
N15VF1	2147,6	3788,5	1640,9
N15VF2	2126,3	3755,7	1629,4
N15VF3	2147,0	3792,3	1645,3
N16VF1	2144,1	3796,0	1651,9
N16VF2	2165,1	3819,4	1654,3
N16VF3	2094,5	3722,2	1627,7
N17VF1	2122,1	3797,9	1675,8
N17VF2	2066,2	3694,6	1628,4
N17VF3	2098,3	3756,0	1657,7
N18VF1	2120,2	3763,7	1643,5
N18VF2	2063,5	3676,0	1612,5
N18VF3	2100,0	3728,0	1628,0
N19VF1	2101,7	3736,7	1635,0
N19VF2	2122,1	3774,7	1652,6
N19VF3	2085,0	3719,8	1634,8
N110VF1	2103,6	3723,6	1620,0
N110VF2	2133,0	3767,0	1634,0
N110VF3	2126,0	3759,9	1633,9

Resultat 2015

Provkroppar utplacerade vid Riksväg 40 2015			
Norsk vegvesen	Datum:	Sign:	
	2015-08-03	NK/SF	
Volymbestämning			
	Vikt i vatten	Vikt i luft	Volym
Provkropp	gram	gram	cm3
N11VF1	2198,8	3845,7	1646,9
N11VF2	2125,1	3727,1	1602,0
N11VF3	2132,0	3729,5	1597,5
N12VF1	2101,3	3714,6	1613,3
N12VF2	2122,3	3743,8	1621,5
N12VF3	2149,8	3777,0	1627,2
N13VF1	2074,4	3683,7	1609,3
N13VF2	2096,8	3719,6	1622,8
N13VF3	2130,2	3766,1	1635,9
N14VF1	2044,1	3625,0	1580,9
N14VF2	2095,0	3718,2	1623,2
N14VF3	2079,0	3690,0	1611,0
N15VF1	2147,3	3792,4	1645,1
N15VF2	2126,7	3758,4	1631,7
N15VF3	2147,3	3795,6	1648,3
N16VF1	2145,9	3799,6	1653,7
N16VF2	2167,7	3823,4	1655,7
N16VF3	2097,0	3725,7	1628,7
N17VF1	2125,7	3802,7	1677,0
N17VF2	2069,7	3699,0	1629,3
N17VF3	2100,0	3759,9	1659,9
N18VF1	2107,7	3753,0	1645,3
N18VF2	2048,9	3663,2	1614,3
N18VF3	2086,7	3717,4	1630,7
N19VF1	2105,3	3742,0	1636,7
N19VF2	2124,9	3779,1	1654,2
N19VF3	2087,0	3724,0	1637,0
N110VF1	2107,9	3729,4	1621,5
N110VF2	2137,1	3772,0	1634,9
N110VF3	2130,8	3765,4	1634,6

Resultat 2018

Provkroppar utplacerade vid Riksväg 40 2018			
Norsk vegvesen		Datum:	Sign:
		2018-07-25	LS/CL
Volymbestämmning			
	Vikt i vatten	Vikt i luft	Volym
Provkropp	gram	gram	cm3
N11VF1	2214,5	3856,3	1641,8
N11VF2	2138,4	3739,3	1600,9
N11VF3	2148,4	3744,3	1595,9
N12VF1	2126,7	3736,0	1609,3
N12VF2	2131,9	3763,6	1631,7
N12VF3	2172,5	3796,6	1624,1
N13VF1	2107,9	3713,7	1605,8
N13VF2	2130,8	3750,2	1619,4
N13VF3	2156,5	3795,1	1638,6
N14VF1	2060,4	3636,8	1576,4
N14VF2	2112,8	3730,9	1618,1
N14VF3	2095,6	3701,3	1605,7
N15VF1	2161,7	3803,2	1641,5
N15VF2	2142,3	3768,9	1626,6
N15VF3	2163,2	3807,6	1644,4
N16VF1	2162,3	3812,1	1649,8
N16VF2	2181,7	3834,5	1652,8
N16VF3	2111,3	3736,8	1625,5
N17VF1	2142,3	3812,0	1669,7
N17VF2	2081,8	3707,6	1625,8
N17VF3	2114,2	3769,4	1655,2
N18VF1	2139,7	3781,2	1641,5
N18VF2	2080,4	3690,1	1609,7
N18VF3	2117,4	3744,7	1627,3
N19VF1	2120,7	3753,2	1632,5
N19VF2	2140,3	3791,5	1651,2
N19VF3	2102,3	3738,4	1636,1
N110VF1	2121,6	3739,1	1617,5
N110VF2	2145,2	3780,8	1635,6
N110VF3	2142,6	3773,4	1630,8

Bilaga 2 Ultraljud riksväg 40 små provkroppar Betong 1 – 10 Resultat 2014 – 2018.

Resultat 2014

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40						
Betong nr 1 - 10.						
Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [μ S]						
Kalibrerad mot provstav (26,3 μ s.) $N_y=26,5$, $Gammal=26,3$ (justerad)						
Provkropp	Utrustning	Mätvärde		Medel		
		A	B			
N11VF1	A	35,3		35,5	Datum:	
	B	35,3			2014-12-05	
	C	36,0			Sign:	
N11VF2	A	35,3		35,9	Cathrine E	
	B	36,3				
	C	36,0				
N11VF3	A	35,3		35,2	35,5	
	B	35,0				Norcem Anlegg FA 17 % FA, 0.39
	C	35,3				
N12VF1	A	36,9		37,0	Datum:	
	B	37,3			2014-12-05	
	C	36,9			Sign:	
N12VF2	A	37,3		37,1	Cathrine E	
	B	37,3				
	C	36,6				
N12VF3	A	36,3		36,8	37,0	
	B	37,3				Norcem Anlegg FA 35 % FA, 0.39
	C	36,9				
N13VF1	A	39,2		39,3	Datum:	
	B	39,2			2014-12-05	
	C	39,6			Sign:	
N13VF2	A	36,9		37,6	Cathrine E	
	B	37,9				
	C	37,9				
N13VF3	A	37,9		38,6	38,5	
	B	38,9				Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.39
	C	38,9				
N14VF1	A	36,3		36,1	Datum:	
	B	36,0			2014-12-05	
	C	36,0			Sign:	
N14VF2	A	36,3		36,2	Cathrine E	
	B	36,0				
	C	36,3				
N14VF3	A	36,3		36,2	36,2	
	B	35,6				Norcem Standard FA 35 % FA, 0.39
	C	36,6				
N15VF1	A	35,6		35,6	Datum:	
	B	36,0			2014-12-05	
	C	35,3			Sign:	
N15VF2	A	36,0		35,8	Cathrine E	
	B	36,0				
	C	35,3				
N15VF3	A	35,3		35,3	35,6	
	B	35,3				Aalborg 35 % FA, 0.39
	C	35,3				

N16VF1	A	35,6			Datum:
	B	36,3			2014-12-12
	C	36,9	36,3		Sign:
N16VF2	A	36,0			Cathrine E
	B	36,3			
	C	36,0	36,1		
N16VF3	A	36,3			
	B	36,0			
	C	36,0	36,1	36,2	Cemex III/A, 0.39
N17VF1	A	36,3			Datum:
	B	36,3			2014-12-12
	C	35,6	36,1		Sign:
N17VF2	A	36,0			Cathrine E
	B	36,3			
	C	35,6	36,0		
N17VF3	A	36,0			
	B	36,6			
	C	36,6	36,4	36,1	Cemex III/B, 0.39
N18VF1	A	39,2			Datum:
	B	39,6			2014-12-05
	C	40,2	39,7		Sign:
N18VF2	A	40,2			Cathrine E
	B	40,5			
	C	41,2	40,6		
N18VF3	A	39,9			
	B	39,9			
	C	40,5	40,1	40,1	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.44
N19VF1	A	36,0			Datum:
	B	36,3			2014-12-12
	C	36,3	36,2		Sign:
N19VF2	A	35,6			Cathrine E
	B	36,6			
	C	36,6	36,3		
N19VF3	A	36,3			
	B	36,3			
	C	37,3	36,6	36,4	Cemex CEM III/A, 0.44
N110VF1	A	36,9			Datum:
	B	36,3			2014-12-12
	C	37,6	36,9		Sign:
N110VF2	A	36,9			Cathrine E
	B	36,6			
	C	37,3	36,9		
N110VF3	A	37,6			
	B	37,3			
	C	36,6	37,2	37,0	Cemex CEM III/B, 0.44

Resultat 2015

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40				
Betong nr 1 - 10.				
Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [µS]				
<i>Kalibrerad mot provstav (26,3 µ s.) Ny=26,5, Gammal=26,3 (justerad)</i>				
Prov kropp	Utrustning	Mätvärde		Medel
		A	B	
N11VF1	A	34,7		35,4
	B	35,3		
	C	36,3		
Datum: 29/7-2015				
Sign: SF/NK				
N11VF2	A	35,0		35,1
	B	35,3		
	C	35,0		
N11VF3	A	34,3		34,7
	B	35,0		
	C	34,7		
35,1 Norcem Anlegg FA 17 % FA, 0.39				
N12VF1	A	35,3		36,1
	B	36,0		
	C	36,9		
Datum: 29/7-2015				
Sign: SF/NK				
N12VF2	A	36,0		35,5
	B	35,6		
	C	35,0		
N12VF3	A	34,7		35,0
	B	35,0		
	C	35,3		
35,5 Norcem Anlegg FA 35 % FA, 0.39				
N13VF1	A	36,6		36,7
	B	36,3		
	C	37,3		
Datum: 29/7-2015				
Sign: SF/NK				
N13VF2	A	36,6		36,8
	B	37,3		
	C	36,6		
N13VF3	A	36,3		36,7
	B	36,9		
	C	36,9		
36,8 Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.39				
N14VF1	A	35,6		35,3
	B	35,0		
	C	35,3		
Datum: 29/7-2015				
Sign: SF/NK				
N14VF2	A	36,0		36,2
	B	36,3		
	C	36,3		
N14VF3	A	36,0		36,0
	B	35,3		
	C	36,6		
35,8 Norcem Standard FA 35 % FA, 0.39				
N15VF1	A	35,6		35,6
	B	35,0		
	C	36,3		
Datum: 29/7-2015				
Sign: SF/NK				
N15VF2	A	35,6		35,6
	B	36,3		
	C	35,0		
N15VF3	A	35,0		35,1
	B	34,7		
	C	35,6		
35,5 Aalborg 35 % FA, 0.39				

N16VF1	A	35,3			Datum: 29/7-2015
	B	35,6			
	C	36,3	35,7		Sign:SF/NK
N16VF2	A	35,0			
	B	35,6			
	C	35,3	35,3		
N16VF3	A	35,6			
	B	35,6			
	C	36,0	35,7	35,6	Cemex III/A, 0.39
N17VF1	A	36,6			Datum:29/7-2015
	B	36,6			
	C	36,0	36,4		Sign:SF/NK
N17VF2	A	35,6			
	B	36,0			
	C	35,0	35,5		
N17VF3	A	36,0			
	B	37,3			
	C	36,6	36,6	36,2	Cemex III/B, 0.39
N18VF1	A	37,6			Datum: 29/7-2015
	B	37,3			
	C	34,6	36,5		Sign:SF/NK
N18VF2	A	37,9			
	B	37,3			
	C	37,9	37,7		
N18VF3	A	37,3			
	B	37,3			
	C	37,6	37,4	37,2	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.44
N19VF1	A	35,6			Datum:29/7-2015
	B	35,6			
	C	35,3	35,5		Sign:SF/NK
N19VF2	A	36,0			
	B	35,6			
	C	36,3	36,0		
N19VF3	A	36,0			
	B	35,6			
	C	36,9	36,2	35,9	Cemex CEM III/A, 0.44
N110VF1	A	36,3			Datum: 29/7-2015
	B	35,3			
	C	36,3	36,0		Sign:SF/NK
N110VF2	A	36,6			
	B	36,0			
	C	35,6	36,1		
N110VF3	A	37,6			
	B	36,6			
	C	35,6	36,6	36,2	Cemex CEM III/B, 0.44

Resultat 2018

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40				
Betong nr 1 - 10.				
Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [μS]				
<i>Kalibrerad mot provstav (26,3 μ s.) Ny=26,5, Gammal=26,3 (justerad)</i>				
Prov kropp	Utrustning		Medel	
	A	Mätvärde		
N11VF1	A	32,9		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	32,7		
	C	32,3	32,6	
N11VF2	A	32,8		
	B	33,5		
	C	32,4	32,9	
N11VF3	A	32,2		
	B	32,7		
	C	32,3	32,4	
			32,6	Norcem Anlegg FA 17 % FA, 0.39
N12VF1	A	33,8		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	35,0		
	C	33,3	34,0	
N12VF2	A	32,6		
	B	34,4		
	C	32,7	33,2	
N12VF3	A	32,8		
	B	33,8		
	C	34,4	33,7	
			33,6	Norcem Anlegg FA 35 % FA, 0.39
N13VF1	A	33,2		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	34,4		
	C	33,9	33,8	
N13VF2	A	32,9		
	B	34,5		
	C	33,8	33,7	
N13VF3	A	32,5		
	B	34,0		
	C	33,6	33,4	
			33,6	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.39
N14VF1	A	32,8		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	33,1		
	C	32,8	32,9	
N14VF2	A	33,3		
	B	32,5		
	C	33,4	33,1	
N14VF3	A	33,4		
	B	33,6		
	C	33,3	33,4	
			33,1	Norcem Standard FA 35 % FA, 0.39
N15VF1	A	32,0		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	32,3		
	C	33,5	32,6	
N15VF2	A	31,9		
	B	32,6		
	C	32,8	32,4	
N15VF3	A	31,6		
	B	32,0		
	C	32,1	31,9	
			32,3	Aalborg 35 % FA, 0.39

P400511: Norsk vegvesen - provkropper till rv40

Betong nr 1 - 10.

Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [μ S]

Kalibrerad mot provstav (26,3 μ s./1N)=26,5. Gammal=26,3 (justerad)

Provkropp	Utrustning	Mätvärde		Medel		
		A	B			
N16VF1	A	34,0		33,9	Datum: 2018-08-03	Sign: LS & CL
	B	33,8				
	C	33,8				
N16VF2	A	33,3		33,4		
	B	32,8				
	C	34,1				
N16VF3	A	33,3		33,5	33,6	Cemex III/A, 0.39
	B	33,9				
	C	33,3				
N17VF1	A	33,6		33,8	Datum: 2018-08-03	Sign: LS & CL
	B	34,4				
	C	33,3				
N17VF2	A	33,5		34,2		
	B	34,3				
	C	34,9				
N17VF3	A	34,2		34,1	34,0	Cemex III/B, 0.39
	B	34,2				
	C	33,9				
N18VF1	A	33,6		33,8	Datum: 2018-08-03	Sign: LS & CL
	B	34,3				
	C	33,6				
N18VF2	A	33,3		34,2		
	B	34,3				
	C	34,9				
N18VF3	A	34,0		34,4	34,1	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.44
	B	34,9				
	C	34,4				
N19VF1	A	33,3		33,2	Datum: 2018-08-03	Sign: LS & CL
	B	33,6				
	C	32,8				
N19VF2	A	33,3		33,6		
	B	34,9				
	C	32,6				
N19VF3	A	33,6		32,9	33,2	Cemex CEM III/A, 0.44
	B	31,9				
	C	33,1				
N110VF1	A	34,3		34,0	Datum: 2018-08-03	Sign: LS & CL
	B	34,5				
	C	33,3				
N110VF2	A	34,2		33,8		
	B	33,5				
	C	33,8				
N110VF3	A	33,8		34,2	34,0	Cemex CEM III/B, 0.44
	B	33,9				
	C	34,9				

Bilaga 3 Fuktprofil riksväg 40 stora provkroppar Betong 1-10 2015 – 2018

Resultat 2015

		FUKT							
		RV 40 stora provkroppar efter 1:a vintern				4P00511			
Horisontella yta uppåt 5 nivåer				Vertikala yta ut mot väg vägen 5 nivåer					
		RF %	givare nr			RF %	givare nr		
N11VK1-FH	1	85,5	5	N11VK1-FV	1	92,8	10		
	2	84,5	6		2	90,8	11		
	3	89,2	7		3	88,5	12		
	4	84,9	8		4	83,9	2		
	5	85	9		5	84,1	3		
N12VK1-FH	1	92	4	N12VK1-FV	1	95	9		
	2	84,5	5		2	85,5	10		
	3	85,2	6		3	84,2	11		
	4	83,1	7		4	84,7	12		
	5	84	8		5	83,5	13		
N13VK1FH	1	97	1	N13VK1-FV	1	97,5	6		
	2	82,3	2		2	88,4	7		
	3	86,8	3		3	87,9	8		
	4	83,8	4		4	84,5	9		
	5	84,9	5		5	84,5	10		
N14VK1-FH	1	94,2	2	N14VK1-FV	1	94,1	7		
	2	82,8	3		2	83,5	8		
	3	79,9	4		3	82,7	9		
	4	77,8	5		4	82,9	10		
	5	83,8	6		5	81	11		
N15VK1-FH	1	93,8	12	N15VK1-FV	1	95,4	17		
	2	81	13		2	75,4	18		
	3	81	14		3	80,2	19		
	4	79	15		4	82,1	20		
	5	78,3	16		5	81,9	21		

N16VK1-FH	1	91,2	22	N16VK1-FV	1	85,6	28
	2	76,4	23		2	64,5	1
	3	80,6	24		3	67	2
	4	80,2	25		4	69,1	3
	5	79,6	27		5	70	4
N17VK1-FH	1	95,5	20	N17VK1-FV	1	94,6	25
	2	86,1	21		2	76,5	27
	3	76,5	22		3	80	28
	4	76	23		4	76,8	11
	5	78,3	24		5	77,5	12
N18VK1-FH	1	97	10	N18VK1-FV	1	97,3	15
	2	84,9	11		2	83,5	16
	3	85	12		3	82,2	17
	4	82,1	13		4	82,6	18
	5	84	14		5	83	19
N19VK1-FH	1	91	11	N19VK1-FV	1	89,6	5
	2	77,3	12		2	79,6	6
	3	78,1	2		3	74,2	7
	4	78	3		4	79,4	8
	5	77	4		5	78	9
N110VK1-FH	1	90	1	N110VK1-FV	1	95,3	6
	2	77,1	2		2	69	7
	3	84	3		3	73	8
	4	78	4		4	73	9
	5	77	5		5	70,8	10

Resultat 2018

RV 40 efter 4:a vinter				START RF mätning : 2018-07-10 efter 4:a dgr. Konditionering i 20 C			
FUKT				Givare 1-20 är ny kalibrerade .			
RV 40 stora provkroppar efter 4:a vintern				4P00511			
Horisontella yta uppåt 5 nivåer				Vertikala yta ut mot väg vägen 5 nivåer			
		RF %	givare nr			RF %	givare nr
N11VK1-FH	1	88,2	1	N11VK1-FV	1	94,5	11
	2	90,3	1		2	93,3	11
	3	86	1		3	92,4	11
	4	86,3	1		4	90,4	11
	5	87,4	1		5	85,9	11
N12VK1-FH	1	93,7	2	N12VK1-FV	1	96,3	12
	2	88,9	2		2	93,6	12
	3	82,4	2		3	90,7	12
	4	87,1	2		4	89,1	12
	5	79,7	2		5	89,6	12
N13VK1FH	1	95,5	3	N13VK1-FV	1	95,7	13
	2	87	3		2	90,9	13
	3	91	3		3	89	13
	4	68	3		4	91,4	13
	5	85,1	3		5	88,4	13
N14VK1-FH	1	92	4	N14VK1-FV	1	95,3	14
	2	92,3	4		2	90,8	14
	3	85,5	4		3	89,4	14
	4	89,1	4		4	90,5	14
	5	81	4		5	89	14
N15VK1-FH	1	95,2	5	N15VK1-FV	1	94,8	15
	2	95,2	5		2	90,3	15
	3	92,3	5		3	89	15
	4	84,7	5		4	88,1	15
	5	88,3	5		5	88,8	15

N16VK1-FH	1	86,5	6	N16VK1-FV	1	93	16
	2	76,6	6		2	88,6	16
	3	75,9	6		3	88,9	16
	4	70,1	6		4	83,8	16
	5	68,7	6		5	88	16
N17VK1-FH	1	92,9	7	N17VK1-FV	1	94,1	17
	2	88,1	7		2	91	17
	3	84,7	7		3	90,5	17
	4	84,8	7		4	90,4	17
	5	85,6	7		5	86,6	17
N18VK1-FH	1	94,8	8	N18VK1-FV	1	96,1	18
	2	94,7	8		2	91,8	18
	3	93,4	8		3	96,4	18
	4	87,5	8		4	89,3	18
	5	85,6	8		5	86,6	18
N19VK1-FH	1	85,1	9	N19VK1-FV	1	91,4	19
	2	88,6	9		2	91	19
	3	88,4	9		3	87,1	19
	4	87,7	9		4	87,1	19
	5	81,8	9		5	84,2	19
N110VK1-FH	1	94,6	10	N110VK1-FV	1	92,8	20
	2	90,6	10		2	77,5	20
	3	80,9	10		3	74,9	20
	4	63,2	10		4	71	20
	5	65,5	10		5	73,3	20
						MM	

Bilaga 4 Kloridprofil riksväg 40 stora provkroppar Betong 1 – 10, 2015 - 2018

Kloridprofil Betong 1 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
Uppdragsnr: 4P00511										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N11VK1-KV													
Provningsdatum: 15-10-14													
Provav: LJ/LG													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Sallösning			Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		C% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N11VK1-KV1	0-2	0,1287	0,0036	1,501	230	0,0098	5,0	0,0098		10,56	0,10	39,59	14,79
N11VK1-KV2	2-4	0,0662	0,0027	1,506	239	0,0098	5,0	0,0098		7,87	0,10	26,96	10,04
N11VK1-KV3	4-6	0,0452	0,0027	1,506	248	0,0098	6,0	0,0098		7,96	0,10	26,18	9,75
N11VK1-KV4	6-10	0,0279	0,0028	1,507	255,000	0,0098	7,0	0,0098		8,21	0,10	26,31	9,79
N11VK1-KV5	10-15	0,0171	0,0030	1,501	263	0,0098	8,0	0,0098		8,74	0,10	26,29	9,82
N11VK1-KV6	15-20	0,0113	0,0029	1,507	266	0,0098	8,0	0,0098		8,49	0,10	26,87	10,00
N11VK1-KV7	20-25	0,0086	0,0029	1,503	264	0,0098	8,0	0,0098		8,37	0,10	23,32	8,70
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 1 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
Uppdragsnr: 4P00511										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N11VK1-KH													
Provningsdatum: 15-10-13													
Provav: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Sallösning			Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		C% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N11VK1-KH1	0-2	0,0948	0,0105	0,526	275	0,0098	10,0	0,0098		11,44	0,10	15,92	16,97
N11VK1-KH2	2-4	0,0696	0,0096	0,556	287	0,0098	10,0	0,0098		11,11	0,10	13,35	13,47
N11VK1-KH3	4-6	0,0642	0,0040	1,575	272	0,0098	9,0	0,0098		11,91	0,10	31,02	11,05
N11VK1-KH4	6-10	0,0324	0,0035	1,531	284	0,0098	9,0	0,0098		10,43	0,10	27,65	10,13
N11VK1-KH5	10-15	0,0272	0,0039	1,483	295	0,0098	10,0	0,0098		11,16	0,10	20,55	7,77
N11VK1-KH6	15-20	0,0166	0,0040	1,355	292	0,0098	10,0	0,0098		10,65	0,10	19,51	8,07
N11VK1-KH7	20-25	0,0184	0,0036	1,579	297	0,0098	10,0	0,0098		10,84	0,10	19,40	6,89
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 2 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys														
enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsnr: 4P00511														
Uppdragsgivare: Norska VV														
Provmärkning: N12VK1-KV														
Provingsdatum: 15-10-16														
Prov av: QB														
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt	
N12VK1-KV1	0-2	0,0141	0,0060	0,937	293	0,0098	11,0	0,0098		11,38	0,10	18,61	11,14	
N12VK1-KV2	2-4	0,0334	0,0039	1,528	274	0,0098	10,0	0,0098		11,47	0,10	20,60	7,56	
N12VK1-KV3	4-6	0,0615	0,0036	1,553	262	0,0098	8,0	0,0098		10,75	0,10	19,46	7,03	
N12VK1-KV4	6-10	0,0456	0,0041	1,576	274	0,0098	10,0	0,0098		12,07	0,10	18,41	6,55	
N12VK1-KV5	10-15	0,0263	0,0038	1,554	283	0,0098	10,0	0,0098		11,18	0,10	22,96	8,29	
N12VK1-KV6	15-20	0,0180	0,0037	1,516	292	0,0098	10,0	0,0098		10,78	0,10	20,11	7,44	
N12VK1-KV7	20-25	0,0147	0,0036	1,555	294	0,0098	10,0	0,0098		10,66	0,10	23,00	8,29	
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Kloridprofil Betong 2 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys														
enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsnr: 4P00511														
Uppdragsgivare: Norska VV														
Provmärkning: N12VK1-KH														
Provingsdatum: 15-10-14														
Prov av: LJ														
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt	
N12VK1-KH1	0-2	0,0122	0,0061	0,685	278	0,0098	9,0	0,0098		9,24	0,10	14,83	12,14	
N12VK1-KH2	2-4	0,0477	0,0031	1,501	245	0,0098	7,0	0,0098		9,06	0,10	25,01	9,34	
N12VK1-KH3	4-6	0,0561	0,0045	1,010	249	0,0098	8,0	0,0098		9,63	0,10	15,02	8,34	
N12VK1-KH4	6-10	0,0356	0,0032	1,504	253	0,0098	8,0	0,0098		9,54	0,10	20,94	7,81	
N12VK1-KH5	10-15	0,0164	0,0030	1,504	262	0,0098	8,0	0,0098		8,71	0,10	20,00	7,46	
N12VK1-KH6	15-20	0,0113	0,0032	1,503	265	0,0098	9,0	0,0098		9,49	0,10	22,08	8,24	
N12VK1-KH7	20-25	0,0051	0,0031	1,502	267	0,0098	9,0	0,0098		9,22	0,10	20,75	7,75	
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Kloridprofil Betong 3 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N13VK1-KV													
Provningsdatum: 15-10-21													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N13VK1-KV1	0-2	0,0164	0,0084	0,568	297	0,0098	10,0	0,0098		10,27	0,10	9,89	9,76
N13VK1-KV2	2-4	0,0122	0,0035	1,569	297	0,0098	10,0	0,0098		10,55	0,10	17,79	6,36
N13VK1-KV3	4-6	0,0363	0,0034	1,551	283	0,0098	8,5	0,0098		10,12	0,10	15,73	5,69
N13VK1-KV4	6-10	0,0494	0,0031	1,518	267	0,0098	7,0	0,0098		9,16	0,10	15,78	5,83
N13VK1-KV5	10-15	0,0356	0,0034	1,531	279	0,0098	8,5	0,0098		10,07	0,10	18,29	6,70
N13VK1-KV6	15-20	0,0257	0,0034	1,523	283	0,0098	9,0	0,0098		10,13	0,10	16,24	5,98
N13VK1-KV7	20-25	0,0200	0,0035	1,525	290	0,0098	9,5	0,0098		10,38	0,10	15,68	5,77
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep} N_1 + V_1 N_1 - V_2 N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 3 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N13VK1-KH													
Provningsdatum: 15-10-19													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N13VK1-KH1	0-2	0,0499	0,0052	0,879	275	0,0098	8,5	0,0098		9,76	0,10	15,31	9,77
N13VK1-KH2	2-4	0,0102	0,0036	1,504	290	0,0098	10,0	0,0098		10,44	0,10	22,45	8,37
N13VK1-KH3	4-6	0,0382	0,0032	1,431	268	0,0098	7,5	0,0098		9,07	0,10	18,41	7,21
N13VK1-KH4	6-10	0,0457	0,0034	1,534	270	0,0098	8,0	0,0098		10,02	0,10	16,56	6,05
N13VK1-KH5	10-15	0,0296	0,0031	1,571	282	0,0098	8,0	0,0098		9,34	0,10	18,67	6,66
N13VK1-KH6	15-20	0,0205	0,0032	1,526	278	0,0098	8,5	0,0098		9,40	0,10	16,80	6,17
N13VK1-KH7	20-25	0,0204	0,0041	1,516	294	0,0098	11,0	0,0098		11,89	0,10	15,69	5,80
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep} N_1 + V_1 N_1 - V_2 N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 4 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsnr: 4P00511														
Uppdragsgivare: Norska VV														
Provmärkning: N14VK1-KV														
Provningsdatum: 15-10-22														
Prov av: QB														
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]		
N14VK1-KV1	0-2	0,0122	0,0039	1,158	283	0,0098	9,0	0,0098		9,41	0,10	21,63	10,48	
N14VK1-KV2	2-4	0,0546	0,0028	1,577	260	0,0098	6,0	0,0098		8,48	0,10	19,97	7,10	
N14VK1-KV3	4-6	0,0676	0,0027	1,579	247	0,0098	6,0	0,0098		8,07	0,10	19,69	6,99	
N14VK1-KV4	6-10	0,0421	0,0028	1,575	264	0,0098	6,5	0,0098		8,41	0,10	22,63	8,06	
N14VK1-KV5	10-15	0,0203	0,0030	1,509	278	0,0098	8,0	0,0098		8,88	0,10	20,67	7,68	
N14VK1-KV6	15-20	0,0187	0,0031	1,580	283	0,0098	8,5	0,0098		9,35	0,10	21,48	7,62	
N14VK1-KV7	20-25	0,0247	0,0029	1,525	273	0,0098	7,5	0,0098		8,59	0,10	22,32	8,21	
$C\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Kloridprofil Betong 4 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsnr: 4P00511														
Uppdragsgivare: Norska VV														
Provmärkning: N14VK1-KH														
Provningsdatum: 15-10-21														
Prov av: LJ														
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]		
N14VK1-KH1	0-2	0,0083	0,0063	0,659	283	0,0098	9,0	0,0098		9,16	0,10	13,73	11,68	
N14VK1-KH2	2-4	0,0287	0,0028	1,501	253	0,0098	7,0	0,0098		8,24	0,10	27,37	10,23	
N14VK1-KH3	4-6	0,0728	0,0028	1,503	237	0,0098	5,0	0,0098		8,15	0,10	22,98	8,57	
N14VK1-KH4	6-10	0,0057	0,0028	1,500	254	0,0098	8,0	0,0098		8,24	0,10	20,47	7,65	
N14VK1-KH5	10-15	0,0216	0,0034	1,504	265	0,0098	9,0	0,0098		9,93	0,10	21,35	7,96	
N14VK1-KH6	15-20	0,0178	0,0027	1,501	260	0,0098	7,0	0,0098		7,77	0,10	18,76	7,01	
N14VK1-KH7	20-25	0,0191	0,0030	1,509	260	0,0098	8,0	0,0098		8,83	0,10	20,10	7,47	
$C\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Kloridprofil Betong 5 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N15KV1-KV													
Provningsdatum: 15-11-04													
Provat av: LJ													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvägd mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N15VK1-KV1	0-2	0,0024	0,0057	0,746	277	0,0100	9,0	0,0097		9,33	0,10	16,31	12,26
N15VK1-KV2	2-4	0,0529	0,0029	1,504	242	0,0100	6,0	0,0097		8,50	0,10	24,50	9,14
N15VK1-KV3	4-6	0,0548	0,0029	1,508	245	0,0100	6,0	0,0097		8,59	0,10	19,88	7,39
N15VK1-KV4	6-10	0,0227	0,0031	1,502	255	0,0100	8,0	0,0097		9,24	0,10	17,56	6,56
N15VK1-KV5	10-15	0,0106	0,0030	1,502	257	0,0100	8,0	0,0097		8,71	0,10	19,00	7,09
N15VK1-KV6	15-20	0,0138	0,0027	1,501	256	0,0100	7,0	0,0097		7,82	0,10	22,90	8,56
N15VK1-KV7	20-25	0,0119	0,0030	1,506	261	0,0100	8,0	0,0097		8,77	0,10	22,73	8,46
$CP\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 5 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N15KV1-KH													
Provningsdatum: 15-11-03													
Provat av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvägd mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N15VK1-KH1	0-2	0,0541	0,0041	0,987	271	0,0100	7,0	0,0097		8,77	0,10	20,80	11,82
N15VK1-KH2	2-4	0,0565	0,0029	1,533	260	0,0100	6,0	0,0097		8,70	0,10	25,13	9,19
N15VK1-KH3	4-6	0,0660	0,0030	1,594	257	0,0100	6,0	0,0097		9,24	0,10	20,97	7,38
N15VK1-KH4	6-10	0,0255	0,0029	1,573	273	0,0100	7,5	0,0097		8,90	0,10	19,13	6,82
N15VK1-KH5	10-15	0,0148	0,0029	1,585	279	0,0100	8,0	0,0097		8,93	0,10	20,69	7,32
N15VK1-KH6	15-20	0,0177	0,0030	1,516	279	0,0100	8,0	0,0097		9,03	0,10	21,34	7,89
N15VK1-KH7	20-25	0,0152	0,0031	1,538	281	0,0100	8,5	0,0097		9,44	0,10	17,73	6,46
$CP\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 6 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										X <input type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
										X <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N16KV1-KV													
Provningsdatum: 15-11-09													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvemitatlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N16VK1-KV1	0-2	0,0534	0,0046	0,833	270	0,0100	7,0	0,0097		8,51	0,10	25,00	16,83
N16VK1-KV2	2-4	0,0640	0,0029	1,517	254	0,0100	5,5	0,0097		8,49	0,10	35,38	13,08
N16VK1-KV3	4-6	0,0358	0,0033	1,527	269	0,0100	8,0	0,0097		9,84	0,10	30,48	11,19
N16VK1-KV4	6-10	0,0258	0,0031	1,561	277	0,0100	8,0	0,0097		9,42	0,10	27,93	10,03
N16VK1-KV5	10-15	0,0233	0,0030	1,588	280	0,0100	8,0	0,0097		9,32	0,10	22,99	8,12
N16VK1-KV6	15-20	0,0221	0,0031	1,518	27	0,0100	8,0	0,0097		9,22	0,10	20,53	7,58
N16VK1-KV7	20-25	0,0252	0,0031	1,573	277	0,0100	8,0	0,0097		9,40	0,10	24,55	8,75
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + I_1N_1 - I_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 6 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										X <input type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
										X <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N16KV1-KH													
Provningsdatum: 15-11-09													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvemitatlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N16VK1-KH1	0-2	0,0387	0,0040	0,943	265	0,0100	7,0	0,0097		8,28	0,10	24,89	14,80
N16VK1-KH2	2-4	0,0697	0,0028	1,536	246	0,0100	5,0	0,0097		8,27	0,10	33,47	12,22
N16VK1-KH3	4-6	0,0481	0,0028	1,517	258	0,0100	6,0	0,0097		8,31	0,10	30,79	11,38
N16VK1-KH4	6-10	0,0295	0,0029	1,536	268	0,0100	7,0	0,0097		8,53	0,10	27,05	9,88
N16VK1-KH5	10-15	0,0246	0,0028	1,521	268	0,0100	7,0	0,0097		8,31	0,10	23,88	8,80
N16VK1-KH6	15-20	0,0239	0,0029	1,580	273	0,0100	7,5	0,0097		8,83	0,10	24,04	8,53
N16VK1-KH7	20-25	0,0225	0,0031	1,531	281	0,0100	8,0	0,0097		9,25	0,10	26,08	9,55
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + I_1N_1 - I_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 7 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											X	<input type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt	
												<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt	
Uppdragsnr: 4P00511											X	<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium	
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N17VK1-KV													
Provningsdatum: 15-11-16													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N17VK1-KV1	0-2	0,0238	0,0049	0,682	270	0,0100	7,0	0,0097		7,69	0,10	18,98	15,61
N17VK1-KV2	2-4	0,0489	0,0030	1,517	265	0,0100	6,5	0,0097		8,86	0,10	27,25	10,07
N17VK1-KV3	4-6	0,0470	0,0030	1,512	262	0,0100	6,5	0,0097		8,77	0,10	17,95	6,66
N17VK1-KV4	6-10	0,0453	0,0031	1,526	267	0,0100	7,0	0,0097		9,23	0,10	18,48	6,79
N17VK1-KV5	10-15	0,0377	0,0031	1,536	273	0,0100	7,5	0,0097		9,42	0,10	23,38	8,54
N17VK1-KV6	15-20	0,0325	0,0027	1,559	265	0,0100	6,5	0,0097		8,18	0,10	23,84	8,58
N17VK1-KV7	20-25	0,0330	0,0033	1,502	277	0,0100	8,0	0,0097		9,69	0,10	24,95	9,32
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 7 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											X	<input type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt	
												<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt	
Uppdragsnr: 4P00511											X	<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium	
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N17VK1-KH													
Provningsdatum: 15-11-10													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N17VK1-KH1	0-2	0,0238	0,0048	0,774	275	0,0100	7,5	0,0097		8,27	0,10	18,69	13,54
N17VK1-KH2	2-4	0,0580	0,0029	1,583	258	0,0100	6,0	0,0097		8,86	0,10	29,57	10,48
N17VK1-KH3	4-6	0,0488	0,0038	1,077	269	0,0100	7,0	0,0097		8,75	0,10	16,07	8,37
N17VK1-KH4	6-10	0,0285	0,0028	1,575	270	0,0100	7,0	0,0097		8,52	0,10	22,86	8,14
N17VK1-KH5	10-15	0,0319	0,0030	1,565	270	0,0100	7,5	0,0097		9,19	0,10	25,07	8,98
N17VK1-KH6	15-20	0,0261	0,0031	1,529	277	0,0100	8,0	0,0097		9,41	0,10	23,19	8,51
N17VK1-KH7	20-25	0,0251	0,0031	1,569	275	0,0100	8,0	0,0097		9,39	0,10	20,84	7,45
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 8 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syratlöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N18VK1-KV													
Provningsdatum: 15-11-19													
Prov av: QB													

Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N18VK1-KV1	0-2	0,0224	0,0027	1,562	266	0,0100	7,0	0,0097		8,23	0,10	24,20	8,69
N18VK1-KV2	2-4	0,0218	0,0030	1,557	276	0,0100	8,0	0,0097		9,24	0,10	15,84	5,71
N18VK1-KV3	4-6	0,0303	0,0029	1,523	267	0,0100	7,0	0,0097		8,56	0,10	13,81	5,09
N18VK1-KV4	6-10	0,0569	0,0031	1,545	263	0,0100	6,5	0,0097		9,26	0,10	15,83	5,75
N18VK1-KV5	10-15	0,0520	0,0029	1,525	258	0,0100	6,0	0,0097		8,49	0,10	16,51	6,07
N18VK1-KV6	15-20	0,0333	0,0031	1,551	273	0,0100	7,5	0,0097		9,23	0,10	16,41	5,93
N18VK1-KV7	20-25	0,0284	0,0031	1,573	276	0,0100	8,0	0,0097		9,55	0,10	15,82	5,64

$$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 8 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syratlöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N18VK1-KH													
Provningsdatum: 15-11-17													
Prov av: QB													

Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KH1	0-2	0,0135	0,0037	1,116	278	0,0100	8,0	0,0097		8,69	0,10	16,86	8,47
N19VK1-KH2	2-4	0,0149	0,0032	1,515	283	0,0100	8,5	0,0097		9,42	0,10	19,19	7,10
N19VK1-KH3	4-6	0,0387	0,0030	1,539	268	0,0100	7,0	0,0097		8,95	0,10	17,57	6,40
N19VK1-KH4	6-10	0,0459	0,0029	1,544	265	0,0100	6,5	0,0097		8,76	0,10	14,74	5,35
N19VK1-KH5	10-15	0,0324	0,0030	1,582	273	0,0100	7,5	0,0097		9,22	0,10	14,27	5,06
N19VK1-KH6	15-20	0,0278	0,0031	1,555	279	0,0100	8,0	0,0097		9,50	0,10	15,96	5,76
N19VK1-KH7	20-25	0,0224	0,0032	1,549	282	0,0100	8,5	0,0097		9,77	0,10	14,18	5,13

$$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Resultat 2018

Kloridprofil Betong 1 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
					<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium								
		Uppdragsnr:	4P00511										
		Uppdragsgivare:	Norska VV										
		Provmärkning:	N11VK1-KV										
		Provningsdatum:	19-01-11										
		Prov av:	QB										
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N11VK1-KV1	0-2	0,1055	0,0020	2,042		0,0100		0,0097		6,267	0,10	34,24	9,40
N11VK1-KV2	2-4	0,1168	0,0021	2,036		0,0100		0,0097		6,915	0,10	25,03	6,89
N11VK1-KV3	4-6	0,0724	0,0026	2,053		0,0100	5,0	0,0097		9,477	0,10	21,18	5,79
N11VK1-KV4	6-10	0,0364	0,0022	2,023		0,0100	5,0	0,0097		7,297	0,10	21,31	5,91
N11VK1-KV5	10-15	0,0179	0,0020	2,035		0,0100	5,0	0,0097		6,216	0,10	21,88	6,03
N11VK1-KV6	15-20	0,0135	0,0020	2,036		0,0100	5,0	0,0097		5,953	0,10	-	#####
N11VK1-KV7	20-25	0,0118	0,0019	2,056		0,0100	5,0	0,0097		5,862	0,10	22,10	6,03
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + I_1N_1 - I_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 1 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
					<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium								
		Uppdragsnr:	4P00511										
		Uppdragsgivare:	Norska VV										
		Provmärkning:	N11VK1-KH										
		Provningsdatum:	19-02-06										
		Prov av:	CL										
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N11VK1-KH1	0-2	0,0811	0,0029	1,549		0,0100	5,0	0,0098		8,718	0,10	25,77	9,33
N11VK1-KH2	2-4	0,0955	0,0031	1,524		0,0100	5,0	0,0098		9,291	0,10	4,42	1,63
N11VK1-KH3	4-6	0,0651	0,0027	1,502		0,0100	5,0	0,0098		7,918	0,10	17,17	6,41
N11VK1-KH4	6-10	0,0387	0,0024	1,515		0,0100	5,0	0,0098		6,788	0,10	20,86	7,72
N11VK1-KH5	10-15	0,0215	0,0022	1,518		0,0100	5,0	0,0098		6,043	0,10	20,08	7,42
N11VK1-KH6	15-20	0,0139	0,0022	1,505		0,0100	5,0	0,0098		5,702	0,10	15,18	5,66
N11VK1-KH7	20-25	0,0102	0,0021	1,535		0,0100	5,0	0,0098		5,551	0,10	11,45	4,18
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + I_1N_1 - I_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 2 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
		Uppdragsnr:	4P00511										
		Uppdragsgivare:	Norska VV										
		Provmärkning:	N12VK1-KV										
		Provningsdatum:	19-01-09										
		Prov av:	QB										
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N12VK1-KV1	0-2	0,0241	0,0023	1,523		0,0100	5,0	0,0097		6,22	0,10	15,23	5,61
N12VK1-KV2	2-4	0,0946	0,0031	1,509		0,0100	5,0	0,0097		9,31	0,10	13,49	5,01
N12VK1-KV3	4-6	0,1145	0,0034	1,514		0,0100	5,0	0,0097		10,20	0,10	10,75	3,98
N12VK1-KV4	6-10	0,0695	0,0028	1,532		0,0100	5,0	0,0097		8,25	0,10	12,04	4,41
N12VK1-KV5	10-15	0,0281	0,0023	1,540		0,0100	5,0	0,0097		6,42	0,10	9,53	3,47
N12VK1-KV6	15-20	0,0177	0,0022	1,531		0,0100	5,0	0,0097		5,94	0,10	7,12	2,61
N12VK1-KV7	20-25	0,0151	0,0022	1,515		0,0100	5,0	0,0097		5,82	0,10	8,30	3,07
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 2 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
		Uppdragsnr:	4P00511										
		Uppdragsgivare:	Norska VV										
		Provmärkning:	N12VK1-KH										
		Provningsdatum:	19-02-18										
		Prov av:	CL										
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N12VK1-KH1	0-2	0,0117	0,0019	2,069		0,0100	5,0	0,0097		5,86	0,10	29,24	7,93
N12VK1-KH2	2-4	0,0895	0,0028	2,068		0,0100	5,0	0,0097		10,54	0,10	16,94	4,59
N12VK1-KH3	4-6	0,1236	0,0022	2,035		0,0100	0,0	0,0097		7,31	0,10	15,80	4,35
N12VK1-KH4	6-10	0,0729	0,0026	2,059		0,0100	5,0	0,0097		9,52	0,10	14,44	3,93
N12VK1-KH5	10-15	0,0318	0,0021	2,007		0,0100	5,0	0,0097		7,01	0,10	13,87	3,88
N12VK1-KH6	15-20	0,0175	0,0020	2,030		0,0100	5,0	0,0097		6,19	0,10	18,57	5,13
N12VK1-KH7	20-25	0,0143	0,0020	2,051		0,0100	5,0	0,0097		6,01	0,10	14,72	4,02
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 3 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N13VK1-KV													
Provningsdatum: 19-01-09													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N13VK1-KV1	0-2	0,0083	0,0021	1,528		0,0100	5,0	0,0097		5,52	0,10	17,81	6,54
N13VK1-KV2	2-4	0,0124	0,0021	1,519		0,0100	5,0	0,0097		5,70	0,10	11,26	4,16
N13VK1-KV3	4-6	0,0844	0,0030	1,529		0,0100	5,0	0,0097		8,91	0,10	12,41	4,55
N13VK1-KV4	6-10	0,1049	0,0033	1,551		0,0100	5,0	0,0097		9,89	0,10	9,73	3,52
N13VK1-KV5	10-15	0,0422	0,0025	1,513		0,0100	5,0	0,0097		7,01	0,10	4,59	1,70
N13VK1-KV6	15-20	0,0250	0,0023	1,521		0,0100	5,0	0,0097		6,26	0,10	16,39	6,05
N13VK1-KV7	20-25	0,0155	0,0022	1,533		0,0100	5,0	0,0097		5,85	0,10	16,54	6,05
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 3 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N13VK1-KH													
Provningsdatum: 19-02-18													
Prov av: CL													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N13VK1-KH1	0-2	0,0092	0,0019	2,031		0,0100	5,0	0,0097		5,70	0,10	18,04	4,98
N13VK1-KH2	2-4	0,0129	0,0019	2,039		0,0100	5,0	0,0097		5,92	0,10	15,10	4,15
N13VK1-KH3	4-6	0,0690	0,0026	2,014		0,0100	5,0	0,0097		9,20	0,10	14,70	4,09
N13VK1-KH4	6-10	0,1149	0,0021	2,045		0,0100		0,0097		6,83	0,10	11,15	3,06
N13VK1-KH5	10-15	0,0770	0,0027	2,044		0,0100	5,0	0,0097		9,73	0,10	13,30	3,65
N13VK1-KH6	15-20	0,0346	0,0022	2,016		0,0100	5,0	0,0097		7,18	0,10	11,43	3,18
N13VK1-KH7	20-25	0,0205	0,0020	2,131		0,0100	5,0	0,0097		6,43	0,10	8,03	2,11
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 4 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N14VK1-KV													
Provningsdatum: 19-02-06													
Prov av: CL													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N14VK1-KV1	0-2	0,0168	0,0022	1,527		0,0100	5,0	0,0098		5,84	0,10	30,27	11,12
N14VK1-KV2	2-4	0,0665	0,0027	1,552		0,0100	5,0	0,0098		8,07	0,10	14,40	5,20
N14VK1-KV3	4-6	0,1113	0,0034	1,510		0,0100	5,0	0,0098		9,94	0,10	16,83	6,25
N14VK1-KV4	6-10	0,0661	0,0027	1,532		0,0100	5,0	0,0098		8,02	0,10	11,22	4,11
N14VK1-KV5	10-15	0,0239	0,0022	1,532		0,0100	5,0	0,0098		6,16	0,10	11,58	4,24
N14VK1-KV6	15-20	0,0192	0,0022	1,505		0,0100	5,0	0,0098		5,94	0,10	8,77	3,27
N14VK1-KV7	20-25	0,0191	0,0022	1,593		0,0100	5,0	0,0098		5,98	0,10	6,60	2,32
$C\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 4 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N14VK1-KH													
Provningsdatum:													
Prov av:													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N14VK1-KH1	0-2	0,0079	0,0019	2,063		0,0101	5,0	0,0097		5,68	0,10	9,05	2,46
N14VK1-KH2	2-4	0,0459	0,0023	2,064		0,0101	5,0	0,0097		7,96	0,10	34,02	9,24
N14VK1-KH3	4-6	0,1499	0,0025	2,007		0,0101		0,0097		8,75	0,10	33,66	9,40
N14VK1-KH4	6-10	0,1122	0,0032	2,112		0,0101	5,0	0,0097		12,10	0,10	29,62	7,86
N14VK1-KH5	10-15	0,0305	0,0021	2,036		0,0101	5,0	0,0097		7,01	0,10	26,26	7,23
N14VK1-KH6	15-20	0,0187	0,0020	2,008		0,0101	5,0	0,0097		6,30	0,10	21,32	5,95
N14VK1-KH7	20-25												
$C\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 5 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N15KV1-KV													
Provningsdatum: 19-01-22													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N15VK1-KV1	0-2	0,0340	0,0023	1,524		0,0100	5,0	0,0098		6,60	0,10	18,35	6,75
N15VK1-KV2	2-4	0,1316	0,0037	1,508		0,0100	5,0	0,0098		10,82	0,10	14,97	5,57
N15VK1-KV3	4-6	0,1062	0,0033	1,512		0,0100	5,0	0,0098		9,72	0,10	9,47	3,51
N15VK1-KV4	6-10	0,0375	0,0024	1,516		0,0100	5,0	0,0098		6,74	0,10	9,25	3,42
N15VK1-KV5	10-15	0,0214	0,0022	1,536		0,0100	5,0	0,0098		6,05	0,10	11,53	4,21
N15VK1-KV6	15-20	0,0186	0,0022	1,516		0,0100	5,0	0,0098		5,91	0,10	10,65	3,94
N15VK1-KV7	20-25	0,0164	0,0022	1,505		0,0100	5,0	0,0098		5,81	0,10	4,81	1,79

$$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 5 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N15KV1-KH													
Provningsdatum: 18-12-12													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N15VK1-KH1	0-2	0,0160	0,0022	1,505		0,0100	5,0	0,0098		5,80	0,10	20,82	7,76
N15VK1-KH2	2-4	0,1028	0,0032	1,530		0,0100	5,0	0,0098		9,63	0,10	12,57	4,61
N15VK1-KH3	4-6	0,1282	0,0036	1,566		0,0100	5,0	0,0098		10,88	0,10	12,96	4,64
N15VK1-KH4	6-10	0,0528	0,0025	1,531		0,0100	5,0	0,0098		7,43	0,10	12,36	4,53
N15VK1-KH5	10-15	0,0237	0,0022	1,516		0,0100	5,0	0,0098		6,14	0,10	11,44	4,23
N15VK1-KH6	15-20	0,0246	0,0022	1,525		0,0100	5,0	0,0098		6,18	0,10	11,03	4,06
N15VK1-KH7	20-25	0,0217	0,0022	1,545		0,0100	5,0	0,0098		6,07	0,10	10,20	3,70

$$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 6 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
				Uppdragsnr:	4P00511								
				Uppdragsgivare:	Norska Vegvesen								
				Provmärkning:	N16KV1-KV								
				Provningsdatum:	18-11-27								
				Provat av:	QB								
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N16VK1-KV1	0-2	0,0502	0,0025	1,533		0,0100	5,0	0,0098		7,32	0,10	28,78	10,53
N16VK1-KV2	2-4	0,1059	0,0033	1,546		0,0100	5,0	0,0098		9,81	0,10	20,07	7,28
N16VK1-KV3	4-6	0,0889	0,0034	1,130		0,0100	5,0	0,0098		7,99	0,10	8,42	4,18
N16VK1-KV4	6-10	0,0464	0,0025	1,529		0,0100	5,0	0,0098		7,14	0,10	27,87	10,23
N16VK1-KV5	10-15	0,0317	0,0023	1,548		0,0100	5,0	0,0098		6,52	0,10	14,79	5,36
N16VK1-KV6	15-20	0,0272	0,0023	1,527		0,0100	5,0	0,0098		6,30	0,10	13,33	4,90
N16VK1-KV7	20-25	0,0282	0,0023	1,543		0,0100	5,0	0,0098		6,35	0,10	13,36	4,86
		$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$											

Kloridprofil Betong 6 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
				Uppdragsnr:	4P00511								
				Uppdragsgivare:	Norska Vegvesen								
				Provmärkning:	N16KV1-KH								
				Provningsdatum:	15-11-09								
				Provat av:	QB								
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N16VK1-KH1	0-2	0,0919	0,0031	1,517		0,0100	5,0	0,0098		9,115	0,10	26,83	9,92
N16VK1-KH2	2-4	0,1062	0,0033	1,551		0,0100	5,0	0,0098		9,844	0,10	17,38	6,28
N16VK1-KH3	4-6	0,0604	0,0026	1,526		0,0100	5,0	0,0098		7,753	0,10	12,91	4,75
N16VK1-KH4	6-10	0,0344	0,0023	1,631		0,0100	5,0	0,0098		6,716	0,10	15,64	5,38
N16VK1-KH5	10-15	0,0307	0,0023	1,533		0,0100	5,0	0,0098		6,457	0,10	13,54	4,95
N16VK1-KH6	15-20	0,0346	0,0024	1,511		0,0100	5,0	0,0098		6,606	0,10	17,38	6,45
N16VK1-KH7	20-25	0,0270	0,0023	1,525		0,0100	5,0	0,0098		6,289	0,10	14,02	5,16
		$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$											

Kloridprofil Betong 7 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
												<input checked="" type="checkbox"/> Syralösigt kloridhalt	
												<input type="checkbox"/> Vattenlösigt kloridhalt	
												<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium	
		Uppdragsnr: 4P00511											
		Uppdragsgivare: Norska VV											
		Provmärkning: N17VK1-KV											
		Provningsdatum: 19-01-21											
		Prov av: QB											
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitatlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k=2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N17VK1-KV1	0-2	0,0138	0,0022	1,515		0,0100	5,0	0,0098		5,71	0,10	21,20	7,85
N17VK1-KV2	2-4	0,0496	0,0025	1,524		0,0100	5,0	0,0098		7,28	0,10	18,74	6,90
N17VK1-KV3	4-6	0,0690	0,0028	1,512		0,0100	5,0	0,0098		8,10	0,10	16,35	6,07
N17VK1-KV4	6-10	0,0427	0,0024	1,512		0,0100	5,0	0,0098		6,96	0,10	17,76	6,59
N17VK1-KV5	10-15	0,0311	0,0023	1,526		0,0100	5,0	0,0098		6,47	0,10	17,91	6,58
N17VK1-KV6	15-20	0,0252	0,0022	1,532		0,0100	5,0	0,0098		6,21	0,10	14,51	5,31
N17VK1-KV7	20-25	0,0246	0,0023	1,512		0,0100	5,0	0,0098		6,18	0,10	11,11	4,12
		$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$											

Kloridprofil Betong 7 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
												<input checked="" type="checkbox"/> Syralösigt kloridhalt	
												<input type="checkbox"/> Vattenlösigt kloridhalt	
												<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium	
		Uppdragsnr: 4P00511											
		Uppdragsgivare: Norska VV											
		Provmärkning: N17VK1-KH											
		Provningsdatum:											
		Prov av: QB											
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitatlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k=2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N17VK1-KH1	0-2	0,0227	0,0022	1,507		0,0100	5,0	0,0098		6,09	0,10	28,18	10,48
N17VK1-KH2	2-4	0,0719	0,0028	1,508		0,0100	5,0	0,0098		8,22	0,10	11,84	4,40
N17VK1-KH3	4-6	0,0583	0,0026	1,520		0,0100	5,0	0,0098		7,65	0,10	12,84	4,74
N17VK1-KH4	6-10	0,0350	0,0024	1,513		0,0100	5,0	0,0098		6,63	0,10	11,18	4,14
N17VK1-KH5	10-15	0,0314	0,0023	1,518		0,0100	5,0	0,0098		6,47	0,10	13,98	5,17
N17VK1-KH6	15-20	0,0270	0,0022	1,569		0,0100	5,0	0,0098		6,32	0,10	14,02	5,01
N17VK1-KH7	20-25	0,0284	0,0023	1,506		0,0100	5,0	0,0098		6,33	0,10	11,17	4,16
		$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$											

Kloridprofil Betong 8 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
													<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt
													<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt
													<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium
				Uppdragsnr:	4P00511								
				Uppdragsgivare:	Norska VV								
				Provmärkning:	N18VK1-KV								
				Provningsdatum:	19-02-06								
				Prov av:	CL								
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N18VK1-KV1	0-2	0,0116	0,0021	1,549		0,0100	5,0	0,0098		5,62	0,10	11,64	4,21
N18VK1-KV2	2-4	0,0037	0,0020	1,550		0,0100	5,0	0,0098		5,27	0,10	8,24	2,98
N18VK1-KV3	4-6	0,0287	0,0023	1,512		0,0100	5,0	0,0098		6,35	0,10	2,95	1,09
N18VK1-KV4	6-10	0,0687	0,0028	1,518		0,0100	5,0	0,0098		8,11	0,10	1,94	0,72
N18VK1-KV5	10-15	0,0477	0,0025	1,559		0,0100	5,0	0,0098		7,24	0,10	8,84	3,18
N18VK1-KV6	15-20	0,0273	0,0023	1,547		0,0100	5,0	0,0098		6,32	0,10	9,15	3,32
N18VK1-KV7	20-25	0,0225	0,0022	1,504		0,0100	5,0	0,0098		6,08	0,10	10,39	3,87
$C\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 8 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
													<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt
													<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt
													<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium
				Uppdragsnr:	4P00511								
				Uppdragsgivare:	Norska VV								
				Provmärkning:	N18VK1-KH								
				Provningsdatum:	19-01-17								
				Prov av:	QB								
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KH1	0-2	0,0109	0,0021	1,527		0,0100	5,0	0,0098		5,58	0,10	13,53	4,97
N19VK1-KH2	2-4	0,0116	0,0021	1,502		0,0100	5,0	0,0098		5,60	0,10	4,74	1,77
N19VK1-KH3	4-6	0,0451	0,0025	1,507		0,0100	5,0	0,0098		7,06	0,10	3,55	1,32
N19VK1-KH4	6-10	0,0822	0,0029	1,517		0,0100	5,0	0,0098		8,69	0,10	2,79	1,03
N19VK1-KH5	10-15	0,0560	0,0026	1,531		0,0100	5,0	0,0098		7,57	0,10	5,07	1,86
N19VK1-KH6	15-20	0,0303	0,0023	1,508		0,0100	5,0	0,0098		6,42	0,10	4,58	1,70
N19VK1-KH7	20-25	0,0353	0,0024	1,515		0,0100	5,0	0,0098		6,64	0,10	4,13	1,53
$C\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 9 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/>	Syralöslig kloridhalt	
											<input type="checkbox"/>	Vattenlöslig kloridhalt	
Uppdragsnr: 4P00511											<input checked="" type="checkbox"/>	Kalcium	
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N19VK1-KV													
Provningsdatum: 18-12-14													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Saltlösning			Silvrenitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KV1	0-2	0,0159	0,0022	1,538		0,0100	5,0	0,0097		5,87	0,10	21,21	7,74
N19VK1-KV2	2-4	0,0717	0,0028	1,543		0,0100	5,0	0,0097		8,37	0,10	31,09	11,30
N19VK1-KV3	4-6	0,0946	0,0031	1,516		0,0100	5,0	0,0097		9,32	0,10	26,17	9,68
N19VK1-KV4	6-10	0,0548	0,0026	1,506		0,0100	5,0	0,0097		7,56	0,10	23,99	8,94
N19VK1-KV5	10-15	0,0277	0,0023	1,511		0,0100	5,0	0,0097		6,37	0,10	23,67	8,79
N19VK1-KV6	15-20	0,0260	0,0023	1,506		0,0100	5,0	0,0097		6,30	0,10	24,92	9,28
N19VK1-KV7	20-25	0,0246	0,0022	1,548		0,0100	5,0	0,0097		6,26	0,10	26,00	9,42
$C\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - I_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 9 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/>	Syralöslig kloridhalt	
											<input type="checkbox"/>	Vattenlöslig kloridhalt	
Uppdragsnr: 4P00511											<input checked="" type="checkbox"/>	Kalcium	
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N19VK1-KH													
Provningsdatum: 15-10-23													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Saltlösning			Silvrenitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KH1	0-2	0,0951	0,0029	2,012		0,0100	5,0	0,0097		10,72	0,10	30,34	8,46
N19VK1-KH2	2-4	0,0850	0,0028	2,036		0,0100	5,0	0,0097		10,19	0,10	22,47	6,19
N19VK1-KH3	4-6	0,0495	0,0023	2,047		0,0100	5,0	0,0097		8,10	0,10	21,52	5,90
N19VK1-KH4	6-10	0,0317	0,0021	2,008		0,0100	5,0	0,0097		7,01	0,10	21,10	5,89
N19VK1-KH5	10-15	0,0232	0,0020	2,184		0,0100	5,0	0,0097		6,63	0,10	24,99	6,42
N19VK1-KH6	15-20	0,0214	0,0020	2,023		0,0100	5,0	0,0097		6,42	0,10	23,19	6,43
N19VK1-KH7	20-25	0,0215	0,0020	2,025		0,0100	5,0	0,0097		6,42	0,10	21,27	5,89
$C\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - I_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 10 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
													<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt
													<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt
													<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N110VK1-KV													
Provningsdatum: 19-01-11													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N110VK1-KV1	0-2	0,0088	0,0021	1,536		0,0100	5,0	0,0097		5,55	0,10	18,00	6,57
N110VK1-KV2	2-4	0,0171	0,0022	1,512		0,0100	5,0	0,0097		5,91	0,10	15,83	5,87
N110VK1-KV3	4-6	0,0527	0,0026	1,547		0,0100	5,0	0,0097		7,52	0,10	14,80	5,37
N110VK1-KV4	6-10	0,0541	0,0026	1,527		0,0100	5,0	0,0097		7,56	0,10	14,16	5,20
N110VK1-KV5	10-15	0,0281	0,0023	1,514		0,0100	5,0	0,0097		6,39	0,10	8,41	3,12
N110VK1-KV6	15-20	0,0262	0,0023	1,550		0,0100	5,0	0,0097		6,34	0,10	8,89	3,22
N110VK1-KV7	20-25	0,0269	0,0023	1,537		0,0100	5,0	0,0097		6,36	0,10	13,44	4,90
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 10 Horisontel

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
													<input type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt
													<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt
													<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N110VK1-KH													
Provningsdatum:													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Prowikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N110VK1-KH1	0-2	0,0114	0,0021	1,570		0,0100	5,0	0,0098		5,62	0,10	25,56	9,13
N110VK1-KH2	2-4	0,0480	0,0025	1,543		0,0100	5,0	0,0098		7,23	0,10	25,56	9,29
N110VK1-KH3	4-6	0,0814	0,0029	1,535		0,0100	5,0	0,0098		8,70	0,10	25,56	9,34
N110VK1-KH4	6-10	0,0459	0,0025	1,516		0,0100	5,0	0,0098		7,11	0,10	25,56	9,46
N110VK1-KH5	10-15	0,0264	0,0023	1,528		0,0100	5,0	0,0098		6,26	0,10	25,56	9,38
N110VK1-KH6	15-20	0,0274	0,0023	1,520		0,0100	5,0	0,0098		6,30	0,10	25,56	9,43
N110VK1-KH7	20-25	0,0265	0,0023	1,547		0,0100	5,0	0,0098		6,28	0,10	25,56	9,27
$Cl\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kompletterande resultat för saltfrostprovning. Alternativ**5.**

(1 bilaga)

Beteckning: 4P00511 B.1

Kompletterande resultat för saltfrostprovning. Alternativ 5.

(1 bilaga)

Beteckning: 4P00511 B.1

Beställare

Statens Vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
0033 OSLO
Norge

Kontaktperson RISE

Ida Gabrielsson
Betong och berg
010-516 68 51
ida.gabrielsson@ri.se

RISE CBI Betonginstitutet AB

Postadress
c/o RISE
Box 857
501 15 BORÅS

Besöksadress
Brinellgatan 4
504 62 BORÅS

Telefon / E-post
010-516 68 00
cbi@ri.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE
CBI i förväg skriftligen godkänt annat.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Uppdrag	4
Betongsammansättningar	4
Provkroppsmärkning	5
Konditionering och härdning	5
Egenskaper på den hårdnade betongen	6
Resultat – Salt-frostprovning SS 13 72 44: 2005 utgåva 4	7
Resultat – Betong 1, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 17 % FA	7
Resultat – Betong 2, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 35 % FA	8
Resultat - Betong 3, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 50% FA	9
Resultat - Betong 4, Norcem Standardsement FA (CEM II/B-M 42,5 R) 35% FA	10
Resultat - Betong 5, Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N) 35% FA	11
Resultat - Betong 6, Cemex CEM III/A 48% slagg	12
Resultat - Betong 7, Cemex CEM III/B 75% slagg	13
Resultat - Betong 8, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 50% FA	14
Resultat - Betong 9, Cemex CEM III/A 48% slagg	15
Resultat - Betong 10, Cemex CEM III/B 75% slagg	16
Kommentar till resultaten	17

Sammanfattning

Syftet med omgång 2 var att tillverka provkroppar för ett omfattande laboratorieprogram. Programmet består av att undersöka förkonditioneringens inverkan på salt-frostbeständighet, luftporsanalyser, tryckhållfasthet, kloridmigration, naturlig karbonatisering och elektriskt motstånd i laboratorieklimat vid olika åldrar. Det utfördes även normprovningar för tryckhållfasthet, salt-frostprovning och luftporsanalys i laboratoriet. För omgång 2 tillverkades tio olika betongsammansättningar vid CBI:s laboratorium i Borås.

Samtliga resultat från provningarna som utfördes under det första året i omgång 2 har redovisats i Provningsrapport B. När det gäller förkonditioneringens inverkan på salt-frostbeständighet alternativ 5 har provningarna startat 388 dygn efter gjutning. För utförligare information om betongsammansättningar, tillverkning, provning och resultat hänvisas till Provningsrapport B.

Uppdrag

Betongsammansättningar

- Betong 1, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 17% FA
- Betong 2, Norcem Anleggsement FA2 (CEM II/A-V 42,5 N) 35% FA
- Betong 3, Norcem Anleggsement FA2 (CEM II/A-V 42,5 N) 50% FA
- Betong 4, Norcem Standardsement FA3 (CEM II/B-M 42,5 R) 35% FA
- Betong 5, Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N) 35% FA
- Betong 6, Cemex CEM III/A 48% slagg
- Betong 7, Cemex CEM III/B 75% slagg
- Betong 8, Norcem Anleggsement FA1 (CEM II/A-V 42,5 N) 50% FA
- Betong 9, Cemex CEM III/A 48% slagg
- Betong 10, Cemex CEM III/B 75% slagg

Tabell 1 Betongsammansättning – riktvärden givna av uppdragsgivaren.

Betong nr.	Cement	Massförhållande ¹⁾	v/b	Silika-stoft	Extra FA	Tot. innehåll FA eller slagg
1	Norcem Anleggsement FA ²⁾ (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,405	4 %	0	17 % FA
2	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,373	4 %	+ 18 %	35 % FA
3	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,348	4 %	+ 33 %	50 % FA
4	Norcem Standardsement FA ³⁾ (CEM II/B-M 42,5 R)	0,39	0,374	4 %	+ 17 %	35 % FA
5	Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N)	0,39	k _{ra} =1 upp til 20 % k _{ra} =0,7 över 20 %	4 %	+ 35 %	35 % FA
6	Cemex CEM III/A	0,39	0,405	4 %	0	48% slagg
7	Cemex CEM III/B	0,39	0,405	4 %	0	75 % slagg
8	Norcem Anleggsement FA ¹⁾ (CEM II/A-V 42,5 N)	0,44	0,392	4 %	+ 33 %	50 % FA
9	Cemex CEM III/A	0,44	0,44	4 %	0	48% slagg
10	Cemex CEM III/B	0,44	0,44	4 %	0	75 % slagg

- ¹⁾ För flygaska (FA) som är en del av själva cementen er $k_{FA}=1,0$ och för extra tillsatt FA är $k_{FA}=0,7$. För silikastoft är $k_s=2,0$
- ²⁾ Antaget FA-innehåll i ANL-FA-cementen 17 %
- ³⁾ Antaget FA-innehåll i STD-FA-cementen 18 %

Provkroppsmärkning

Tabell 2 Provkroppsmärkning

Betong nr.	Bindemedel	Märkning				
		Frost Alternativ 1	Frost Alternativ 2	Frost Alternativ 3	Frost Alternativ 4	Frost Alternativ 5
1	Anlegg FA 17 % FA	N21F11-4	N21F21-4	N21F31-4	N21F41-4	N21F51-4
2	Anlegg FA 35 % FA	N22F11-4	N22F21-4	N22F31-4	N22F41-4	N22F51-4
3	Anlegg FA 50 % FA	N23F11-4	N23F21-4	N23F31-4	N23F41-4	N23F51-4
4	Standard FA 35 % FA	N24F11-4	N24F21-4	N24F31-4	N24F41-4	N24F51-4
5	Aalborg 35 % FA	N25F11-4	N25F21-4	N25F31-4	N25F41-4	N25F51-4
6	Cemex III/A	N26F11-4	N26F21-4	N26F31-4	N26F41-4	N26F51-4
7	Cemex III/B	N27F11-4	N27F21-4	N27F31-4	N27F41-4	N27F51-4
8	LH Anlegg FA 50 % FA	N28F11-4	N28F21-4	N28F31-4	N28F41-4	N28F51-4
9	LH Cemex CEM III/A	N29F11-4	N29F21-4	N29F31-4	N29F41-4	N29F51-4
10	LH Cemex CEM III/B	N210F11-4	N210F21-4	N210F31-4	N210F41-4	N210F51-4

Konditionering och härdning

Samtliga provkroppar förvarades under det första dygnet på en träpall i sina respektive formar täckt av en plastfolie, i ett klimatstyrt rum (20 ± 2 °C och 40 – 80 % RF). Vid ett dygns ålder avformades samtliga provkroppar.

Provkropparna för salt-frostprovning enligt norm tillverkades enligt standard SS 13 72 45 och därefter konditionerades enligt standard SS 13 72 44:2005 utgåva 4 till salt-frostprovningen påbörjades. Övriga provkroppar till salt-frostprovning konditionerades enligt tabell 3.

Provkroppar för salt-frostprovning konditionerades enligt norm och enligt fem ytterligare alternativ. All konditionering i luft med naturlig koldioxidhalt skedde i klimatrum med 20 ± 2 °C och 65 ± 2 % RF.

Tabell 3 Konditionering av frost-provkroppar

Egenskap	Alternativ	
Salt-frostprovning	Norm	Enligt metod. Sågning 21 dygns ålder, konditioneras 7 dygn fram till vattning och start vid 31 dygns ålder.
	1	Sågning 21 dygns ålder, konditioneras 21 dygn fram till vattning och start vid 45 dygns ålder.
	2	Sågning 21 dygns ålder, konditioneras 21 dygn (sista 7 dygnen i 1 % CO ₂) fram till vattning och start vid 45 dygns ålder.
	3	Sågning 21 dygns ålder, konditioneras 84 dygn fram till vattning och start vid 108 dygns ålder.
	4	Sågning 21 dygns ålder, konditioneras 84 dygn (sista 7 dygnen i 1 % CO ₂) fram till vattning och start vid 108 dygns ålder.
	5	Sågning 21 dygns ålder, konditioneras 365 dygn fram till vattning och startas vid 388 dygns ålder. Start sker i mars – april 2016.

I denna rapport redovisas resultaten för alternativ 5 (gråmarkerat). I diagram 1 tom 10 återfinns resultaten (medelvärde) från samtliga alternativ. I bilaga 1 redovisas samtliga delresultat för de olika betongsammansättningarna för alternativ 5.

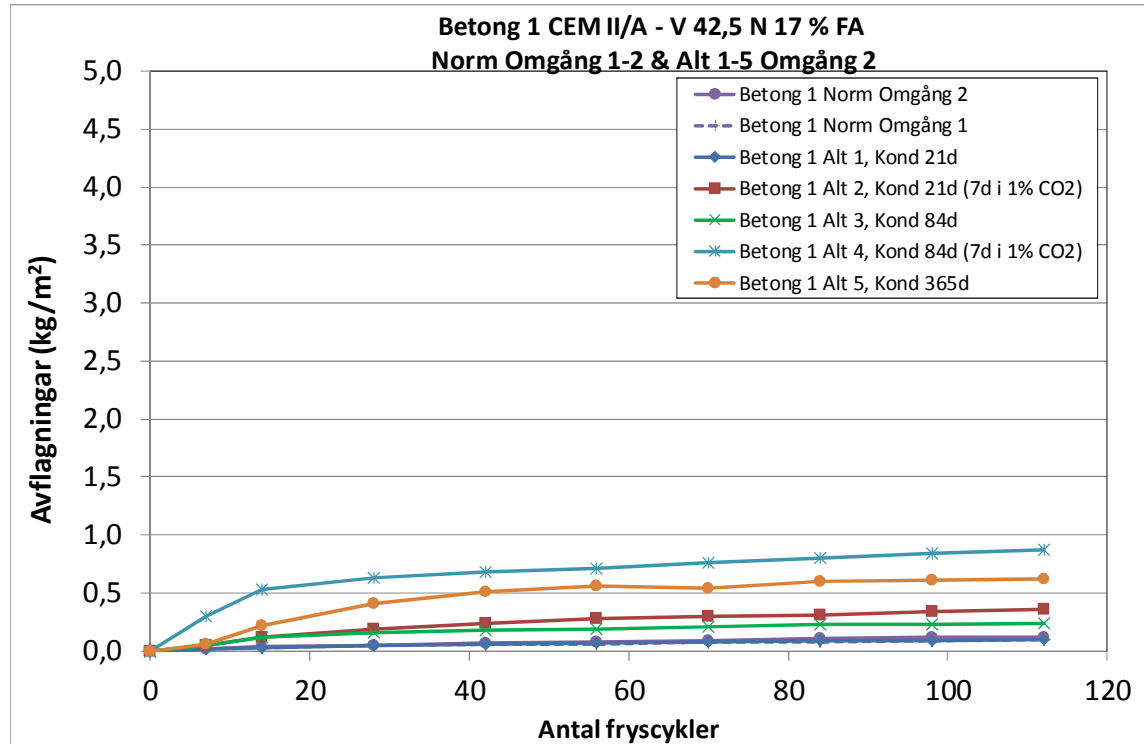
Egenskaper på den hårdnade betongen

- Salt-frostprovning SS 13 72 44: 2005 utgåva 4 (ackrediterad metod)Resultat – Hårdnad betong

Resultat – Salt-frostprovning SS 13 72 44: 2005 utgåva 4

Resultat – Betong 1, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 17 % FA

Diagram 1 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m²)



Tabell 4 Avflagningar Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

Omgång 2

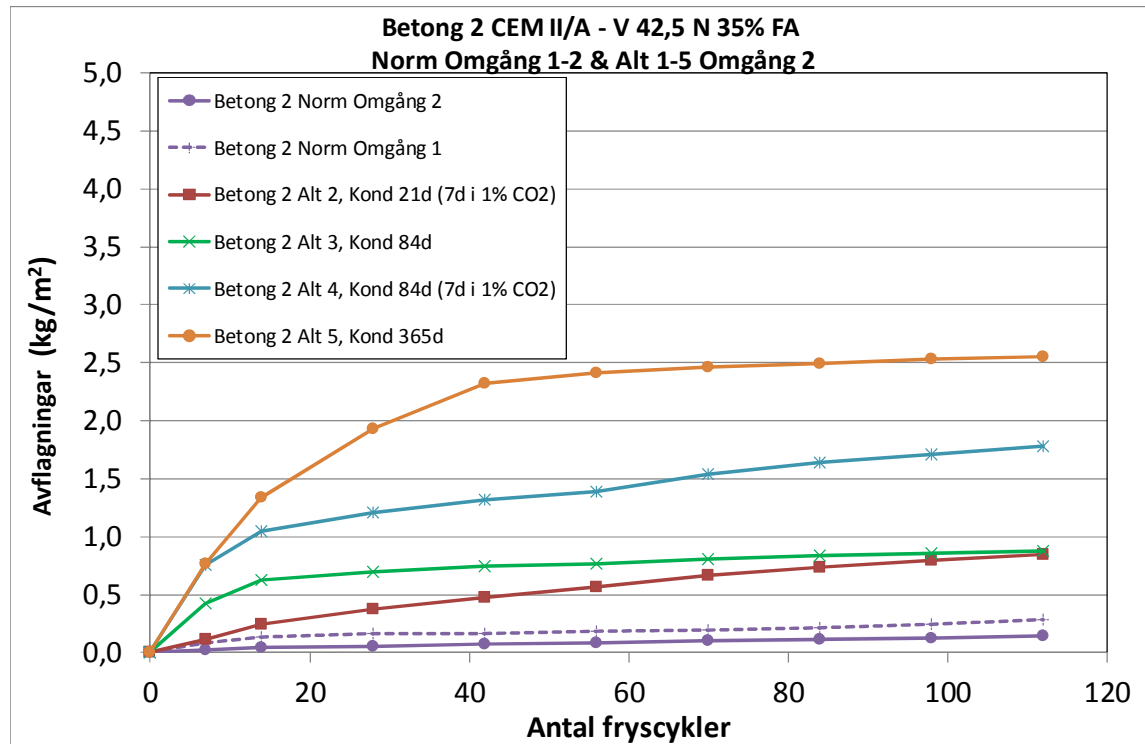
Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N21F51	0,40	-	-	-
	N21F52	0,41	0,56	0,62	0,64
	N21F53	0,36	0,51	0,55	0,57
	N21F54	0,46	0,60	0,64	0,66
	Medelvärde	0,41	0,56	0,60	0,62
	Standard-avvikelse	0,04	0,05	0,05	0,05

Streck markerar att proverna var fuktiga alternativt torra. Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 2, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 35 % FA

Diagram 2 Avflagningar resultat från salt-frostprovnigen (kg/m²)



Tabell 5 Avflagningar Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

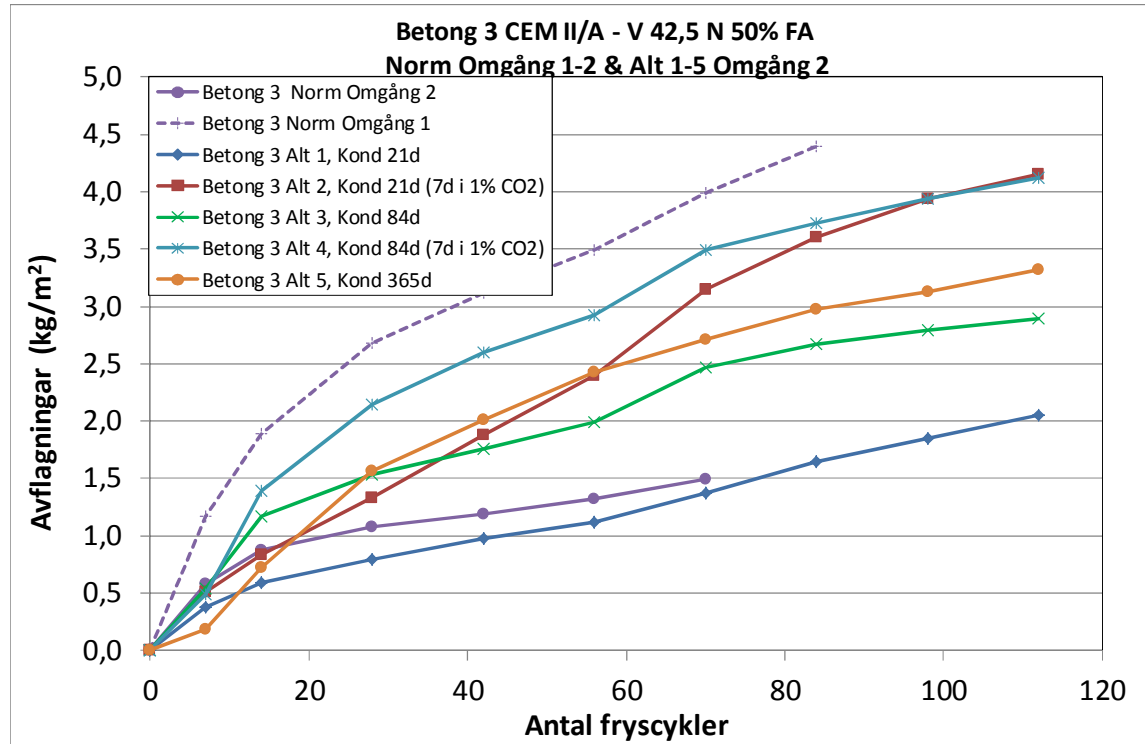
Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N22F51	1,80	2,79	2,87	2,94
	N22F52	1,98	2,28	2,37	2,42
	N22F53	1,88	2,20	2,27	2,33
	N22F54	2,06	2,38	2,47	2,53
	Medelvärde	1,93	2,41	2,50	2,56
	Standard-avvikelse	0,11	0,26	0,26	0,27

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 3, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 50% FA

Diagram 3, Avflagnings resultat från salt-frostprovingen (kg/m²)



Tabell 6 Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

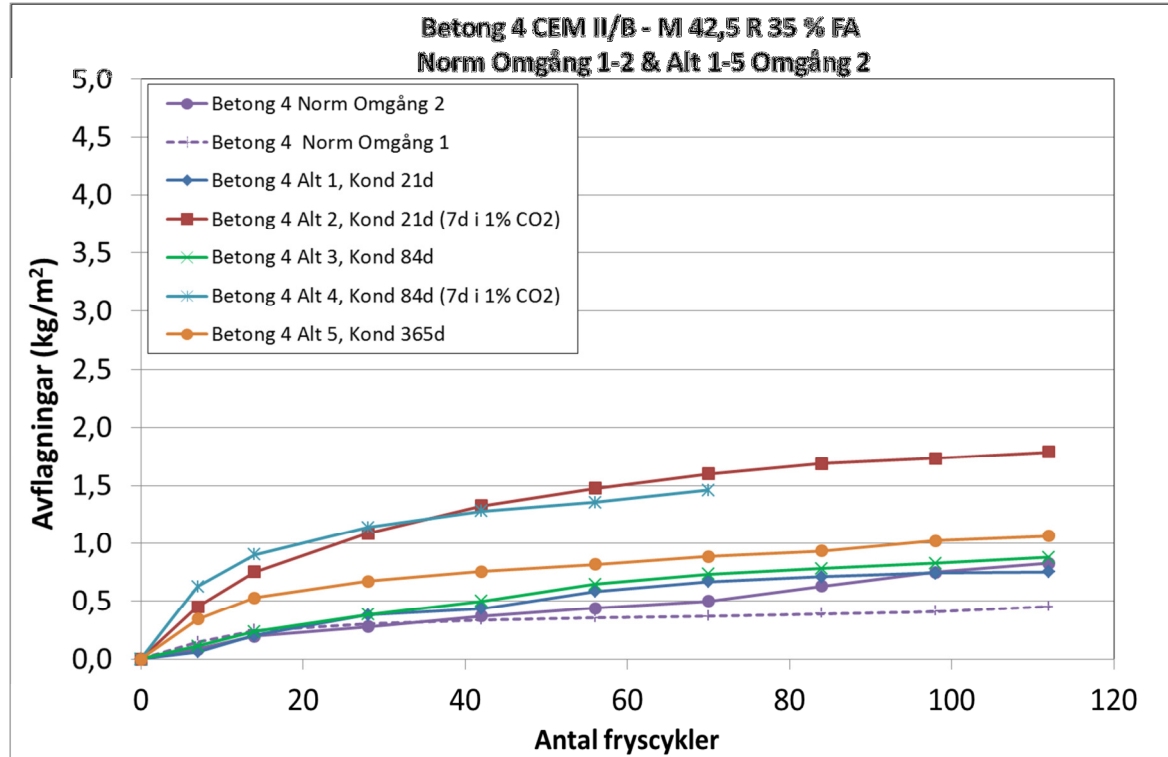
Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostproving	N23F51	1,66	2,40	2,88	3,27
	N23F52	1,61	2,73	3,51	3,90
	N23F53	1,50	2,20	2,72	3,02
	N23F54	1,50	2,37	2,78	3,09
	Medelvärde	1,57	2,43	2,97	3,32
	Standard-avvikelse	0,08	0,22	0,36	0,40

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 4, Norcem Standardsement FA (CEM II/B-M 42,5 R) 35% FA

Diagram 4 Avflagningar resultat från salt-frostprovnigen (kg/m²)



Tabell 7 Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

Omgång 2

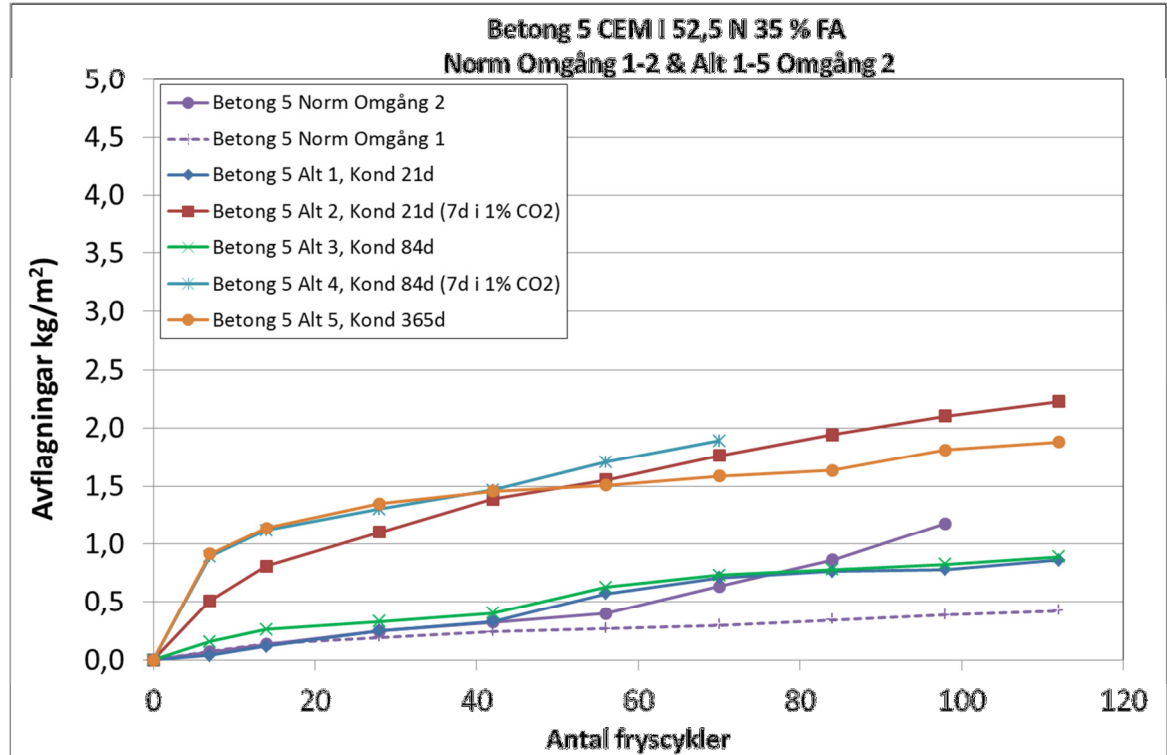
Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N24F51	0,55	0,65	0,76	0,90
	N24F52	0,66	0,82	-	-
	N24F53	0,80	0,98	1,11	1,22
	N24F54	0,68	0,82	0,94	1,08
	Medelvärde	0,67	0,82	0,94	1,07
	Standard-avvikelse	0,10	0,13	0,18	0,16

Streck markerar att proverna var fuktiga alternativt torra. Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 5, Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N) 35% FA

Diagram 5 Avflagningar resultat från salt-frostprovnigen (kg/m²)



Tabell 8 Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

Omgång 2

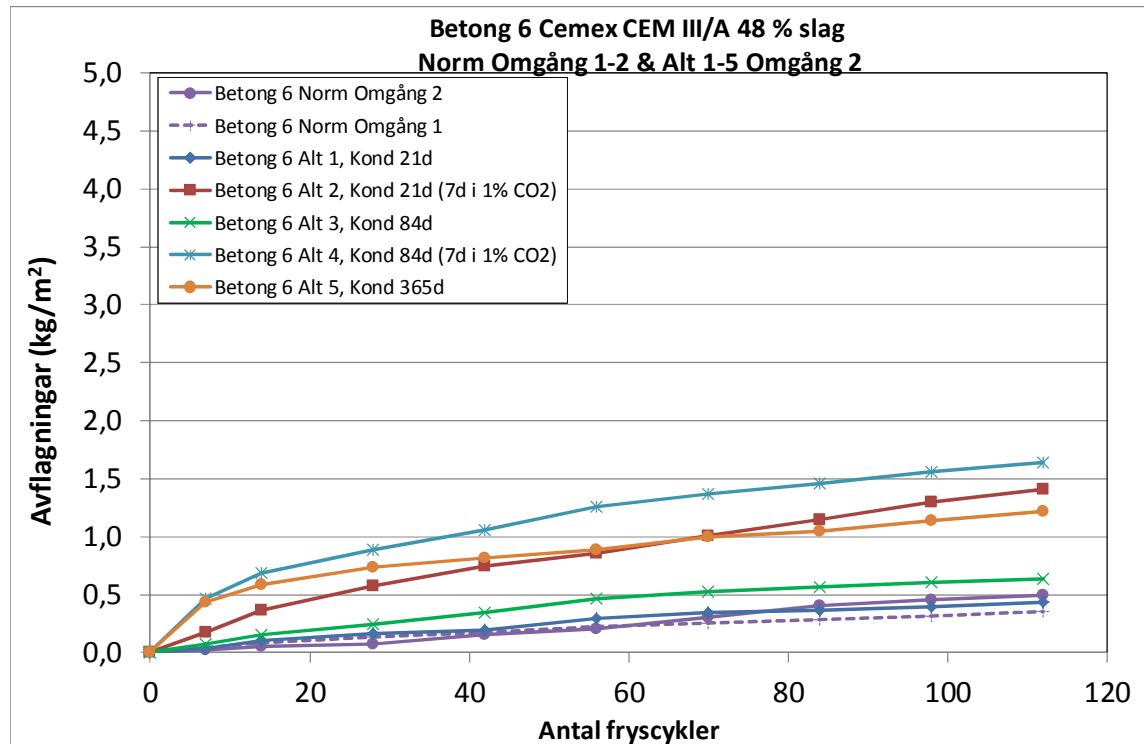
Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N25F51	1,15	1,27	1,37	-
	N25F52	1,47	1,63	1,80	1,96
	N25F53	1,42	1,60	1,72	1,88
	N25F54	1,36	1,54	1,65	1,80
	Medelvärde	1,35	1,51	1,64	1,88
	Standard-avvikelse	0,14	0,16	0,19	0,08

Streck markerar att proverna var fuktiga alternativt torra. Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 6, Cemex CEM III/A 48% slagg

Diagram 6 Avflagningar resultat från salt-frostprovnigen (kg/m²)



Tabell 9 Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

Omgång 2

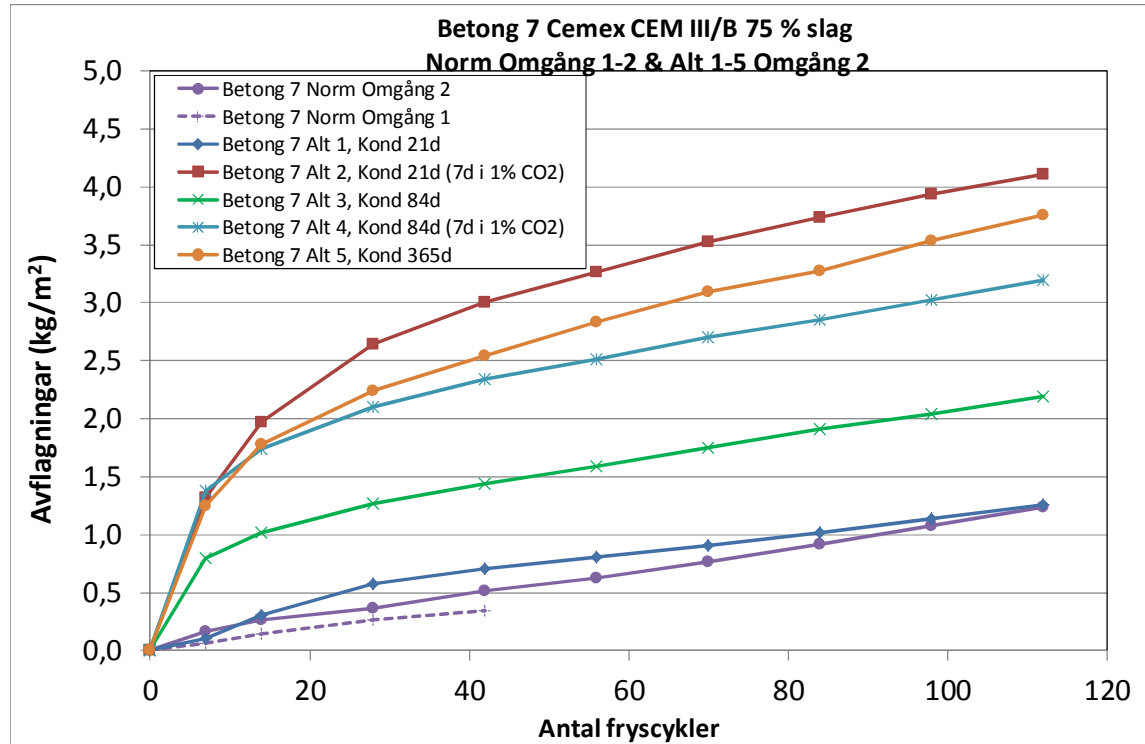
Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N26F51	0,70	0,82	0,96	1,13
	N26F52	0,70	0,85	0,98	1,12
	N26F53	0,77	0,94	-	-
	N26F54	0,78	0,94	1,19	1,41
	Medelvärde	0,74	0,89	1,04	1,22
	Standard-avvikelse	0,04	0,06	0,13	0,16

Streck markerar att proverna var fuktiga alternativt torra. Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 7, Cemex CEM III/B 75% slagg

Diagram 7 Avflagningar resultat från salt-frostprovnigen (kg/m²)



Tabell 10 Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

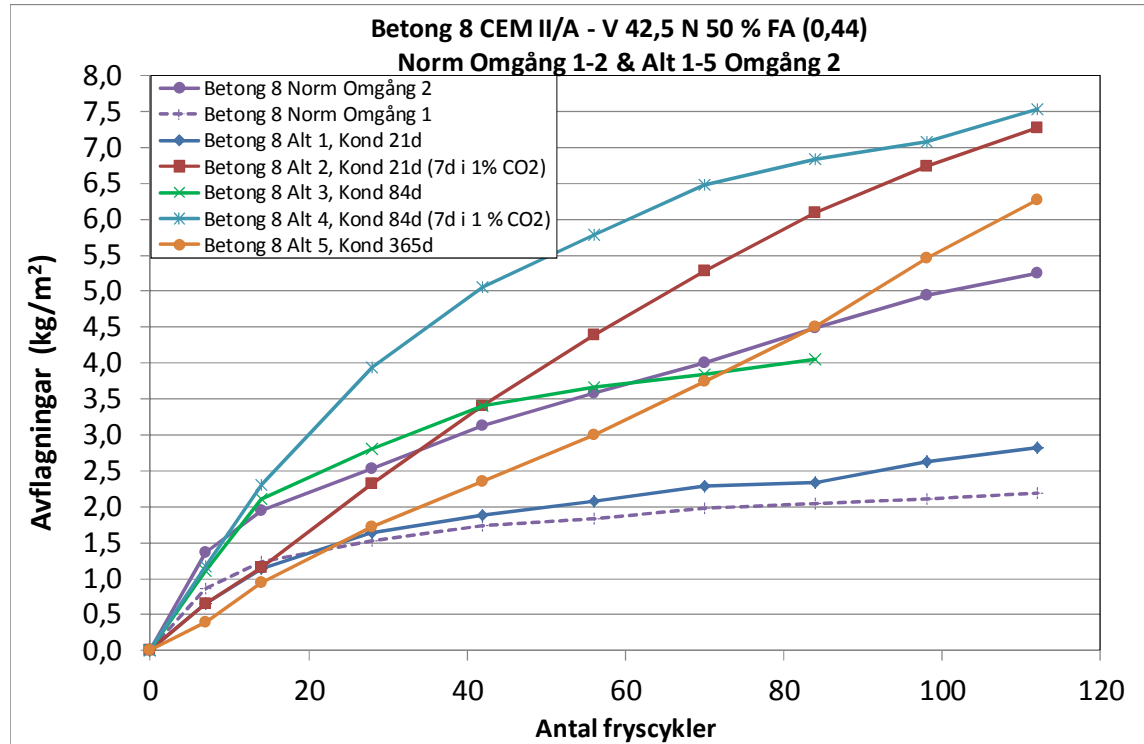
Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N27F51	1,94	2,50	2,87	3,41
	N27F52	2,31	2,95	3,52	3,99
	N27F53	2,47	3,02	3,44	3,91
	N27F54	2,26	2,85	3,28	3,71
	Medelvärde	2,25	2,83	3,28	3,76
	Standard-avvikelse	0,22	0,23	0,29	0,26

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 8, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 50% FA

Diagram 8 Avflagnings resultat från salt-frostprovningsen (kg/m²)



Tabell 11 Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

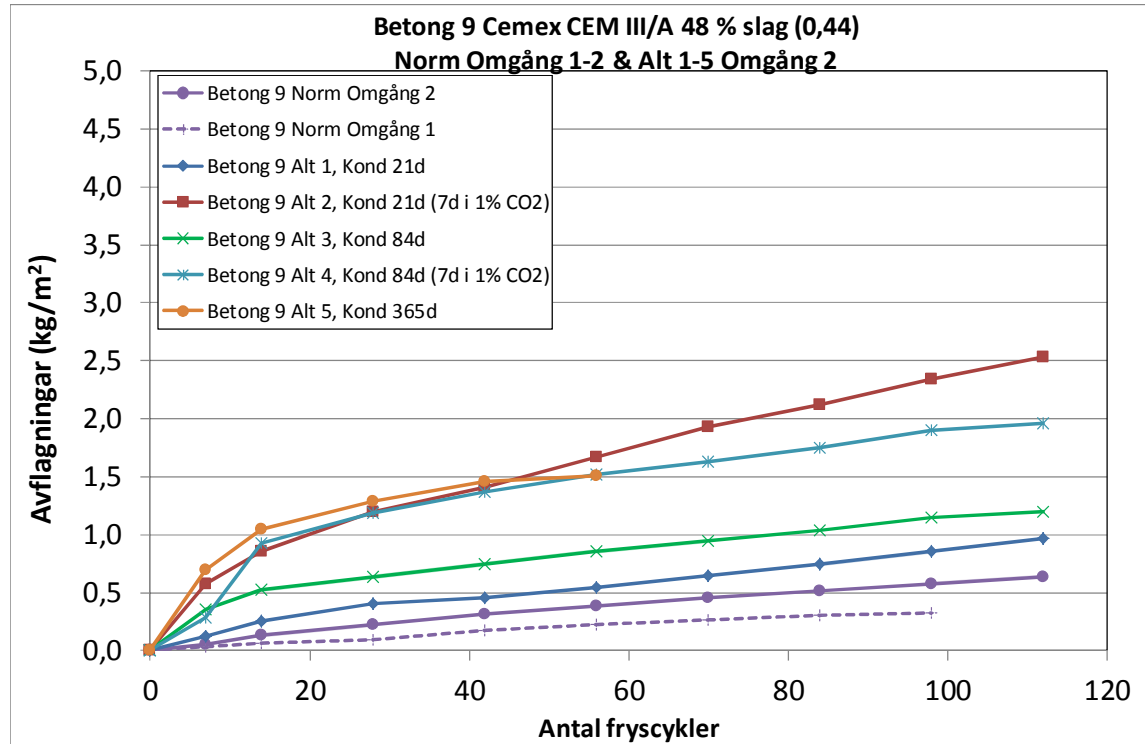
Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N28F51	2,23	3,51	5,20	7,22
	N28F52	1,68	3,16	4,93	7,61
	N28F53	1,45	2,76	4,19	5,60
	N28F54	1,52	2,56	3,70	4,68
	Medelvärde	1,72	3,00	4,51	6,28
	Standard-avvikelse	0,35	0,42	0,69	1,38

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 9, Cemex CEM III/A 48% slagg

Diagram 9 Avflagningar resultat från salt-frostprovnigen (kg/m²)



Tabell 12 Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84*	112*
Salt-frostprovning	N29F51	1,26	1,53		
	N29F52	1,23	1,51		
	N29F53	1,25	1,49		
	N29F54	1,40	-		
	Medelvärde	1,29	1,51		
	Standard-avvikelse	0,08	0,02		

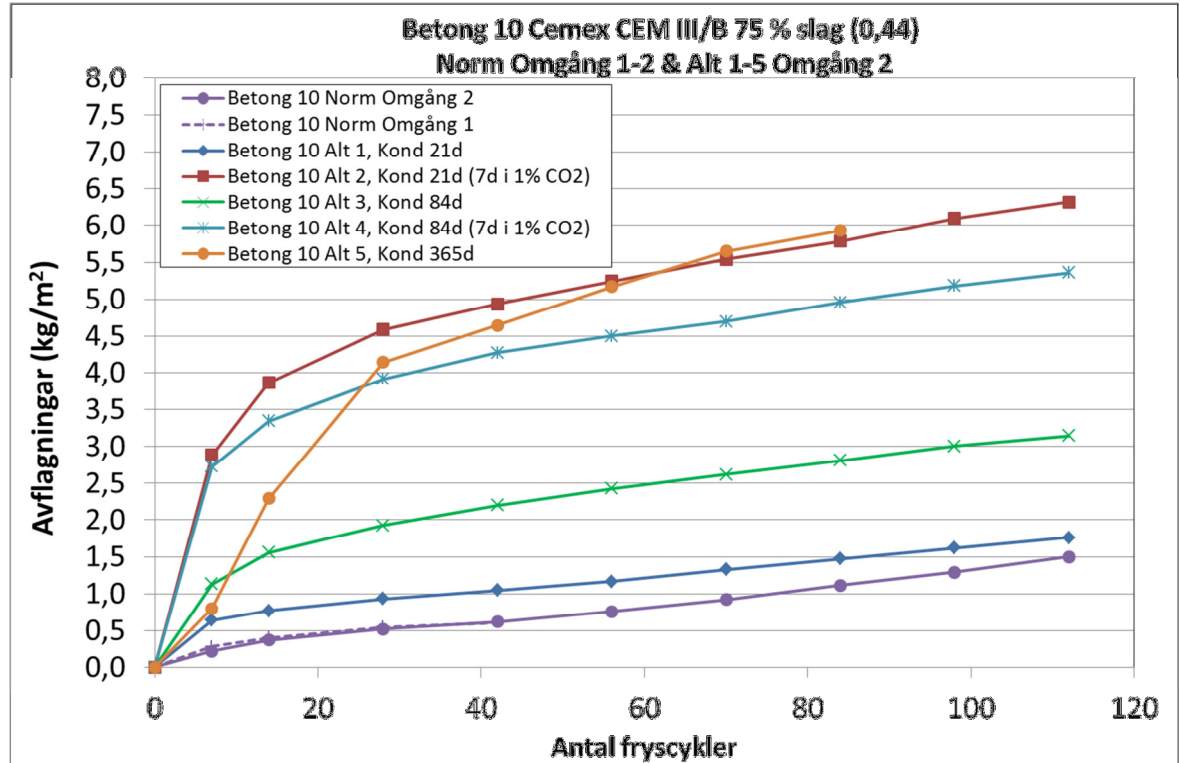
Streck markerar att proverna var fuktiga alternativt torra. Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

*Provnigen avslutades vid 56 cykler pga tekniskt fel i frostprogrammet.

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Resultat - Betong 10, Cemex CEM III/B 75% slagg

Diagram 10 Avflagningar resultat från salt-frostprovnigen (kg/m²)



Tabell 13 Alternativ 5 Konditionering 365 dygn

Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m ²)			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N210F51	4,13	5,13	-	-
	N210F52	-	-	-	-
	N210F53	4,06	5,11	5,78	-
	N210F54	4,24	5,27	6,08	-
	Medelvärde	4,14	5,17	5,93	
	Standard-avvikelse	0,09	0,09	0,21	

Streck markerar att proverna var fuktiga alternativt torra. Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Se bilaga 1 för samtliga resultat.

Kommentar till resultaten

Forskning, t. ex. Utgenannt (2004), har visat att åldring och framför allt karbonatisering påverkar betong med olika bindemedel på olika sätt när det gäller förmågan att motstå salt-frostskador. Den provningsmetod som används idag för att bedöma betongs salt-frostbeständighet, SS 137244 som i princip är likvärdig med CEN/TS 12390-9, är utvecklad utifrån erfarenheter från betong med Portlandcement. Provningsmetoden har visat sig stämma väl överens med verkligheten gällande betong med lågt vattenbindemedelstal, tillsatt luft, ren portlandcement och med tillsatsmaterial så som slagg och flygaska upp till ca 20 %, se Boubitsas et. al. (2016). För betong med bindemedelskombinationer med högre halter av slagg och flygaska behövs mer forskning för att undersöka om det krävs andra konditioneringsförfaranden för att resultat från laboratorieprovningsserien skall stämma överens med resultat från verklig exponering. Detta då effekten av åldring som sker i fält bättre skall reflekteras vid provning i laboratoriet. I denna försöksserie har betong med bindemedel innehållande olika cement och med olika mängd tillsatsmaterial, flygaska eller slagg provats med avseende på salt-frostbeständighet. Innan frostprovningen startades konditionerades provkroppar på olika sätt, med förlängd exponering i klimatrums i laboratoriet och i vissa fall dessutom med en veckas exponering i miljö med förhöjd koldioxidhalt. Det skall noteras att den förlängda exponeringen i klimatrums med 65 % relativ fuktighet och temperaturen 20 °C inte enbart leder till ökad karbonatisering utan även till en uttorkning av betongen. Dessutom leder en förlängd konditionering till en fortsatt hydratation. Det är alltså den kombinerade effekten av karbonatisering, uttorkning och ökad hydratationsgrad som undersöks.

Som komplement till laboratorieprovningarna har provkroppar från samtliga betongsammansättningar också placerats på en fältprovplats i tö-saltad vägmiljö. Syftet är att jämföra resultaten från laboratorieprovningarna med resultat från fältexponering och på så sätt få ökad kunskap om hur olika betongsammansättningar bör konditioneras för att laboriemetoden skall ge resultat som stämmer med erfarenheter från fält. De resultat från laboratorieprovningar som redovisas här utgör alltså en del av undersökningen men inte hela. Dessa resultat skall i framtiden jämföras med resultat från prover som exponerats i fält. Första mätningen på fältproverna utfördes redan efter ett års exponering och visade inte några skador för någon betongsammansättning. Nästkommande mätning är planerad till 2018 efter 4 års exponering. Därefter krävs ytterligare uppföljande mätningar efter ca 8, 13 och 20 år för att säkra slutsatser skall kunna dras.

Utifrån de resultat från laboratorieprovningar som redovisas i denna undersökning kan följande noteras:

- Generellt ger det normala konditioneringsförfarandet minst mängd avflagningar. Enbart för betongsammansättningarna med 50% Flygaska fås avvikande resultat.
- Generellt uppvisas likvärdiga resultat från gjutomgång 1 och 2 för betong som konditionerats enligt det normala förfarandet. Enbart för betongsammansättningarna med 50% Flygaska fås avvikande resultat.
- Generellt leder förlängd konditioneringstid, dvs högre grad av uttorkning, karbonatisering och ökad hydratationsgrad, till större skador vid salt-frost provning.
- För betong med höga halter flygaska är hydratationen och därmed strukturutvecklingen långsammare än för betong med ren Portlandcement eller med endast mindre mängder tillsatsmaterial. En längre konditioneringstid innan frostprovning kan antas leda till en tätare mer välutvecklad cementpastastruktur och därmed resultera i högre beständighet mot salt-frostskador. Några sådana generella resultat kan inte ses i denna undersökning. Uttorkningen i laborieluft och karbonatiseringen verkar generellt ge större negativa effekter på salt-frostbeständigheten än den hydratationstillväxt som sker genom den förlängda konditioneringen.
- För betong med höga halter slagg fås generellt betydande försämring av salt-frostbeständigheten med förlängd förkonditioneringstid och med förhöjd koldioxidhalt under delar av konditioneringen. Detta är särskilt tydligt för sammansättningarna med 75% slagg men gäller även för sammansättningarna med 48% slagg.
- För samtliga sammansättningar, om än i något varierande grad, syns en tydlig försämring av salt-frostbeständigheten efter konditionering under en kort period (7 dygn) i luft med förhöjd koldioxidhalt. Detta indikerar att karbonatisering för dessa betongsammansättningar leder till en försämrad saltfrostbeständighet. Det skall dock noteras att detta är en accelererad provning med ett konditioneringsklimat som kan leda till onaturlig uttorkning och karbonatisering. Först då resultaten från laboratorieprovningarna kan jämföras med resultat från prover exponerade under några år i fält fås indikationer om hur väl laboratorieprovningarna korrelerar med verkligheten.

Referenser

SS 13 72 44 'Concrete testing – Hardened concrete- Frost resistance', Swedish Standards Institution (SIS), 4rd edition, Stockholm, Sweden, 2005.

CEN /TS 12390-9 - 'Testing hardened concrete – Part 9: Freeze/thaw resistance – Scaling', May 2006, EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, Brussels.

Utgenannt (2004) - Utgenannt, P., 'The influence of ageing on the salt-frost resistance of concrete', Doctoral thesis, Division of Building Materials, Lund Institute of Technology, Report TVBM-1021, Lund, Sweden, 2004.

Boubitsas et.al. (2016) – Boubitsas, D., et. al. 'Frost resistance of concrete – experience from long term field exposure', International RILEM Conference on Materials, Systems and Structures in Civil Engineering, 22-24 August 2016, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.

RISE CBI Betonginstitutet AB
Betong och berg

Utfört av

Granskat av

Ida Gabriellsson

Peter Utgenannt

Bilaga

1. Samtliga resultat salt-frostprovning Betong 1, Betong 2, Betong 3, Betong 4, Betong 5, Betong 6, Betong 7, Betong 8, Betong 9 och Betong 10

Bilaga 1

Salt-frostresultat Betong 1, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 17% FA

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 1 Anlegg FA 17% Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-03-18	2016-03-25	2016-04-01	2016-04-15	2016-04-29	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N21F51	0	0,06	0,21	0,40	0,48 ¹	0,50 ¹	0,50	0,51 ¹	0,51 ¹	0,52 ¹
N21F52	0	0,05	0,21	0,41	0,51	0,56	0,59	0,62	0,63	0,64
N21F53	0	0,05	0,18	0,36	0,46	0,51	0,53	0,55	0,56	0,57
N21F54	0	0,07	0,26	0,46	0,56	0,60	0,63 ¹	0,64	0,65	0,66
Medel	0	0,06	0,22	0,41	0,51	0,56	0,54	0,60	0,61	0,62
Stdv		0,01	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
Var.koeff		17	15	10	10	8	8	8	8	8

Röda siffror markerar att proverna var fuktiga (markerat med en ¹) alternativt torra (markerat med en ²). Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Salt-frostresultat Betong 2, Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 35% FA

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 2 Anlegg FA 35% Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-03-18	2016-03-25	2016-04-01	2016-04-15	2016-04-29	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N22F51	0	0,79	1,29	1,8	2,72	2,79	2,83	2,87	2,91	2,94
N22F52	0	0,77	1,37	1,98	2,17	2,28	2,34	2,37	2,4	2,42
N22F53	0	0,71	1,29	1,88	2,11	2,2	2,25	2,27	2,31	2,33
N22F54	0	0,8	1,42	2,06	2,29	2,38	2,44	2,47	2,5	2,53
Medel	0	0,77	1,34	1,93	2,32	2,41	2,47	2,50	2,53	2,56
Stdv		0,04	0,06	0,11	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27
Var.koeff		5	5	6	12	11	10	11	10	11

Salt-frostresultat Betong 3,

Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 50% FA

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 3 Anlegg FA 50% Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-03-18	2016-03-25	2016-04-01	2016-04-15	2016-04-29	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N23F51	0	0,21	0,81	1,66	2,05	2,40	2,63	2,88	3,04	3,27
N23F52	0	0,20	0,78	1,61	2,12	2,73	3,10	3,51	3,67	3,90
N23F53	0	0,15	0,66	1,50	1,92	2,20	2,50	2,72	2,85	3,02
N23F54	0	0,17	0,63	1,50	1,94	2,37	2,60	2,78	2,95	3,09
Medel	0	0,18	0,72	1,57	2,01	2,43	2,71	2,97	3,13	3,32
Stdv		0,03	0,09	0,08	0,09	0,22	0,27	0,36	0,37	0,40
Var.koeff		15	12	5	5	9	10	12	12	12

Bilaga 1

Salt-frostresultat Betong 4, Norcem Standardsement FA3 (CEM II/B-M 42,5 R) 35 % FA

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 4 Standard FA 35 % Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-03-18	2016-03-25	2016-04-01	2016-04-15	2016-04-29	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N24F51	0	0,27	0,42	0,55	0,60	0,65	0,71	0,76	0,85	0,90
N24F52	0	0,33	0,51	0,66	0,74	0,82	0,88 ¹	0,90 ¹	0,93 ¹	0,94 ¹
N24F53	0	0,42	0,64	0,80	0,92	0,98	1,06	1,11	1,20	1,22
N24F54	0	0,35	0,54	0,68	0,77	0,82	0,89	0,94	1,02	1,08
Medel	0	0,34	0,53	0,67	0,76	0,82	0,89	0,94	1,02	1,07
Stdv		0,06	0,09	0,10	0,13	0,13	0,18	0,18	0,18	0,16
Var.koeff		18	17	15	17	16	20	19	17	15

Röda siffror markerar att proverna var fuktiga (markerat med en ¹) alternativt torra (markerat med en ²). Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Salt-frostresultat Betong 5, Aalborg 35 % FA

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 5 Aalborg 35 % FA Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-03-18	2016-03-25	2016-04-01	2016-04-15	2016-04-29	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N25F51	0	0,80	1,01	1,15	1,22	1,27	1,34	1,37	1,40 ¹	1,42 ¹
N25F52	0	0,98	1,20	1,47	1,58	1,63	1,75	1,80	1,87	1,96
N25F53	0	0,97	1,19	1,42	1,54	1,60	1,65	1,72	1,82	1,88
N25F54	0	0,91	1,16	1,36	1,48	1,54	1,61	1,65	1,74	1,80
Medel	0	0,92	1,14	1,35	1,46	1,51	1,59	1,64	1,81	1,88
Stdv		0,08	0,09	0,14	0,16	0,16	0,18	0,19	0,07	0,08
Var.koeff		9	8	10	11	11	11	11	4	4

Röda siffror markerar att proverna var fuktiga (markerat med en ¹) alternativt torra (markerat med en ²). Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Salt-frostresultat Betong 6, Cemex CEM III/A 48% slagg

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 6 Cemex III/A 48% Slagg Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-03-18	2016-03-25	2016-04-01	2016-04-15	2016-04-29	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N26F51	0	0,42	0,57	0,70	0,75	0,82	0,89	0,96	1,04	1,13
N26F52	0	0,42	0,56	0,70	0,78	0,85	0,92	0,98	1,05	1,12
N26F53	0	0,42	0,61	0,77	0,86	0,94	1,06	1,09 ¹	1,10 ¹	1,11 ¹
N26F54	0	0,46	0,61	0,78	0,88	0,94	1,10	1,19	1,32	1,41
Medel	0	0,43	0,59	0,74	0,82	0,89	0,99	1,04	1,14	1,22
Stdv		0,02	0,03	0,04	0,06	0,06	0,10	0,13	0,16	0,16
Var.koeff		5	4	6	8	7	10	12	14	13

Röda siffror markerar att proverna var fuktiga (markerat med en ¹) alternativt torra (markerat med en ²). Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Bilaga 1

Salt-frostresultat Betong 7, Cemex CEM III/B 75% slagg

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 7 Cemex III/B 75% Slagg Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-03-18	2016-03-25	2016-04-01	2016-04-15	2016-04-29	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N27F51	0	1,01	1,48	1,94	2,22	2,50	2,69	2,87	3,14	3,41
N27F52	0	1,39	1,90	2,31	2,64	2,95	3,33	3,52	3,80	3,99
N27F53	0	1,30	1,95	2,47	2,77	3,02	3,26	3,44	3,68	3,91
N27F54	0	1,28	1,80	2,26	2,54	2,85	3,08	3,28	3,52	3,71
Medel	0	1,25	1,78	2,25	2,54	2,83	3,09	3,28	3,54	3,76
Stdv		0,16	0,21	0,22	0,23	0,23	0,29	0,29	0,29	0,26
Var.koeff		13	12	10	9	8	9	9	8	7

Salt-frostresultat Betong 8,

Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N) 50% FA

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 8 LH Anlegg FA 50% FA Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-03-18	2016-03-25	2016-04-01	2016-04-15	2016-04-29	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N28F51	0	0,48	1,23	2,23	2,82	3,51	4,41	5,20	6,35	7,22
N28F52	0	0,39	0,99	1,68	2,40	3,16	4,16	4,93	6,39	7,61
N28F53	0	0,34	0,77	1,45	2,13	2,76	3,33	4,19	4,96	5,60
N28F54	0	0,35	0,78	1,52	2,04	2,56	3,05	3,70	4,15	4,68
Medel	0	0,39	0,94	1,72	2,35	3,00	3,74	4,51	5,46	6,28
Stdv		0,06	0,22	0,35	0,35	0,42	0,65	0,69	1,10	1,38
Var.koeff		16	23	21	15	14	17	15	20	22

Salt-frostresultat Betong 9, LH Cemex CEM III/A 48 % slagg

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 9 LH Cemex CEM III/A 48% Slagg Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-04-29	2016-05-06	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	2016-07-22	2016-08-05	2016-08-19	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N29F51	0	0,67	1,01	1,26	1,42	1,53				
N29F52	0	0,60	0,98	1,23	1,41	1,51				
N29F53	0	0,68	1,04	1,25	1,39	1,49				
N29F54	0	0,82	1,14	1,40	1,60	1,70 ¹				
Medel	0	0,69	1,04	1,29	1,46	1,51				
Stdv		0,09	0,07	0,08	0,10	0,02				
Var.koeff		13	7	6	7	1				

Röda siffror markerar att proverna var fuktiga (markerat med en ¹) alternativt torra (markerat med en ²). Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Bilaga 1

Salt-frostresultat Betong 10, Cemex CEM III/B 75% slagg

Omgång 2 Alternativ 5

Betong 10										
LH Cemex CEM III/B 75% Slagg Alt 5 Kond. 365 dygn										
2016-04-29	2016-05-06	2016-05-13	2016-05-27	2016-06-10	2016-06-24	2016-07-08	2016-07-22	2016-08-05	2016-08-19	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N210F51	0	0,72	2,09	4,13	4,60	5,13	5,67	5,80 ¹	5,87 ¹	5,94 ²
N210F52	0	0,86	2,41	3,13 ²	3,17 ²	4,46 ²	5,09 ²	5,18 ¹	5,27 ¹	5,57 ²
N210F53	0	0,84	2,49	4,06	4,58	5,11	5,50	5,78	6,09 ¹	6,35 ²
N210F54	0	0,80	2,19	4,24	4,75	5,27	5,77	6,08	6,49 ¹	6,82 ²
Medel	0	0,81	2,30	4,14	4,64	5,17	5,65	5,93		
Stdv		0,06	0,19	0,09	0,09	0,09	0,14	0,21		
Var.koeff		8	8	2	2	2	2	4		

Röda siffror markerar att proverna var fuktiga (markerat med en ¹) alternativt torra (markerat med en ²). Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

Statens Vegvesen Vegdirektoratet
Postbox 8142 Dep
0033 Oslo
Norge

Tunnslipsanalys av prover före och efter frostprovning

Uppdrag

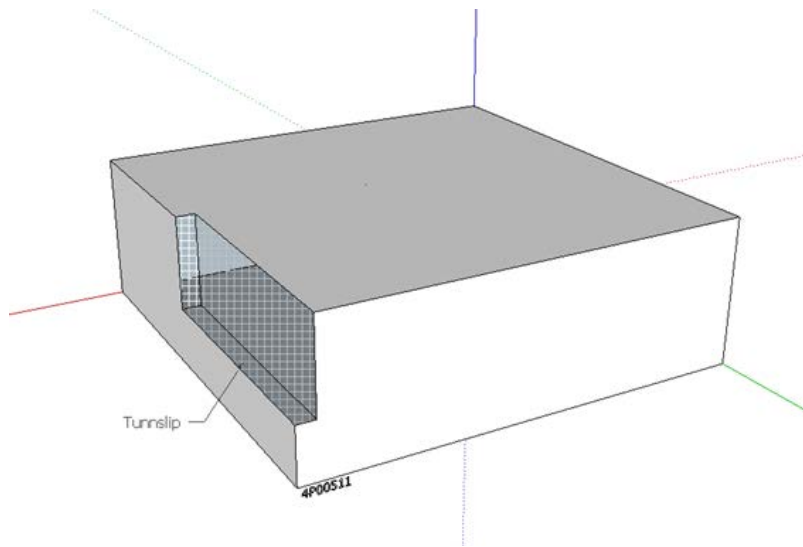
Tunnslipsanalys av betongprover med slagg och flygaska gjutna vid olika tillfällen under 2015. Prover för tunnslips analys är uttagna före och efter frostprovning av betongen.

Provtagning

Proverna före frostprovning är uttagna vinkelrät mot den sågade ytan och kanten (figur 1). Tunnslip tillverkas på provkroppar som har förvarats i klimatrum (20 ± 2 °C & 65 ± 5 RF %) efter sågning vid 21 dygns ålder. Efter frostprovning togs proverna ut vinkelrät mot den frostprovade betongytan. Provmärkning och betongsammansättning ges i tabell 1.

Tabell 1. Provförteckning och betongsammansättningar.

Provkropp	Cement	v/b	Tillsatt FA i vikt -%	Totalt innehåll FA eller slagg i vikt-%
N21F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,405	0	17 FA
N22F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,373	+ 18	35 FA
N23F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,348	+ 33	50 FA
N26F51	Cemex CEMIII/A	0,405	0	48 slagg
N27F51	Cemex CEMIII/B	0,405	0	75 slagg



Figur 1. Visar hur tunnslipet före frostprovning är uttaget.

Metod

Analyserna utfördes i ljusmikroskop med hjälp av tunnslipsteknik. Tunnslipen tillverkade före frostprovning mätte cirka $55 \times 75 \text{ mm}^2$. Tunnslipen tillverkade efter frostprovning mätte cirka $52 \times 33 \text{ mm}^2$.

Bedömning av vct gjordes i fluorescensmikroskopi med metoden NT BUILD 361. Denna metod är inte anpassad till pozzolana bindemedel som ger hållfasthetstillväxt under lång tid och därmed även ökar pastans täthet under lång tid. Resultaten skall därför främst ses som en intern jämförelse mellan de olika proven.

Luftporstrukturen bestämdes med punkträkning på tunnslip enligt metoden NT BUILD 381. Antalet räknade punkter var 500.

Kvantifiering av mikrosprickor gjordes med linjetraversanalys och redovisas som antal korsande sprickor per mm traverslinje.

Resultat

För samtliga prover före frostprovningen gäller att maximal sprickvidd ligger i intervallet 0,01 till 0,02 mm. Maximal sprickvidd efter frostprovning ligger på 0,01 mm utom för N23F51 och N27F51 som har max sprickvidd på 0,02 mm. Sprickvidderna är inte ändrade jämfört med de som uppmättes före frostprovning. Frekvensen av samtliga typer av sprickor är högre efter frostprovning. I prov 21 sker dock ingen signifikant ökning av sprickfrekvensen efter frostprovning. Den kraftigaste ökningen är i prov N27F51 som även har högst avståndsfaktor av de prover som ingick i denna delstudie.

I enstaka prover finns det förändringar utöver ökad sprickfrekvens. Så finns det enstaka porer nära den frostutsatta ytan vilka delvis är fyllda med kalcit och ettringit i prov N23F51. Detta tolkas som en omkristallisering och inte som kemisk nedbrytning. I provet N26F51 finns ett mycket tunt poröst skikt, tunnare än karbonatiseringen (figur 11). Detta är troligen orsakat av lokal urlakning av cementpastan. I prov N23F51 är den karbonatiserade pastan porösare. Detta är vanlig hos betong baserat på slaggcement.

Prov N21F51 före frostprovning

Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 2. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 3. Samt resultat från luftporstrukturmätning ges i tabell 4. Bild på hela tunnslipet visas i figur 2. Luftporstrukturen visas i figur 3 samt porösa ballastkontakter i figur 4. Typ av bindemedel visas i figur 5.

Tabell 2. Resultat från den kvalitativa analysen.

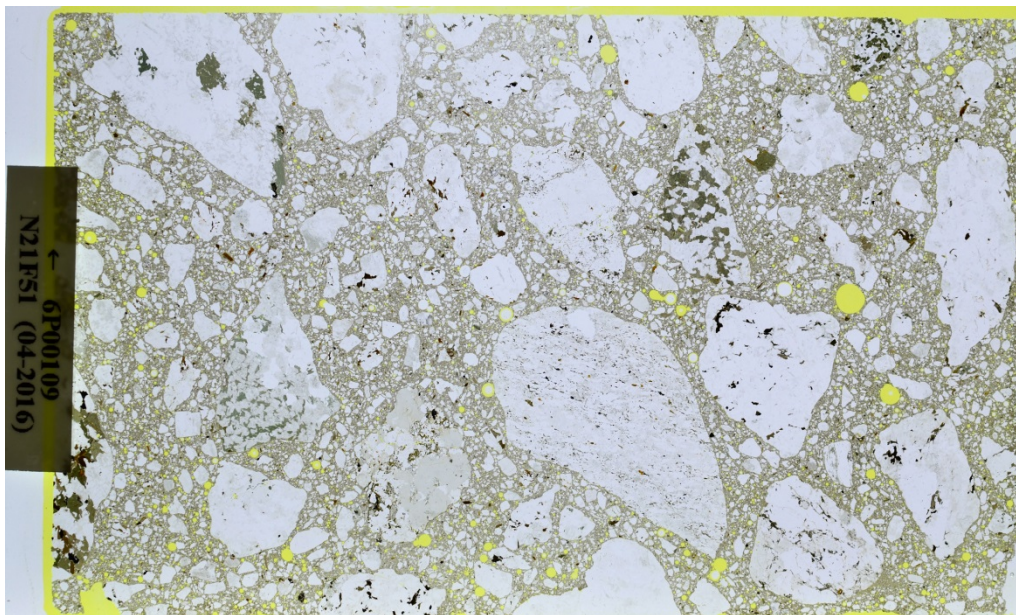
Prov	N21F51
Sten	
Sort	Granitisk
Vidhäftning	God, vissa kontakter är porösa
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig flisig
Tillsatsmaterial	FA (se figur 5)
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade jämt fördelade
Agglomerat antal/cm ²	0,05
Karbonatisering sågyta	0,8-2 mm
Vct medel av 10 fält/stdav	0,37/0,01

Tabell 3. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

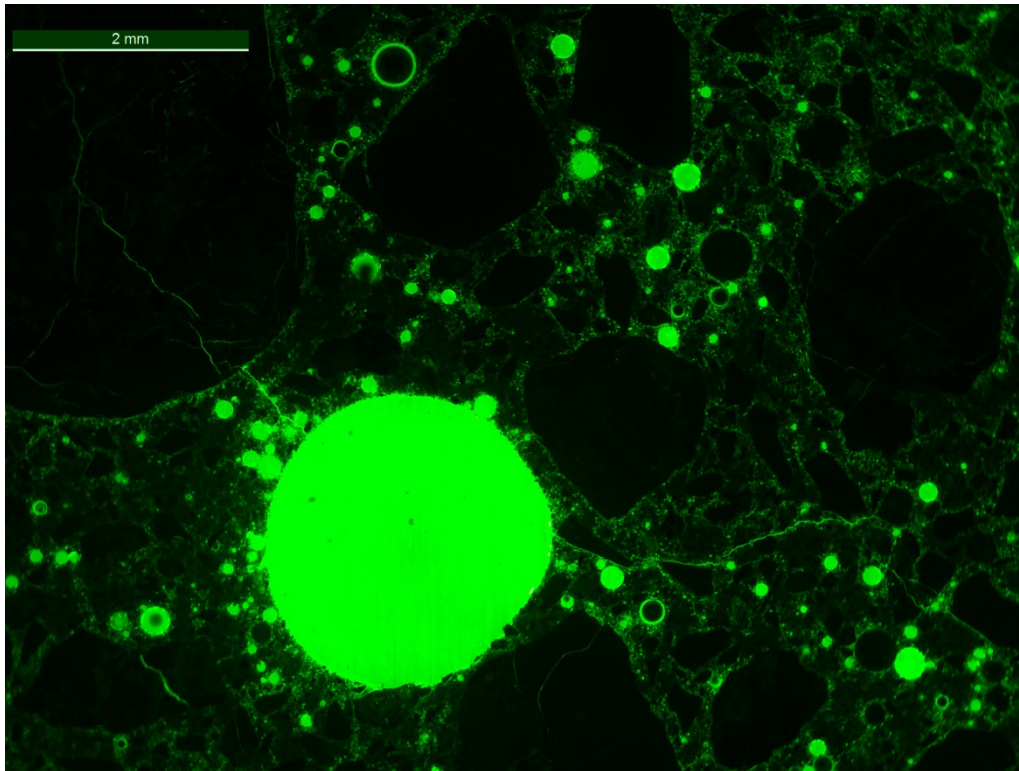
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,1
	Vinkelräta sprickor	0,1
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0
	Vidhäftningssprickor	0,3

Tabell 4. Resultat från luftporanalysen av prov N21F51.

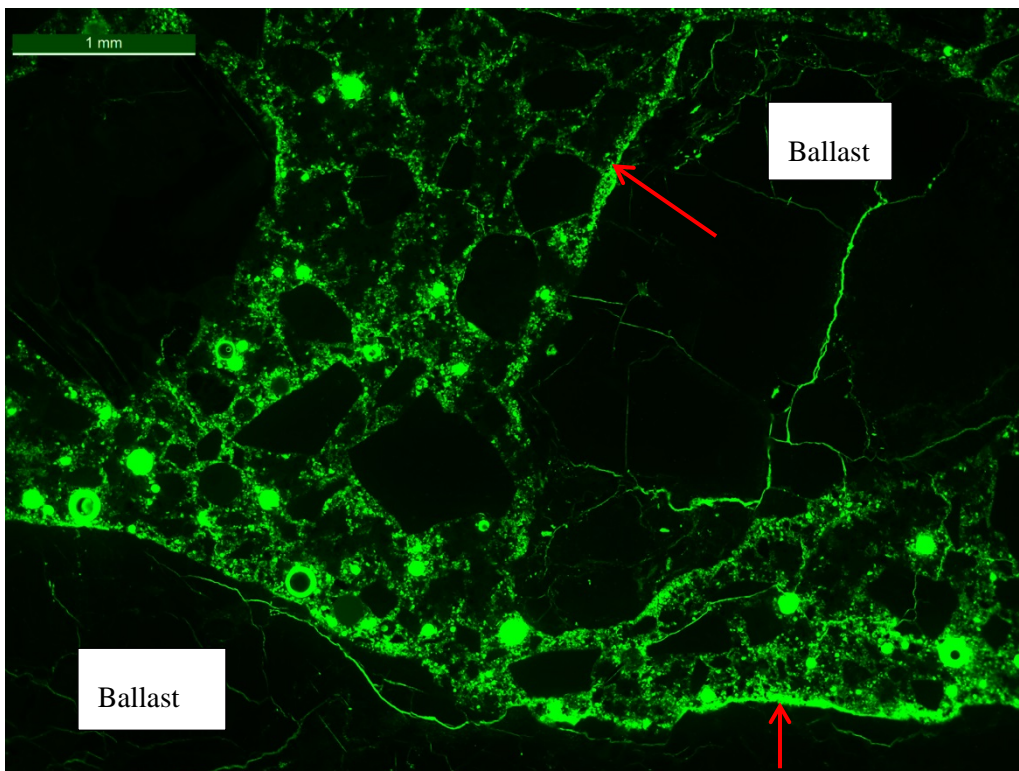
Lufthalt	2,6 %
Specifik yta	30,6 mm ⁻¹
Pastahalt	28,4 %
Avståndsfaktor	0,22 mm



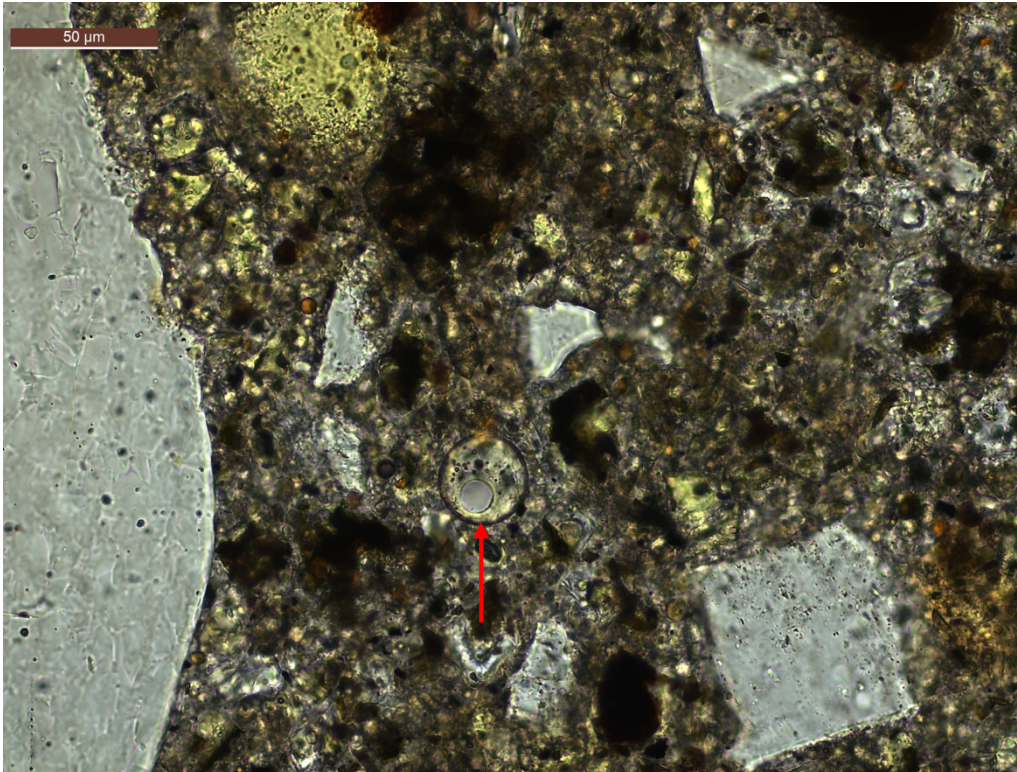
Figur 2. Hela tunnslipet prov N21F51 före frostprovning.



Figur 3. Visar luftporstruktur i prov N21F51. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 4. Visar porösa kontakter till större ballastpartiklar. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 5. Visar flygaskepartikel (röd pil) i prov N21F51. Bild tagen i vanligt ljus.

Prov N21F51 efter frostprovning

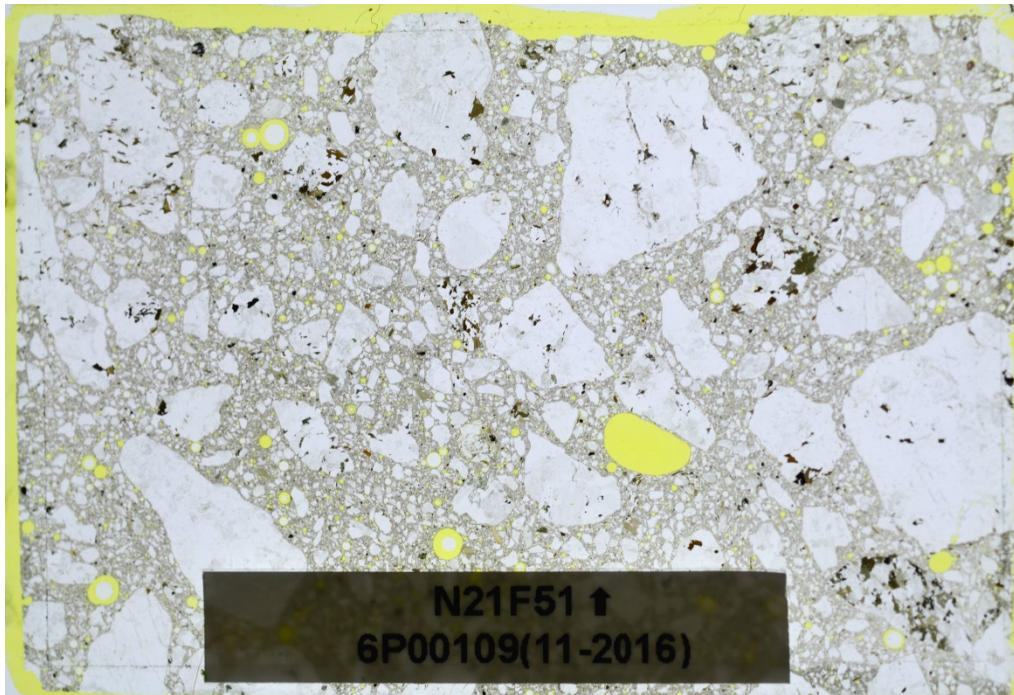
Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 5. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 6. Bild på hela tunnslipet visas i figur 6. Strukturen i betongytan visas i figur 7 samt 20 mm in från betongytan i figur 8.

Tabell 5. Resultat från den kvalitativa analysen.

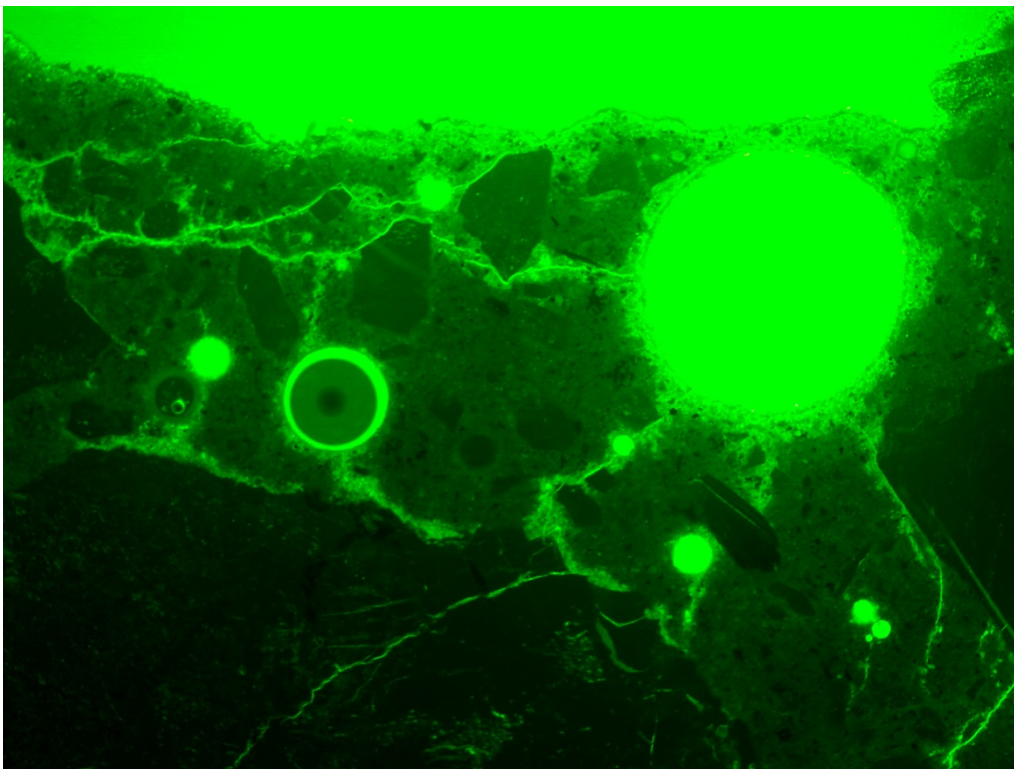
Prov	N21F51
Sten	
Sort	Granitisk
Vidhäftning	God, vissa kontakter är porösa
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig flisig
Tillsatsmaterial	FA
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade jämt fördelade
Karbonatisering frostprovad yta	0,2-2 mm

Tabell 6. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

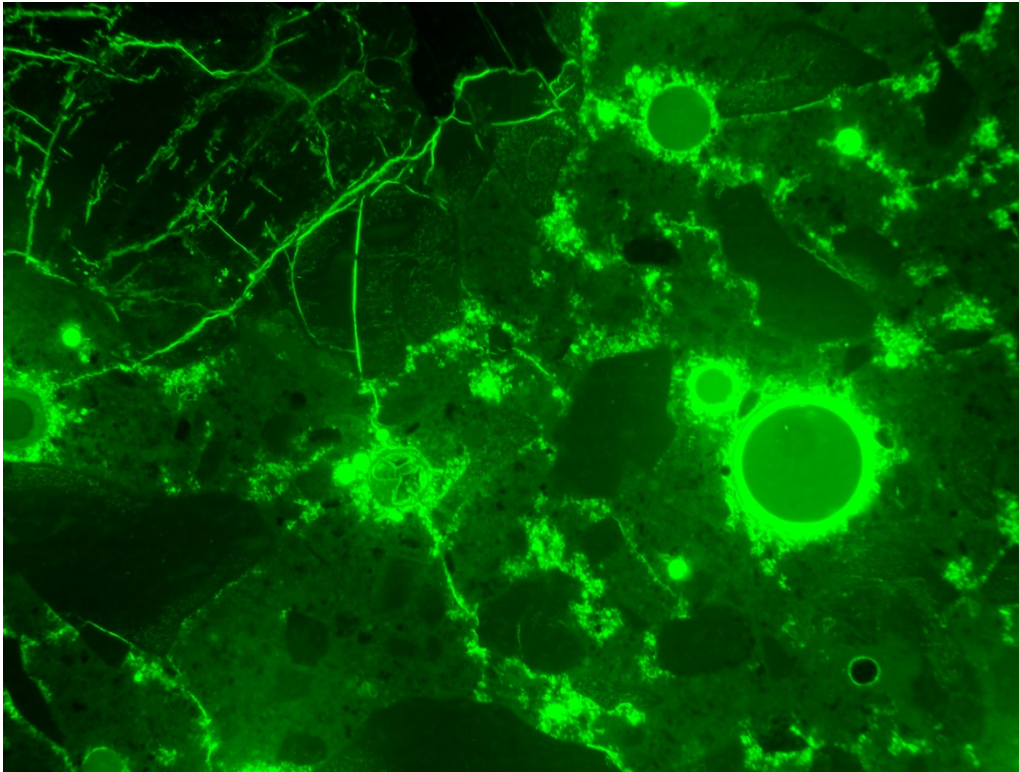
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,2
	Vinkelräta sprickor	0,2
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0
	Vidhäftningssprickor	0,2



Figur 6. Hela tunnslipet prov N21F51 efter frostprovning.



Figur 7. Visar ytparallalla frostspjälkningsprickor i betongytan. Bild tagen i fluorescensljus. Bildytan motsvarar 2,7x2,0 mm².



Figur 8. Visar luftporstruktur och sprickor 20 mm in från betongytan i prov N21F51. Bild tagen i fluorescensljus. Bildytan motsvarar 2,7x2,0 mm².

Prov N22F51 före frostprovning

Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 7. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 8. Samt resultat från luftporstrukturmätning ges i tabell 9. Bild på hela tunnslipet visas i figur 9. Luftporstrukturen visas i figur 10 samt typ av bindemedel i figur 11.

Tabell 7. Resultat från den kvalitativa analysen.

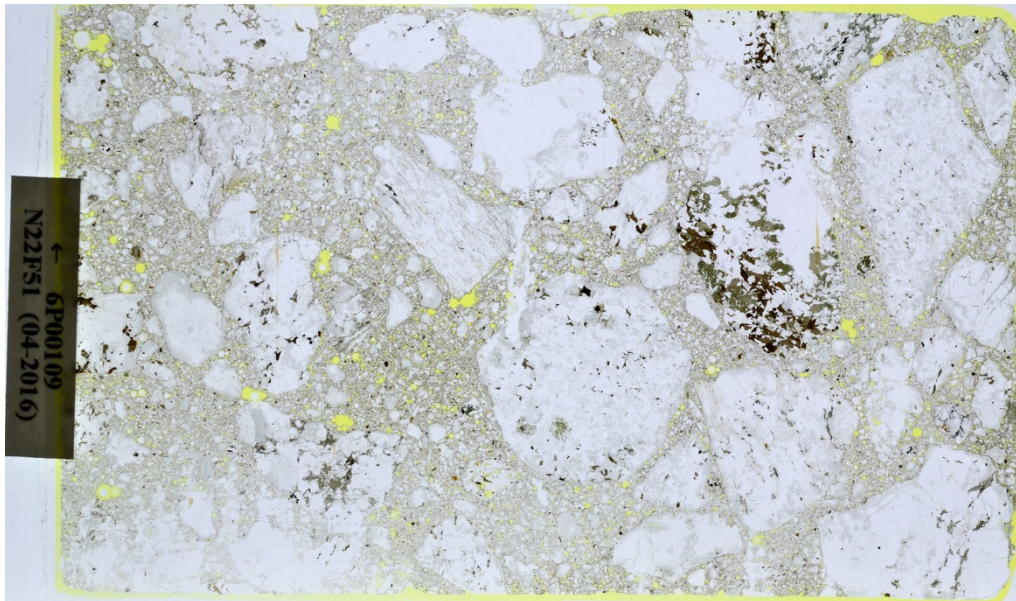
Prov	N22F51
Sten	
Sort	Granitisk
Vidhäftning	Mycket god
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig kubisk-flisig
Tillsatsmaterial	FA bild
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade jämt fördelade
Agglomerat antal/cm ²	0,1
Karbonatisering sågryta	2-5,5 mm
Vct medel av 10 fält/stdav	0,35/0,02

Tabell 8. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

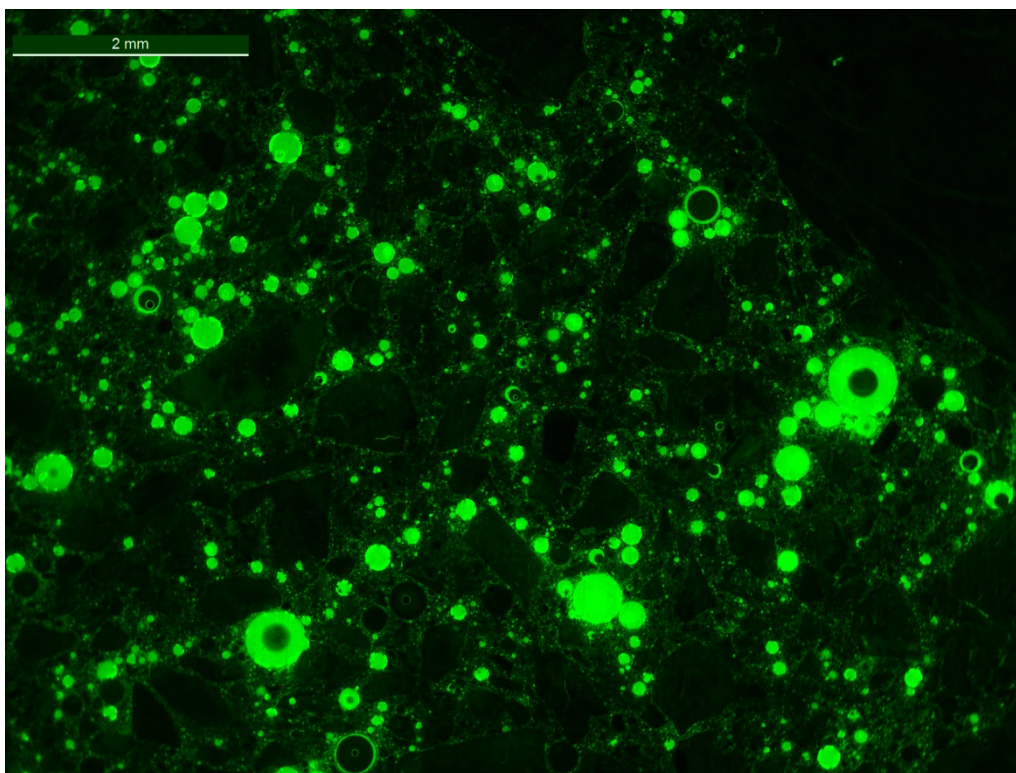
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,1
	Vinkelräta sprickor	0
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0
	Vidhäftningssprickor	0,1

Tabell 9. Resultat från luftporanalysen av prov N22F51.

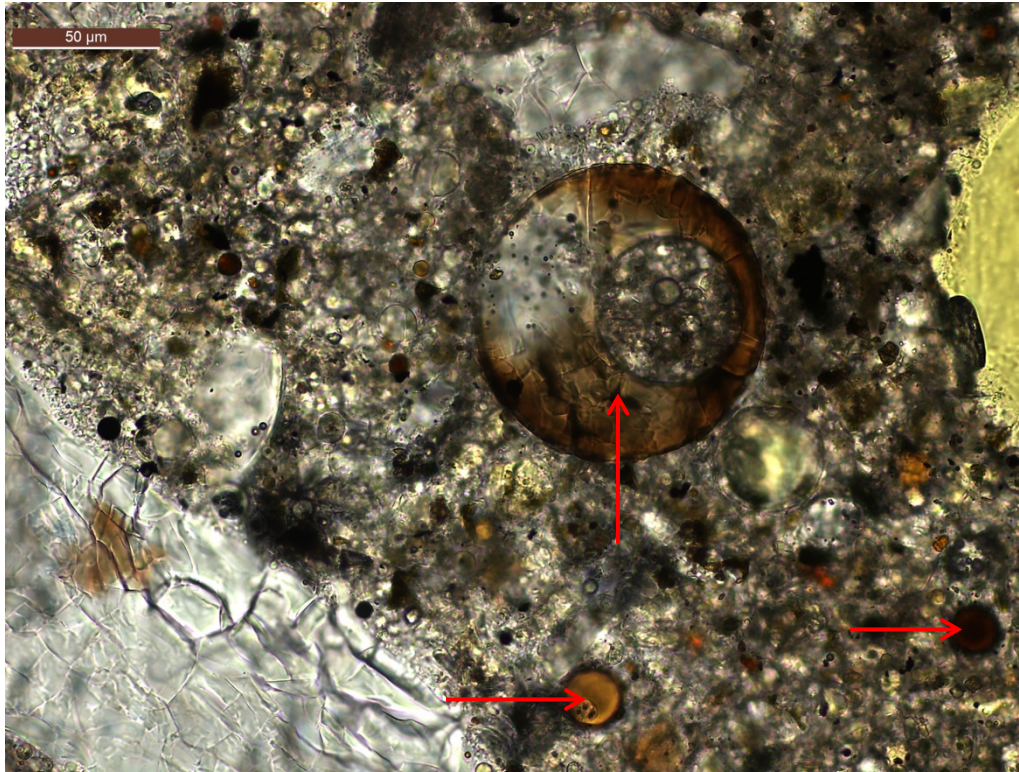
Lufthalt	4,6 %
Specifik yta	26,0 mm ⁻¹
Pastahalt	24,0 %
Avståndsfaktor	0,18 mm



Figur 9. Hela tunnslipet prov N22F51 före frostprovning.



Figur 10. Visar luftporstruktur i prov N22F51. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 11. Visar flygaskpartiklar (röda pilar) i prov N22F51. Bild tagen i vanligt ljus.

Prov N22F51 efter frostprovning

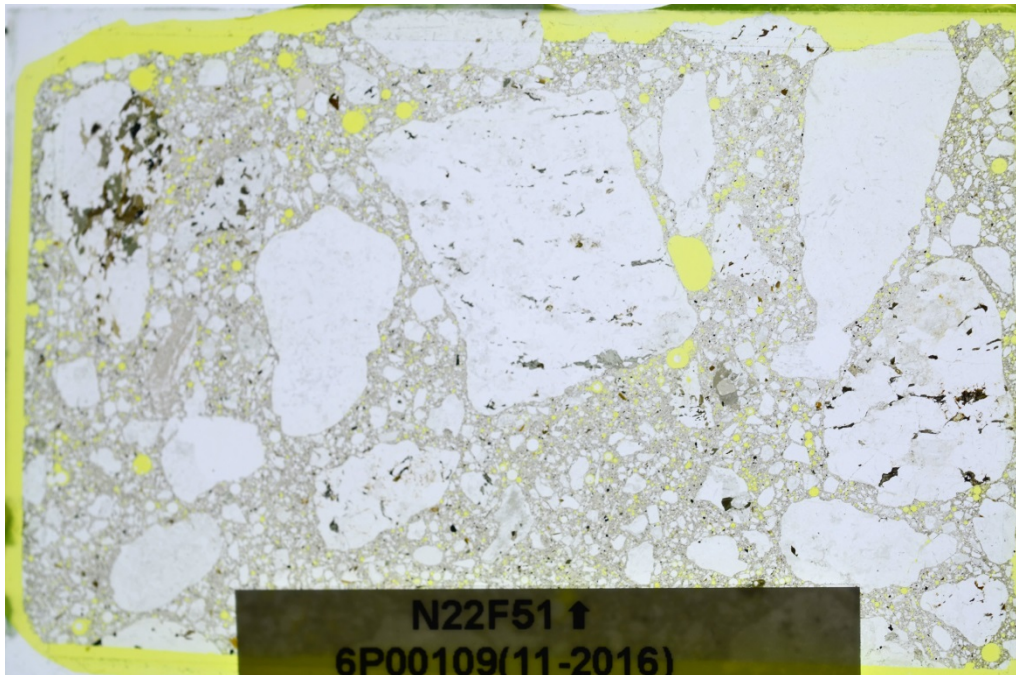
Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 10. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 11. Bild på hela tunnslipet visas i figur 12. Strukturen i betongytan visas i figur 13 samt 20 mm in från betongytan i figur 14.

Tabell 10. Resultat från den kvalitativa analysen.

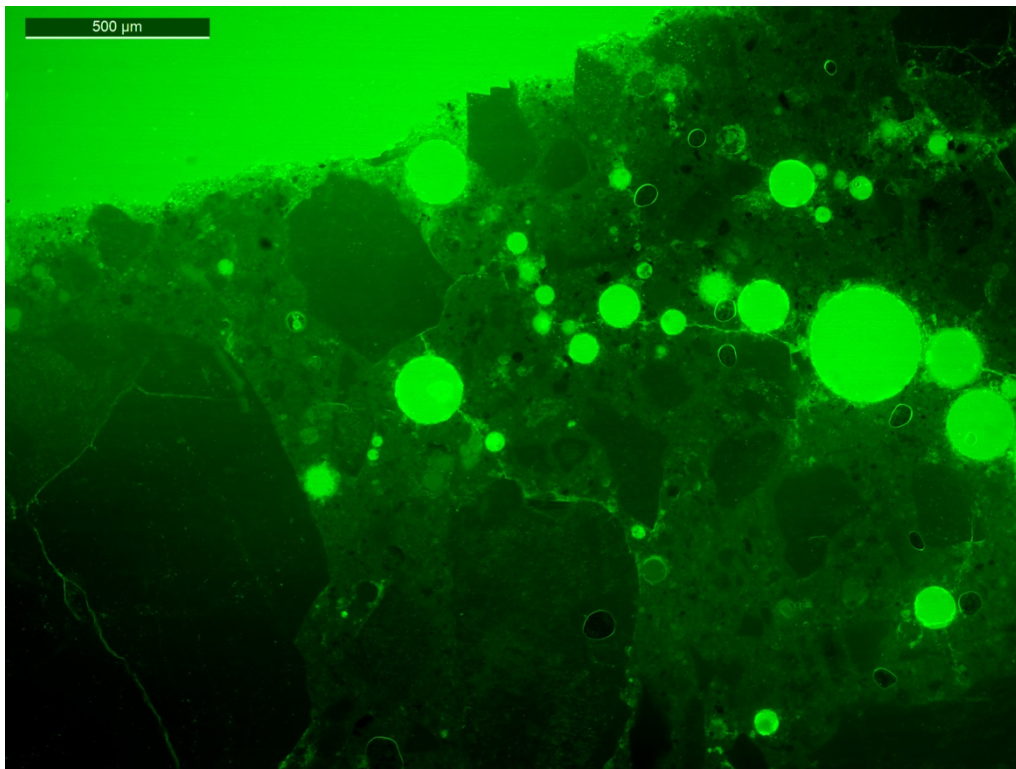
Prov	N22F51
Sten	
Sort	Granitisk
Vidhäftning	God något hög frekvens vidhäftningssprickor.
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig kubisk-flisig
Tillsatsmaterial	FA
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade jämt fördelade
Karbonatisering frostprovad yta	0,3-2 mm

Tabell 11. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

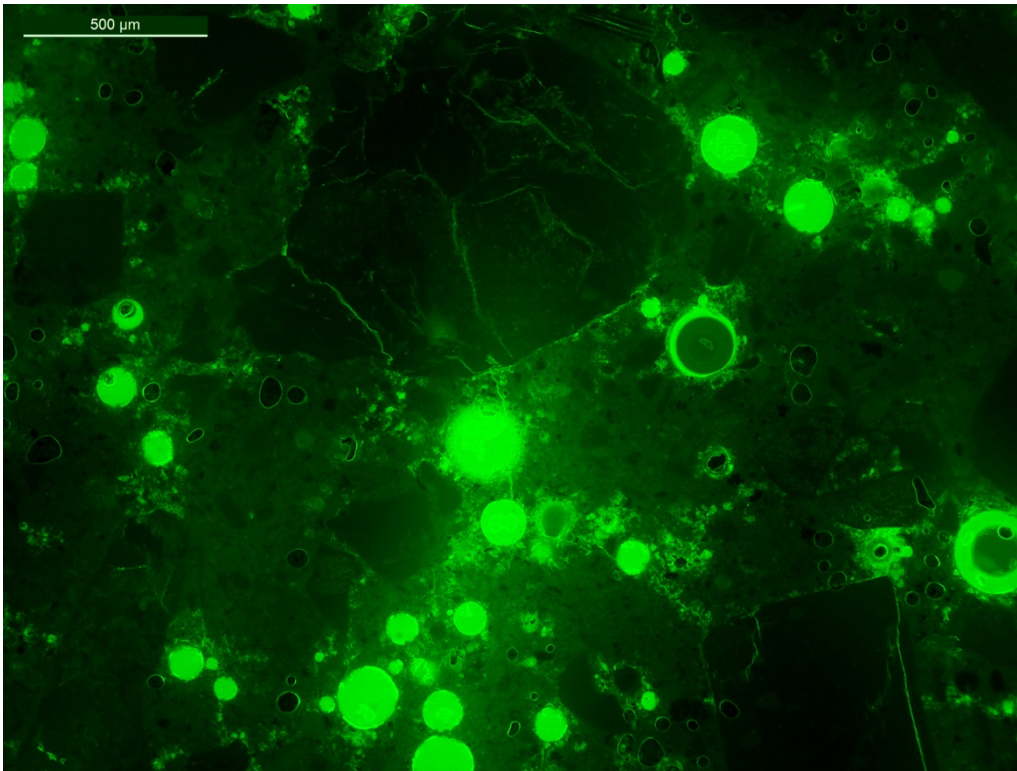
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,1
	Vinkelräta sprickor	0,1
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0
	Vidhäftningssprickor	0,4



Figur 12. Hela tunnslipet prov N22F51 efter frostprovning.



Figur 13. Visar sprickor och luftporstruktur i betongytan. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 14. Visar luftporstruktur och sprickor 20 mm in från betongytan i prov N22F51. Bild tagen i fluorescensljus.

Prov N23F51 före frostprovning

Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 12. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 13. Samt resultat från luftporstrukturmätning ges i tabell 14. Bild på hela tunnslipet visas i figur 15. Luftporstrukturen visas i figur 16 samt typ av bindemedel i figur 17.

Tabell 12. Resultat från den kvalitativa analysen.

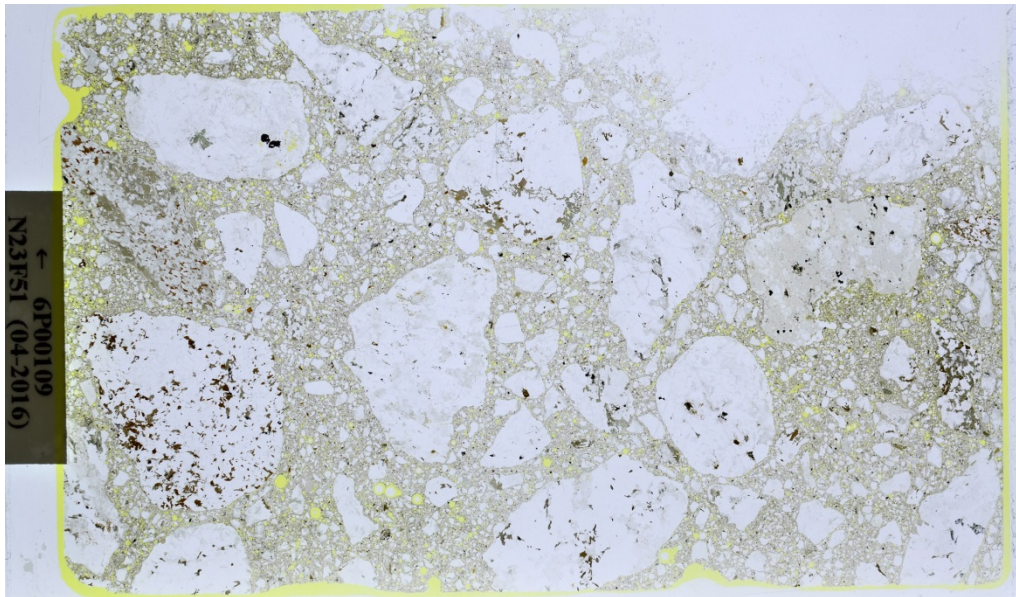
Prov	N23F51
Sten	
Sort	Granitisk
Vidhäftning	Mycket god
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig kubisk-flisig
Tillsatsmaterial	FA bild
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade jämt fördelade
Agglomerat antal/cm ²	0,15
Karbonatisering sågäta	8 mm
Vct medel av 10 fält/stdav	0,39/0,05

Tabell 13. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

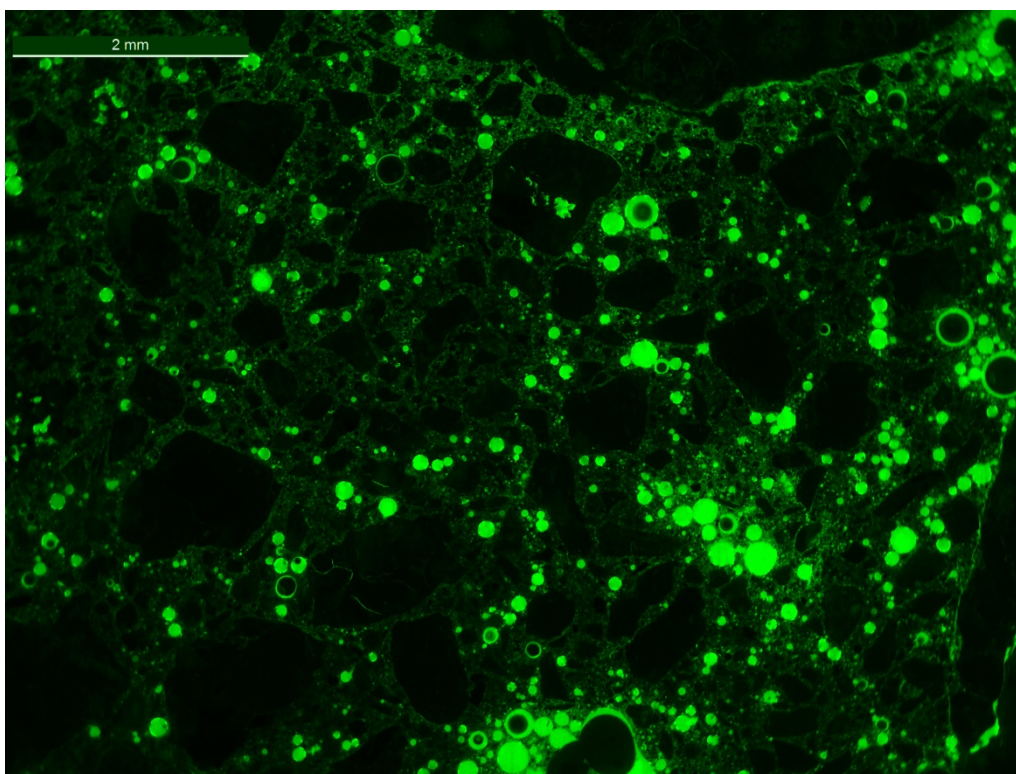
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm		0
	Vinkelräta sprickor	0
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0
	Vidhäftningssprickor	0,1

Tabell 14. Resultat från luftporanalysen av prov N23F51.

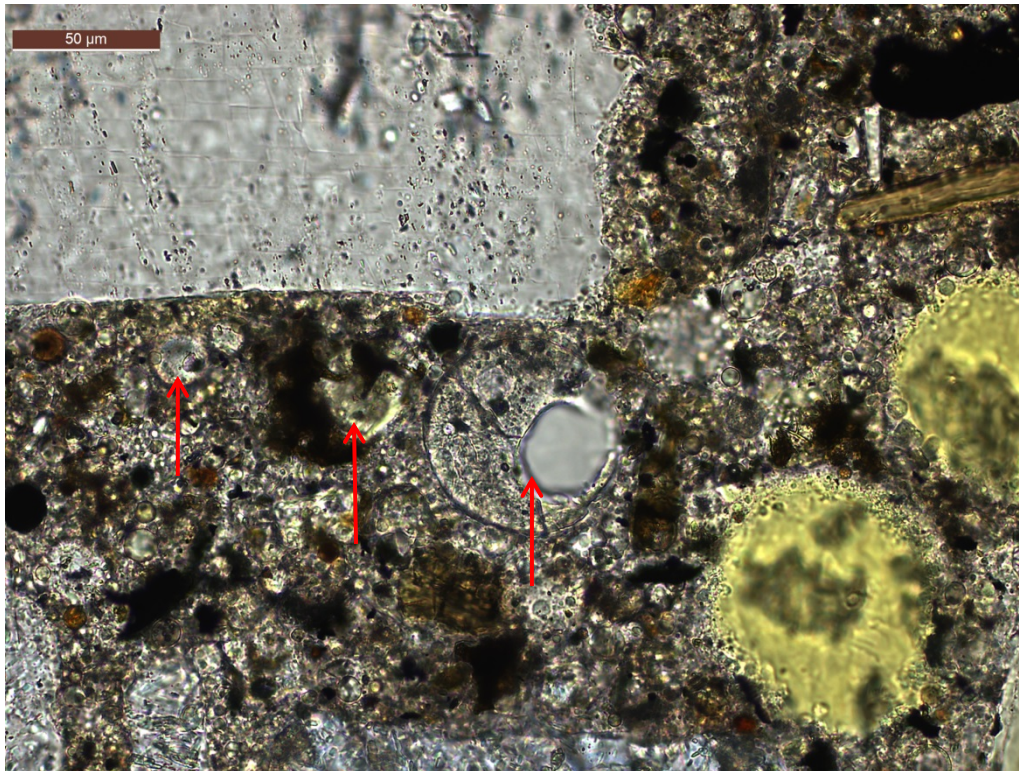
Lufthalt	4,0 %
Specifik yta	35,6 mm ⁻¹
Pastahalt	21,8 %
Avståndsfaktor	0,14 mm



Figur 15. Hela tunnslipet prov N23F51 före frostprovning.



Figur 16. Visar luftporstruktur i prov N23F51. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 17. Visar flygaskpartiklar (röda pilar) i prov N23F51. Bild tagen i vanligt ljus.

Prov N23F51 efter frostprovning

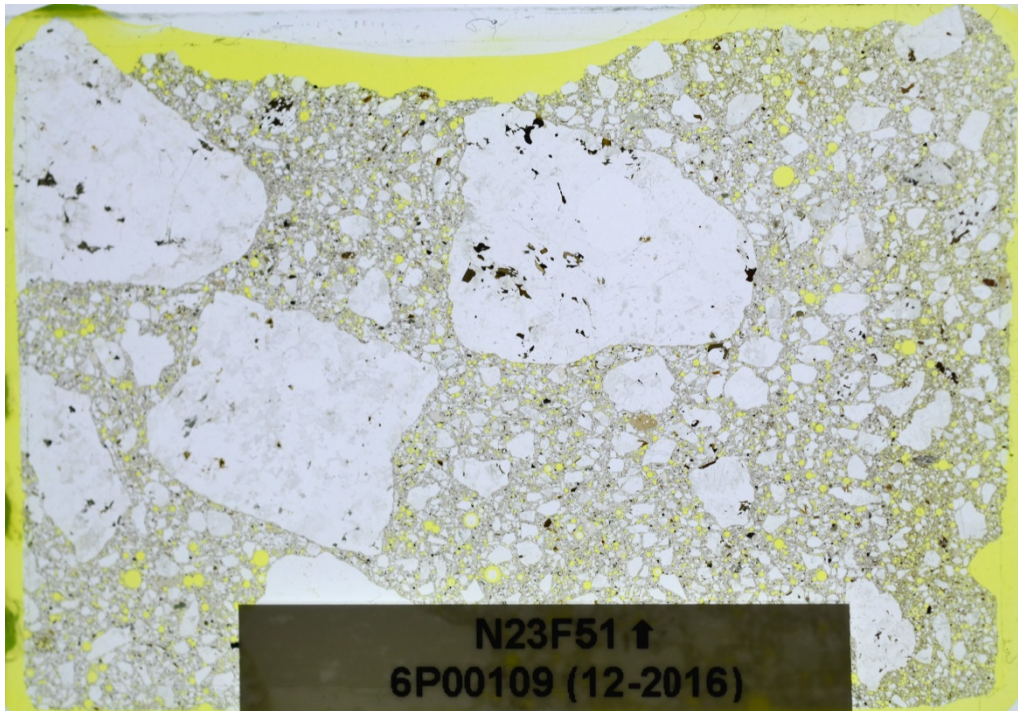
Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 15. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 16. Bild på hela tunnslipet visas i figur 18. Strukturen i betongytan visas i figur 19 samt 20 mm in från betongytan i figur 20.

Tabell 15. Resultat från den kvalitativa analysen.

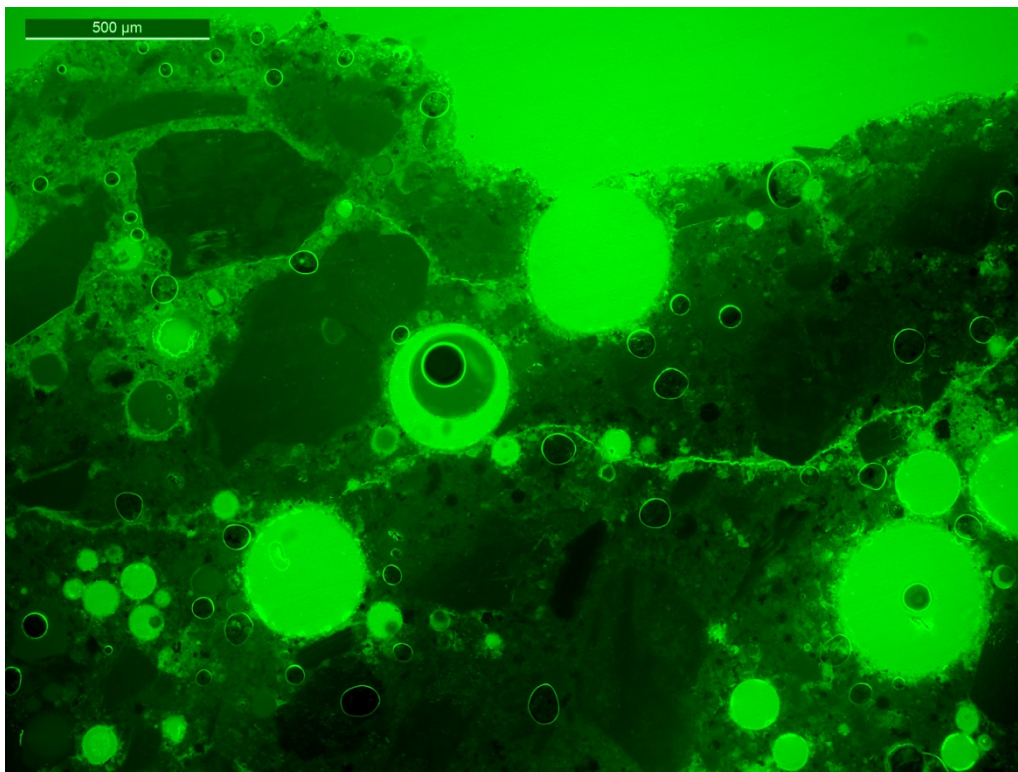
Prov	N23F51
Sten	
Sort	Granitisk
Vidhäftning	Mycket god
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig kubisk-flisig
Tillsatsmaterial	FA
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade jämt fördelade
Karbonatisering frostprovad yta	6-7 mm

Tabell 16. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

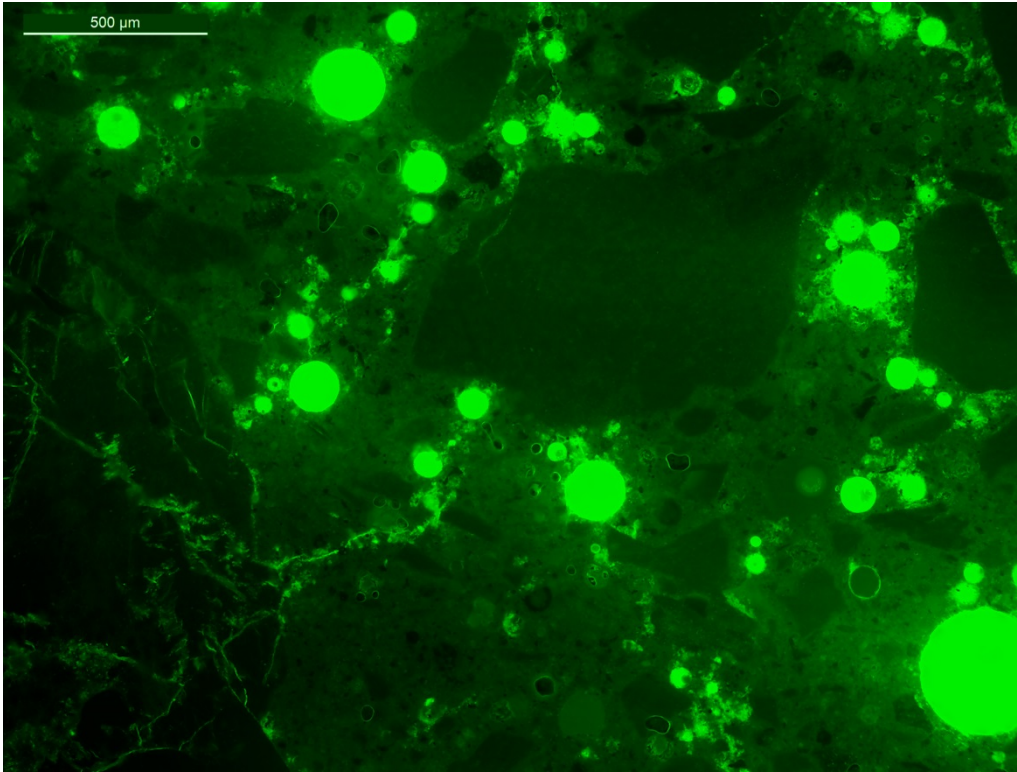
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,2
	Vinkelräta sprickor	0,1
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0,04
	Vidhäftningssprickor	0,3



Figur 18. Hela tunnslipet prov N23F51 efter frostprovning.



Figur 19. Visar luftporstruktur och sprickor i betongyta prov N23F51. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 20. Visar luftporstruktur och sprickor 20 mm in från betongytan i prov N23F51. Bild tagen i fluorescensljus.

Prov N26F51 före frostprovning

Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 17. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 18. Samt resultat från luftporstrukturmätning ges i tabell 19. Bild på hela tunnslipet visas i figur 21. Luftporstrukturen visas i figur 22 samt typ av bindemedel i figur 23.

Tabell 17. Resultat från den kvalitativa analysen.

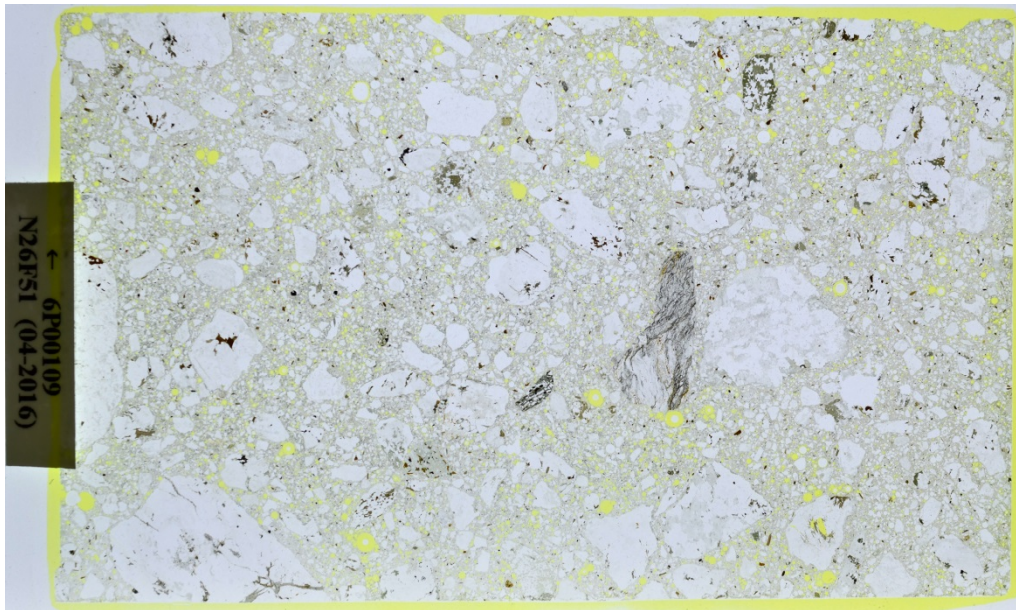
Prov	N26F51
Sten	
Sort	Granitisk, amfibolit, metamorf skiffer
Vidhäftning	Mycket god
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig kubisk
Tillsatsmaterial	Slagg
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade jämt fördelade
Agglomerat antal/cm ²	0,02
Karbonatisering sågyta	0,1-2,2 mm
Vct medel av 10 fält/stdav	0,35/0,01

Tabell 18. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

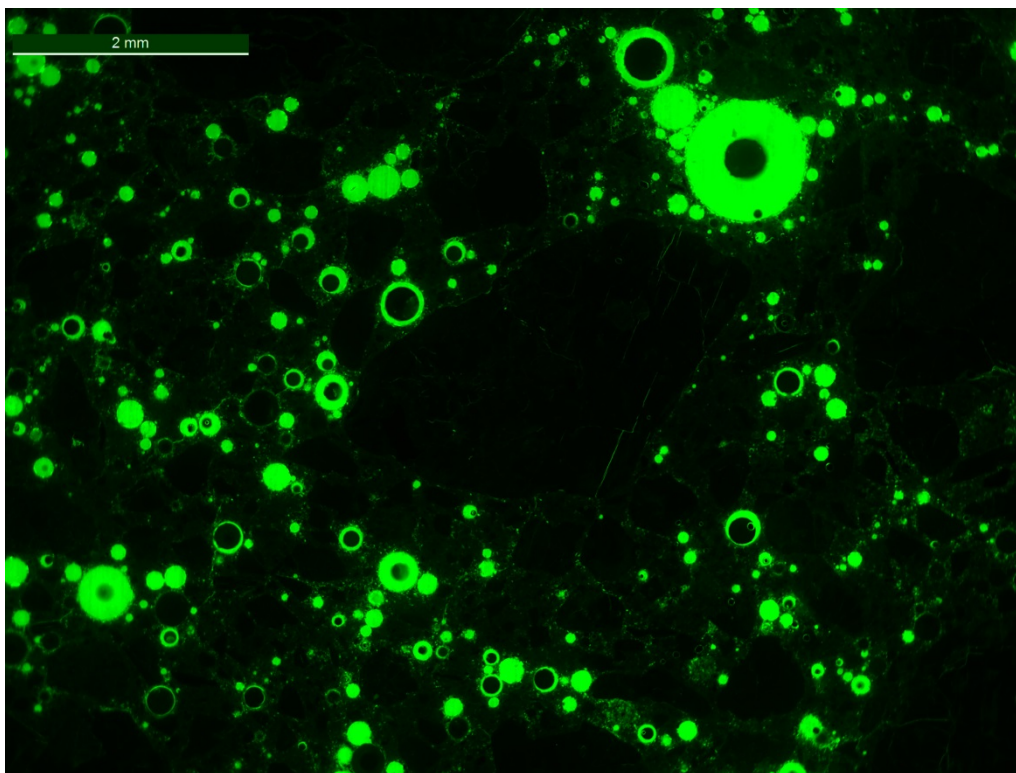
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,1
	Vinkelräta sprickor	0,1
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0
	Vidhäftningssprickor	0,2

Tabell 19. Resultat från luftporanalysen av prov N26F51.

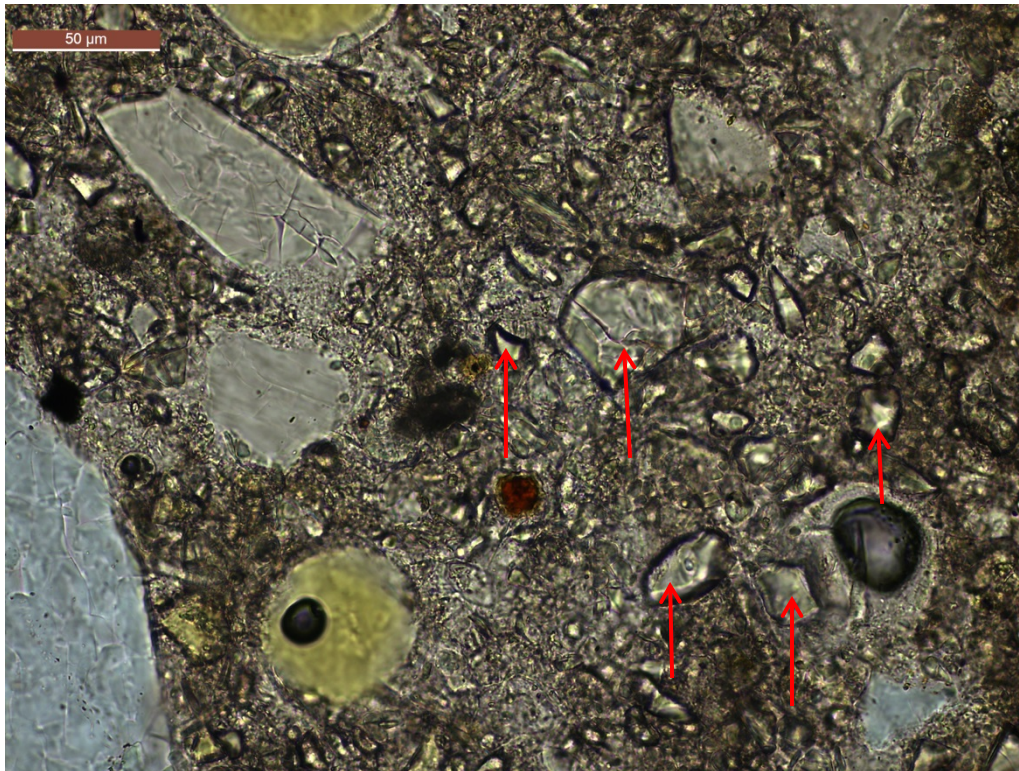
Lufthalt	6,8 %
Specifik yta	29,2 mm ⁻¹
Pastahalt	34,2 %
Avståndsfaktor	0,16 mm



Figur 21. Hela tunnslipet prov N26F51 före frostprovning.



Figur 22. Visar luftporstrukturen i prov N26F51. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 23. Visar glaspartiklar från slagg (röda pilar) i prov N26F51. Bild tagen i vanligt ljus.

Prov N26F51 efter frostprovning

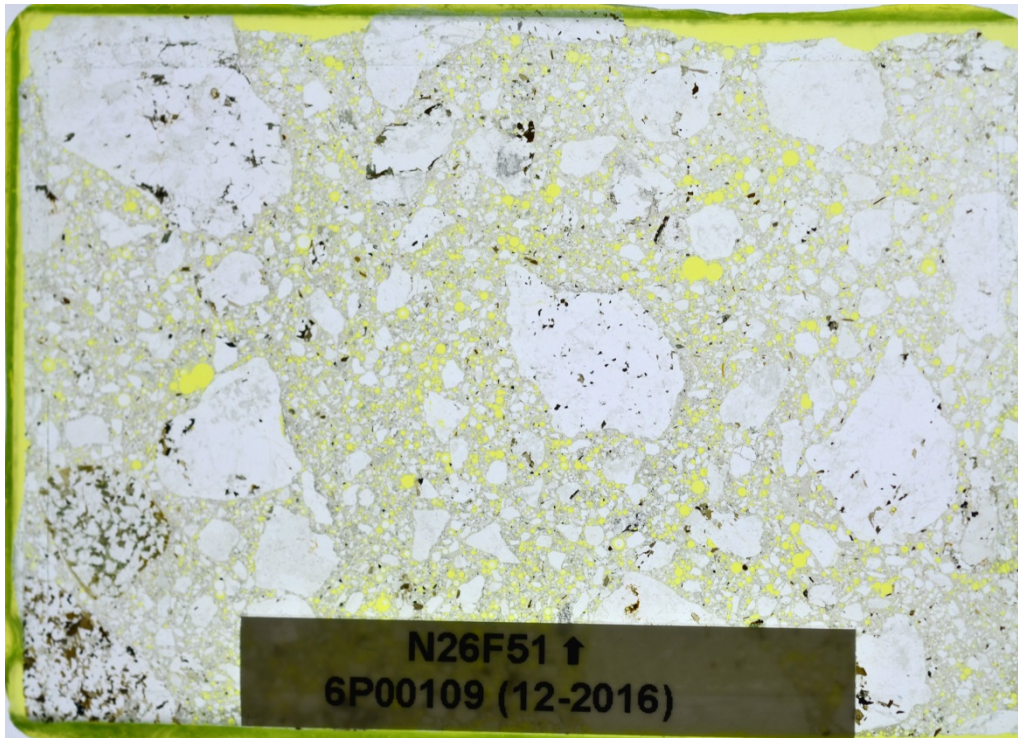
Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 20. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 21. Bild på hela tunnslipet visas i figur 24. Strukturen i betongytan visas i figur 25 samt 20 mm in från betongytan i figur 26.

Tabell 20. Resultat från den kvalitativa analysen.

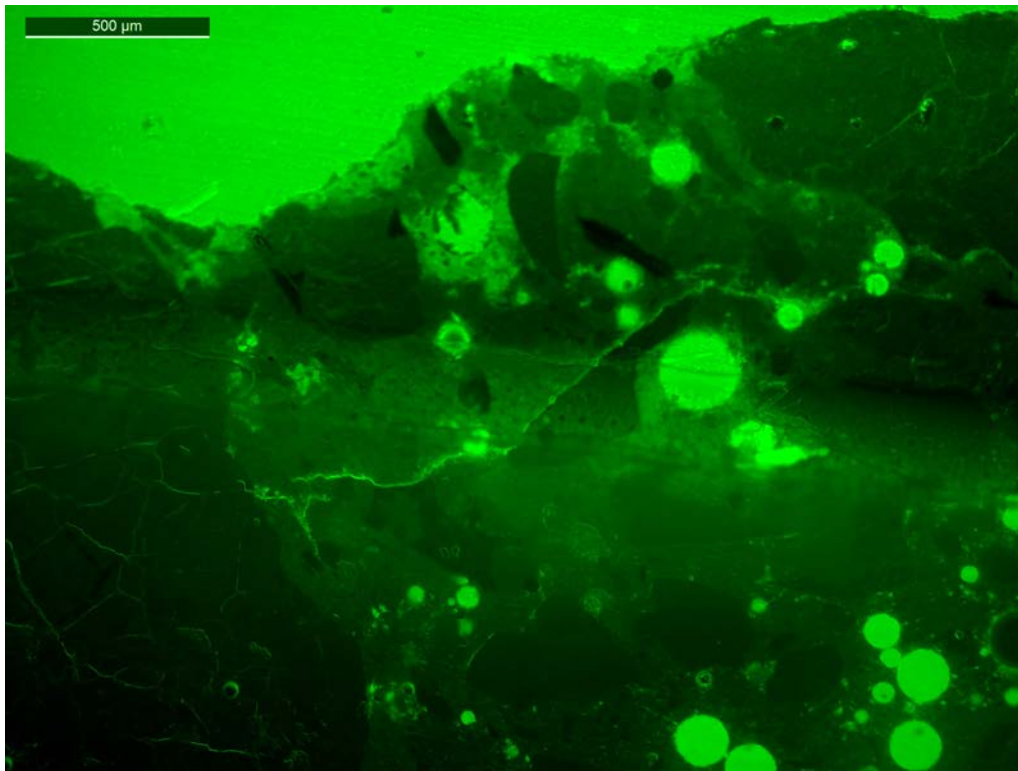
Prov	N26F51
Sten	
Sort	Granitisk, amfibolit, metamorf skiffer
Vidhäftning	Mycket god
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig kubisk
Tillsatsmaterial	Slagg
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade jämt fördelade
Karbonatisering frostprovad yta	0,3-2 mm

Tabell 21. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

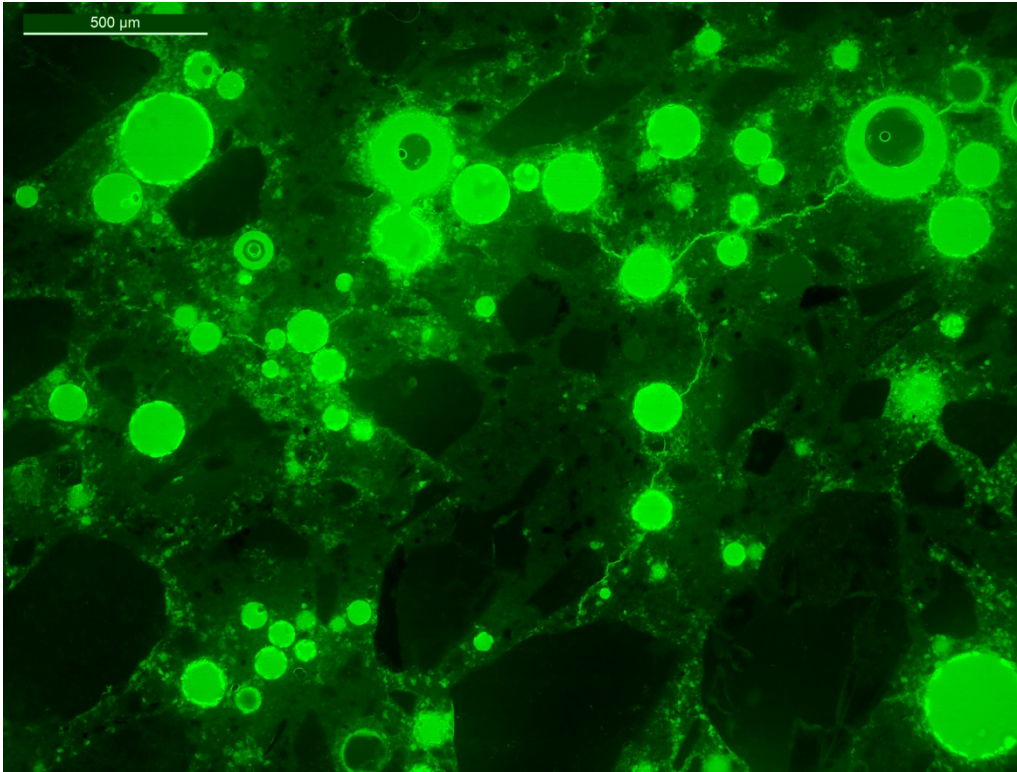
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,2
	Vinkelräta sprickor	0,2
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0
	Vidhäftningssprickor	0,3



Figur 24. Hela tunnslipet prov N26F51 efter frostprovning.



Figur 25. Visar luftporstruktur och sprickor i betongytan på prov N26F51. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 26. Visar luftporstruktur och sprickor 20 mm in från betongytan i prov N26F51. Bild tagen i fluorescensljus.

Prov N27F51 före frostprovning

Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 22. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 23. Samt resultat från luftporstrukturmätning ges i tabell 24. Bild på hela tunnslipet visas i figur 27. Luftporstrukturen visas i figur 28 och ett område med agglomererad luft i figur 29 samt typ av bindemedel i figur 30.

Tabell 22. Resultat från den kvalitativa analysen.

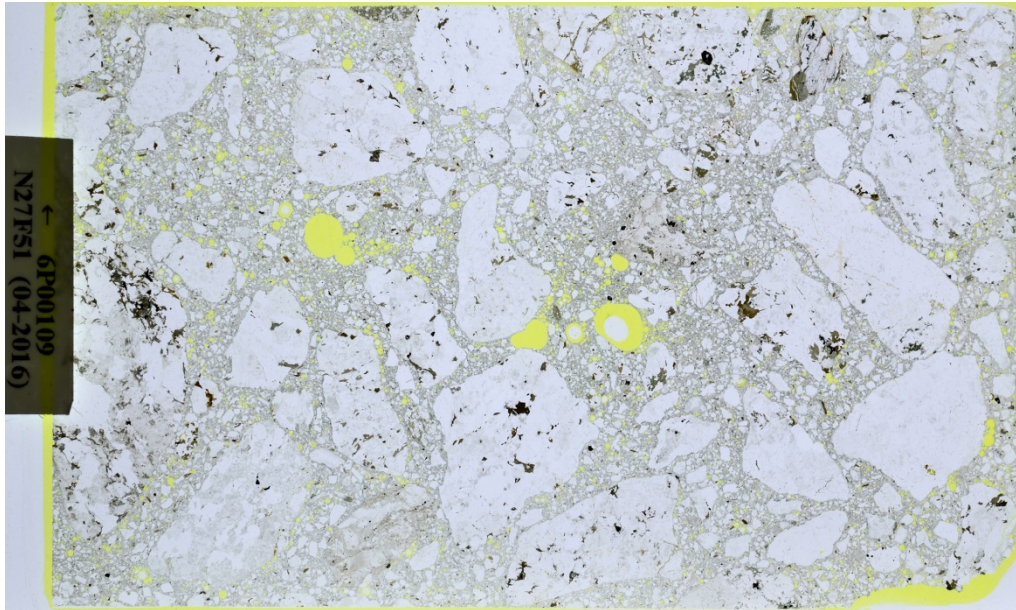
Prov	N27F51
Sten	
Sort	Granitisk, glimmergnejs
Vidhäftning	Mycket god
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig kubisk-flisig
Tillsatsmaterial	Slagg
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade något ojämnt fördelade
Agglomerat antal/cm ²	0,02
Karbonatisering sågyta	1,5-3,5 mm
Vct medel av 10 fält/stdav	0,33/0,01

Tabell 23. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

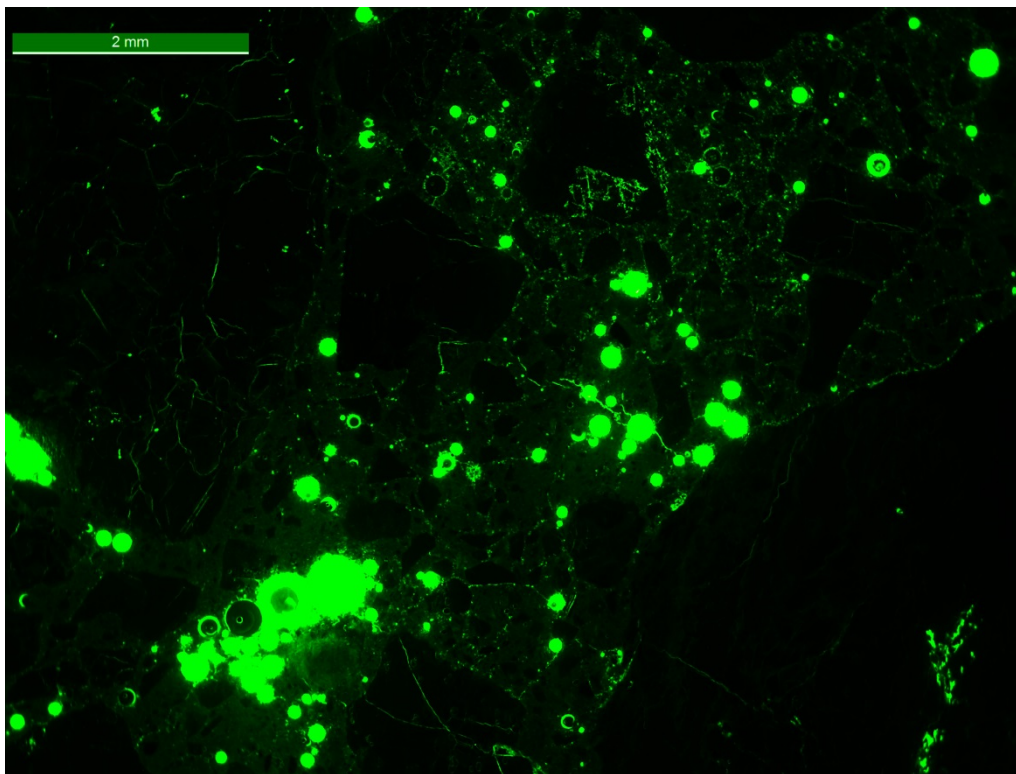
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,2
	Vinkelräta sprickor	0,2
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0
	Vinkelräta sprickor	0
	Vidhäftningssprickor	0,3

Tabell 24. Resultat från luftporanalysen av prov N27F51.

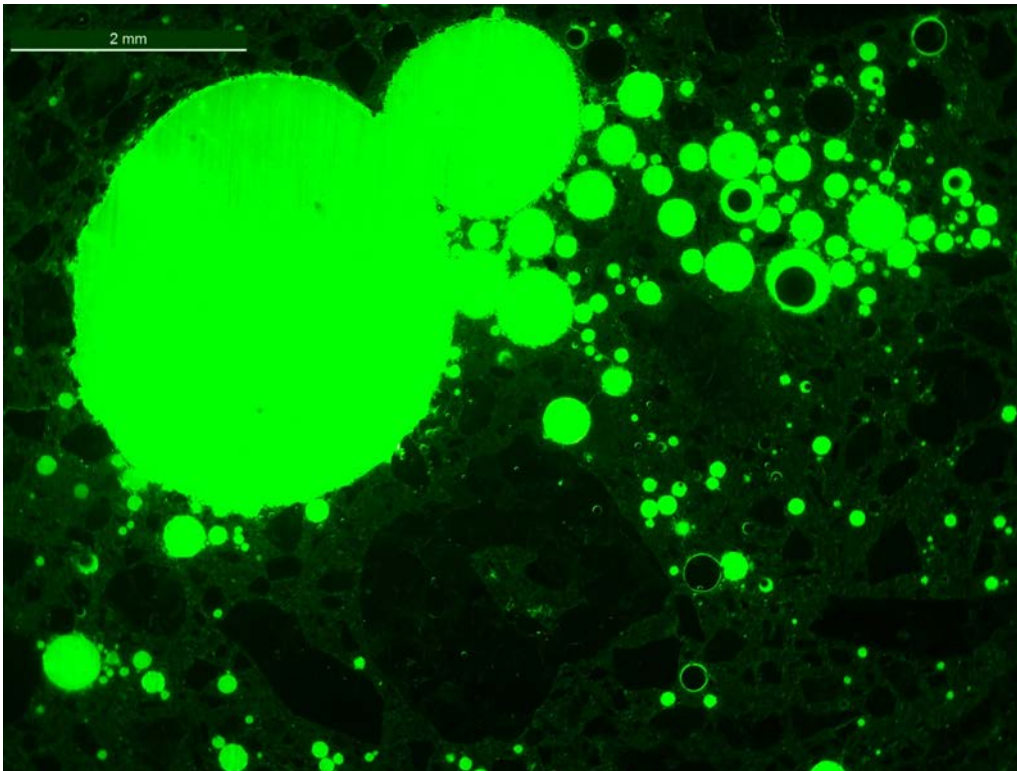
Lufthalt	4,4 %
Specifik yta	19,9 mm ⁻¹
Pastahalt	26,6 %
Avståndsfaktor	0,25 mm



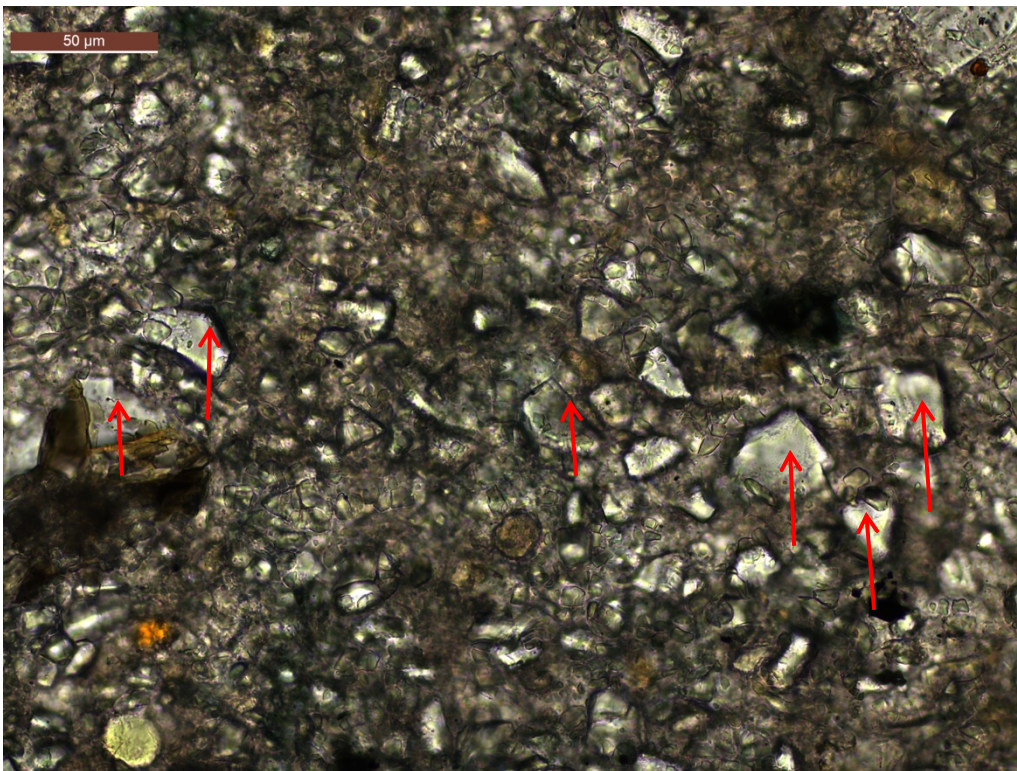
Figur 27. Hela tunnslipet prov N27F51 före frostprovning.



Figur 28. Visar luftporstrukturen i prov N27F51. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 29. Visar område med agglomererad luft.



Figur 30. Visar flygaskepartiklar (röda pilar) i prov N27F51. Bild tagen i vanligt ljus.

Prov N27F51 efter frostprovning

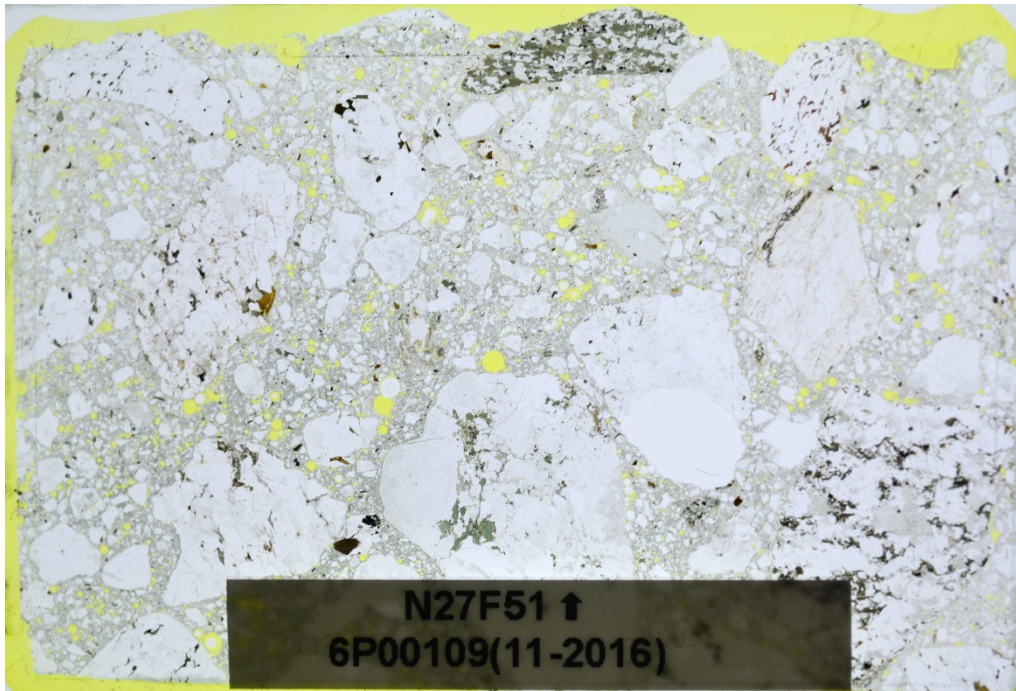
Resultatet från den kvalitativa analysen ges i tabell 25. Resultat från mätning av sprickfrekvens i tabell 26. Bild på hela tunnslipet visas i figur 31. Strukturen i betongytan visas i figur 32 samt 20 mm in från betongytan i figur 33.

Tabell 25. Resultat från den kvalitativa analysen.

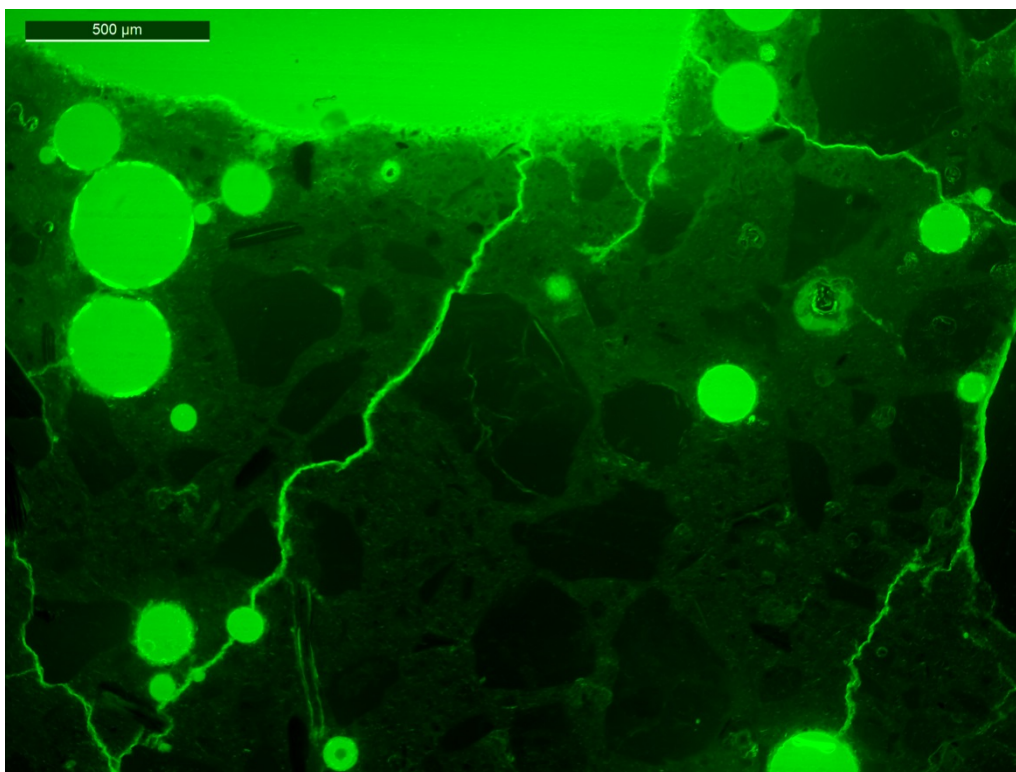
Prov	N27F51
Sten	
Sort	Granitisk
Vidhäftning	Hög andel vidhäftningssprickor
Sand	
Sort	Kvarts, fältspat
Kornform	Kantig kubisk-flisig
Tillsatsmaterial	Slagg
Por och sprickfyllnad	Inga
Luftporer	Väl rundade något ojämnt fördelade
Karbonatisering frostprovad yta	0-0,3 mm

Tabell 26. Resultat från kvantitativ sprickanalys.

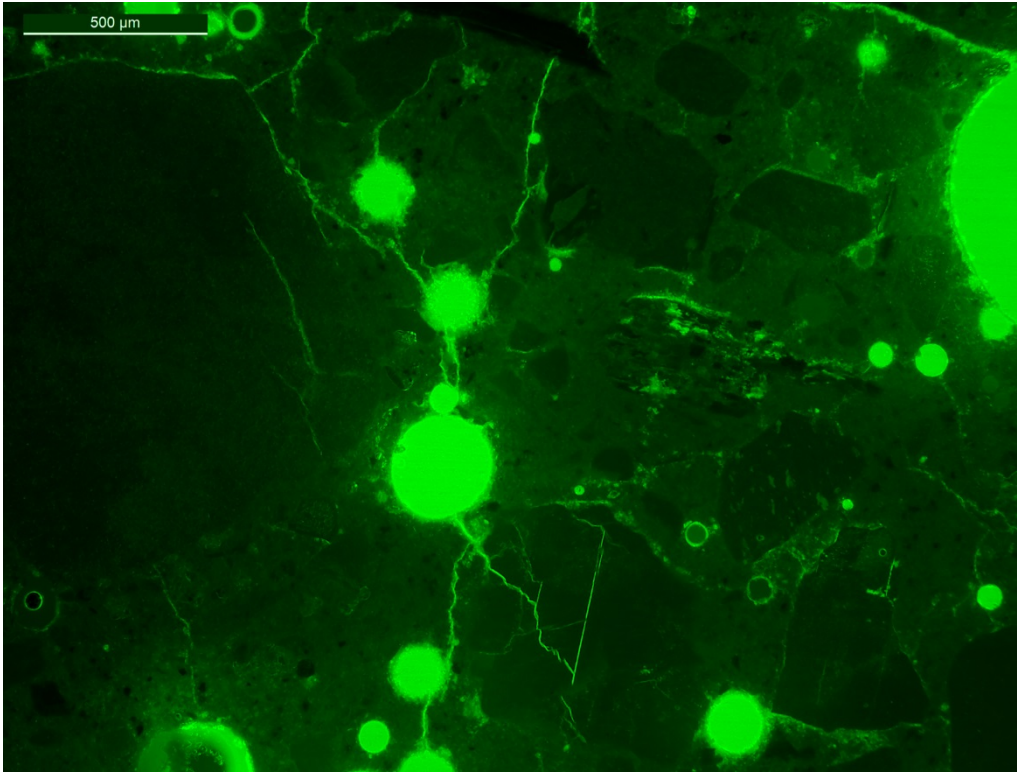
		Sprickor/mm
Mikro <0,01 mm	Parallella sprickor	0,4
	Vinkelräta sprickor	0,4
Fina och grova >0,01 mm	Parallella sprickor	0,05
	Vinkelräta sprickor	0,02
	Vidhäftningssprickor	0,5



Figur 31. Hela tunnslipet prov N27F51 efter frostprovning.



Figur 32. Visar sprickor och luftporstruktur i betongytan på prov N27F51. Bild tagen i fluorescensljus.



Figur 33. Visar luftporstruktur och sprickor 20 mm in från betongytan i prov N27F51. Bild tagen i fluorescensljus.

CBI Betonginstitutet AB
Tillståndsbedömningar

Utfört av

Granskat av

Jan Erik Lindqvist

Peter Utgenannt

VEDLEGG 8

Aim

The aim of the analysis was to analyze the phase composition from the surface of concrete samples to their interior. This was done from 0 to 20 mm into the concrete. From the results the phase composition concerning carbonate phases could be established depending on the depth of the sample.

Method description

The phase compositions of concrete samples were analyzed before frost testing by using the X-ray diffraction (XRD) method. X-ray powder diffraction (XRD) is a rapid analytical technique primarily used for phase identification of crystalline materials. The analyzed materials need to be finely ground and homogenized. XRD analysis is based on interference of X-rays with a crystalline sample. The interaction of the incident rays with the sample produces a diffracted pattern when conditions satisfy Bragg's Law ($n\lambda=2d \sin \theta$). This law relates the wavelength of electromagnetic radiation (λ) to the diffraction angle (θ) and the lattice spacing in a crystalline sample (d).

The characteristic X-ray diffraction pattern generated in a typical XRD analysis provides a unique "fingerprint" of the crystalline phases present in the sample. phase analyses of a sample provided, by comparison with standard reference patterns and measurements, this fingerprint allows identification of the crystalline form.

Sample preparation

The cement type, water/binder-ratio and type and amount of supplementary cementitious materials (SCMs) in the concrete are shown in Table 1.

The concrete specimen were sampled by cutting slices of 5 mm thickness from the sample surface to a depth of 20 mm with a diamond saw. The samples were dried in a vacuum oven at 40 °C and afterwards crushed with a hammer to 2-5 mm large particles. In order to enrich the cement paste, larger aggregate particles were removed from the samples (expected phase changes over the profile depth were expected to happen in the cement paste and not in the aggregate grains). The cement paste enriched samples were then crushed to a fine powder. The X-ray diffraction (XRD) analysis was carried out with a Rigaku MiniFlex 600 diffractometer. The diffraction patterns of the multi-phase samples were evaluated with the ICDD database.

Table 1: Composition of the binder (FA = fly ash).

Sample	Used cement	w/b	Additional FA in mass-%	Total amount of FA or slag in mass-%
N21F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,405	0	17 FA
N22F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,373	18	35 FA
N23F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,348	33	50 FA

Sample	Used cement	w/b	Additional FA in mass-%	Total amount of FA or slag in mass-%
N26F51	Cemex CEMIII/A	0,405	0	48 slag
N27F51	Cemex CEMIII/B	0,405	0	75 slag

Results

The XRD patterns of each sample in different depth from the surface are shown in Figures 1 to 5. The list of abbreviations which are used in figures are as below:

Q: Quartz (SiO_2)

P: Portlandite (Ca(OH)_2)

CC: Calcite (CaCO_3)

V: Vaterite (CaCO_3)

The samples were analyzed for the presence of different calcium carbonated phases (carbonation) in each depth sequence. Due to peaks with high intensity from remaining aggregate in all the samples (e.g. quartz, mica, feldspar) it was difficult to distinguish the peaks from cement hydration products such as AFm and AFt phases with the XRD method.

N21F51

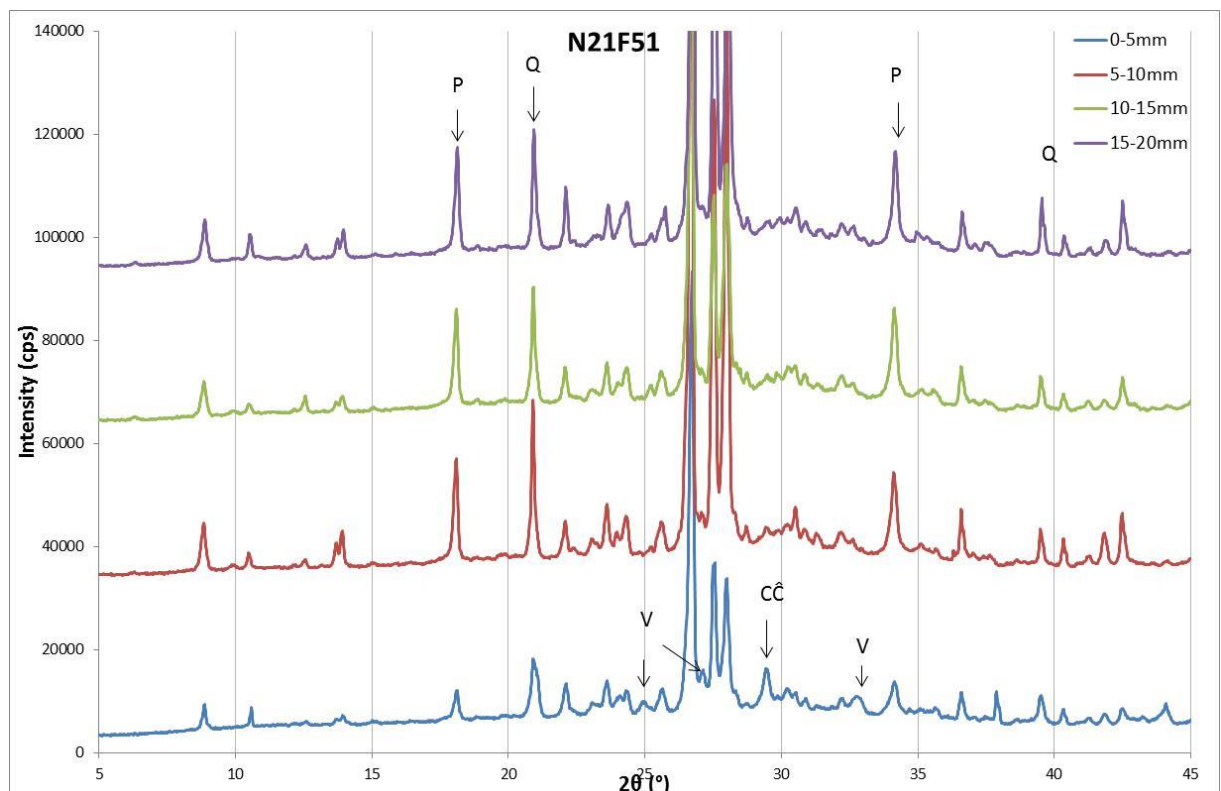


Fig. 1: Diffraction patterns for the N21F51 sample.

The carbonation peaks were detected in the depth of 0-5 mm in the form of calcite and vaterite modifications. In the other depths there were no evidence of carbonation. The depth of carbonation is ≤ 5 mm in this sample. In Tables 2-6 the estimated amounts of the three different phases portlandite, calcite and vaterite were indicated by:

XXX: major amount
 XX: intermediate amount
 X: low amount
 ±: trace amount
 -: not present

Note that this is just a qualitative analysis based on the height of the main peaks of each phase in the samples.

Table 2: Estimated amounts of phase vs. depths for N21F51.

Depth \ phase	Portlandite	Calcite	Vaterite
0-5 mm	X	XXX	X
5-10 mm	XX	±	-
10-15 mm	XXX	±	-
15-20 mm	XXX	±	-

N22F51

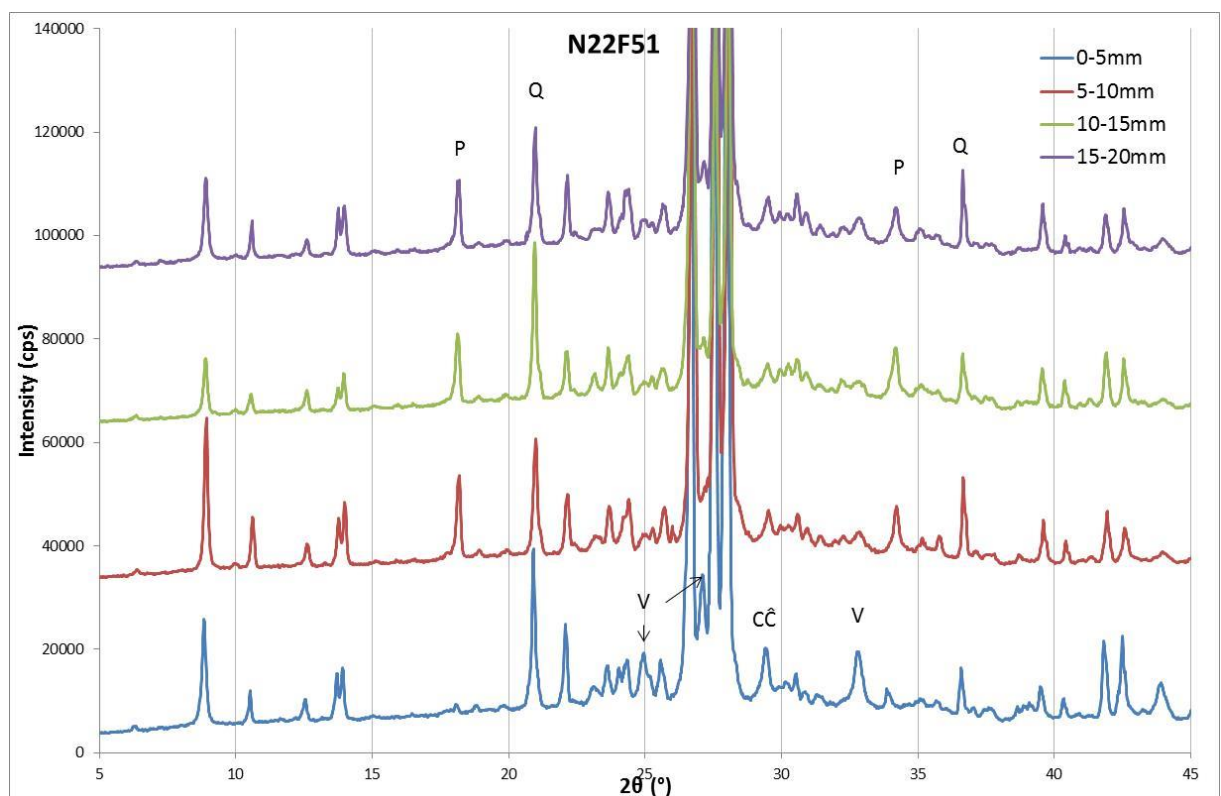


Fig. 2: Diffraction patterns for the N22F51 sample.

In the depth of 0-5 mm from the surface no peaks for portlandite were detected but larger amounts of the two calcium carbonate polymorphs calcite and vaterite. All the Portlandite was carbonated, while in the depth of 5-20 mm portlandite existed.

Table. 3: Estimated amounts of phase vs. depths for N22F51.

Depth \ phase	Portlandite	Calcite	Vaterite
0-5 mm	±	XXX	XXX
5-10 mm	XXX	XX	±
10-15 mm	XXX	X	±
15-20 mm	XXX	X	±

N23F51

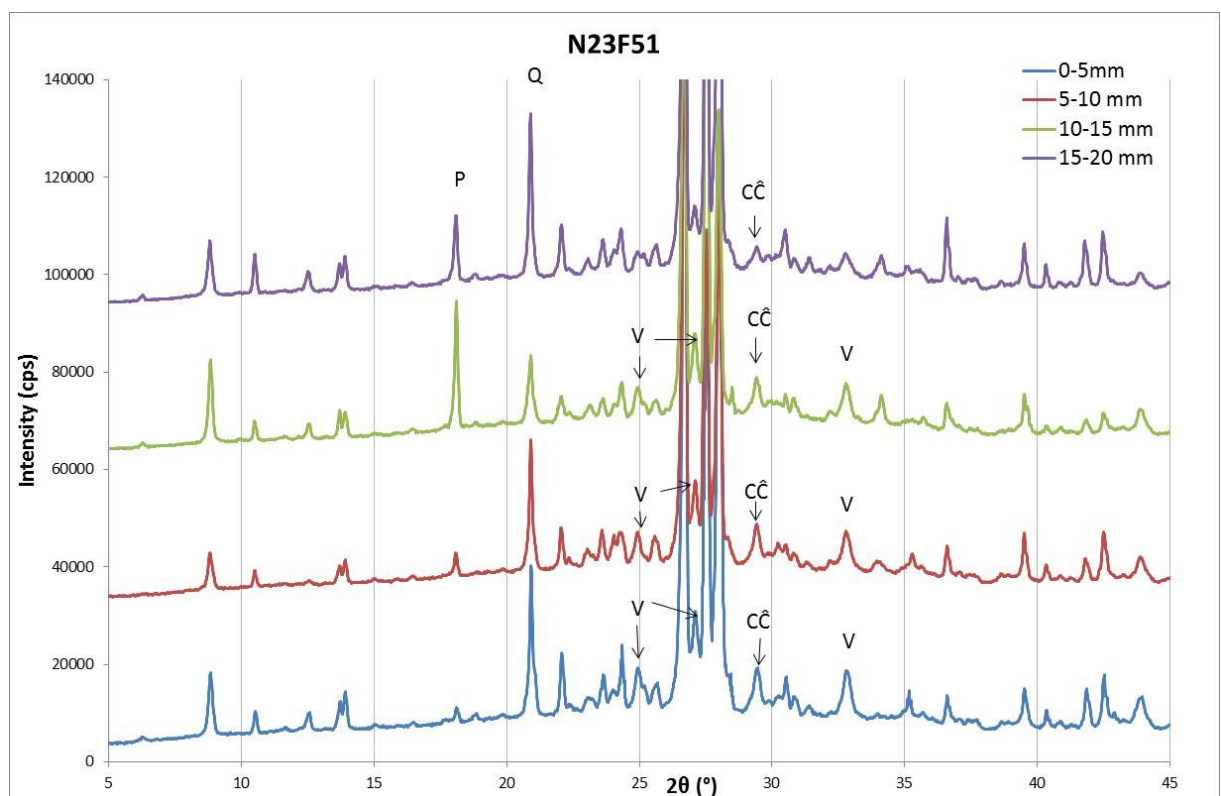


Fig. 3: Diffraction patterns for the N23F51 sample.

Carbonation was detected in form of vaterite and calcite formation in the depth of 0-15 mm. Only traces of the two carbonate phases were detected in > 15 mm. Portlandite exist from 5 mm depth to 20 mm.

Table 4: Estimated amounts of phase vs. depths for N23F51.

Depth \ phase	Portlandite	Calcite	Vaterite
0-5 mm	±	XX	XX
5-10 mm	X	XX	XX
10-15 mm	XXX	X	X
15-20 mm	XXX	±	±

N26F51

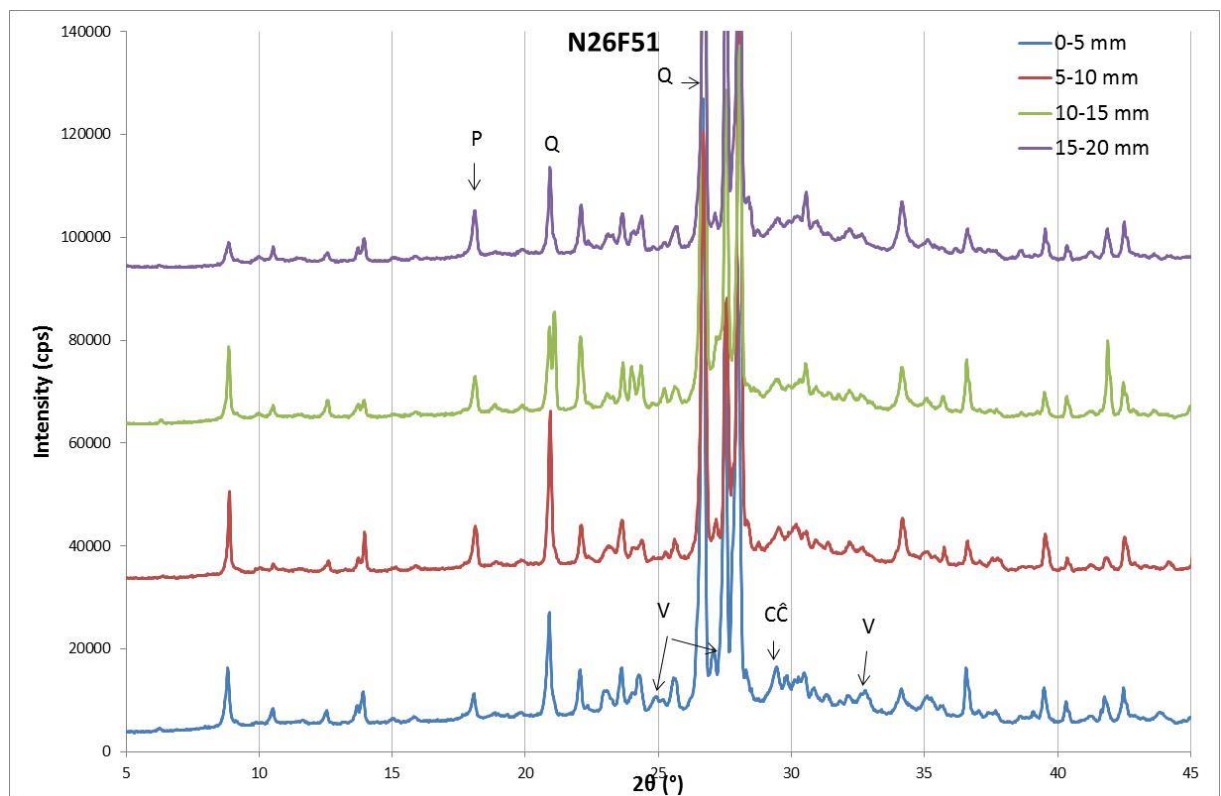


Fig. 4: Diffraction patterns for the N26F51 sample.

Carbonation was detected in the form of lower amounts of vaterite and calcite in the depth of 0-5mm. In the depth of 5-20 mm portlandite dominated.

Table 5: Estimated amounts of phase vs. depths for N26F51.

Depth \ phase	Portlandite	Calcite	Vaterite
0-5 mm	X	X	±
5-10 mm	XX	±	-
10-15 mm	XX	±	-
15-20 mm	XX	±	-

N27F51

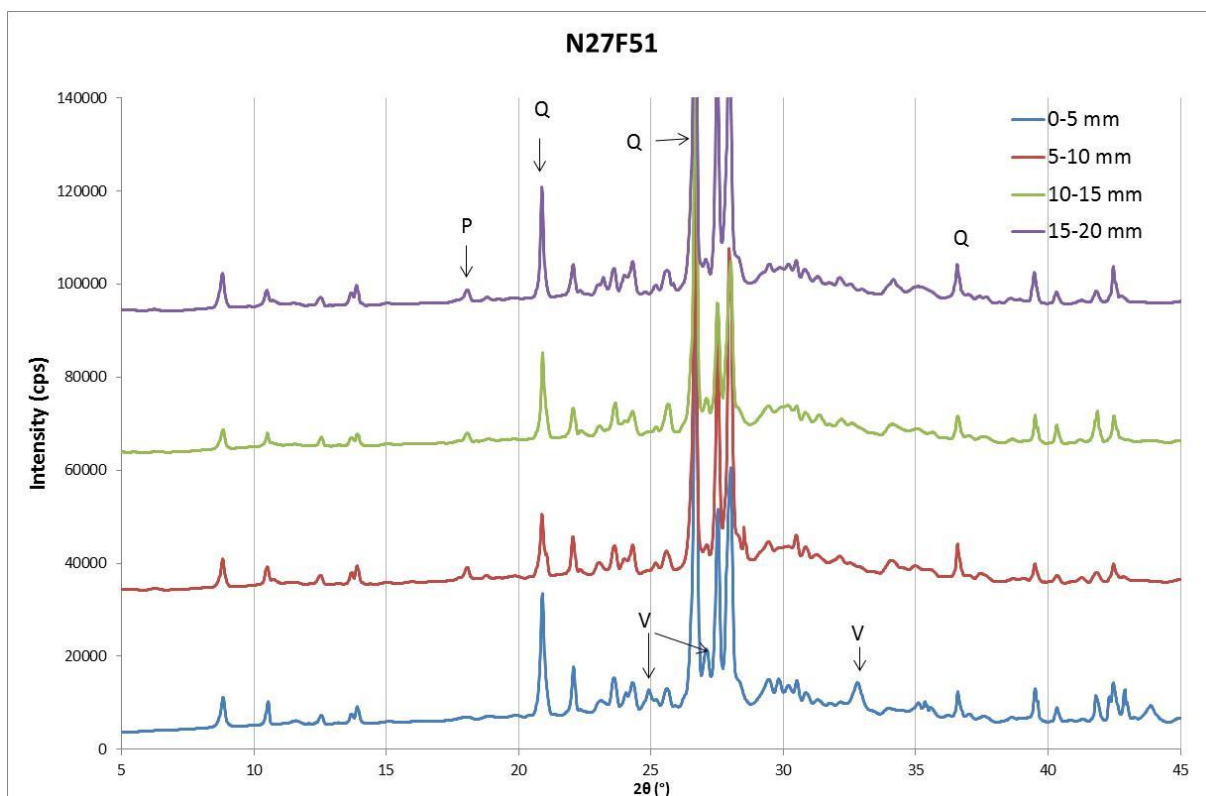


Fig 1. Diffraction patterns for the N27F51 sample.

In the depth of 0-5mm smaller amounts of vaterite was analyzed. No peaks of carbonate phases were detected in the depth of 5-20 mm. Peak intensity of portlandite were small between of 5-20 mm and non-existent in the depth of 0-5 mm.

Table. 6: Estimated amounts of phase vs. depths for N27F51

Depth \ phase	Portlandite	Calcite	Vaterite
0-5 mm	-	-	X
5-10 mm	X	-	-
10-15 mm	X	-	-
15-20 mm	X	-	-

Summary

The following Table 7 summarizes the results of the XRD analysis. The deepest carbonation was observed with sample N23F51 with the highest fly ash content of 50 mass %. Slag containing samples, however showed lower amounts of carbonation.

Table. 7: Summary of results.

Sample	Carbonation depth in mm	Main carbonate phases
N21F51	< 5	Calcite, vaterite
N22F51	< 5	Calcite, vaterite
N23F51	5-10	Calcite, vaterite
N26F51	< 5	Calcite, vaterite
N27F51	< 5	Vaterite

CBI Betonginstitutet AB Betong och Berg

Utfört av

Urs Mueller

XRD

Aim

The aim of the analysis was to analyze the phase composition from the surface of concrete samples to their interior after they have been exposed to a freeze thaw test. This was done from 0 to 20 mm into the concrete. From the results the phase composition concerning carbonate phases and Friedel's salt could be established depending on the depth of the sample.

Method description

The qualitative phase compositions of concrete samples were analyzed after frost testing by using the X-ray diffraction (XRD) method. X-ray powder diffraction (XRD) is a rapid analytical technique primarily used for phase identification of crystalline materials. The analyzed materials need to be finely ground and homogenized. XRD analysis is based on diffraction of X-rays in a crystalline sample. The interaction of the incident rays with the sample produces a diffracted pattern when conditions satisfy Bragg's Law ($n\lambda = 2d \sin \theta$). This law relates the wavelength of electromagnetic radiation (λ) to the diffraction angle (θ) and the lattice spacing in a crystalline sample (d).

The characteristic X-ray diffraction pattern generated in a typical XRD analysis provides a unique "fingerprint" of the crystalline phases present in the sample. Phase analyses of a sample provided, by comparison with standard reference patterns and measurements, this fingerprint allows identification of the crystalline form.

Sample preparation

The cement type, water/binder-ratio and type and amount of supplementary cementitious materials (SCMs) in the concrete are shown in Table 1.

The concrete specimen were sampled by cutting slices of 5 mm thickness from the sample surface to a depth of 20 mm with a diamond saw. The samples were dried in a vacuum oven at 40 °C and afterwards crushed with a hammer to 2-5 mm large particles. In order to enrich the cement paste, larger aggregate particles were removed from the samples (expected phase changes over the profile depth were expected to happen in the cement paste and not in the aggregate grains). The cement paste enriched samples were then crushed to a fine powder. The X-ray diffraction (XRD) analysis was carried out with a Rigaku MiniFlex 600 diffractometer. The diffraction patterns of the multi-phase samples were evaluated with the ICDD database.

Table 1: Composition of the binder (FA = fly ash).

Sample	Used cement	w/b	Additional FA in mass-%	Total amount of FA or slag in mass-%
N21F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,405	0	17 FA
N22F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,373	18	35 FA

XRD

Sample	Used cement	w/b	Additional FA in mass-%	Total amount of FA or slag in mass-%
N23F51	Norcem Anleggsement FA (CEMII/A-V 42,5N)	0,348	33	50 FA
N26F51	Cemex CEMIII/A	0,405	0	48 slag
N27F51	Cemex CEMIII/B	0,405	0	75 slag

Results

The XRD patterns of each sample in different depth from the surface are shown in Figures 1 to 5. The list of abbreviations which are used in figures are as below:

Q: Quartz (SiO_2), deriving from aggregate

P: Portlandite ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), deriving from binder

CC: Calcite (CaCO_3), deriving from binder due to carbonation

V: Vaterite (CaCO_3), deriving from binder

F: Friedel's salt ($\text{Ca}_2\text{Al}(\text{OH})_6\text{Cl}(\text{H}_2\text{O})_2$), deriving from binder due to reaction with chlorides

The samples were analyzed for the presence of different calcium carbonated phases (carbonation) and Friedel's salt in each depth sequence. Due to peaks with high intensity from remaining aggregate in all the samples (e.g. quartz, mica, feldspar) it was difficult to distinguish the peaks from cement hydration products such as AFm and AFt phases with the XRD method.

XRD

N21F51

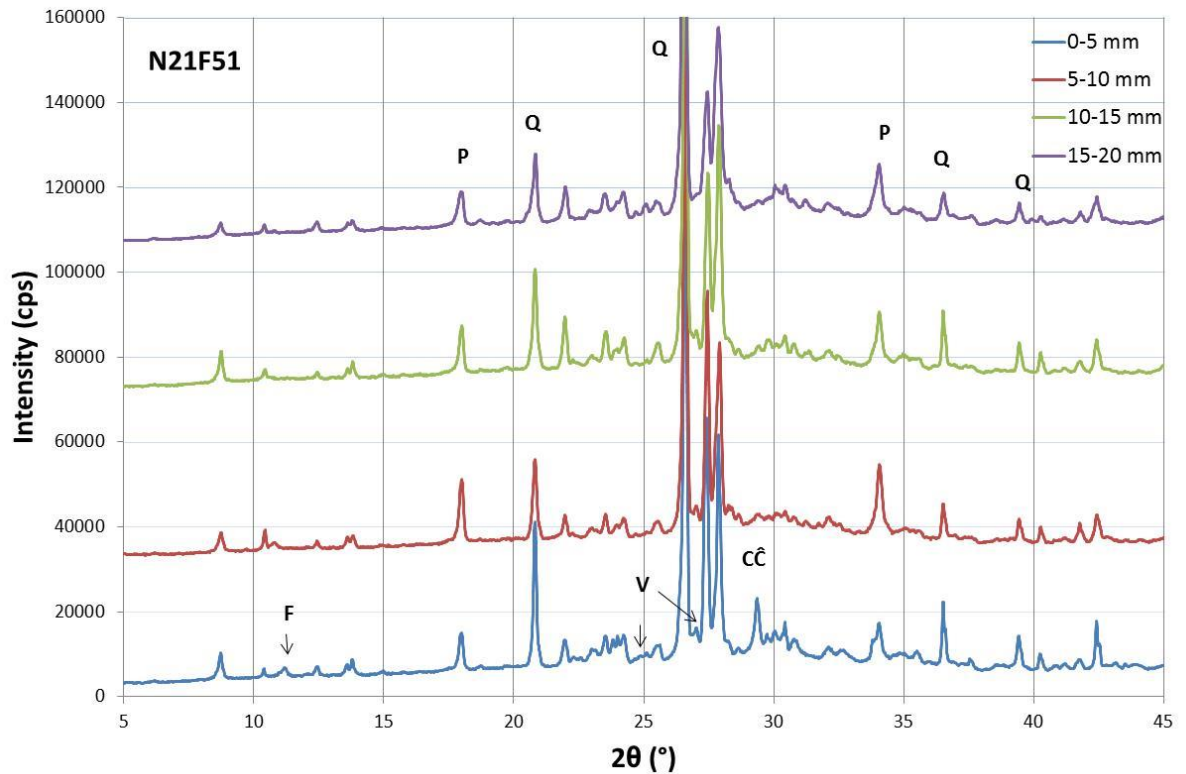


Fig. 1: Diffraction patterns for the N21F51 sample.

The carbonation peaks were detected in the depth of 0-5 mm in the form of calcite and vaterite modifications. In the other depths there were no evidence of carbonation. The depth of carbonation is ≤ 5 mm in this sample.

In Tables 2-6 the estimated amounts of the three different phases portlandite, calcite and vaterite were indicated by:

- XXX: major amount
- XX: intermediate amount
- X: low amount
- ±: trace amount
- : not present

Note that this is just a qualitative analysis based on the height of the main peaks of each phase in the samples.

..

XRD

Table 2: Estimated amounts of phase vs. depths for N21F51.

Depth phase	Portlandite	Calcite	Vaterite	Friedel's salt
0-5 mm	XX	XX	X	X
5-10 mm	XX	±	±	-
10-15 mm	XX	-	-	-
15-20 mm	XX	-	-	-

N22F51

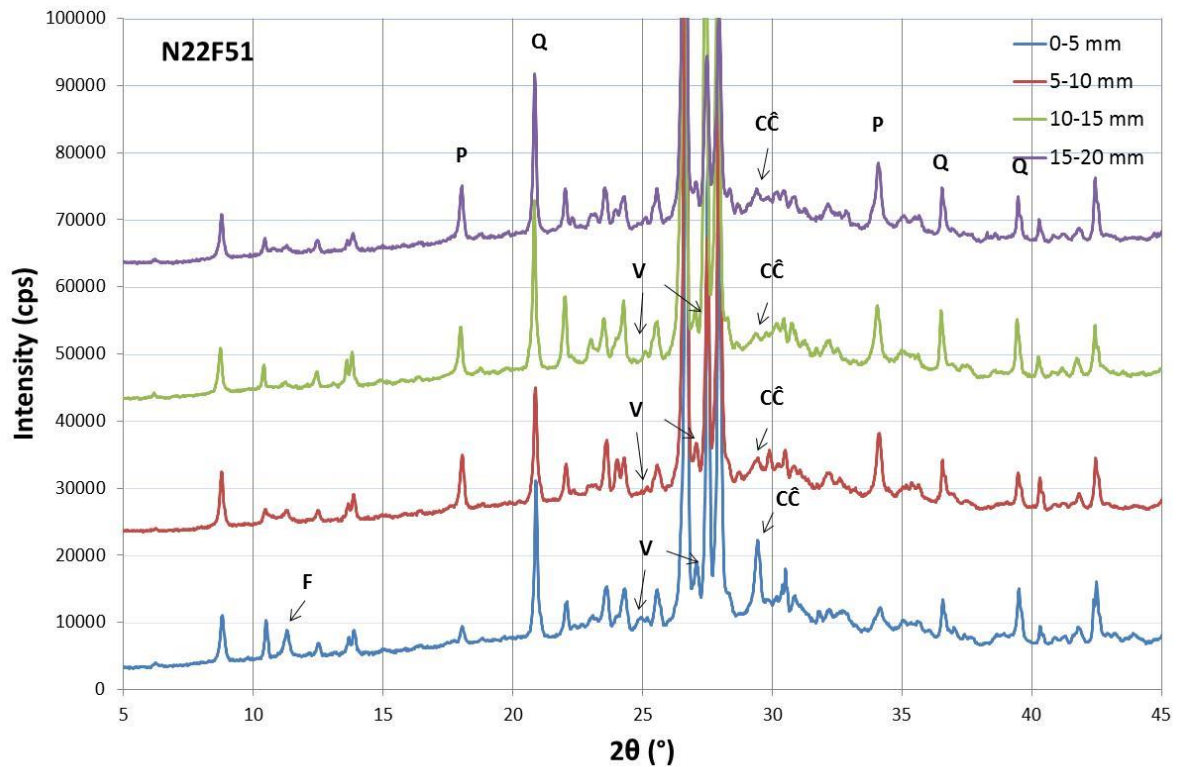


Fig. 2: Diffraction patterns for the N22F51 sample.

In the depth of 0-5 mm from the surface large amounts of the calcium carbonate polymorph calcite were detected and most of the Portlandite was carbonated.

XRD

Table 3: Estimated amounts of phase vs. depths for N22F51.

Depth phase	Portlandite	Calcite	Vaterite	Friedel's salt
0-5 mm	X	XXX	XX	X
5-10 mm	XXX	XX	X	±
10-15 mm	XXX	X	X	±
15-20 mm	XXX	X	±	-

N23F51

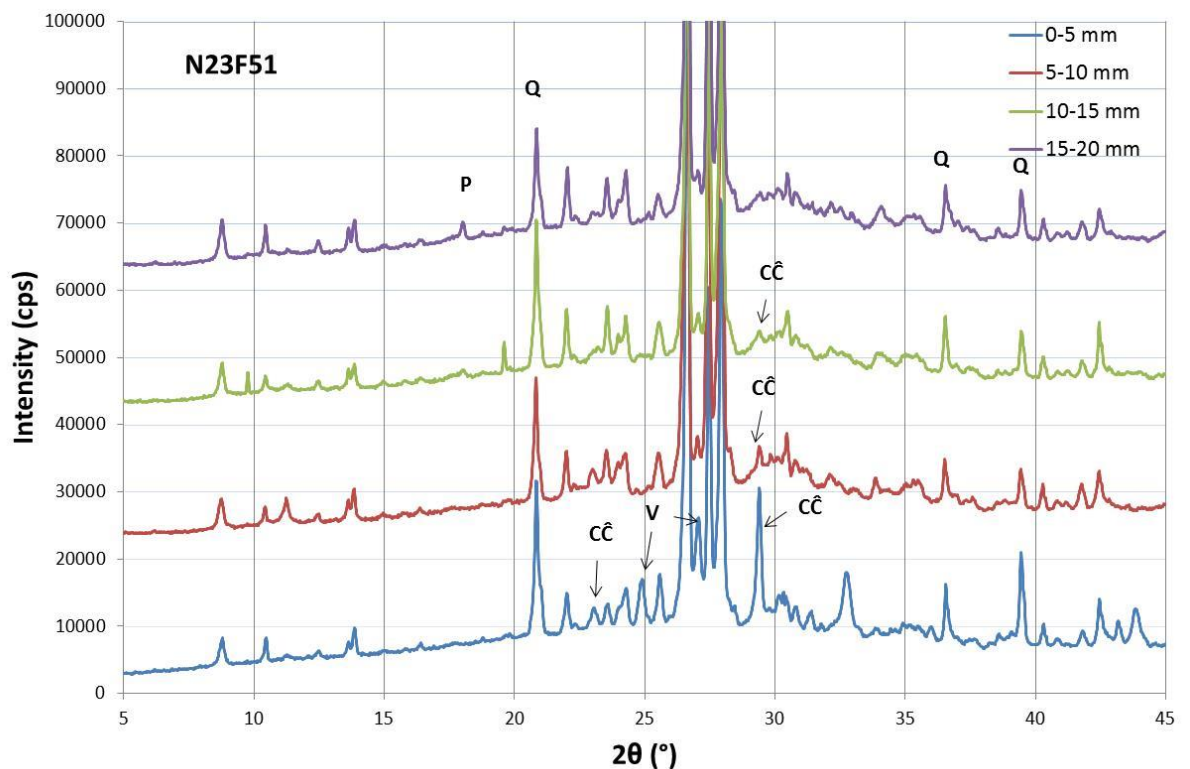


Fig. 3: Diffraction patterns for the N23F51 sample.

Carbonation was detected in form of calcite formation in the depth of 0-15 mm. Only traces of the two carbonate phases were detected in > 15 mm. Portlandite exist from 15 mm depth .

XRD

Table 4: Estimated amounts of phase vs. depths for N23F51.

Depth phase	Portlandite	Calcite	Vaterite	Friedel's salt
0-5 mm	±	XXX	XXX	X
5-10 mm	±	XX	XX	X
10-15 mm	±	X	X	±
15-20 mm	XX	±	±	±

N26F51

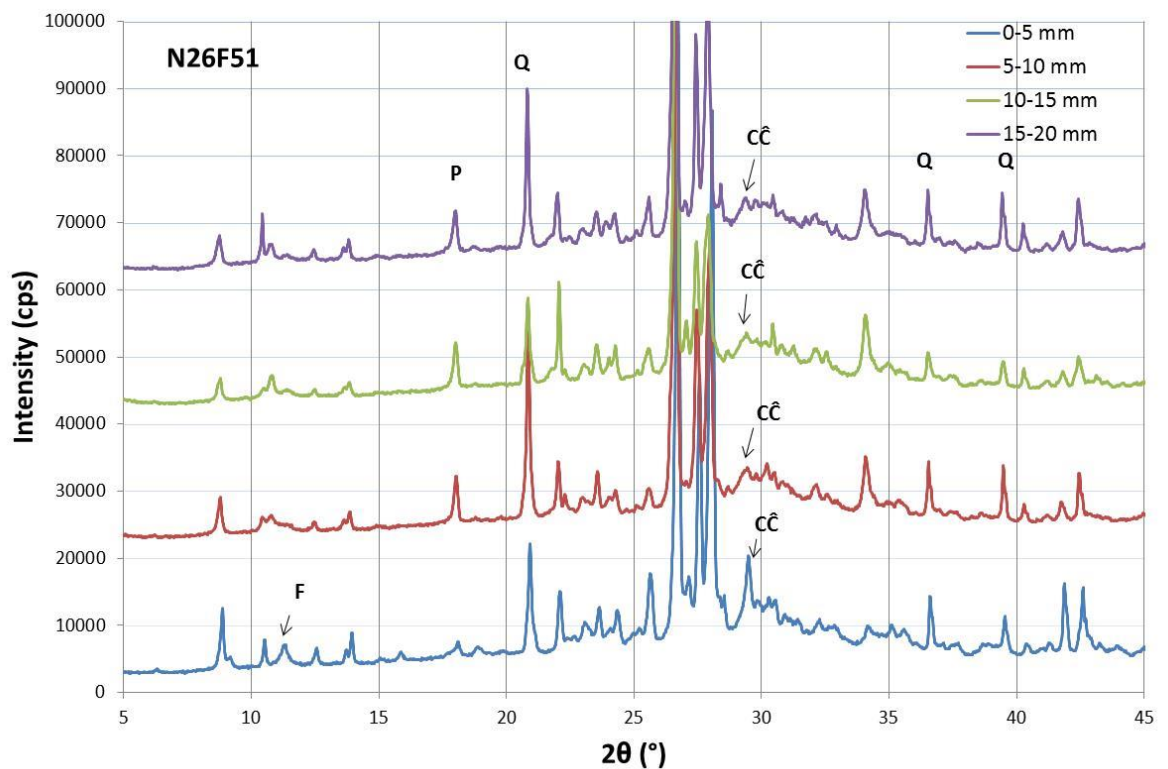


Fig. 4: Diffraction patterns for the N26F51 sample.

Carbonation was detected in the form of lower amounts of calcite in the depth of 0-20mm.

XRD

Table 5: Estimated amounts of phase vs. depths for N26F51.

Depth phase	Portlandite	Calcite	Vaterite	Friedel's salt
0-5 mm	X	XX	±	X
5-10 mm	XX	X	-	±
10-15 mm	XX	X	-	-
15-20 mm	XX	X	-	-

N27F51

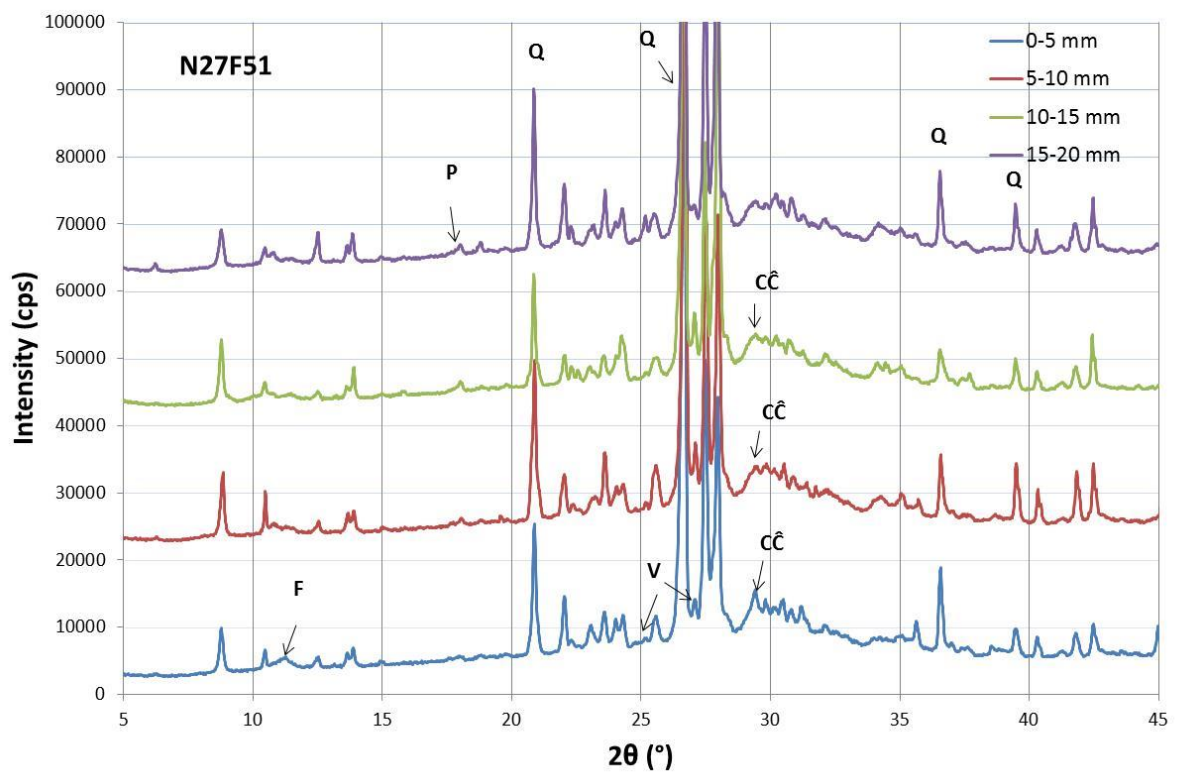


Fig 5. Diffraction patterns for the N27F51 sample.

Carbonation was detected in the form of calcite in the depth of 0-15mm. Peak intensity of portlandite were small between of 5-20 mm and non-existent in the depth of 0-5 mm.

XRD

Table. 6: Estimated amounts of phase vs. depths for N27F51

Depth phase	Portlandite	Calcite	Vaterite	Friedel's salt
0-5 mm	-	XX	X	±
5-10 mm	±	X	±	-
10-15 mm	X	X	-	-
15-20 mm	X	±	-	-

Summary

The following Table 7 summarizes the results of the XRD analysis. The deepest carbonation was observed with sample N23F51 with the highest fly ash content of 50 mass %. Slag containing samples, however showed lower amounts of carbonation.

Table. 7: Summary of results.

Sample	Carbonation depth in mm	Main carbonate phases
N21F51	< 5	Calcite, vaterite
N22F51	10-15	Calcite, vaterite
N23F51	10-15	Calcite, vaterite
N26F51	10-15	Calcite
N27F51	10-15	Calcite, vaterite

CBI Betonginstitutet AB Betong och Berg

Utfört av

Urs Mueller

VEDLEGG 10 Alle resultatene fra frostprøvingen

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 1 Anlegg FA 17 % FA Norm										
27.03.2015		03.04.2015	10.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N21F1	0	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10
N21F2	0	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14
N21F3	0	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13
N21F4	0	0,02	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,12
Medel	0	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,12
Stdv		0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Var.koeff		0	16	16	9	6	9	12	15	14

Betong 1 Anlegg FA 17 % Alt 1 Kond. 21 dygn										
10.04.2015		17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N21F11	0	0,02	0,03	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13
N21F12	0	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
N21F13	0	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
N21F14	0	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,09	0,09
Medel	0	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10
Stdv		0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Var.koeff		0	0	32	31	33	27	28	24	23

Betong 1 Anlegg FA 17 % Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1% CO2)										
10.04.2015		17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N21F21	0	0,03	0,09	0,15	0,19	0,22	0,23	0,25	0,28	0,30
N21F22	0	0,06	0,14	0,23	0,29	0,33	0,35	0,36	0,39	0,42
N21F23	0	0,08	0,15	0,21	0,27	0,30	0,32	0,34	0,35	0,37
N21F24	0	0,03	0,09	0,17	0,22	0,26	0,28	0,30	0,33	0,36
Medel	0	0,05	0,12	0,19	0,24	0,28	0,30	0,31	0,34	0,36
Stdv		0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
Var.koeff		49	27	19	19	17	29	25	23	23

Betong 1 Anlegg FA 17 % Alt 3 Kond. 84 dygn										
12.06.2015		19.06.2015	26.06.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N21F31	0	0,04	0,11	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23
N21F32	0	0,05	0,14	0,18	0,20	0,21	0,23	0,26	0,27	0,28
N21F33	0	0,04	0,11	0,14	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
N21F34	0	0,04	0,13	0,17	0,20	0,21	0,22	0,24	0,24 ¹	0,24 ¹
Medel	0	0,04	0,12	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,23	0,24
Stdv		0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Var.koeff		12	12	11	14	13	13	14	16	15

Betong 1 Anlegg FA 17 % Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
12.06.2015		19.06.2015	26.06.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N21F41	0	0,32	0,59	0,68	0,72	0,75	0,79	0,83	0,87	0,89
N21F42	0	0,29	0,5	0,56	0,61	0,63	0,68	0,72	0,75	0,78
N21F43	0	0,29	0,49	0,62	0,68	0,70	0,76	0,79	0,82	0,86
N21F44	0	0,29	0,53	0,64	0,70	0,77	0,83	0,86	0,91	0,94
Medel	0	0,30	0,53	0,63	0,68	0,71	0,77	0,80	0,84	0,87
Stdv		0,02	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Var.koeff		5	9	8	7	9	8	8	8	8

Betong 1 Anlegg FA 17 % Alt 5 Kond. 365 dygn										
18.03.2016		25.03.2016	01.04.2016	15.04.2016	29.04.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N21F51	0	0,05	0,21	0,4	0,48 ¹	0,50 ¹	0,5	0,51 ¹	0,51 ¹	0,52 ¹
N21F52	0	0,05	0,21	0,41	0,51	0,55	0,59	0,52	0,53	0,54
N21F53	0	0,05	0,18	0,35	0,45	0,51	0,53	0,55	0,55	0,57
N21F54	0	0,07	0,25	0,45	0,55	0,5	0,53 ¹	0,54	0,55	0,55
Medel	0	0,06	0,21	0,40	0,50	0,52	0,54	0,54	0,54	0,55
Stdv		0,01	0,03	0,04	0,05	0,03	0,05	0,02	0,01	0,02
Var.koeff		18	14	10	10	5	8	3	2	3

Omgång 1

Betong 1 Anlegg FA 17 % FA Norm										
		11.12.2014	18.12.2014	01.01.2015	15.01.2015	29.01.2015	12.02.2015	26.02.2015	12.03.2015	26.03.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N11F1	0	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
N11F2	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
N11F3	0	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
N11F4	0	0,02	0,04	0,07	0,08	0,08	0,1	0,1	0,11	0,12
Medel	0	0,01	0,03	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
Stdv		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Var.koeff		40	40	38	31	27	28	22	20	18

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 2 Anlegg FA 35 % FA Norm										
27.03.2015		03.04.2015	10.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N22F1	0	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,14	0,16
N22F2	0	0,03	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17
N22F3	0	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11
N22F4	0	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,10	0,12
Medel	0	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,12	0,14
Stdv		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Var.koeff		23	23	17	16	17	20	18	17	21

Betong 2 Anlegg FA 35 % Alt 1 Kond. 21 dygn										
10.04.2015		17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N22F11	0	0,03	0,06	0,08	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,20
N22F12	0	0,04	0,09	0,12	0,15	0,17	0,19	0,21	0,25	0,31
N22F13	0	0,04	0,07	0,10	0,11	0,13	0,17	0,18	0,22	0,26
N22F14	0	0,04	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,25	0,35
Medel	0	0,04	0,08	0,10	0,12	0,14	0,17	0,18	0,22	0,28
Stdv		0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06
Var.koeff		13	17	16	18	18	19	20	22	23

Betong 2 Anlegg FA 35 % Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1& CO2)										
10.04.2015		17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N22F21	0	0,12	0,24	0,37	0,48	0,58	0,66	0,73	0,8	0,87
N22F22	0	0,15	0,28	0,44	0,60	0,73	0,85	0,95	1,00	1,05
N22F23	0	0,07	0,20	0,32	0,39	0,46	0,55	0,61	0,66	0,69
N22F24	0	0,13	0,24	0,35	0,44	0,51	0,62	0,66	0,71	0,76
Medel	0	0,12	0,24	0,37	0,48	0,57	0,67	0,74	0,79	0,84
Stdv		0,03	0,03	0,05	0,09	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16
Var.koeff		29	14	14	19	21	19	20	19	19

Betong 2 Anlegg FA 35 % Alt 3 Kond. 84 dygn										
12.06.2015		19.06.2015	26.06.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N22F31	0	0,44	0,66	0,73	0,78	0,80	0,84	0,87	0,89	0,91
N22F32	0	0,43	0,65	0,71	0,75	0,77	0,80	0,83	0,85	0,87
N22F33	0	0,37	0,56	0,64	0,67	0,69	0,74	0,79	0,80	0,82
N22F34	0	0,44	0,65	0,72	0,77	0,79	0,84	0,87	0,90	0,91
Medel	0	0,42	0,63	0,70	0,74	0,76	0,81	0,84	0,86	0,88
Stdv		0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,07	0,04
Var.koeff		8	7	6	7	7	6	5	8	5

Betong 2 Anlegg FA 35 % Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
12.06.2015		19.06.2015	26.06.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N22F41	0	0,73	1,00	1,16	1,25	1,30	1,43	1,52	1,58	1,64
N22F42	0	0,83	1,09	1,26	1,39	1,46	1,65	1,75	1,82	1,90
N22F43	0	0,71	0,99	1,17	1,29	1,35	1,48	1,58	1,64	1,70
N22F44	0	0,77	1,09	1,25	1,36	1,44	1,61	1,72	1,80	1,87
Medel	0	0,76	1,04	1,21	1,32	1,39	1,54	1,64	1,71	1,78
Stdv		0,05	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	0,11	0,12	0,13
Var.koeff		7	5	4	5	5	7	7	7	7

Betong 2 Anlegg FA 35 % Alt 5 Kond. 365 dygn										
18.03.2016		25.03.2016	01.04.2016	15.04.2016	29.04.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N22F51	0	0,79	1,29	1,8	2,72	2,79	2,83	2,87	2,91	2,94
N22F52	0	0,77	1,37	1,98	2,17	2,28	2,34	2,37	2,4	2,42
N22F53	0	0,71	1,29	1,88	2,11	2,2	2,25	2,27	2,31	2,33
N22F54	0	0,8	1,42	2,05	2,29	2,38	2,44	2,47	2,5	2,53
Medel	0	0,77	1,34	1,93	2,32	2,41	2,47	2,50	2,53	2,56
Stdv		0,04	0,06	0,11	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27
Var.koeff		5	5	6	12	11	10	11	10	11

Omgång 1

Betong 1 Anlegg FA 35 % FA Norm										
		11.12.2014	18.12.2014	01.01.2015	15.01.2015	29.01.2015	12.02.2015	26.02.2015	12.03.2015	26.03.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N12F1	0	0,10	0,16	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,27	0,3
N12F2	0	0,09	0,13	0,16	0,16	0,17	0,18	0,2	0,23	0,25
N12F3	0	0,06	0,10	0,13	0,14	0,15	0,17	0,2	0,24	0,33
N12F4	0	0,10	0,15	0,17	0,16	0,20	0,22	0,23	0,23	0,24
Medel	0	0,09	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,22	0,24	0,28
Stdv		0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04
Var.koeff		22	20	15	15	15	13	9	8	15

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 3 Anlegg FA 50 % FA Norm										
27.03.2015	03.04.2015	10.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N23F1	0	0,62	0,93	1,15	1,29	1,44	1,57	1,65 ¹	1,69 ²	2,02 ²
N23F2	0	0,59	0,90	1,10	1,25	1,45	1,70	1,78 ¹	1,99 ¹	2,42 ²
N23F3	0	0,55	0,84	1,00	1,08	1,18	1,33	1,38 ¹	1,43 ²	1,53 ²
N23F4	0	0,57	0,84	1,05	1,13	1,20	1,36	1,42 ²	1,49 ²	1,59 ²
Medel	0	0,58	0,88	1,08	1,19	1,32	1,49	-	-	-
Stdv		0,03	0,05	0,06	0,10	0,15	0,18	-	-	-
Var.koeff		5	5	6	8	11	12	-	-	-

Betong 3 Anlegg FA 50 % Alt 1 Kond. 21 dygn										
10.04.2015	17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N23F11	0	0,30	0,47	0,65	0,80	0,92	1,14	1,26 ²	1,28 ²	1,31 ²
N23F12	0	0,33	0,56	0,74	0,95	1,07	1,29	1,46	1,62	1,83
N23F13	0	0,51	0,75	0,97	1,12	1,25	1,54	1,72	1,89	2,11
N23F14	0	0,39	0,59	0,81	1,04	1,25	1,53	1,77	2,04	2,23
Medel	0	0,38	0,59	0,79	0,98	1,12	1,38	1,65	1,85	2,06
Stdv		0,09	0,12	0,14	0,14	0,16	0,19	0,17	0,21	0,21
Var.koeff		24	20	17	14	14	14	10	12	10

Betong 3 Anlegg FA 50 % Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1% CO2)										
10.04.2015	17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N23F21	0	0,47	0,83	1,31	1,88	2,42	3,07	3,55	3,82	4,03
N23F22	0	0,66	1,01	1,61	2,32	2,91	3,72	4,08	4,42	4,69
N23F23	0	0,47	0,76	1,19	1,62	2,06	2,76	3,30	3,68	3,99
N23F24	0	0,46	0,76	1,21	1,69	2,19	3,04	3,47	3,84	3,91
Medel	0	0,52	0,84	1,33	1,88	2,40	3,15	3,60	3,94	4,16
Stdv		0,10	0,12	0,19	0,31	0,37	0,46	0,37	0,42	0,47
Var.koeff		19	14	15	17	16	15	10	11	11

Betong 3 Anlegg FA 50 % Alt 3 Kond. 84 dygn										
12.06.2015	19.06.2015	26.06.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N23F31	0	0,63	1,22	1,56	1,73	1,91	2,44	2,61	2,74	2,81
N23F32	0	0,54	1,19	1,54	1,78	2,07	2,61	2,93	3,11	3,22
N23F33	0	0,40	1,06	1,46	1,66	1,86	2,21	2,39	2,49	2,56
N23F34	0	0,59	1,21	1,59	1,87	2,12	2,61	2,75	2,85	3,00
Medel	0	0,54	1,17	1,54	1,76	1,99	2,47	2,67	2,80	2,90
Stdv		0,10	0,07	0,06	0,11	0,14	0,28	0,25	0,25	0,31
Var.koeff		19	6	4	6	7	11	10	9	11

Betong 3 Anlegg FA 50% Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
12.06.2015	19.06.2015	26.06.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N23F41	0	0,53	1,47	2,34	2,74	2,99	3,59	3,83	4,10	4,30
N23F42	0	0,50	1,42	2,21	2,72	3,07	3,61	3,84	4,03	4,27
N23F43	0	0,49	1,34	2,02	2,48	2,81	3,42	3,62	3,78	3,89
N23F44	0	0,46	1,33	2,02	2,48	2,83	3,36	3,63	3,83	4,04
Medel	0	0,50	1,39	2,15	2,61	2,93	3,50	3,73	3,94	4,13
Stdv		0,03	0,07	0,16	0,14	0,13	0,12	0,12	0,15	0,20
Var.koeff		6	5	7	6	4	4	3	4	5

Betong 3 Anlegg FA 50 % Alt 5 Kond. 365 dygn										
18.03.2016	25.03.2016	01.04.2016	15.04.2016	29.04.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N23F51	0	0,21	0,81	1,55	2,05	2,4	2,53	2,88	3,04	3,27
N23F52	0	0,2	0,78	1,51	2,12	2,73	3,1	3,51	3,57	3,9
N23F53	0	0,15	0,55	1,5	1,92	2,2	2,5	2,72	2,85	3,02
N23F54	0	0,17	0,53	1,5	1,94	2,37	2,5	2,78	2,95	3,09
Medel	0	0,18	0,67	1,52	2,01	2,43	2,66	2,97	3,10	3,32
Stdv		0,03	0,15	0,02	0,09	0,22	0,30	0,36	0,32	0,40
Var.koeff		15	22	2	5	9	11	12	10	12

Omgång 1

Betong 3 Anlegg FA 50 % FA Norm										
18.03.2016	11.12.2014	18.12.2014	01.01.2015	15.01.2015	29.01.2015	12.02.2015	26.02.2015	12.03.2015	26.03.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N13F1	0	1,27	2,00	2,72	3,11	3,47	3,8	4,12	4,41 ¹	4,46 ¹
N13F2	0	1,18	1,85	2,65	3,15	3,68	4,18	4,68	5,06 ¹	5,33 ¹
N13F3	0	1,21	1,87	2,67	3,14	3,51	3,79 ²	3,82 ²	3,89 ¹	3,96 ¹
N13F4	0	1,03	1,83	2,69	3,08	3,31	3,34 ¹	3,38 ¹	3,47 ¹	3,50 ¹
Medel	0	1,17	1,89	2,68	3,12	3,49	3,99	4,40	-	-
Stdv		0,10	0,08	0,03	0,03	0,15	0,27	0,40	-	-
Var.koeff		9	4	1	1	4	7	9	-	-

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 4 Standard FA 35 % FA Norm										
10.04.2015		17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N24F1	0	0,09	0,18	0,29	0,37	0,45	0,48 ²	0,49 ²	0,49 ²	0,50 ²
N24F2	0	0,10	0,24	0,27	0,44	0,52	0,62 ²	0,68 ²	0,72 ²	0,73 ²
N24F3	0	0,08	0,18	0,27	0,32	0,39	0,50	0,63	0,75	0,83
N24F4	0	0,08	0,19	0,28	0,35	0,39	0,43 ¹	0,45 ²	0,45 ²	0,46 ²
Medel	0	0,09	0,20	0,28	0,37	0,44	0,50	0,63	0,75	0,83
Stdv		0,01	0,03	0,01	0,05	0,06	-	-	-	-
Var.koeff		11	15	3	14	14	-	-	-	-

Betong 4 Standard FA 35 % Alt 1 Kond. 21 dygn										
24.04.2015		01.05.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N24F11	0	0,06	0,18	0,34	0,39	0,55	0,65	0,70	0,73	0,74
N24F12	0	0,06	0,21	0,35	0,40	0,53	0,59	0,62	0,65	0,66
N24F13	0	0,06	0,21	0,39	0,45	0,61	0,70	0,75	0,79	0,80
N24F14	0	0,07	0,22	0,44	0,50	0,65	0,73	0,77	0,81	0,82
Medel	0	0,06	0,21	0,38	0,44	0,59	0,67	0,71	0,75	0,76
Stdv		0,01	0,02	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
Var.koeff		8	8	12	12	9	9	9	10	10

Betong 4 Standard FA 35 % Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1& CO2)										
30.04.2015		07.05.2015	14.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N24F21	0	0,42	0,71	1,04	1,27	1,40 ¹	1,42 ¹	1,45 ²	1,47 ²	1,49 ¹
N24F22	0	0,47	0,78	1,13	1,40	1,55	1,69	1,77	1,82	1,89
N24F23	0	0,45	0,76	1,08	1,30	1,42	1,53	1,62	1,66	1,69
N24F24	0	0,46	0,77	1,11	1,34	1,46	1,58	1,67	1,72	1,79
Medel	0	0,45	0,76	1,09	1,33	1,48	1,60	1,69	1,73	1,79
Stdv		0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,10
Var.koeff		5	4	4	4	5	5	5	5	6

Betong 4 Standard FA 35 % Alt 3 Kond. 84 dygn										
26.06.2015		03.07.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N24F31	0	0,09	0,20	0,33	0,45	0,60	0,67	0,72	0,76	0,80
N24F32	0	0,12	0,24	0,38	0,48	0,61	0,69	0,72	0,75	0,79
N24F33	0	0,14	0,26	0,41	0,53	0,67	0,78	0,85	0,91	0,97
N24F34	0	0,10	0,24	0,41	0,54	0,71	0,79	0,84	0,90	0,96
Medel	0	0,11	0,24	0,38	0,50	0,65	0,73	0,78	0,83	0,88
Stdv		0,02	0,03	0,04	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10
Var.koeff		20	11	10	6	8	8	9	10	11

Betong 4 Standard FA 35 % Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
26.06.2015		03.07.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N24F41	0	0,52	0,78	0,98	1,09	1,23	1,32	1,38 ¹	1,39 ¹	1,40 ¹
N24F42	0	0,64	0,92	1,17	1,31	1,48	1,60	1,65 ¹	1,68 ¹	1,70 ¹
N24F43	0	0,62	0,89	1,16	1,33	1,49 ¹	1,59 ¹	1,63 ¹	1,64 ²	1,65 ¹
N24F44	0	0,72	1,02	1,25	1,39	1,41 ¹	1,43 ¹	1,44 ¹	1,45 ¹	1,45 ¹
Medel	0	0,63	0,90	1,14	1,28	1,36	1,46	-	-	-
Stdv		0,08	0,10	0,11	0,13	0,18	0,20	-	-	-
Var.koeff		13	11	10	10	13	14	-	-	-

Betong 4 Standard FA 35 % Alt 5 Kond. 365 dygn										
18.03.2016		25.03.2016	01.04.2016	15.04.2016	29.04.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N24F51	0	0,27	0,42	0,55	0,5	0,55	0,71	0,75	0,85	0,9
N24F52	0	0,33	0,51	0,55	0,74	0,82	0,88 ¹	0,90 ¹	0,93 ¹	0,94 ¹
N24F53	0	0,42	0,54	0,8	0,92	0,98	1,05	1,11	1,2	1,22
N24F54	0	0,35	0,54	0,58	0,77	0,82	0,89	0,94	1,02	1,08
Medel	0	0,34	0,50	0,62	0,73	0,79	0,88	0,93	1,02	1,07
Stdv		0,06	0,06	0,12	0,17	0,18	0,17	0,18	0,18	0,16
Var.koeff		18	11	19	24	23	19	19	17	15

Omgång 1

Betong 4 Standard FA 35 % FA Norm										
		11.12.2014	18.12.2014	01.01.2015	15.01.2015	29.01.2015	12.02.2015	26.02.2015	12.03.2015	26.03.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N14F1	0	0,14	0,22	0,27	0,28 ¹	0,28 ¹	0,29 ¹	0,29 ¹	0,29 ¹	0,29 ¹
N14F2	0	0,15	0,26	0,31	0,33	0,36	0,36 ¹	0,37 ¹	0,37 ¹	0,37 ¹
N14F3	0	0,15	0,24	0,31	0,33	0,34	0,36	0,39	0,41	0,44
N14F4	0	0,14	0,26	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,46
Medel	0	0,15	0,25	0,30	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,45
Stdv		0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Var.koeff		4	8	7	2	3	2	0	0	3

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 5		Aalborg 35 % FA									
	10.04.2015	17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N25F1	0	0,07	0,13	0,23	0,32	0,38	0,60	0,84	1,05 ¹	1,12 ¹	
N25F2	0	0,07	0,14	0,26	0,34	0,40	0,66	0,83	0,87 ²	0,89 ²	
N25F3	0	0,07	0,13	0,24	0,31	0,39	0,61	0,86	1,05 ¹	1,08 ²	
N25F4	0	0,07	0,14	0,26	0,33	0,43	0,66	0,93	1,18	1,20 ²	
Medel	0	0,07	0,14	0,25	0,33	0,40	0,63	0,87	1,18	-	
Stdv		0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,05	-	-	
Var.koeff		0	4	6	4	5	5	5	-	-	

Betong 5		Aalborg 35 % FA Alt 1 Kond. 21 dygn									
	24.04.2015	01.05.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N25F11	0	0,04	0,12	0,25	0,34	0,59	0,73	0,75 ²	0,77 ²	0,80 ¹	
N25F12	0	0,05	0,13	0,29	0,37	0,63	0,78	0,87	0,94 ²	0,95 ¹	
N25F13	0	0,04	0,11	0,25	0,32	0,56	0,70	0,74	0,82	0,86	
N25F14	0	0,03	0,11	0,22	0,29	0,50	0,62	0,68	0,74	0,78 ¹	
Medel	0	0,04	0,12	0,25	0,33	0,57	0,71	0,76	0,78	0,86	
Stdv		0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,07	0,10	0,06	-	
Var.koeff		20	8	11	10	10	9	13	7	-	

Betong 5		Aalborg 35 % FA Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1& CO2)									
	30.04.2015	07.05.2015	14.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N25F21	0	0,54	0,89	1,22	1,50	1,68	1,87	2,03	2,21	2,30	
N25F22	0	0,57	0,77	1,06	1,33	1,48	1,72	1,94	2,11	2,30	
N25F23	0	0,44	0,76	1,02	1,29	1,46	1,66	1,82	1,96	2,08	
N25F24	0	0,49	0,81	1,12	1,43	1,6	1,80	1,97	2,13	2,22	
Medel	0	0,51	0,81	1,11	1,39	1,56	1,76	1,94	2,10	2,23	
Stdv		0,06	0,06	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	
Var.koeff		11	7	8	7	7	5	5	5	5	

Betong 5		Aalborg 35 % FA Alt 3 Kond. 84 dygn									
	26.06.2015	03.07.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N25F31	0	0,12	0,20	0,24	0,32	0,57	0,68	0,73	0,78	0,85	
N25F32	0	0,18	0,27	0,35	0,43	0,66	0,76	0,80	0,85	0,92	
N25F33	0	0,16	0,29	0,35	0,41	0,65	0,75	0,80	0,85	0,92	
N25F34	0	0,17	0,29	0,38	0,45	0,63	0,73	0,79	0,82	0,87	
Medel	0	0,16	0,26	0,33	0,40	0,63	0,73	0,78	0,83	0,89	
Stdv		0,03	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	
Var.koeff		17	16	19	14	6	5	4	4	4	

Betong 5		Aalborg 35 % FA Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)									
	26.06.2015	03.07.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N25F41	0	0,93	1,20	1,36	1,50	1,77	1,97	2,08 ²	2,13 ²	2,15 ²	
N25F42	0	0,80	0,99	1,19	1,36	1,60	1,81	1,99 ¹	2,21 ¹	2,46 ¹	
N25F43	0	0,95	1,17	1,36	1,51	1,75	1,92	2,02 ²	2,04 ²	2,07 ²	
N25F44	0	0,90	1,13	1,31	1,49	1,71	1,86	2,00 ¹	2,19 ¹	2,30 ²	
Medel	0	0,90	1,12	1,31	1,47	1,71	1,89	-	-	-	
Stdv		0,07	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	-	-	-	
Var.koeff		7	8	6	5	4	4	-	-	-	

Betong 5		Aalborg 35 % FA Alt 5 Kond. 365 dygn									
	18.03.2016	25.03.2016	01.04.2016	15.04.2016	29.04.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N25F51	0	0,80	1,01	1,15	1,22	1,27	1,34	1,37	1,40 ¹	1,42 ¹	
N25F52	0	0,98	1,20	1,47	1,58	1,53	1,75	1,8	1,87	1,95	
N25F53	0	0,97	1,19	1,42	1,54	1,5	1,55	1,72	1,82	1,88	
N25F54	0	0,91	1,15	1,35	1,48	1,54	1,51	1,55	1,74	1,8	
Medel	0	0,92	1,14	1,35	1,46	1,46	1,54	1,61	1,81	1,88	
Stdv		0,08	0,09	0,14	0,16	0,13	0,17	0,19	0,07	0,08	
Var.koeff		9	8	10	11	9	11	12	4	4	

Omgång 1

Betong 5		Aalborg 35 % FA Norm									
	12.12.2014	19.12.2014	02.01.2015	16.01.2015	30.01.2015	13.02.2015	27.02.2015	13.03.2015	27.03.2015		
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N15F1	0	0,08	0,15	0,21	0,26	0,29	0,34	0,39	0,44	0,46	
N15F2	0	0,07	0,14	0,19	0,24	0,27	0,29	0,33	0,37	0,42	
N15F3	0	0,07	0,13	0,19	0,24	0,26	0,28	0,33	0,36	0,42	
N15F4	0	0,07	0,13	0,18	0,23	0,26	0,28	0,32	0,37	0,38	
Medel	0	0,07	0,14	0,19	0,24	0,27	0,30	0,34	0,39	0,42	
Stdv		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,03	
Var.koeff		7	7	7	5	5	10	9	10	8	

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 6										
Cemex III/A 48% Slagg										
10.04.2015	17.04.2015	24.04.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N26F1	0	0,03	0,06	0,10	0,16	0,22	0,32	0,43	0,45	0,47
N26F2	0	0,02	0,04	0,09	0,13	0,18	0,26	0,35	0,41	0,45
N26F3	0	0,03	0,06	0,11	0,16	0,21	0,32	0,43	0,49	0,54
N26F4	0	0,03	0,06	0,01	0,16	0,20	0,32	0,42	0,48	0,53
Medel	0	0,03	0,06	0,08	0,15	0,20	0,31	0,41	0,46	0,50
Stdv		0,01	0,01	0,05	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
Var.koeff		18	18	59	10	8	10	9	8	9

Betong 6										
Cemex III/A 48% Slagg Alt 1 Kond. 21 dygn										
24.04.2015	01.05.2015	08.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N26F11	0	0,03	0,07	0,12	0,15	0,25	0,29	0,31	0,33	1,83
N26F12	0	0,04	0,12	0,18	0,22	0,34	0,40	0,42	0,46	0,48
N26F13	0	0,03	0,09	0,14	0,16	0,27	0,32	0,35	0,37	0,39
N26F14	0	0,05	0,13	0,20	0,23	0,32	0,36	0,38	0,40	0,42
Medel	0	0,04	0,10	0,16	0,19	0,30	0,34	0,37	0,39	0,78
Stdv		0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,70
Var.koeff		26	27	23	21	14	14	13	14	90

Betong 6										
Cemex III/A 48% Slagg Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1& CO2)										
30.04.2015	07.05.2015	14.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N26F21	0	0,20	0,41	0,66	0,87 ²	0,89 ²	0,93 ²	0,95 ²	0,95 ²	0,96 ¹
N26F22	0	0,21	0,41	0,65	0,87	1,01	1,18	1,33	1,48	1,61
N26F23	0	0,13	0,28	0,47	0,66	0,75	0,87	1,01	1,16	1,27
N26F24	0	0,17	0,34	0,51	0,70	0,81	0,97	1,09	1,24	1,34
Medel	0	0,18	0,36	0,57	0,74	0,86	1,01	1,14	1,29	1,41
Stdv		0,04	0,06	0,10	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17	0,18
Var.koeff		20	17	17	15	16	16	15	13	13

Betong 6										
Cemex III/A 48% Slagg Alt 3 Kond. 84 dygn										
26.06.2015	03.07.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N26F31	0	0,07	0,15	0,22	0,30	0,40	0,45	0,49	0,54	0,57
N26F32	0	0,09	0,17	0,26	0,36	0,49	0,56	0,60	0,63	0,66
N26F33	0	0,06	0,13	0,22	0,32	0,46	0,52	0,55	0,59	0,61
N26F34	0	0,09	0,17	0,27	0,39	0,53	0,59	0,63	0,66	0,69
Medel	0	0,08	0,16	0,24	0,34	0,47	0,53	0,57	0,61	0,63
Stdv		0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05
Var.koeff		19	12	11	12	12	11	11	9	8

Betong 6										
Cemex III/A 48% Slagg Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
26.06.2015	03.07.2015	10.07.2015	24.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N26F41	0	0,49	0,75	0,94	1,10	1,31	1,45	1,54	1,66	1,75
N26F42	0	0,47	0,67	0,86	1,05	1,21	1,31	1,38	1,47	1,59
N26F43	0	0,46	0,65	0,85	0,99	1,21	1,31	1,40	1,50	1,60
N26F44	0	0,46	0,67	0,88	1,07	1,30	1,42	1,50	1,59	1,60
Medel	0	0,47	0,69	0,88	1,05	1,26	1,37	1,46	1,56	1,64
Stdv		0,01	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,08
Var.koeff		3	6	5	4	4	5	5	6	5

Betong 6										
Cemex III/A 48% Slagg Alt 5 Kond. 365 dygn										
18.03.2016	25.03.2016	01.04.2016	15.04.2016	29.04.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N26F51	0	0,42	0,57	0,7	0,75	0,82	0,89	0,95	1,04	1,13
N26F52	0	0,42	0,55	0,7	0,78	0,85	0,92	0,98	1,05	1,12
N26F53	0	0,42	0,51	0,77	0,85	0,94	1,05	1,09 ¹	1,10 ¹	1,11 ¹
N26F54	0	0,45	0,51	0,78	0,88	0,94	1,1	1,19	1,32	1,41
Medel	0	0,43	0,54	0,74	0,82	0,89	0,99	1,04	1,14	1,22
Stdv		0,02	0,03	0,04	0,06	0,06	0,10	0,13	0,16	0,16
Var.koeff		4	6	6	7	7	10	13	14	13

Omgång 1

Betong 6										
Cemex III/A 48% Slagg Norm										
18.12.2014	25.12.2014	08.01.2015	22.01.2015	05.02.2015	19.02.2015	05.03.2015	19.03.2015	02.04.2015		
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N16F1	0	0,04	0,08	0,14	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35
N16F2	0	0,03	0,08	0,13	0,17	0,22	0,23 ¹	0,24 ¹	0,25 ¹	0,25 ¹
N16F3	0	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23	0,28 ¹	0,32 ²	0,33 ¹	0,34 ¹
N16F4	0	0,04	0,07	0,13	0,17	0,21	0,24 ¹	0,25 ²	0,26 ¹	0,26 ¹
Medel	0	0,04	0,08	0,14	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35
Stdv		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-
Var.koeff		20	10	4	3	4	-	-	-	-

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 7 Cemex III/B 75% Slagg										
30.04.2015	07.05.2015	14.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N27F1	0	0,14	0,25	0,35	0,51	0,62	0,76	0,90	0,99 ¹	1,06 ¹
N27F2	0	0,16	0,26	0,37	0,52	0,64	0,77	0,93	1,09	1,22
N27F3	0	0,16	0,26	0,36	0,50	0,6	0,73	0,87	1,03	1,19
N27F4	0	0,19	0,28	0,38	0,53	0,65	0,79	0,96	1,12	1,29
Medel	0	0,16	0,26	0,37	0,52	0,63	0,76	0,92	1,08	1,23
Stdv		0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Var.koeff		13	5	4	3	4	3	4	4	4

Betong 7 Cemex III/B 75% Slagg Alt 1 Kond. 21 dygn										
14.05.2015	21.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015	03.09.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N27F11	0	0,13	0,37	0,65	0,81	0,91	1,00	1,14	1,26	1,35
N27F12	0	0,10	0,28	0,53	0,65	0,77	0,88	1,00	1,11	1,25
N27F13	0	0,09	0,28	0,55	0,67	0,75	0,84	0,94	1,06	1,17
N27F14	0	0,08	0,30	0,58	0,7	0,80	0,89	0,99	1,11	1,25
Medel	0	0,10	0,31	0,58	0,71	0,81	0,90	1,02	1,14	1,26
Stdv		0,02	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,07
Var.koeff		22	14	9	10	9	8	8	8	6

Betong 7 Cemex III/B 75% Slagg Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1& CO2)										
14.05.2015	21.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015	03.09.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N27F21	0	1,39	2,00	2,62	2,97	3,21	3,48	3,72	3,90	4,05
N27F22	0	1,32	1,97	2,69	3,05	3,35	3,54	3,73	3,92	4,10
N27F23	0	1,32	1,96	2,60	2,96	3,21	3,43	3,64	3,83	3,99
N27F24	0	1,24	1,97	2,65	3,05	3,29	3,66	3,84	4,10	4,30
Medel	0	1,32	1,98	2,64	3,01	3,27	3,53	3,73	3,94	4,11
Stdv		0,06	0,02	0,04	0,05	0,07	0,10	0,08	0,12	0,13
Var.koeff		5	1	1	2	2	3	2	3	3

Betong 7 Cemex III/B 75% Slagg Alt 3 Kond. 84 dygn										
16.07.2015	23.07.2015	30.07.2015	13.08.2015	27.08.2015	10.09.2015	24.09.2015	08.10.2015	22.10.2015	05.11.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N27F31	0	0,83	1,10	1,32	1,50	1,65	1,85	2,01	2,14	2,31
N27F32	0	0,81	1,00	1,27	1,46	1,63	1,79	1,95	2,07	2,24
N27F33	0	0,73	0,95	1,21	1,34	1,48	1,63	1,77	1,90	2,02
N27F34	0	0,83	1,03	1,27	1,45	1,60	1,73	1,92	2,05	2,18
Medel	0	0,80	1,02	1,27	1,44	1,59	1,75	1,91	2,04	2,19
Stdv		0,05	0,06	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,12
Var.koeff		6	6	4	5	5	5	5	5	6

Betong 7 Cemex III/B 75% Slagg Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
16.07.2015	23.07.2015	30.07.2015	13.08.2015	27.08.2015	10.09.2015	24.09.2015	08.10.2015	22.10.2015	05.11.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N27F41	0	1,33	1,67	2,07	2,29	2,46	2,68	2,84	2,98	3,15
N27F42	0	1,41	1,78	2,12	2,36	2,52	2,74	2,88	3,04	3,22
N27F43	0	1,38	1,73	2,06	2,28	2,46	2,59	2,71	2,92	3,08
N27F44	0	1,39	1,78	2,16	2,42	2,61	2,81	2,98	3,15	3,32
Medel	0	1,38	1,74	2,10	2,34	2,51	2,71	2,85	3,02	3,19
Stdv		0,03	0,05	0,05	0,07	0,07	0,09	0,11	0,10	0,10
Var.koeff		2	3	2	3	3	3	4	3	3

Betong 7 Cemex III/B 75% Slagg Alt 5 Kond. 365 dygn										
18.03.2016	25.03.2016	01.04.2016	15.04.2016	29.04.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N27F51	0	1,01	1,48	1,94	2,22	2,5	2,59	2,87	3,14	3,41
N27F52	0	1,39	1,90	2,31	2,54	2,95	3,33	3,52	3,8	3,99
N27F53	0	1,30	1,95	2,47	2,77	3,02	3,25	3,44	3,58	3,91
N27F54	0	1,28	1,8	2,25	2,54	2,85	3,08	3,28	3,52	3,71
Medel	0	1,25	1,78	2,24	2,52	2,83	3,06	3,28	3,51	3,76
Stdv		0,16	0,21	0,22	0,23	0,23	0,33	0,29	0,27	0,26
Var.koeff		13	12	10	9	8	11	9	8	7

Omgång 1

Betong 7 Cemex III/B 75% Slagg Norm										
18.12.2014	25.12.2014	08.01.2015	22.01.2015	05.02.2015	19.05.2015	05.03.2015	19.03.2015	02.04.2015		
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N17F1	0	0,07	0,14	0,24	0,3	0,38 ¹	0,4 ¹	0,41 ²	0,42 ¹	0,43 ¹
N17F2	0	0,08	0,16	0,27	0,36	0,36 ¹	0,38 ¹	0,39 ¹	0,40 ¹	0,41 ¹
N17F3	0	0,06	0,14	0,25	0,33	0,41 ²	0,41 ¹	0,43 ²	0,43 ¹	0,43 ¹
N17F4	0	0,06	0,15	0,28	0,38	0,49 ¹	0,52 ¹	0,58 ²	0,60 ¹	0,61 ¹
Medel	0	0,07	0,15	0,26	0,34	-	-	-	-	-
Stdv		0,01	0,01	0,02	0,04	-	-	-	-	-
Var.koeff		14	6	7	10	-	-	-	-	-

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 8 LH Anlegg FA 50 % FA										
30.04.2015		07.05.2015	14.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N28F1	0	1,45	2,06	2,61	3,22	3,63	4,12	4,54	5,05	5,42
N28F2	0	1,47	2,05	2,74	3,44	3,94	4,30	4,90	5,44	5,87
N28F3	0	1,40	2,00	2,61	3,14	3,47	3,93	4,33	4,66	4,95
N28F4	0	1,14	1,65	2,16	2,74	3,26	3,65	4,16	4,61	4,73
Medel	0	1,37	1,94	2,53	3,14	3,58	4,00	4,48	4,94	5,24
Stdv		0,15	0,20	0,25	0,29	0,29	0,28	0,32	0,39	0,51
Var.koeff		11	10	10	9	8	7	7	8	10

Betong 8 LH Anlegg FA 50 % FA Alt 1 Kond. 21 dygn										
14.05.2015		21.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015	03.09.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N28F11	0	0,62	1,13	1,61	1,81	1,97	2,20	2,42	2,62	2,82
N28F12	0	0,71	1,14	1,62	1,93	2,15	2,25	2,38 ²	2,45 ²	2,49 ¹
N28F13	0	0,62	1,09	1,59	1,85	2,00	2,22	2,25	2,29 ²	2,31 ¹
N28F14	0	0,63	1,19	1,71	1,96	2,19	2,48	2,78 ²	2,86 ²	2,91 ¹
Medel	0	0,65	1,14	1,63	1,89	2,08	2,29	2,34	2,62	2,82
Stdv		0,04	0,04	0,05	0,07	0,11	0,13	0,12	-	-
Var.koeff		7	4	3	4	5	6	5	-	-

Betong 8 LH Anlegg FA 50 % FA Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1& CO2)										
14.05.2015		21.05.2015	28.05.2015	11.06.2015	25.06.2015	09.07.2015	23.07.2015	06.08.2015	20.08.2015	03.09.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N28F21	0	0,67	1,15	2,30	3,49	4,44	5,50	5,58 ²	5,68 ²	5,74 ¹
N28F22	0	0,61	1,16	2,33	3,36	4,21	5,04	5,82	6,54	7,14
N28F23	0	0,67	1,28	2,45	3,47	4,59	5,50	6,42	7,11	7,52
N28F24	0	0,63	1,06	2,17	3,32	4,32	5,07	6,02	6,55	7,15
Medel	0	0,65	1,16	2,31	3,41	4,39	5,28	6,09	6,73	7,27
Stdv		0,03	0,09	0,12	0,08	0,16	0,26	0,31	0,33	0,22
Var.koeff		5	8	5	2	4	5	5	5	3

Betong 8 LH Anlegg FA 50 % FA Alt 3 Kond. 84 dygn										
16.07.2015		23.07.2015	30.07.2015	13.08.2015	27.08.2015	10.09.2015	24.09.2015	08.10.2015	22.10.2015	05.11.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N28F31	0	0,90	1,84	2,37	2,58 ¹	2,74 ¹	2,84 ²	2,90 ²	2,92 ¹	3,06 ¹
N28F32	0	1,17	2,19	2,98	3,44	3,66	3,84	4,05	4,13 ¹	4,27 ¹
N28F33	0	1,20	2,28	3,04	3,48	3,75 ¹	3,79 ²	3,82 ²	3,84 ¹	3,85 ¹
N28F34	0	1,18	2,12	2,86	3,29	3,52 ¹	3,57 ²	3,65 ²	3,69 ¹	4,04 ¹
Medel	0	1,11	2,11	2,81	3,40	3,66	3,84	4,05	-	-
Stdv		0,14	0,19	0,30	0,10	-	-	-	-	-
Var.koeff		13	9	11	3	-	-	-	-	-

Betong 8 LH Anlegg FA 50 % FA Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
16.07.2015		23.07.2015	30.07.2015	13.08.2015	27.08.2015	10.09.2015	24.09.2015	08.10.2015	22.10.2015	05.11.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N28F41	0	1,17	2,47	4,06	5,17	5,87	6,67	7,18	7,42	7,92
N28F42	0	1,18	2,46	4,09	5,35	6,09	6,66	6,78 ¹	6,60 ¹	7,11 ¹
N28F43	0	1,12	2,15	3,74	4,68	5,39	6,13	6,48	6,74	7,16
N28F44	0	1,21	2,13	3,87	5,03	5,24 ¹	5,47 ²	5,60 ²	5,56 ¹	5,85 ¹
Medel	0	1,17	2,30	3,94	5,06	5,78	6,49	6,83	7,08	7,54
Stdv		0,04	0,19	0,17	0,28	0,36	0,31	0,49	0,48	0,54
Var.koeff		3	8	4	6	6	5	7	7	7

Betong 8 LH Anlegg FA 50 % FA Alt 5 Kond. 365 dygn										
18.03.2016		25.03.2016	01.04.2016	15.04.2016	29.04.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N28F51	0	0,48	1,23	2,23	2,82	3,51	4,41	5,2	5,35	7,22
N28F52	0	0,39	0,99	1,58	2,40	3,15	4,15	4,93	5,39	7,51
N28F53	0	0,34	0,77	1,45	2,13	2,75	3,33	4,19	4,95	5,5
N28F54	0	0,35	0,78	1,52	2,04	2,55	3,05	3,7	4,15	4,58
Medel	0	0,39	0,94	1,70	2,35	2,99	3,74	4,51	4,96	6,20
Stdv		0,06	0,22	0,36	0,35	0,43	0,65	0,69	0,58	1,40
Var.koeff		16	23	21	15	14	17	15	12	23

Omgång 1

Betong 8 LH Anlegg FA 50 % FA Norm										
		12.12.2014	19.12.2014	02.01.2015	16.01.2015	30.01.2015	13.02.2015	27.02.2015	13.03.2015	27.03.2015
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N18F1	0	0,96	1,35	1,57	1,78	1,88	1,95	2,00	2,06	2,13
N18F2	0	0,92	1,33	1,73	2,00	2,14	2,26	2,35	2,50	2,69
N18F3	0	0,80	1,20	1,52	1,74	1,80	2,11	2,18	2,20	2,23
N18F4	0	0,76	1,07	1,28	1,44	1,54	1,6	1,65	1,69	1,74
Medel	0	0,86	1,24	1,53	1,74	1,84	1,98	2,05	2,11	2,20
Stdv		0,10	0,13	0,19	0,23	0,25	0,28	0,30	0,34	0,39
Var.koeff		11	11	12	13	13	14	15	16	18

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 9 LH Cemex CEM III/A 48% Slagg										
08.05.2015	15.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015	28.08.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N29F1	0	0,07	0,13	0,25	0,39	0,46	0,53	0,59	0,66	0,74
N29F2	0	0,06	0,15	0,23	0,38	0,49	0,58	0,68	0,79	0,94
N29F3	0	0,05	0,12	0,20	0,23	0,29	0,34	0,38	0,43	0,48
N29F4	0	0,05	0,12	0,22	0,25	0,31	0,35	0,40	0,43	0,40
Medel	0	0,06	0,13	0,23	0,31	0,39	0,45	0,51	0,58	0,64
Stdv		0,01	0,01	0,02	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,25
Var.koeff		17	11	9	27	26	27	29	31	39

Betong 9 LH Cemex CEM III/A 48% Slagg Alt 1 Kond. 21 dygn										
22.05.2015	29.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015	28.08.2015	11.09.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N29F11	0	0,10	0,22	0,36	0,40	0,49	0,57	0,66	0,76	0,86
N29F12	0	0,11	0,25	0,42	0,48	0,59	0,70	0,83	0,97	1,10
N29F13	0	0,15	0,29	0,44	0,49	0,57	0,67	0,75	0,85	0,94
N29F14	0	0,13	0,25	0,41	0,45	0,47 ¹	0,52 ¹	0,55 ²	0,56 ¹	0,58 ¹
Medel	0	0,12	0,25	0,41	0,46	0,55	0,65	0,75	0,86	0,97
Stdv		0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12
Var.koeff		18	11	8	9	10	11	11	12	13

Betong 9 LH Cemex CEM III/A 48% Slagg Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1& CO2)										
22.05.2015	29.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015	28.08.2015	11.09.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N29F21	0	0,60	0,91	1,23	1,46	1,74	2,00	2,21	2,41	2,67
N29F22	0	0,55	0,85	1,18	1,39	1,66	1,97	2,14	2,33	2,51
N29F23	0	0,56	0,8	1,14	1,29	1,52	1,74	1,90	2,1	2,24
N29F24	0	0,58	0,88	1,24	1,49	1,75	2,02	2,25	2,51	2,70
Medel	0	0,57	0,86	1,20	1,41	1,67	1,93	2,13	2,34	2,53
Stdv		0,02	0,05	0,05	0,09	0,11	0,02	0,05	0,06	0,21
Var.koeff		4	5	4	6	6	1	2	2	8

Betong 9 LH Cemex CEM III/A 48% Slagg Alt 3 Kond. 84 dygn										
24.07.2015	31.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015	30.10.2015	13.11.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N29F31	0	0,37	0,57	0,66	0,77	0,90	1,01	1,11	1,23	1,27
N29F32	0	0,36	0,52	0,62	0,72	0,81	0,89	0,98	1,11	1,15
N29F33	0	0,32	0,51	0,65	0,76	0,87	0,97	1,06	1,16	1,22
N29F34	0	0,35	0,52	0,62	0,72	0,85	0,93	1,00	1,10	1,15
Medel	0	0,35	0,53	0,64	0,74	0,86	0,95	1,04	1,15	1,20
Stdv		0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06
Var.koeff		6	5	3	4	4	5	6	5	5

Betong 9 LH Cemex CEM III/A 48% Slagg Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
24.07.2015	31.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015	30.10.2015	13.11.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N29F41	0	0,84	1,06	1,18	1,32	1,49	1,59	1,70	1,85	1,90
N29F42	0	0,10	0,95	1,26	1,45	1,60	1,77	1,89	2,05	2,12
N29F43	0	0,10	0,87	1,16	1,31	1,43	1,53	1,62	1,75	1,81
N29F44	0	0,10	0,83	1,16	1,41	1,54	1,64	1,77	1,95	2,00
Medel	0	0,29	0,93	1,19	1,37	1,52	1,63	1,75	1,90	1,96
Stdv		0,37	0,10	0,05	0,07	0,07	0,10	0,11	0,13	0,13
Var.koeff		130	11	4	5	5	6	7	7	7

Betong 9 LH Cemex CEM III/A 48% Slagg Alt 5 Kond. 365 dygn										
29.04.2016	06.05.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016	22.07.2016	05.08.2016	19.08.2016	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N29F51	0	0,57	1,01	1,25	1,42	1,53				
N29F52	0	0,5	0,98	1,23	1,41	1,51				
N29F53	0	0,58	1,04	1,25	1,39	1,49				
N29F54	0	0,82	1,14	1,4	1,5	1,70 ¹				
Medel	0	0,62	1,04	1,28	1,43	1,51				
Stdv		0,14	0,07	0,08	0,05	0,02				
Var.koeff		23	7	6	3	1				

Röda siffror markerar att proverna var fuktiga (markerat med en 1), alternativt torra - dessa värden har inte tagits med i resultat.

Omgång 1

Betong 9 LH Cemex CEM III/A 48% Slagg Norm										
	19.12.2014	26.12.2014	09.01.2015	23.01.2015	06.02.2015	20.02.2015	06.03.2015	20.03.2015	03.04.2015	
0	7	14	28	42	56	70	84	98	112	
N19F1	0	0,03	0,07	0,09	0,17	0,22	0,26	0,30	0,35 ¹	0,39 ¹
N19F2	0	0,04	0,07	0,10	0,19	0,23	0,25 ¹	0,26 ¹	0,27 ¹	0,28 ¹
N19F3	0	0,02	0,06	0,08	0,16	0,21	0,25	0,29	0,32	0,38 ¹
N19F4	0	0,03	0,07	0,09	0,17	0,22	0,23 ¹	0,26 ¹	0,26 ¹	0,26 ¹
Medel	0	0,03	0,07	0,09	0,17	0,22	0,26	0,30	0,32	-
Stdv		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-
Var.koeff		27	7	9	7	4	3	2	-	-

Röd markerat är resultat som ej är med i diagram. Fuktiga/torr prover

¹=Fuktig ²=Torr

Betong 10 LH Cemex CEM III/B 75% Slagg Norm										
08.05.2015	15.05.2015	22.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015	28.08.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N210F1	0	0,24	0,39	0,52	0,60	0,71	0,84	1,05	1,20	1,42
N210F2	0	0,21	0,37	0,53	0,65	0,79	0,98	1,18	1,38	1,60
N210F3	0	0,22	0,38	0,53	0,62	0,76	0,94	1,12	1,31	1,53
N210F4	0	0,22	0,35	0,51	0,62	0,78	0,93	1,10	1,28	1,45
Medel	0	0,22	0,37	0,52	0,62	0,76	0,92	1,11	1,29	1,50
Stdv		0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,06	0,05	0,07	0,08
Var.koeff		6	5	2	3	5	6	5	6	5

Betong 10 LH Cemex CEM III/B 75% Slagg Alt 1 Kond. 21 dygn										
22.05.2015	29.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015	28.08.2015	11.09.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N210F11	0	0,66	0,78	0,94	1,04	1,14	1,30	1,45	1,59	1,75
N210F12	0	0,65	0,81	0,99	1,13	1,27	1,46	1,62	1,80	1,93
N210F13	0	0,64	0,76	0,89	1,01	1,14	1,28	1,42	1,55	1,67
N210F14	0	0,61	0,73	0,90	1,00	1,11	1,26	1,40	1,54	1,68
Medel	0	0,64	0,77	0,93	1,05	1,17	1,33	1,47	1,62	1,76
Stdv		0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,12
Var.koeff		3	4	5	6	6	7	7	8	7

Betong 10 LH Cemex CEM III/B 75% Slagg Alt 2 Kond. 21 dygn (7dygn i 1& CO2)										
22.05.2015	29.05.2015	05.06.2015	19.06.2015	03.07.2015	17.07.2015	31.07.2015	14.08.2015	28.08.2015	11.09.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N210F21	0	3,13	4,04	4,79	5,18	5,50	5,72	5,99	6,29	6,39
N210F22	0	2,69	3,7	4,31	4,59	4,89	5,25	5,46	5,73	5,98
N210F23	0	3,12	4,19	4,87	5,19	5,52	5,84	6,09	6,41	6,63
N210F24	0	2,6	3,52	4,39	4,78	5,07	5,35	5,60	5,94	6,27
Medel	0	2,89	3,86	4,59	4,94	5,25	5,54	5,79	6,09	6,32
Stdv		0,28	0,31	0,28	0,30	0,31	0,28	0,30	0,31	0,27
Var.koeff		10	8	6	6	6	5	5	5	4

Betong 10 LH Cemex CEM III/B 75% Slagg Alt 3 Kond. 84 dygn										
24.07.2015	31.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015	30.10.2015	13.11.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N210F31	0	1,05	1,62	1,97	2,30	2,51	2,70	2,88	3,10	3,25
N210F32	0	1,04	1,47	1,85	2,06	2,28	2,51	2,74	2,93	3,02
N210F33	0	1,19	1,58	1,96	2,24	2,51	2,71	2,89	3,06	3,21
N210F34	0	1,23	1,55	1,92	2,19	2,41	2,56	2,74	2,93	3,10
Medel	0	1,13	1,56	1,93	2,20	2,43	2,62	2,81	3,01	3,15
Stdv		0,10	0,06	0,05	0,10	0,11	0,10	0,08	0,09	0,10
Var.koeff		9	4	3	5	4	4	3	3	3

Betong 10 LH Cemex CEM III/B 75% Slagg Alt 4 Kond. 84 dygn (7 dygn i 1% CO2)										
24.07.2015	31.07.2015	07.08.2015	21.08.2015	04.09.2015	18.09.2015	02.10.2015	16.10.2015	30.10.2015	13.11.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N210F41	0	2,75	3,42	3,89	4,17	4,42	4,61	4,88	5,08	5,27
N210F42	0	2,62	3,19	3,83	4,10	4,30	4,51	4,74	4,95	5,08
N210F43	0	2,77	3,42	3,97	4,49	4,75	4,94	5,21	5,43	5,69
N210F44	0	2,78	3,34	3,96	4,32	4,53	4,74	5,01	5,26	5,40
Medel	0	2,73	3,34	3,91	4,27	4,50	4,70	4,96	5,18	5,36
Stdv		0,07	0,11	0,07	0,17	0,19	0,19	0,20	0,21	0,26
Var.koeff		3	3	2	4	4	4	4	4	5

Betong 10 LH Cemex CEM III/B 75% Slagg Alt 5 Kond. 365 dygn										
29.04.2016	06.05.2016	13.05.2016	27.05.2016	10.06.2016	24.06.2016	08.07.2016	22.07.2016	05.08.2016	19.08.2016	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N210F51	0	0,72	2,09	4,13	4,5	5,13	5,57	5,80 ¹	5,87 ¹	5,94 ²
N210F52	0	0,85	2,41	3,13 ²	3,17 ²	4,45 ²	5,09 ²	5,18 ¹	5,27 ¹	5,57 ²
N210F53	0	0,84	2,49	4,05	4,58	5,11	5,5	5,78	5,09 ¹	5,35 ²
N210F54	0	0,8	2,19	4,24	4,75	5,27	5,77	5,08	5,49 ¹	5,82 ²
Medel	0	0,80	2,30	4,14	4,61	5,17	5,61	5,43		
Stdv		0,06	0,19	0,10	0,13	0,09	0,14	0,09		
Var.koeff		7	8	2	3	2	2	9		

Omgång 1

Betong 10 LH Cemex CEM III/B 75% Slagg Norm										
	19.12.2014	26.12.2014	09.01.2015	23.01.2015	06.02.2015	20.02.2015	06.03.2015	20.03.2015	03.04.2015	
	0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
N110F1	0	0,26	0,37	0,52	0,54	0,56 ¹	0,56 ¹	0,58 ¹	0,58 ¹	0,59 ¹
N110F2	0	0,29	0,40	0,50	0,53	0,54 ¹	0,54 ¹	0,54 ¹	0,55 ¹	0,55 ¹
N110F3	0	0,27	0,39	0,55	0,57	0,58 ¹	0,59 ¹	0,61 ¹	0,61 ¹	0,61 ¹
N110F4	0	0,32	0,45	0,63	0,77	0,91 ¹	1,08 ¹	1,12 ²	1,16 ¹	1,19 ¹
Medel	0	0,29	0,40	0,55	0,60	-	-	-	-	-
Stdv		0,03	0,03	0,06	0,11	-	-	-	-	-
Var.koeff		9	8	10	19	-	-	-	-	-

Kontaktperson
Ida Gabrielsson
Samhällsbyggnad
+46 10 516 68 51
ida.gabrielsson@ri.se

Datum
2023-03-15

Beteckning
P116351

Sida
1 (18)

Statens Vegvesen Vegdirektoratet

Uppdrag provkropper plasserte ved Riksväg 40 Borås

(5 bilagor)

Uppdrag provkropper plasserte ved Riksväg 40

Den 18:e desember 2014 plasserades samtlige provkropper avsedde for feltprovning på CBIs feltprovplatt ved riksväg 40. Innan provkroppene avsedde for utvärdering av saltfrostbestandighet (halva kuber, 70*150*150 mm) plasserades på feltprovplatten bestemdes utgangsvärde for ultraljud og volum for varje provkropp. Dessa provkropper togs in den 26:e juni 2015, efter en vinter ved riksväg 40, for bedömning av inre- respektive ytre frostskaider med hjelp av ultraljud- og volumbestämning. En okular besiktning av varje provkropp utfördes samtidigt.

På feltprovplatten plasserades också 10 stora provkropper (300*300*1000 mm), en for varje betongsamansättning. De stora provkroppene togs in den 26:e juni 2015 efter en vinter ved riksväg 40 till laboratoriet for att ta ut prov for bestämning av klorid- og fuktprofil.

Den 10:e desember 2015 utplasserades samtlige provkropper åter på provplatten ved riksväg 40.

Den 27 april 2018 hämtades samtlige prøver in från feltprovningsplattsen efter att varit där 4 vintrar for att prøvas på samma sätt som efter första vintern. Borrkärner från de stora provkroppene borrhades ut i slutten juni og prøvninger skjedde under perioden juli 2018 - mars 2019.

Den 3 november 2022 hämtades samtlige prøver in igen från feltprovningsplattsen efter att varit där i 8 vintrar. Även denna gången for att prøva de små provkroppene for ultraljud- og volumbestämning og de større provkroppene for kloridprofiler og karbonatisering. 20 desember 2022 plasserades provkroppene åter tillbaka på feltprovningsplattsen ved riksväg 40.

I denna rapport redovisas resultat från prøvninger og måtninger efter 1, 4 og 8 års exponering ved riksväg 40 vad gäller ultraljud- og volumbestämning og kloridprofiler, og karbonatisering efter 8 år.

En mer heltäckande analys av resultat från andra prøvninger, tilleggagangssätt og material på samme blandninger finns att hitta i rapporter från tidligere projekt.

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress
Box 857
501 15 BORÅS

Besöksadress
Brinellgatan 4
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
033-13 55 02
info@ri.se

Konfidensialitetsnivå
K2 - Intern

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE Research Institutes of Sweden AB i förväg skriftligen godkänner annat.

Provföremål och provfakta

I tabell 1 anges betongrecept och riktvärden för de tio olika betongsammansättningarna.

Tabell 1 Betongsammansättning – riktvärden givna av uppdragsgivaren.

Betong nr.	Cement	Massförhållande ¹⁾	v/b	Silika-stoft	Extra FA	Tot. innehåll FA eller slagg
1	Norcem Anleggsement FA ²⁾ (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,405	4 %	0	17 % FA
2	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,373	4 %	+ 18 %	35 % FA
3	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	0,39	0,348	4 %	+ 33 %	50 % FA
4	Norcem Standardsement FA ³⁾ (CEM II/B-M 42,5 R)	0,39	0,374	4 %	+ 17 %	35 % FA
5	Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N)	0,39	$k_{fa}=1$ upp till 20 % $k_{fa}=0,7$ över 20 %	4 %	+ 35 %	35 % FA
6	Cemex CEM III/A	0,39	0,405	4 %	0	48% slagg
7	Cemex CEM III/B	0,39	0,405	4 %	0	75 % slagg
8	Norcem Anleggsement FA ¹⁾ (CEM II/A-V 42,5 N)	0,44	0,392	4 %	+ 33 %	50 % FA
9	Cemex CEM III/A	0,44	0,44	4 %	0	48% slagg
10	Cemex CEM III/B	0,44	0,44	4 %	0	75 % slagg

¹⁾För flygaska (FA) som är en del av själva cementen er $k_{FA}=1,0$ och för extra tillsatt FA är $k_{FA}=0,7$. För silikastoft är $k_s=2,0$

²⁾ Antaget FA-innehåll i ANL-FA-cementen 17 %

³⁾ Antaget FA-innehåll i STD-FA-cementen 18 %

Resultat – Provkroppar för bedömning av salt-frostbeständighet (halva kuber, 70*150*150 mm)

Resultat – Volymbestämning

I tabell 2 redovisas medelvärdena av mätvärdena för volymförändring under perioden 2014-2022 för samtliga betongblandningar. Samtliga siffror redovisas i bilaga 1.

I diagram 1 visas volymförändringarna under perioden 2014 - 2022 grafiskt för samtliga blandningar som innehåller flygaska och i diagram 2 för samtliga blandningar som innehåller slagg.

Tabell 2 Volymbestämning 2014 - 2022, samtliga blandningar

Egenskap	Betong	2014 Resultat volym- bestämning ¹⁾ (cm ³)	2015 Resultat volym- bestämning ¹⁾ (cm ³)	2018 Resultat volym- bestämning ¹⁾ (cm ³)	2022 Resultat volym- bestämning ¹⁾ (cm ³)	Volym- förändring ¹⁾ 2014 - 2022 (%)
Volym- bestämning	Betong 1	1613,4	1615,5	1612,9	1609,2	-0,26
	Betong 2	1619,2	1620,7	1621,7	1614,1	-0,31
	Betong 3	1621,5	1622,7	1621,3	1615,4	-0,38
	Betong 4	1602,8	1605,0	1600,1	1597,5	-0,33
	Betong 5	1638,5	1641,7	1637,5	1635,3	-0,20
	Betong 6	1644,6	1646,0	1642,7	1639,9	-0,29
	Betong 7	1654,0	1655,4	1650,2	1649,6	-0,26
	Betong 8	1628,0	1630,1	1626,2	1619,6	-0,52
	Betong 9	1640,8	1642,6	1639,9	1638,4	-0,14
	Betong 10	1629,3	1630,3	1628,0	1625,0	-0,27

¹⁾ Medelvärde av 3 provkroppar.

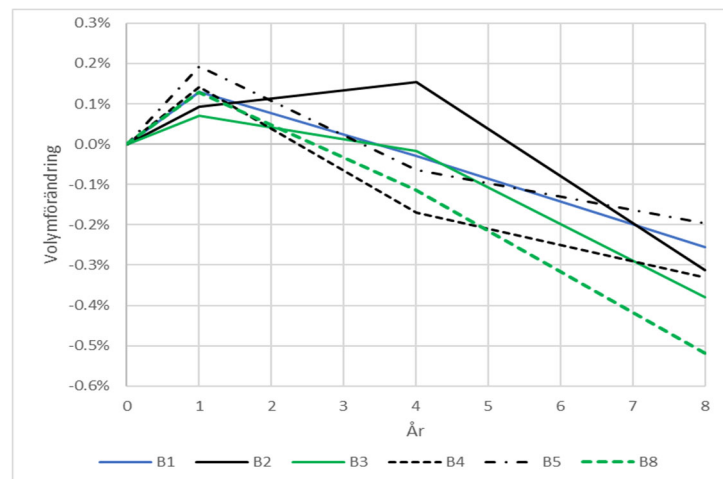


Diagram 1 Volymbestämning 2014 - 2022 Blandningar med flygaska

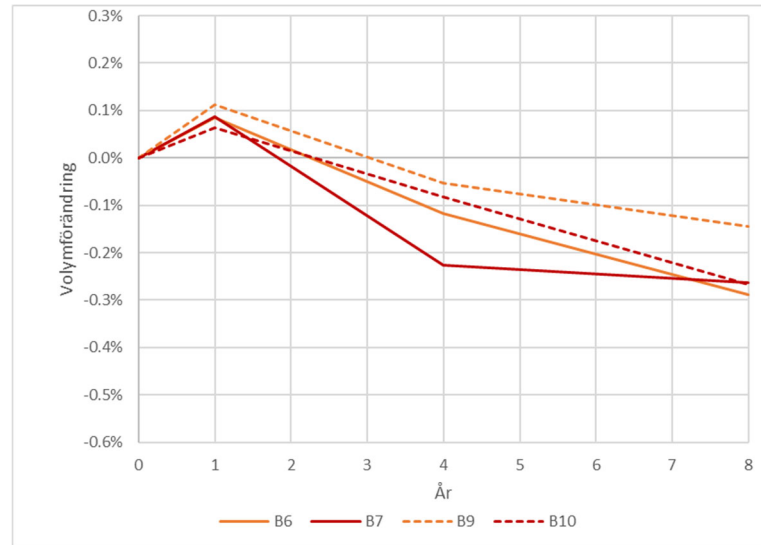


Diagram 2 Volymbestämning 2014 - 2022 Blandningar med slagg

Kommentar till provningen:

Kommentarer efter 1:a vintern:

Volymförändringarna under första vintern är samtliga fall mycket små och inom mätmetodens mätosäkerhet. En ökning kan bero på grund av beläggningar på provkroppen.

Kommentarer efter 4:e vintern:

Efter 4:e vintern har alla betongsammansättningar minskat i volym förutom betong 2 som har ökat. Minskning i volym kan vara avskalning av betongflagor på provkroppen på grund av frostsador. För samtliga betongsammansättning är förändringarna efter 4 vintersäsonger så små att några säkra slutsatser om de olika blandningarna motstånd mot avskalning p.g.a. salt-frost kan dras. Detta är heller inte förväntat eftersom luftporbildare har använts i samtliga blandningar och de effektiva vct som använts är så låga som 0,39 och 0,44.

Kommentarer efter 8 vintrar:

Efter 8 vintrar har volymminskningen fortsatt. Blandningarna med 50 % flygaska visar större tendens till volymminskning än övriga blandningarna. Under förutsättning att nedbrytningen inte accelererar är förändringarna dock så små att de inte förväntas överstiga 2-3 % efter ca 20 års exponering.

Resultat – Ultraljud

I tabell 3 redovisas medelvärdet för uppmätt transmissionstid under perioden 2014-2022 för samtliga blandningar och i tabell 4 det beräknade medelvärdet för ultraljudshastigheten. Se bilaga 2 för samtliga resultat för ultraljud.

Tabell 3 Transmissionstid t_t (μS) (tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm) och ultraljudshastighet (m/s) 2014 - 2022.

Egenskap	Betong	Resultat transmissionstid ¹⁾ , (μS)			
		2014	2015	2018	2022
Transmissionstid	Betong 1	35,5	35,1	32,6	34,3
	Betong 2	37,0	35,5	33,6	34,7
	Betong 3	38,5	36,8	33,6	35,3
	Betong 4	36,2	35,8	33,1	35,0
	Betong 5	35,6	35,5	32,3	34,0
	Betong 6	36,2	35,6	33,6	35,3
	Betong 7	36,1	36,2	34,0	35,4
	Betong 8	40,1	37,2	34,1	35,5
	Betong 9	36,4	35,9	33,2	35,2
	Betong 10	37,0	36,2	34,0	35,9
¹⁾ Medelvärde av 3 provkroppar.					

Tabell 4 Ultraljudshastighet för samtliga blandningar under perioden 2014-2020.

Egenskap	Betong	Ultraljudshastighet (m/s) ²⁾			
		2014	2015	2018	2022
Transmissionstid	Betong 1	4221	4278	4595	4375
	Betong 2	4056	4221	4458	4327
	Betong 3	3897	4081	4458	4244
	Betong 4	4149	4187	4527	4288
	Betong 5	4217	4231	4642	4409
	Betong 6	4149	4215	4466	4251
	Betong 7	4150	4145	4407	4235
	Betong 8	3738	4032	4393	4228
	Betong 9	4125	4181	4514	4257
	Betong 10	4053	4142	4409	4178

²⁾ Ultraljudshastigheten v_t beräknas enligt v_t (m/s) = 0,15 (m) / t_t (µS) x 10⁶ med t_t som medelvärde av 3 kuber.

Transmissionstiden har för uppskattning av dynamisk E-modul omräknats till $E_{\text{dyn-proxi}}$ enligt följande formeln

$$E_{\text{dyn-proxi}} = (1/t_s)^2 \times 2300$$

t_s = transmissionstiden i sekunder, 2300 är betongens densitet i kg/m³.

(Bakgrunden till denna parameter ges i RISE rapport 4P00511 Rapport 2.)

$E_{\text{dyn-proxi}}$ för samtliga blandningar med flygaska ges i diagram 3 och för samtliga blandningar med slagg i diagram 4.

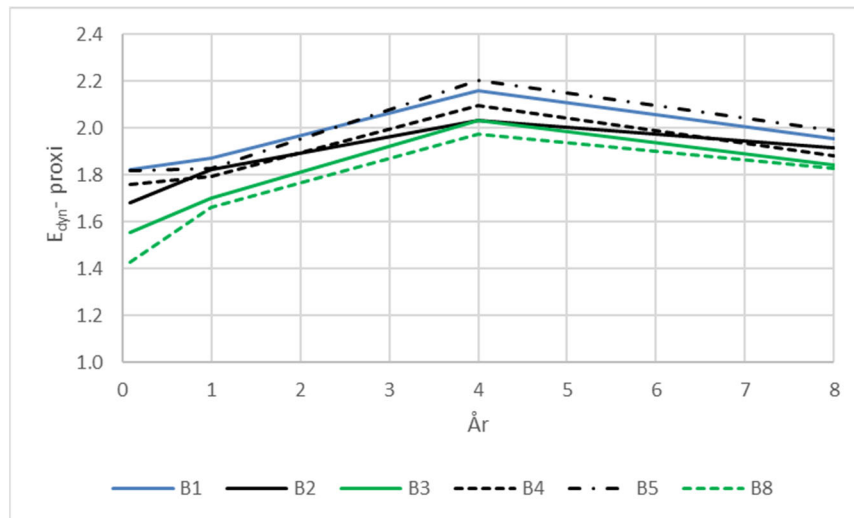


Diagram 3 Medelvärden av E_{dyn} -proxi för perioden 2014-2022 för samtliga blandningar med flygaska.

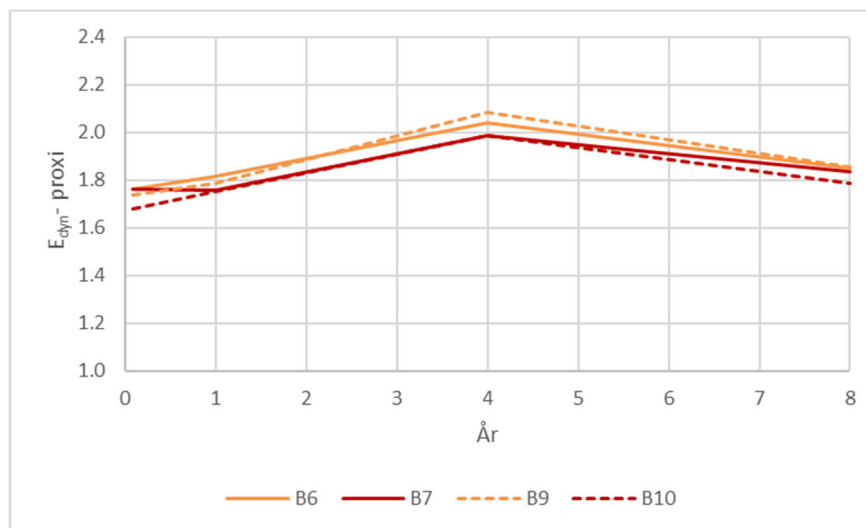


Diagram 4 Medelvärden av E_{dyn} -proxi för perioden 2014-2022 för samtliga blandningar med slagg.

Kommentar till provningen:

Kommentarer efter 1;a vintern

Transmissionstiden minskar, dvs ultraljudshastigheten ökar, under första vintern för samtliga betongsammansättningar. Detta är ett resultat av en fortsatt hydratisering som leder till en tätare cementpasta. Störst är förändringen för de betongsammansättningar med långsammast hållfasthetstillväxt, se betong 2 (35% flygaska), betong 3 (50% flygaska) och betong 8 (50% flygaska).

Kommentarer efter 4;e vintern

Transmissionstiden fortsätter att minska, dvs ultraljudshastigheten fortsätter att öka för samtliga betongsammansättningar även under de följande tre åren. Det finns ingen tendens till inre nedbrytning av frost för någon blandning. Däremot indikeras att hydratiseringen

fortsätter. De blandningar som hade lägre ultraljudshastighet initialt (blandningar med 35 - 50 % flygaska) har efter 4 år en ultraljudshastighet helt i nivå med de övriga blandningarna.

Kommentarer efter 8 vintrar:

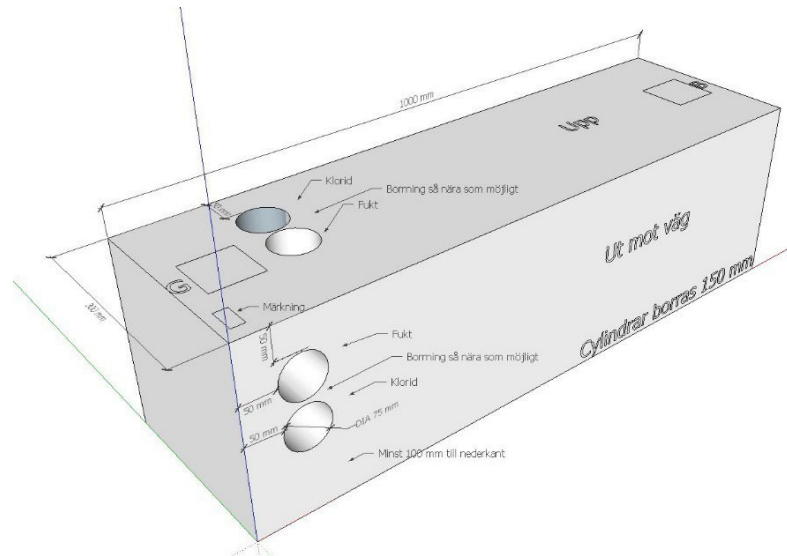
Den uppåtgående trenden har brutits och samtliga blandningar uppvisar en minskande dynamisk E-modul. Om detta är ett tecken på inre nedbrytning eller har att göra med osäkerheter i mätningmetoden är inte klart. E_{dyn} -proxi är dock efter 8 vintrar fortfarande i nivå med vad den var efter en vinter för samtliga blandningar. Skillnaden i E_{dyn} -proxi mellan olika blandningar efter 8 vintrar mellan de olika blandningar är marginell.

Resultat – Stora provkroppar (300*300*1000 mm)

Ur varje provkropp borrades totalt 3 stycken cylindrar ut med en diameter på 75 mm och en längd på ca 150 mm. Provkropparna borrades så nära befintliga borrhålen som möjligt från tidigare provningar. Borrning skedde i princip enligt bild 1.

1 styck cylinder borrades ut från den horisontella ytan (riktad uppåt) och 2 stycken cylindrar från den vertikala ytan (riktad ut mot väg). Cylindern från den horisontella ytan provades för kloridprofil och en cylinder från den vertikala ytan provades för kloridprofil och den andra provades för karbonatisering.

Bild 1 Borrning av stora provkroppar.



Innan utplacering på riksväg 40 sågades provkropparna till en mindre längd, då stora delar av provkropparna redan hade borrhål efter tidigare provningar. Vissa av provkropparna hade spruckit i tidigare borrhål. Provkropparna är i den storleken att det troligen går att få ut en omgång till med utborrade cylindrar.



Bild 2 Provkroppar efter borrning och sågning innan utplacering på riksväg 40.

Resultat – Kloridprofil

Efter borring svarvades betongpulver från cylindrarna på 7 stycken nivåer, 0-2 mm, 2-4 mm, 4-6 mm, 6-10 mm, 10-15 mm, 15-20 mm och 20-25 mm. För betongsammansättningar utan slagg svarvades dessutom ytterligare en nivå på 35-30 mm.

Medelvärde på nivåerna är angivna nedan.

Kloridprofil Betong 1

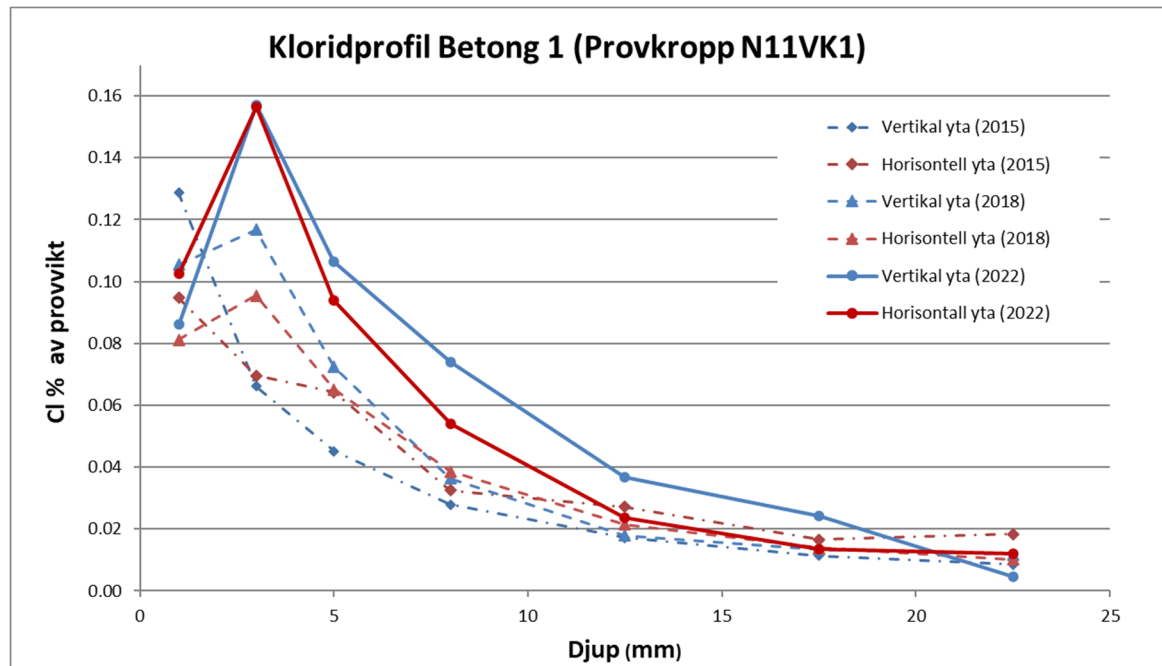


Diagram 5 Kloridprofil Betong 1 Provkropp N11VK1

Kloridprofil Betong 2

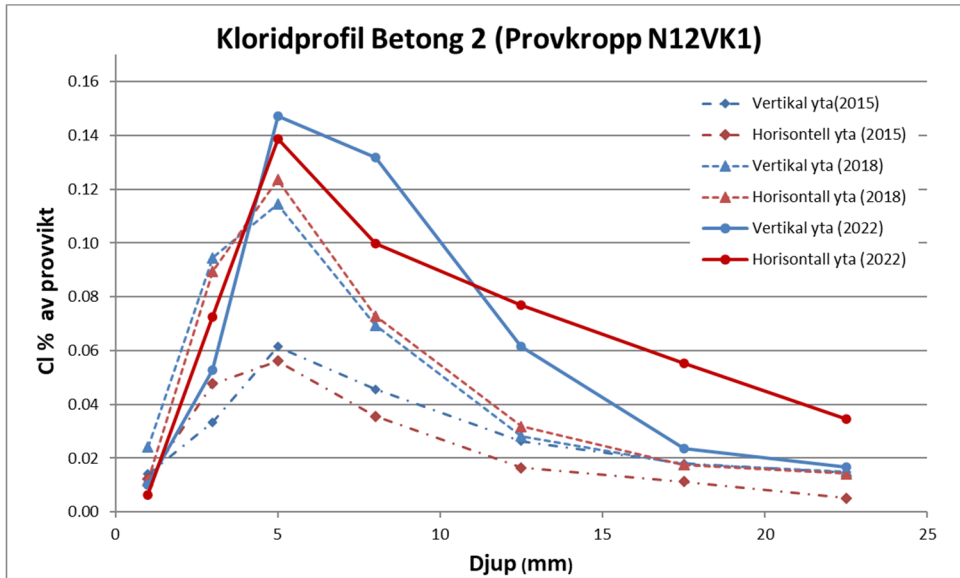


Diagram 6 Kloridprofiler Betong 2 Provknopp N12VK1

Kloridprofil Betong 3

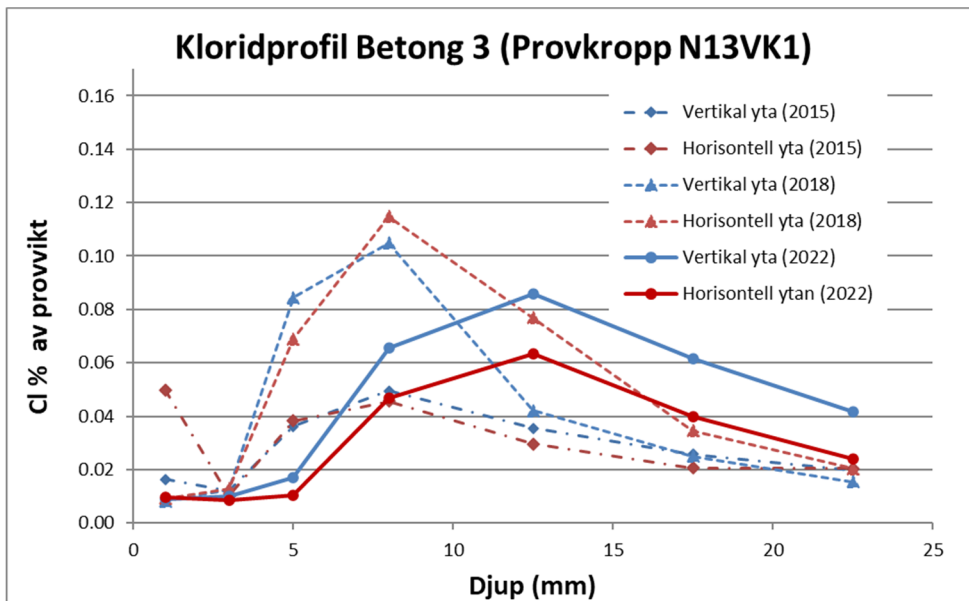


Diagram 7 Kloridprofil Betong 3 Provknopp N13VK1

Kloridprofil Betong 4

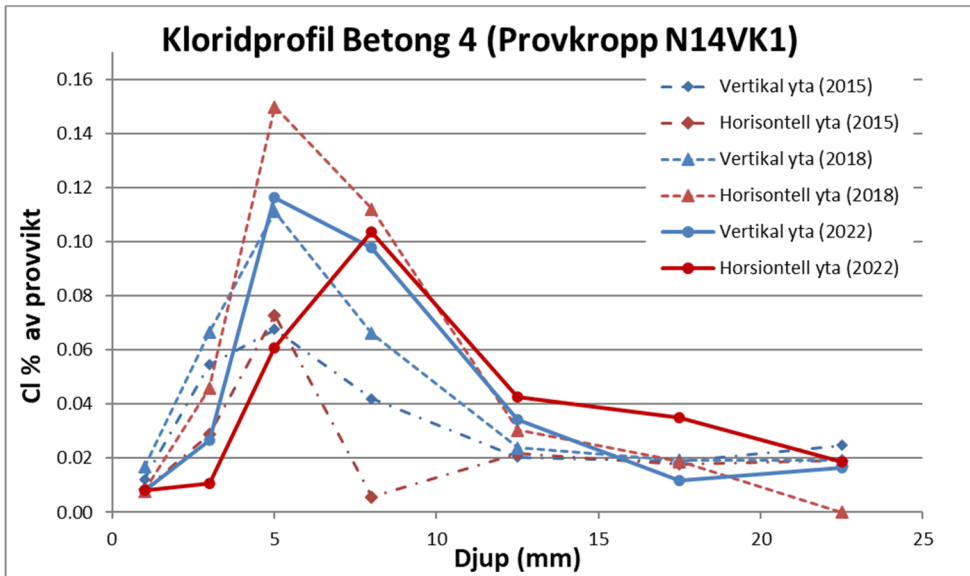


Diagram 8 Kloridprofil Betong 4 Provknopp N14VK1

Kloridprofil Betong 5

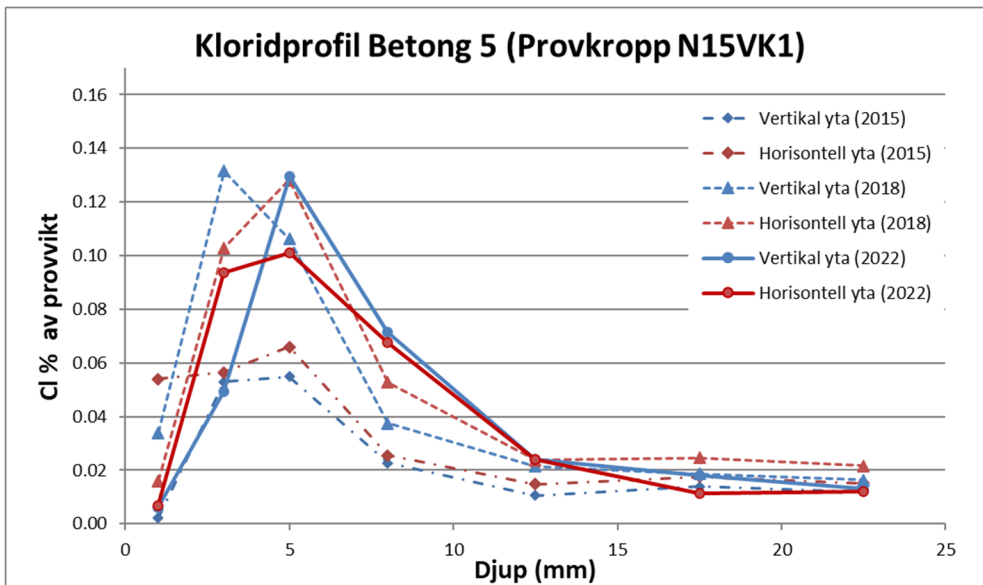


Diagram 9 Kloridprofil Betong 5 Provknopp N15VK1

Kloridprofil Betong 6

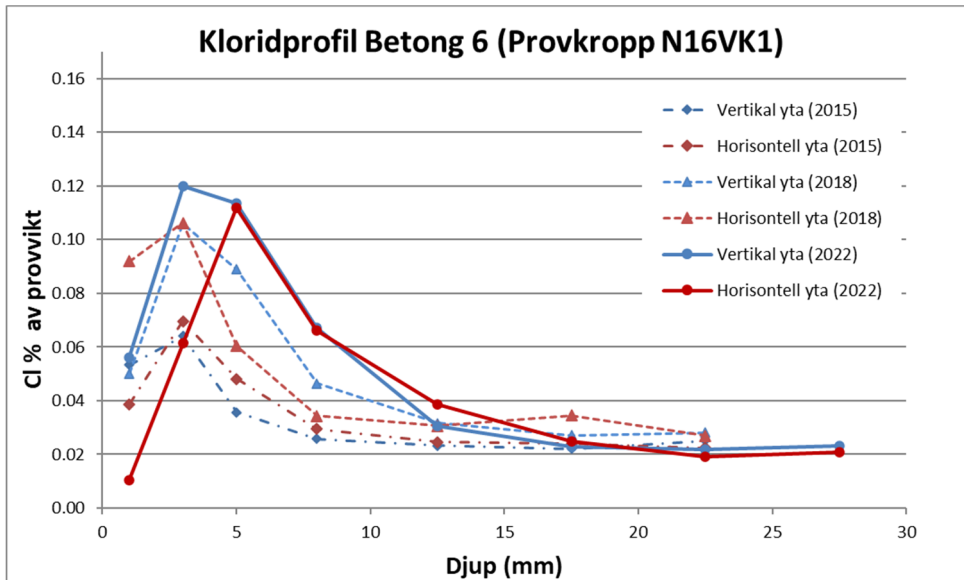


Diagram 10 Kloridprofil Betong 6 Provkröpp N16VK1

Kloridprofil Betong 7

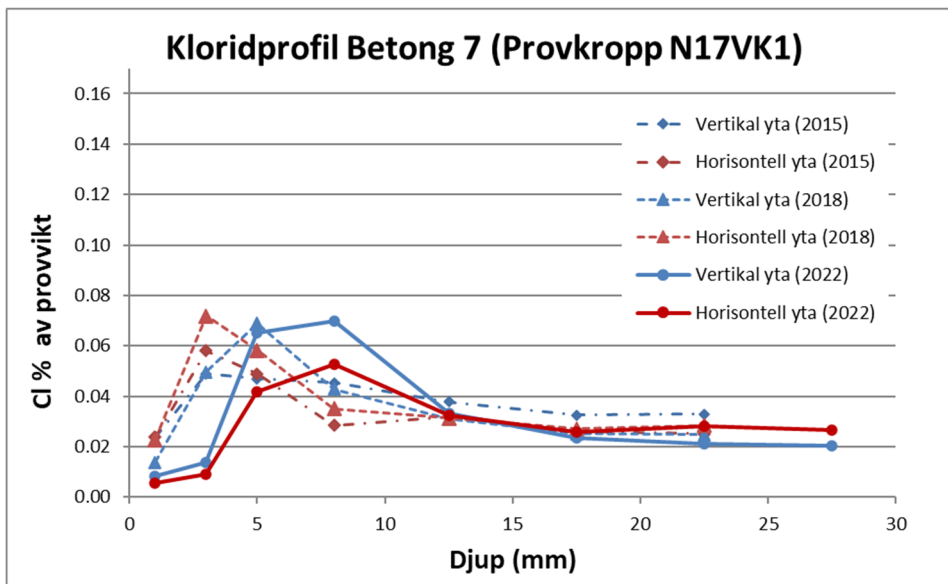


Diagram 11 Kloridprofil Betong 7 Provkröpp N17VK1

Kloridprofil Betong 8

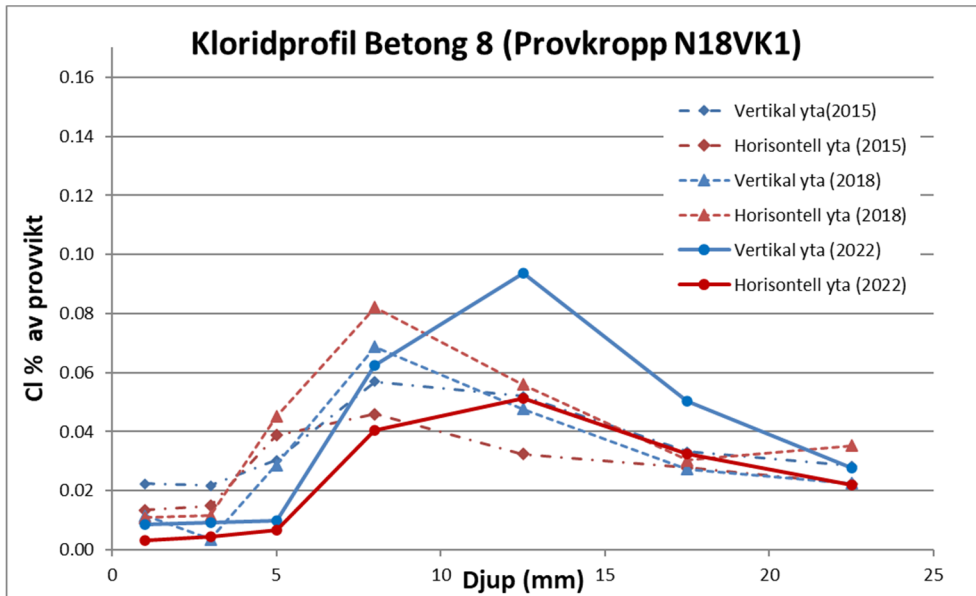


Diagram 12 Kloridprofil Betong 8 Prov kropp N18VK1

Kloridprofil Betong 9

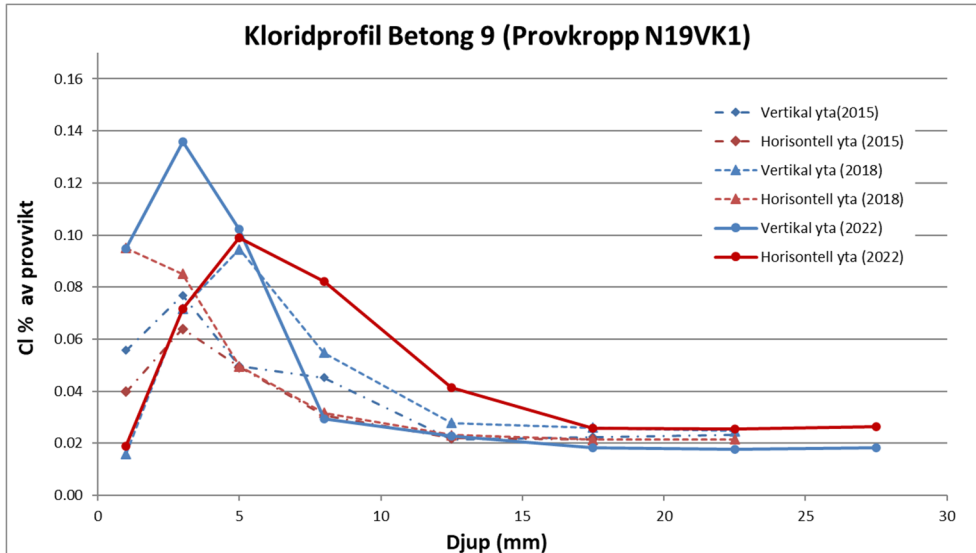


Diagram 13 Kloridprofil Betong 9 Prov kropp N19VK1

Kloridprofil Betong 10

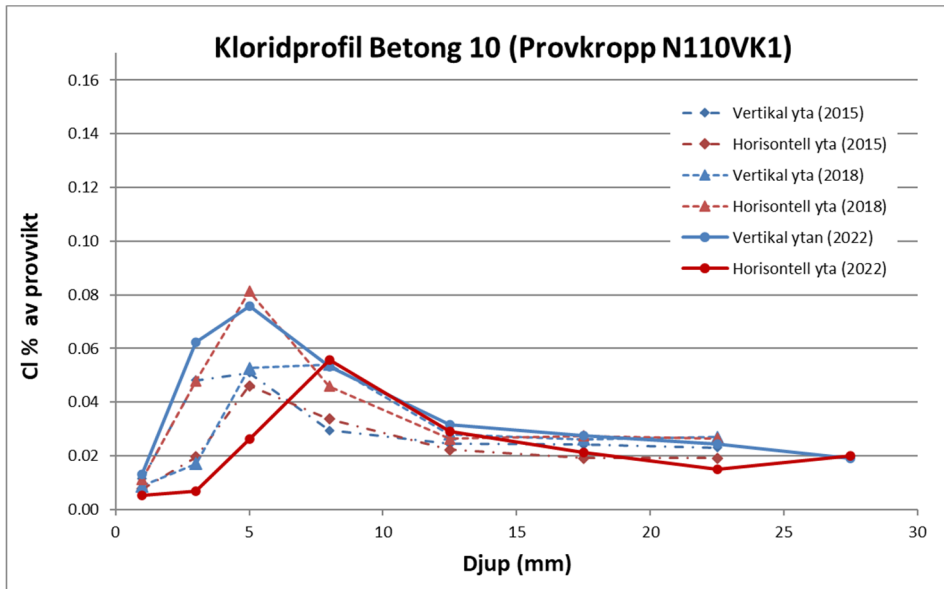


Diagram 14 Kloridprofil Betong 10 Provkropp N110VK1

Se bilaga 3 för samtliga resultat.

Kommentarer till kloridmätningarna

Kommentarer efter 1 vinter:

Kloridhalterna efter en exponering för tösaltad vägmiljö under en vinter är generellt låga och några säkra slutsatser mellan de olika betongsammansättningar kan inte dras. Erfarenheter från tidigare liknande undersökningar visar att det är vanligt att kloridprofiler efter så kort tid som en vintersäsong varierar relativt mycket.

Kommentarer efter 4 vintrar:

Kloridhalter efter 4 års exponering visar på en ökning av klorider i siktet upp till 10 mm i jämförelse med värdena efter en vinters exponering. Hur stor ökningen är och var i profilen maxvärdet inträffar varierar för de olika betongsammansättningarna. I betong med flygaska märks ökningen väl, och med 17 % flygaska (betong 1) inträffar maxvärdet i det yttersta skiktet (0-2 mm) medan det inträffar vid 5 mm djup om halten är 35 % (betong 2, 4, 5) och vid djupet 8 mm när halten är 50 % (betong 3, 8) oberoende av vilken typ av cement som används.

För slaggblandningarna är förändringarna sedan den första mätningen inte lika stora, i synnerhet gäller det de med 75 % slagg. I blandningarna med högre ekvivalent vct är kloridhalten lägre än i motsvarande blandning med lägre ekvivalent vct. Detta kan till viss del bero på att bindemedelshalten i dessa blandningar är något lägre.

Kommentarer efter 8 vintrar:

Kloridhalter har efter 8 vintrar ökat och kloriderna har genomgående trängt längre in i provkropparna. Hur stor ökningen är och var i profilen maxvärdet inträffar varierar för de olika betongsammansättningarna. I betong med 17 % flygaska (betong 1) har även det högsta värdet höjts märkbart och uppträder vid ett djup på ca 3 mm. Med 35 % flygaska uppträder maxvärdet vid ca 5 mm djup (i något fall vid 10 mm djup) om halten är 35 % (betong 2, 4, 5).

Med 50 % flygaska i blandningen (betong 3, 8) tränger kloriderna djupt in i provkroppen och maxvärdena uppträder vid djupet 12 mm efter 8 år. På djupet 25 mm har värdena inte sjunkit ner till ursprungsnivån.

Även i slaggblandningarna har kloridfronten rört sig inåt. Förändringarna är inte lika stora som för blandningarna med flygaska. I blandningarna med högre ekvivalent *vct* är kloridhalten lägre än i motsvarande blandning med lägre ekvivalent *vct*. Detta kan till viss del bero på att bindemedelshalten i dessa blandningar är något lägre.

Nära ytan är kloridhalten mycket låg för de flesta blandningarna. Undantag är betong 1 och betong 6.

Resultat – Karbonatisering

Karbonatiseringsdjup

De uppmätta karbonatiseringsdjupen för samtliga blandningar efter 8 års exponering redovisas i tabell 5. Dessa uppmättes på provkroppar från den vertikala ytan.

Tabell 5 Karbonatiseringsdjup på borrkärnor från stora provkroppar på riksväg 40.

Egenskap	Betong	Karbonatiseringsdjup (mm)	
		Max värde	Medelvärde
Karbonatisering	Betong 1	0,8	0,3
	Betong 2	4,4	2,4
	Betong 3	9,4	5,9
	Betong 4	6,3	3,6
	Betong 5	4,2	2,0
	Betong 6	1,9	0,8
	Betong 7	5,4	2,6
	Betong 8	16,9	7,4
	Betong 9	2,8	1,2
	Betong 10	6,2	3,7

Se bilaga 4 för foton på provning av karbonatisering.

I diagram 15 visas dessa karbonatiseringsdjup grafiskt tillsammans med karbonatiseringsdjup från provkroppar från samma blandningar mätta efter fyra år på provkroppar som stått utomhus i skyddat. Dessa värden återfinns i RISE rapport 4P00511-Rapport 2.

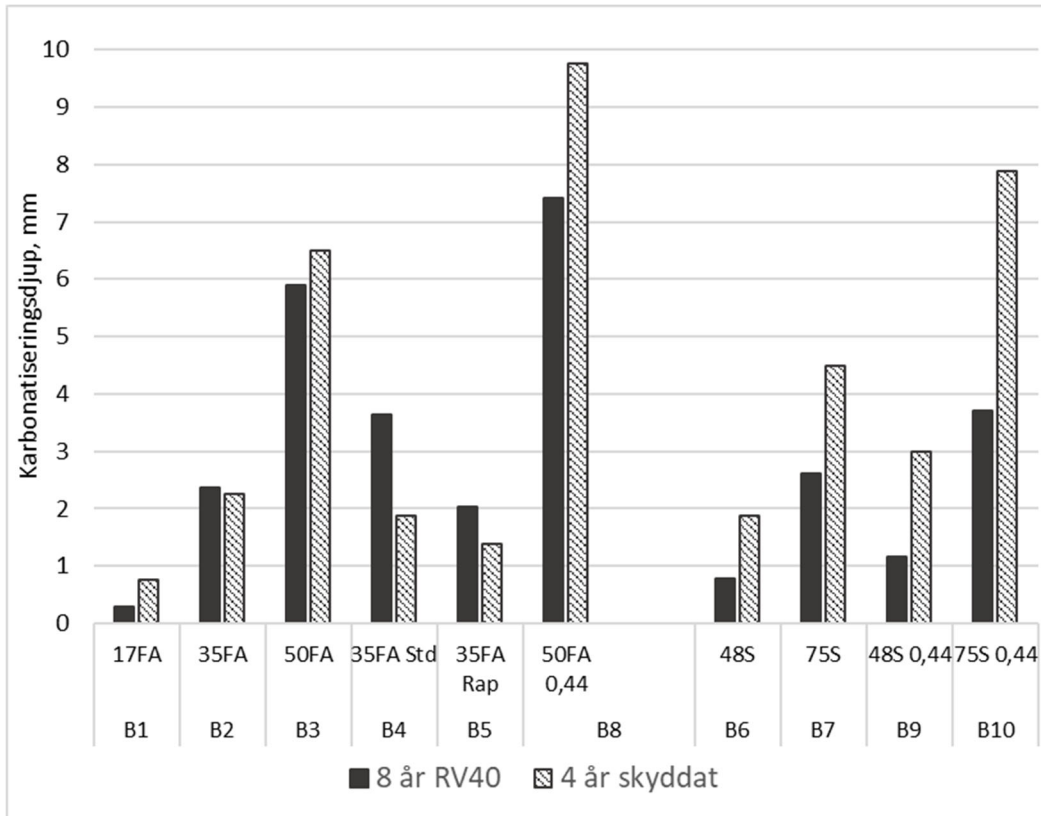


Diagram 15: Karbonatiseringsdjupet efter 8 års exponering vid RV40 samt efter 4 år i skyddat läge utomhus.

Kommentar:

Karbonatiseringsdjupet ökar med ökande mängd flygaska och slagg i blandningarna och med ökande ekvivalent *vct*. Det är också tydligt att fyra år i skyddat läge normalt ger karbonatisering som är av samma storleksordning eller större än åtta år vid RV40. Undantagen i detta fall är blandningarna som innehåller flygaska i kombination med PC-klinker som inte är sulfatresistent och lågalkaliskt (betong 4 och 5). Skillnaden mellan de båda exponeringarna är större för slaggbetong än för flygaskebetong. För slaggbetong blir karbonatiseringsdjupet ungefär 2 gånger så stort efter fyra år i skyddat läge som efter 8 år i vägmiljö.

RISE Research Institutes of Sweden AB
Infrastruktur och betongbyggande - Materialdesign

Utfört av



Ida Gabrielsson

Granskat av



Elisabeth Helsing

Bilagor

Bilaga 1 - Volymbestämning riksväg 40 små provkroppar Betong 1 – 10 Resultat 2014-2022.

Bilaga 2 - Ultraljud riksväg 40 små provkroppar Betong 1 – 10 Resultat 2014-2022.

Bilaga 3 - Kloridprofil riksväg 40 stora provkroppar Betong 1 – 10, 2015-2022

Bilaga 4 - Karbonatisering riksväg 40 stora provkroppar Betong 1 – 10, 2022

Bilaga 1

Bilaga 1 Volymbestämning riksväg 40 små provkroppar Betong 1 – 10 Resultat 2014 – 2022.**Resultat 2014**

Provkroppar utplacerade vid Riksväg 40 2014			
Norsk vegvesen		Datum:	Sign:
		2014-12-12	Qabas
Volymbestämning			
		2014-12-16	Qabas
	Vikt i vatten	Vikt i luft	Volym
Provkropp	gram	gram	cm3
N11VF1	2201,4	3846,5	1645,1
N11VF2	2130,5	3729,5	1599,0
N11VF3	2135,8	3731,8	1596,0
N12VF1	2110,0	3722,5	1612,5
N12VF2	2133,4	3754,0	1620,6
N12VF3	2160,0	3784,4	1624,4
N13VF1	2089,6	3697,6	1608,0
N13VF2	2108,0	3730,1	1622,1
N13VF3	2143,3	3777,8	1634,5
N14VF1	2045,5	3625,1	1579,6
N14VF2	2097,3	3717,7	1620,4
N14VF3	2080,7	3689,0	1608,3
N15VF1	2147,6	3788,5	1640,9
N15VF2	2126,3	3755,7	1629,4
N15VF3	2147,0	3792,3	1645,3
N16VF1	2144,1	3796,0	1651,9
N16VF2	2165,1	3819,4	1654,3
N16VF3	2094,5	3722,2	1627,7
N17VF1	2122,1	3797,9	1675,8
N17VF2	2066,2	3694,6	1628,4
N17VF3	2098,3	3756,0	1657,7
N18VF1	2120,2	3763,7	1643,5
N18VF2	2063,5	3676,0	1612,5
N18VF3	2100,0	3728,0	1628,0
N19VF1	2101,7	3736,7	1635,0
N19VF2	2122,1	3774,7	1652,6
N19VF3	2085,0	3719,8	1634,8
N110VF1	2103,6	3723,6	1620,0
N110VF2	2133,0	3767,0	1634,0
N110VF3	2126,0	3759,9	1633,9

Bilaga 1

Resultat 2015

Provkroppar utplacerade vid Riksväg 40 2015			
Norsk vegvesen		Datum:	Sign:
		2015-08-03	NK/SF
Volymbestämmning			
	Vikt i vatten	Vikt i luft	Volym
Provkropp	gram	gram	cm3
N11VF1	2198,8	3845,7	1646,9
N11VF2	2125,1	3727,1	1602,0
N11VF3	2132,0	3729,5	1597,5
N12VF1	2101,3	3714,6	1613,3
N12VF2	2122,3	3743,8	1621,5
N12VF3	2149,8	3777,0	1627,2
N13VF1	2074,4	3683,7	1609,3
N13VF2	2096,8	3719,6	1622,8
N13VF3	2130,2	3766,1	1635,9
N14VF1	2044,1	3625,0	1580,9
N14VF2	2095,0	3718,2	1623,2
N14VF3	2079,0	3690,0	1611,0
N15VF1	2147,3	3792,4	1645,1
N15VF2	2126,7	3758,4	1631,7
N15VF3	2147,3	3795,6	1648,3
N16VF1	2145,9	3799,6	1653,7
N16VF2	2167,7	3823,4	1655,7
N16VF3	2097,0	3725,7	1628,7
N17VF1	2125,7	3802,7	1677,0
N17VF2	2069,7	3699,0	1629,3
N17VF3	2100,0	3759,9	1659,9
N18VF1	2107,7	3753,0	1645,3
N18VF2	2048,9	3663,2	1614,3
N18VF3	2086,7	3717,4	1630,7
N19VF1	2105,3	3742,0	1636,7
N19VF2	2124,9	3779,1	1654,2
N19VF3	2087,0	3724,0	1637,0
N110VF1	2107,9	3729,4	1621,5
N110VF2	2137,1	3772,0	1634,9
N110VF3	2130,8	3765,4	1634,6

Bilaga 1

Resultat 2018

Provkroppar utplacerade vid Riksväg 40 2018			
Norsk vegvesen	Datum:	Sign:	
	2018-07-25	LS/CL	
Volymbestämning			
	Vikt i vatten	Vikt i luft	Volym
Provkropp	gram	gram	cm3
N11VF1	2214,5	3856,3	1641,8
N11VF2	2138,4	3739,3	1600,9
N11VF3	2148,4	3744,3	1595,9
N12VF1	2126,7	3736,0	1609,3
N12VF2	2131,9	3763,6	1631,7
N12VF3	2172,5	3796,6	1624,1
N13VF1	2107,9	3713,7	1605,8
N13VF2	2130,8	3750,2	1619,4
N13VF3	2156,5	3795,1	1638,6
N14VF1	2060,4	3636,8	1576,4
N14VF2	2112,8	3730,9	1618,1
N14VF3	2095,6	3701,3	1605,7
N15VF1	2161,7	3803,2	1641,5
N15VF2	2142,3	3768,9	1626,6
N15VF3	2163,2	3807,6	1644,4
N16VF1	2162,3	3812,1	1649,8
N16VF2	2181,7	3834,5	1652,8
N16VF3	2111,3	3736,8	1625,5
N17VF1	2142,3	3812,0	1669,7
N17VF2	2081,8	3707,6	1625,8
N17VF3	2114,2	3769,4	1655,2
N18VF1	2139,7	3781,2	1641,5
N18VF2	2080,4	3690,1	1609,7
N18VF3	2117,4	3744,7	1627,3
N19VF1	2120,7	3753,2	1632,5
N19VF2	2140,3	3791,5	1651,2
N19VF3	2102,3	3738,4	1636,1
N110VF1	2121,6	3739,1	1617,5
N110VF2	2145,2	3780,8	1635,6
N110VF3	2142,6	3773,4	1630,8

Bilaga 1

Resultat 2022

Provkroppar utplacerade vid Riksväg 40. Mätning 2022			
Norsk vegvesen		Datum:	Sign:
		2022-12-01	SÖ
Volymbestämmning			
	Vikt i vatten	Vikt i luft	Volym
Provkropp	gram	gram	cm3
N11VF1	2208,9	3848,3	1639,4
N11VF2	2137,7	3734,0	1596,3
N11VF3	2147,6	3739,6	1592,0
N12VF1	2124,2	3732,4	1608,2
N12VF2	2145,0	3759,1	1614,1
N12VF3	2171,6	3791,7	1620,1
N13VF1	2104,5	3705,1	1600,6
N13VF2	2127,2	3743,5	1616,3
N13VF3	2158,0	3787,3	1629,3
N14VF1	2054,5	3628,4	1573,9
N14VF2	2107,0	3723,7	1616,7
N14VF3	2090,3	3692,2	1601,9
N15VF1	2158,9	3794,7	1635,8
N15VF2	2138,1	3764,6	1626,5
N15VF3	2157,2	3800,9	1643,7
N16VF1	2155,2	3803,5	1648,3
N16VF2	2175,2	3825,1	1649,9
N16VF3	2103,3	3724,8	1621,5
N17VF1	2129,0	3800,0	1671,0
N17VF2	2072,2	3696,3	1624,1
N17VF3	2104,1	3757,9	1653,8
N18VF1	2132,7	3767,6	1634,9
N18VF2	2073,5	3677,3	1603,8
N18VF3	2109,6	3729,7	1620,1
N19VF1	2113,9	3745,1	1631,2
N19VF2	2131,8	3783,5	1651,7
N19VF3	2096,6	3729,0	1632,4
N110VF1	2141,0	3770,5	1629,5
N110VF2	2112,4	3730,3	1617,9
N110VF3	2129,0	3756,6	1627,6

Bilaga 2

Bilaga 2 Ultraljud riksväg 40 små provkroppar Betong 1 – 10 Resultat 2014 – 2022.

Resultat 2014

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40					
Betong nr 1 - 10.					
Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [μS]					
Kalibrerad mot provstav (26,3 μ s.) Ny=26,5, Gammal=26,3 (justerad)					
Provkropp	Utrustning	Mätvärde		Medel	
		A	B		
N11VF1	A	35,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	35,3			
	C	36,0		35,5	
N11VF2	A	35,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	36,3			
	C	36,0		35,9	
N11VF3	A	35,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	35,0			
	C	35,3		35,2	
				35,5	Norcem Anlegg FA 17 % FA, 0.39
N12VF1	A	36,9			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	37,3			
	C	36,9		37,0	
N12VF2	A	37,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	37,3			
	C	36,6		37,1	
N12VF3	A	36,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	37,3			
	C	36,9		36,8	
				37,0	Norcem Anlegg FA 35 % FA, 0.39
N13VF1	A	39,2			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	39,2			
	C	39,6		39,3	
N13VF2	A	36,9			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	37,9			
	C	37,9		37,6	
N13VF3	A	37,9			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	38,9			
	C	38,9		38,6	
				38,5	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.39
N14VF1	A	36,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	36,0			
	C	36,0		36,1	
N14VF2	A	36,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	36,0			
	C	36,3		36,2	
N14VF3	A	36,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	35,6			
	C	36,6		36,2	
				36,2	Norcem Standard FA 35 % FA, 0.39
N15VF1	A	35,6			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	36,0			
	C	35,3		35,6	
N15VF2	A	36,0			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	36,0			
	C	35,3		35,8	
N15VF3	A	35,3			Datum: 2014-12-05 Sign: Cathrine E
	B	35,3			
	C	35,3		35,3	
				35,6	Aalborg 35 % FA, 0.39

Bilaga 2

N16VF1	A	35,6			Datum:
	B	36,3			2014-12-12
	C	36,9	36,3		Sign:
N16VF2	A	36,0			Cathrine E
	B	36,3			
	C	36,0	36,1		
N16VF3	A	36,3			
	B	36,0			
	C	36,0	36,1	36,2	Cemex III/A, 0.39
N17VF1	A	36,3			Datum:
	B	36,3			2014-12-12
	C	35,6	36,1		Sign:
N17VF2	A	36,0			Cathrine E
	B	36,3			
	C	35,6	36,0		
N17VF3	A	36,0			
	B	36,6			
	C	36,6	36,4	36,1	Cemex III/B, 0.39
N18VF1	A	39,2			Datum:
	B	39,6			2014-12-05
	C	40,2	39,7		Sign:
N18VF2	A	40,2			Cathrine E
	B	40,5			
	C	41,2	40,6		
N18VF3	A	39,9			
	B	39,9			
	C	40,5	40,1	40,1	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.44
N19VF1	A	36,0			Datum:
	B	36,3			2014-12-12
	C	36,3	36,2		Sign:
N19VF2	A	35,6			Cathrine E
	B	36,6			
	C	36,6	36,3		
N19VF3	A	36,3			
	B	36,3			
	C	37,3	36,6	36,4	Cemex CEM III/A, 0.44
N110VF1	A	36,9			Datum:
	B	36,3			2014-12-12
	C	37,6	36,9		Sign:
N110VF2	A	36,9			Cathrine E
	B	36,6			
	C	37,3	36,9		
N110VF3	A	37,6			
	B	37,3			
	C	36,6	37,2	37,0	Cemex CEM III/B, 0.44

Bilaga 2

Resultat 2015

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40					
Betong nr 1 - 10.					
Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [μ S]					
Kalibrerad mot provstav (26,3 μ s.) Ny=26,5, Gammal=26,3 (justerad)					
Provkropp	Utrustning	Mätvärde		Medel	
		A	B		
N11VF1	A	34,7		35,4	
	B	35,3			
	C	36,3			
N11VF2	A	35,0		35,1	
	B	35,3			
	C	35,0			
N11VF3	A	34,3		34,7	
	B	35,0			
	C	34,7			
				35,1	Norcem Anlegg FA 17 % FA, 0.39
N12VF1	A	35,3		36,1	Datum: 29/7-2015 Sign: SF/NK
	B	36,0			
	C	36,9			
N12VF2	A	36,0		35,5	
	B	35,6			
	C	35,0			
N12VF3	A	34,7		35,0	
	B	35,0			
	C	35,3			
				35,5	Norcem Anlegg FA 35 % FA, 0.39
N13VF1	A	36,6		36,7	Datum: 29/7-2015 Sign: SF/NK
	B	36,3			
	C	37,3			
N13VF2	A	36,6		36,8	
	B	37,3			
	C	36,6			
N13VF3	A	36,3		36,7	
	B	36,9			
	C	36,9			
				36,8	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.39
N14VF1	A	35,6		35,3	Datum: 29/7-2015 Sign: SF/NK
	B	35,0			
	C	35,3			
N14VF2	A	36,0		36,2	
	B	36,3			
	C	36,3			
N14VF3	A	36,0		36,0	
	B	35,3			
	C	36,6			
				35,8	Norcem Standard FA 35 % FA, 0.39
N15VF1	A	35,6		35,6	Datum: 29/7-2015 Sign: SF/NK
	B	35,0			
	C	36,3			
N15VF2	A	35,6		35,6	
	B	36,3			
	C	35,0			
N15VF3	A	35,0		35,1	
	B	34,7			
	C	35,6			
				35,5	Aalborg 35 % FA, 0.39

Bilaga 2

N16VF1	A	35,3	35,7	35,6	Datum: 29/7-2015
	B	35,6			
	C	36,3			Sign:SF/NK
N16VF2	A	35,0	35,3	35,6	
	B	35,6			
	C	35,3			
N16VF3	A	35,6	35,7	35,6	Cemex III/A, 0.39
	B	35,6			
	C	36,0			
N17VF1	A	36,6	36,4	36,6	Datum:29/7-2015
	B	36,6			
	C	36,0			Sign:SF/NK
N17VF2	A	35,6	35,5	36,0	
	B	36,0			
	C	35,0			
N17VF3	A	36,0	36,6	36,2	Cemex III/B, 0.39
	B	37,3			
	C	36,6			
N18VF1	A	37,6	36,5	37,3	Datum: 29/7-2015
	B	37,3			
	C	34,6			Sign:SF/NK
N18VF2	A	37,9	37,7	37,9	
	B	37,3			
	C	37,9			
N18VF3	A	37,3	37,4	37,2	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.44
	B	37,3			
	C	37,6			
N19VF1	A	35,6	35,5	35,6	Datum:29/7-2015
	B	35,6			
	C	35,3			Sign:SF/NK
N19VF2	A	36,0	36,0	36,3	
	B	35,6			
	C	36,3			
N19VF3	A	36,0	36,2	35,9	Cemex CEM III/A, 0.44
	B	35,6			
	C	36,9			
N110VF1	A	36,3	36,0	35,3	Datum: 29/7-2015
	B	35,3			
	C	36,3			Sign:SF/NK
N110VF2	A	36,6	36,1	36,0	
	B	36,0			
	C	35,6			
N110VF3	A	37,6	36,6	36,2	Cemex CEM III/B, 0.44
	B	36,6			
	C	35,6			

Bilaga 2

Resultat 2018

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40				
Betong nr 1 - 10.				
Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [µS]				
<i>Kalibrerad mot provstav (26,3 µ s.) Ny=26,5, Gammal=26,3 (justerad)</i>				
Prov kropp	Utrustning		Medel	
	A	Mätvärde		
N11VF1	A	32,9	32,6	
	B	32,7		
	C	32,3		
N11VF2	A	32,8	32,9	
	B	33,5		
	C	32,4		
N11VF3	A	32,2	32,4	
	B	32,7		
	C	32,3		
			32,6	Norcem Anlegg FA 17 % FA, 0.39
N12VF1	A	33,8	34,0	
	B	35,0		
	C	33,3		
N12VF2	A	32,6	33,2	
	B	34,4		
	C	32,7		
N12VF3	A	32,8	33,7	
	B	33,8		
	C	34,4		
			33,6	Norcem Anlegg FA 35 % FA, 0.39
N13VF1	A	33,2	33,8	
	B	34,4		
	C	33,9		
N13VF2	A	32,9	33,7	
	B	34,5		
	C	33,8		
N13VF3	A	32,5	33,4	
	B	34,0		
	C	33,6		
			33,6	Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.39
N14VF1	A	32,8	32,9	
	B	33,1		
	C	32,8		
N14VF2	A	33,3	33,1	
	B	32,5		
	C	33,4		
N14VF3	A	33,4	33,4	
	B	33,6		
	C	33,3		
			33,1	Norcem Standard FA 35 % FA, 0.39
N15VF1	A	32,0	32,6	
	B	32,3		
	C	33,5		
N15VF2	A	31,9	32,4	
	B	32,6		
	C	32,8		
N15VF3	A	31,6	31,9	
	B	32,0		
	C	32,1		
			32,3	Aalborg 35 % FA, 0.39

Bilaga 2

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40				
Betong nr 1 - 10.				
Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [µS]				
<i>Kalibrerad mot provstav (26,3 µ s./1Nj)=26,5. Gammal=26,3 (justerad)</i>				
		Utrustning		
Provkropp		Mätvärde	Medel	
N16VF1	A	34,0		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	33,8		
	C	33,8	33,9	
N16VF2	A	33,3		
	B	32,8		
	C	34,1	33,4	
N16VF3	A	33,3		33,6 Cemex III/A, 0.39
	B	33,9		
	C	33,3	33,5	
N17VF1	A	33,6		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	34,4		
	C	33,3	33,8	
N17VF2	A	33,5		
	B	34,3		
	C	34,9	34,2	
N17VF3	A	34,2		34,0 Cemex III/B, 0.39
	B	34,2		
	C	33,9	34,1	
N18VF1	A	33,6		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	34,3		
	C	33,6	33,8	
N18VF2	A	33,3		
	B	34,3		
	C	34,9	34,2	
N18VF3	A	34,0		34,1 Norcem Anlegg FA 50 % FA, 0.44
	B	34,9		
	C	34,4	34,4	
N19VF1	A	33,3		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	33,6		
	C	32,8	33,2	
N19VF2	A	33,3		
	B	34,9		
	C	32,6	33,6	
N19VF3	A	33,6		33,2 Cemex CEM III/A, 0.44
	B	31,9		
	C	33,1	32,9	
N110VF1	A	34,3		Datum: 2018-08-03 Sign: LS & CL
	B	34,5		
	C	33,3	34,0	
N110VF2	A	34,2		
	B	33,5		
	C	33,8	33,8	
N110VF3	A	33,8		34,0 Cemex CEM III/B, 0.44
	B	33,9		
	C	34,9	34,2	

Bilaga 2

Resultat 2022

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40

Betong nr 1 - 10.

Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [μ S]

*Kallbrerad mot provstav (25,4 μ s.) De små sensorena fick värdet 23,4 och de stora fick värdet 25,9
OBS!! De stora sensorena användes, då ej fick kontakt med de små*

Provkropp	Utrustning		Medel		
	A	Mätvärde			
N11VF1	A	34,9			Datum:
	B	34,4			2022-11-28
	C	34,4	34,6		Sign:
N11VF2	A	34,9			sö
	B	34,9			
	C	34,9	34,9		
N11VF3	A	33,4			
	B	33,4			
	C	33,4	33,4	34,3	Norcem Anlegg FA 17 %
N12VF1	A	33,9			Datum:
	B	34,9			2022-11-28
	C	34,4	34,4		Sign:
N12VF2	A	34,4			sö
	B	34,9			
	C	34,4	34,6		
N12VF3	A	34,4			
	B	35,8			
	C	34,9	35,0	34,7	Norcem Anlegg FA 35 %
N13VF1	A	35,4			Datum:
	B	35,3			2022-11-28
	C	35,4	35,4		Sign:
N13VF2	A	35,1			sö
	B	35,9			
	C	35,3	35,4		
N13VF3	A	34,9			
	B	35,4			
	C	35,4	35,2	35,3	Norcem Anlegg FA 50 %
N14VF1	A	34,9			Datum:
	B	35,1			2022-11-28
	C	34,9	35,0		Sign:
N14VF2	A	34,4			sö
	B	34,9			
	C	34,9	34,7		
N14VF3	A	34,9			
	B	35,4			
	C	35,4	35,2	35,0	Norcem Standard FA 35
N15VF1	A	33,9			Datum:
	B	33,9			2022-11-28
	C	33,9	33,9		Sign:
N15VF2	A	34,1			sö
	B	33,9			
	C	33,9	34,0		
N15VF3	A	34,8			
	B	33,9			
	C	33,9	34,2	34,0	Aalborg 35 % FA, 0.39

Bilaga 2

P400511: Norsk vegvesen - provkroppar till rv40					
Betong nr 1 - 10.					
Tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm [μ S]					
<i>Kalibrerad mot provstav (25,4 μ s.) De små sensorena fick värdet 23,4 och de stora fick värdet 25,9</i>					
<i>CBR!! De stora sensorena användes, då ej fick kontakt med de små</i>					
Provkropp	Utrustning	Mätvärde		Medel	
		A	B		
N16VF1	A	34,9			
	B	35,4			
	C	35,8		35,4	
N16VF2	A	35,4			
	B	35,1			
	C	34,9		35,1	
N16VF3	A	35,3			
	B	35,4			
	C	35,4		35,4	
				35,3	Cemex III/A. 0.39
N17VF1	A	35,4			
	B	35,4			
	C	35,4		35,4	
N17VF2	A	35,4			
	B	35,9			
	C	35,4		35,6	
N17VF3	A	34,9			
	B	35,4			
	C	35,6		35,3	
				35,4	Cemex III/B. 0.39
N18VF1	A	35,1			
	B	35,6			
	C	35,4		35,4	
N18VF2	A	34,8			
	B	35,9			
	C	35,4		35,4	
N18VF3	A	35,6			
	B	35,9			
	C	35,6		35,7	
				35,5	Norcem Anlegg FA 50 % FA. 0.44
N19VF1	A	34,9			
	B	35,4			
	C	35,4		35,2	
N19VF2	A	34,4			
	B	35,4			
	C	35,8		35,2	
N19VF3	A	35,1			
	B	35,3			
	C	35,4		35,3	
				35,2	Cemex CEM III/A. 0.44
N110VF1	A	35,9			
	B	35,4			
	C	35,9		35,7	
N110VF2	A	35,6			
	B	35,9			
	C	36,3		35,9	
N110VF3	A	35,9			
	B	35,9			
	C	35,9		35,9	
				35,9	Cemex CEM III/B. 0.44

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 3 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/>	Syralöslig kloridhalt	
											<input type="checkbox"/>	Vattenlöslig kloridhalt	
											<input checked="" type="checkbox"/>	Kalcium	
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska WV													
Provmärkning: N13VK1-KV													
Provningsdatum: 15-10-21													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N13VK1-KV1	0-2	0,0164	0,0084	0,568	297	0,0098	10,0	0,0098		10,27	0,10	9,89	9,76
N13VK1-KV2	2-4	0,0122	0,0035	1,569	297	0,0098	10,0	0,0098		10,55	0,10	17,79	6,36
N13VK1-KV3	4-6	0,0363	0,0034	1,551	283	0,0098	8,5	0,0098		10,12	0,10	15,73	5,69
N13VK1-KV4	6-10	0,0494	0,0031	1,518	267	0,0098	7,0	0,0098		9,16	0,10	15,78	5,83
N13VK1-KV5	10-15	0,0356	0,0034	1,531	279	0,0098	8,5	0,0098		10,07	0,10	18,29	6,70
N13VK1-KV6	15-20	0,0257	0,0034	1,523	283	0,0098	9,0	0,0098		10,13	0,10	16,24	5,98
N13VK1-KV7	20-25	0,0200	0,0035	1,525	290	0,0098	9,5	0,0098		10,38	0,10	15,68	5,77
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 3 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/>	Syralöslig kloridhalt	
											<input type="checkbox"/>	Vattenlöslig kloridhalt	
											<input checked="" type="checkbox"/>	Kalcium	
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska WV													
Provmärkning: N13VK1-KH													
Provningsdatum: 15-10-19													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N13VK1-KH1	0-2	0,0499	0,0052	0,879	275	0,0098	8,5	0,0098		9,76	0,10	15,31	9,77
N13VK1-KH2	2-4	0,0102	0,0036	1,504	290	0,0098	10,0	0,0098		10,44	0,10	22,45	8,37
N13VK1-KH3	4-6	0,0382	0,0032	1,431	268	0,0098	7,5	0,0098		9,07	0,10	18,41	7,21
N13VK1-KH4	6-10	0,0457	0,0034	1,534	270	0,0098	8,0	0,0098		10,02	0,10	16,56	6,05
N13VK1-KH5	10-15	0,0296	0,0031	1,571	282	0,0098	8,0	0,0098		9,34	0,10	18,67	6,66
N13VK1-KH6	15-20	0,0205	0,0032	1,526	278	0,0098	8,5	0,0098		9,40	0,10	16,80	6,17
N13VK1-KH7	20-25	0,0204	0,0041	1,516	294	0,0098	11,0	0,0098		11,89	0,10	15,69	5,80
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 4 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt				
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt				
										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsnr:			4P00511											
Uppdragsgivare:			Norska VV											
Provmärkning:			N14VK1-KV											
Provningsdatum:			15-10-22											
Prov av:			QB											
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provikt
		C/% av provikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			konzentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	konzentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]		
N14VK1-KV1	0-2	0,0122	0,0039	1,158	283	0,0098	9,0	0,0098		9,41	0,10	21,63	10,48	
N14VK1-KV2	2-4	0,0546	0,0028	1,577	260	0,0098	6,0	0,0098		8,48	0,10	19,97	7,10	
N14VK1-KV3	4-6	0,0676	0,0027	1,579	247	0,0098	5,0	0,0098		8,07	0,10	19,69	6,99	
N14VK1-KV4	6-10	0,0421	0,0028	1,575	264	0,0098	6,5	0,0098		8,41	0,10	22,63	8,06	
N14VK1-KV5	10-15	0,0203	0,0030	1,509	278	0,0098	8,0	0,0098		8,88	0,10	20,67	7,68	
N14VK1-KV6	15-20	0,0187	0,0031	1,580	283	0,0098	8,5	0,0098		9,35	0,10	21,48	7,62	
N14VK1-KV7	20-25	0,0247	0,0029	1,525	273	0,0098	7,5	0,0098		8,59	0,10	22,32	8,21	
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Kloridprofil Betong 4 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt				
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt				
										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsnr:			4P00511											
Uppdragsgivare:			Norska VV											
Provmärkning:			N14VK1-KH											
Provningsdatum:			15-10-21											
Prov av:			LJ											
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provikt
		C/% av provikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			konzentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	konzentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]		
N14VK1-KH1	0-2	0,0083	0,0063	0,659	283	0,0098	9,0	0,0098		9,16	0,10	13,73	11,68	
N14VK1-KH2	2-4	0,0287	0,0028	1,501	253	0,0098	7,0	0,0098		8,24	0,10	27,37	10,23	
N14VK1-KH3	4-6	0,0728	0,0028	1,503	237	0,0098	5,0	0,0098		8,15	0,10	22,98	8,57	
N14VK1-KH4	6-10	0,0057	0,0028	1,500	254	0,0098	8,0	0,0098		8,24	0,10	20,47	7,65	
N14VK1-KH5	10-15	0,0216	0,0034	1,504	265	0,0098	9,0	0,0098		9,93	0,10	21,35	7,96	
N14VK1-KH6	15-20	0,0178	0,0027	1,501	260	0,0098	7,0	0,0098		7,77	0,10	18,76	7,01	
N14VK1-KH7	20-25	0,0191	0,0030	1,509	260	0,0098	8,0	0,0098		8,83	0,10	20,10	7,47	
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 5 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N15KV1-KV													
Provningsdatum: 15-11-04													
Prov av: LJ													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvt	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/ % av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N15VK1-KV1	0-2	0,0024	0,0057	0,746	277	0,0100	9,0	0,0097		9,33	0,10	16,31	12,26
N15VK1-KV2	2-4	0,0529	0,0029	1,504	242	0,0100	6,0	0,0097		8,50	0,10	24,50	9,14
N15VK1-KV3	4-6	0,0548	0,0029	1,508	245	0,0100	6,0	0,0097		8,59	0,10	19,88	7,39
N15VK1-KV4	6-10	0,0227	0,0031	1,502	255	0,0100	8,0	0,0097		9,24	0,10	17,56	6,56
N15VK1-KV5	10-15	0,0106	0,0030	1,502	257	0,0100	8,0	0,0097		8,71	0,10	19,00	7,09
N15VK1-KV6	15-20	0,0138	0,0027	1,501	256	0,0100	7,0	0,0097		7,82	0,10	22,90	8,56
N15VK1-KV7	20-25	0,0119	0,0030	1,506	261	0,0100	8,0	0,0097		8,77	0,10	22,73	8,46
$CP\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 5 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511													
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N15KV1-KH													
Provningsdatum: 15-11-03													
Prov av: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvt	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/ % av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N15VK1-KH1	0-2	0,0541	0,0041	0,987	271	0,0100	7,0	0,0097		8,77	0,10	20,80	11,82
N15VK1-KH2	2-4	0,0565	0,0029	1,533	260	0,0100	6,0	0,0097		8,70	0,10	25,13	9,19
N15VK1-KH3	4-6	0,0660	0,0030	1,594	257	0,0100	6,0	0,0097		9,24	0,10	20,97	7,38
N15VK1-KH4	6-10	0,0255	0,0029	1,573	273	0,0100	7,5	0,0097		8,90	0,10	19,13	6,82
N15VK1-KH5	10-15	0,0148	0,0029	1,585	279	0,0100	8,0	0,0097		8,93	0,10	20,69	7,32
N15VK1-KH6	15-20	0,0177	0,0030	1,516	279	0,0100	8,0	0,0097		9,03	0,10	21,34	7,89
N15VK1-KH7	20-25	0,0152	0,0031	1,538	281	0,0100	8,5	0,0097		9,44	0,10	17,73	6,46
$CP\% = \frac{3.545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 7 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsnr: 4P00511														
Uppdragsgivare: Norska VV														
Provmärkning: N17VK1-KV														
Provningsdatum: 15-11-16														
Prov av: QB														
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvemitratlösning			För kalcium		
		C1% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt	
N17VK1-KV1	0-2	0,0238	0,0049	0,682	270	0,0100	7,0	0,0097		7,69		0,10	18,98	15,61
N17VK1-KV2	2-4	0,0489	0,0030	1,517	265	0,0100	6,5	0,0097		8,86		0,10	27,25	10,07
N17VK1-KV3	4-6	0,0470	0,0030	1,512	262	0,0100	6,5	0,0097		8,77		0,10	17,95	6,66
N17VK1-KV4	6-10	0,0453	0,0031	1,526	267	0,0100	7,0	0,0097		9,23		0,10	18,48	6,79
N17VK1-KV5	10-15	0,0377	0,0031	1,536	273	0,0100	7,5	0,0097		9,42		0,10	23,38	8,54
N17VK1-KV6	15-20	0,0325	0,0027	1,559	265	0,0100	6,5	0,0097		8,18		0,10	23,84	8,58
N17VK1-KV7	20-25	0,0330	0,0033	1,502	277	0,0100	8,0	0,0097		9,69		0,10	24,95	9,32
$C_{p\%} = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Kloridprofil Betong 7 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsnr: 4P00511														
Uppdragsgivare: Norska VV														
Provmärkning: N17VK1-KH														
Provningsdatum: 15-11-10														
Prov av: QB														
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvemitratlösning			För kalcium		
		C1% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt	
N17VK1-KH1	0-2	0,0238	0,0048	0,774	275	0,0100	7,5	0,0097		8,27		0,10	18,69	13,54
N17VK1-KH2	2-4	0,0580	0,0029	1,583	258	0,0100	6,0	0,0097		8,86		0,10	29,57	10,48
N17VK1-KH3	4-6	0,0488	0,0038	1,077	269	0,0100	7,0	0,0097		8,75		0,10	16,07	8,37
N17VK1-KH4	6-10	0,0285	0,0028	1,575	270	0,0100	7,0	0,0097		8,52		0,10	22,86	8,14
N17VK1-KH5	10-15	0,0319	0,0030	1,565	270	0,0100	7,5	0,0097		9,19		0,10	25,07	8,98
N17VK1-KH6	15-20	0,0261	0,0031	1,529	277	0,0100	8,0	0,0097		9,41		0,10	23,19	8,51
N17VK1-KH7	20-25	0,0251	0,0031	1,569	275	0,0100	8,0	0,0097		9,39		0,10	20,84	7,45
$C_{p\%} = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 8 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
Uppdragsnr: 4P00511										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N18VK1-KV													
Provningsdatum: 15-11-19													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl % av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N18VK1-KV1	0-2	0,0224	0,0027	1,562	266	0,0100	7,0	0,0097		8,23	0,10	24,20	8,69
N18VK1-KV2	2-4	0,0218	0,0030	1,557	276	0,0100	8,0	0,0097		9,24	0,10	15,84	5,71
N18VK1-KV3	4-6	0,0303	0,0029	1,523	267	0,0100	7,0	0,0097		8,56	0,10	13,81	5,09
N18VK1-KV4	6-10	0,0569	0,0031	1,545	263	0,0100	6,5	0,0097		9,26	0,10	15,83	5,75
N18VK1-KV5	10-15	0,0520	0,0029	1,525	258	0,0100	6,0	0,0097		8,49	0,10	16,51	6,07
N18VK1-KV6	15-20	0,0333	0,0031	1,551	273	0,0100	7,5	0,0097		9,23	0,10	16,41	5,93
N18VK1-KV7	20-25	0,0284	0,0031	1,573	276	0,0100	8,0	0,0097		9,55	0,10	15,82	5,64
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + L_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 8 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
Uppdragsnr: 4P00511										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N18VK1-KH													
Provningsdatum: 15-11-17													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl % av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KH1	0-2	0,0135	0,0037	1,116	278	0,0100	8,0	0,0097		8,69	0,10	16,86	8,47
N19VK1-KH2	2-4	0,0149	0,0032	1,515	283	0,0100	8,5	0,0097		9,42	0,10	19,19	7,10
N19VK1-KH3	4-6	0,0387	0,0030	1,539	268	0,0100	7,0	0,0097		8,95	0,10	17,57	6,40
N19VK1-KH4	6-10	0,0459	0,0029	1,544	265	0,0100	6,5	0,0097		8,76	0,10	14,74	5,35
N19VK1-KH5	10-15	0,0324	0,0030	1,582	273	0,0100	7,5	0,0097		9,22	0,10	14,27	5,06
N19VK1-KH6	15-20	0,0278	0,0031	1,555	279	0,0100	8,0	0,0097		9,50	0,10	15,96	5,76
N19VK1-KH7	20-25	0,0224	0,0032	1,549	282	0,0100	8,5	0,0097		9,77	0,10	14,18	5,13
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + L_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 9 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr:		4P00511											
Uppdragsgivare:		Norska VV											
Provmärkning:		N19VK1-KV											
Provningsdatum:		15-10-26											
Prov av:		QB											
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KV1	0-2	0,0558	0,0036	1,510	256	0,0100	8,0	0,0098		10,59	0,10	37,54	13,94
N19VK1-KV2	2-4	0,0769	0,0032	1,538	251	0,0100	6,0	0,0098		9,53	0,10	26,06	9,50
N19VK1-KV3	4-6	0,0498	0,0032	1,506	260	0,0100	7,0	0,0098		9,30	0,10	23,89	8,90
N19VK1-KV4	6-10	0,0452	0,0034	1,513	269	0,0100	8,0	0,0098		10,13	0,10	23,09	8,56
N19VK1-KV5	10-15	0,0214	0,0034	1,569	278	0,0100	9,0	0,0098		10,15	0,10	24,71	8,83
N19VK1-KV6	15-20	0,0224	0,0034	1,519	277	0,0100	9,0	0,0098		10,16	0,10	24,92	9,20
N19VK1-KV7	20-25	0,0233	0,0034	1,583	281	0,0100	9,0	0,0098		10,24	0,10	25,89	9,17
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 9 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr:		4P00511											
Uppdragsgivare:		Norska VV											
Provmärkning:		N19VK1-KH											
Provningsdatum:		15-10-23											
Prov av:		QB											
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KH1	0-2	0,0398	0,0031	1,507	263	0,0098	7,5	0,0098		9,23	0,10	38,30	14,25
N19VK1-KH2	2-4	0,0639	0,0025	1,572	241	0,0098	4,5	0,0098		7,39	0,10	32,72	11,67
N19VK1-KH3	4-6	0,0492	0,0028	1,525	256	0,0098	6,0	0,0098		8,16	0,10	28,04	10,31
N19VK1-KH4	6-10	0,0308	0,0030	1,512	269	0,0098	7,5	0,0098		8,84	0,10	24,94	9,25
N19VK1-KH5	10-15	0,0220	0,0030	1,545	276	0,0098	8,0	0,0098		8,98	0,10	23,76	8,62
N19VK1-KH6	15-20	0,0216	0,0030	1,551	279	0,0098	8,0	0,0098		8,96	0,10	22,27	8,05
N19VK1-KH7	20-25	0,0452	0,0032	1,517	282	0,0098	7,5	0,0098		9,47	0,10	22,26	8,23
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Resultat 2018

Kloridprofil Betong 1 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
					<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt								
					<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt								
Uppdragsnr: 4P00511					<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium								
Uppdragsgivare: Norska WV													
Provmärkning: N11VK1-KV													
Provningsdatum: 19-01-11													
Provav: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C _I % av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N11VK1-KV1	0-2	0,1055	0,0020	2,042		0,0100		0,0097		6,267	0,10	34,24	9,40
N11VK1-KV2	2-4	0,1168	0,0021	2,036		0,0100		0,0097		6,915	0,10	25,03	6,89
N11VK1-KV3	4-6	0,0724	0,0026	2,053		0,0100	5,0	0,0097		9,477	0,10	21,18	5,79
N11VK1-KV4	6-10	0,0364	0,0022	2,023		0,0100	5,0	0,0097		7,297	0,10	21,31	5,91
N11VK1-KV5	10-15	0,0179	0,0020	2,035		0,0100	5,0	0,0097		6,216	0,10	21,88	6,03
N11VK1-KV6	15-20	0,0135	0,0020	2,036		0,0100	5,0	0,0097		5,953	0,10	-	#####
N11VK1-KV7	20-25	0,0118	0,0019	2,056		0,0100	5,0	0,0097		5,862	0,10	22,10	6,03
$C_I\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 1 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
					<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt								
					<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt								
Uppdragsnr: 4P00511					<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium								
Uppdragsgivare: Norska WV													
Provmärkning: N11VK1-KH													
Provningsdatum: 19-02-06													
Provav: CL													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C _I % av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N11VK1-KH1	0-2	0,0811	0,0029	1,549		0,0100	5,0	0,0098		8,718	0,10	25,77	9,33
N11VK1-KH2	2-4	0,0955	0,0031	1,524		0,0100	5,0	0,0098		9,291	0,10	4,42	1,63
N11VK1-KH3	4-6	0,0651	0,0027	1,502		0,0100	5,0	0,0098		7,918	0,10	17,17	6,41
N11VK1-KH4	6-10	0,0387	0,0024	1,515		0,0100	5,0	0,0098		6,788	0,10	20,86	7,72
N11VK1-KH5	10-15	0,0215	0,0022	1,518		0,0100	5,0	0,0098		6,043	0,10	20,08	7,42
N11VK1-KH6	15-20	0,0139	0,0022	1,505		0,0100	5,0	0,0098		5,702	0,10	15,18	5,66
N11VK1-KH7	20-25	0,0102	0,0021	1,535		0,0100	5,0	0,0098		5,551	0,10	11,45	4,18
$C_I\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 2 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
													<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt
													<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt
													<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium
		Uppdragsnr:	4P00511										
		Uppdragsgivare:	Norska VV										
		Provmärkning:	N12VK1-KV										
		Provningsdatum:	19-01-09										
		Prov av:	QB										
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N12VK1-KV1	0-2	0,0241	0,0023	1,523		0,0100	5,0	0,0097		6,22	0,10	15,23	5,61
N12VK1-KV2	2-4	0,0946	0,0031	1,509		0,0100	5,0	0,0097		9,31	0,10	13,49	5,01
N12VK1-KV3	4-6	0,1145	0,0034	1,514		0,0100	5,0	0,0097		10,20	0,10	10,75	3,98
N12VK1-KV4	6-10	0,0695	0,0028	1,532		0,0100	5,0	0,0097		8,25	0,10	12,04	4,41
N12VK1-KV5	10-15	0,0281	0,0023	1,540		0,0100	5,0	0,0097		6,42	0,10	9,53	3,47
N12VK1-KV6	15-20	0,0177	0,0022	1,531		0,0100	5,0	0,0097		5,94	0,10	7,12	2,61
N12VK1-KV7	20-25	0,0151	0,0022	1,515		0,0100	5,0	0,0097		5,82	0,10	8,30	3,07
		$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$											

Kloridprofil Betong 2 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
													<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt
													<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt
													<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium
		Uppdragsnr:	4P00511										
		Uppdragsgivare:	Norska VV										
		Provmärkning:	N12VK1-KH										
		Provningsdatum:	19-02-18										
		Prov av:	CL										
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N12VK1-KH1	0-2	0,0117	0,0019	2,069		0,0100	5,0	0,0097		5,86	0,10	29,24	7,93
N12VK1-KH2	2-4	0,0895	0,0028	2,068		0,0100	5,0	0,0097		10,54	0,10	16,94	4,59
N12VK1-KH3	4-6	0,1236	0,0022	2,035		0,0100	0,0	0,0097		7,31	0,10	15,80	4,35
N12VK1-KH4	6-10	0,0729	0,0026	2,059		0,0100	5,0	0,0097		9,52	0,10	14,44	3,93
N12VK1-KH5	10-15	0,0318	0,0021	2,007		0,0100	5,0	0,0097		7,01	0,10	13,87	3,88
N12VK1-KH6	15-20	0,0175	0,0020	2,030		0,0100	5,0	0,0097		6,19	0,10	18,57	5,13
N12VK1-KH7	20-25	0,0143	0,0020	2,051		0,0100	5,0	0,0097		6,01	0,10	14,72	4,02
		$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$											

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 3 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr:		4P00511											
Uppdragsgivare:		Norska VV											
Provmärkning:		N13VK1-KV											
Provningsdatum:		19-01-09											
Prov av:		QB											
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N13VK1-KV1	0-2	0,0083	0,0021	1,528		0,0100	5,0	0,0097		5,52	0,10	17,81	6,54
N13VK1-KV2	2-4	0,0124	0,0021	1,519		0,0100	5,0	0,0097		5,70	0,10	11,26	4,16
N13VK1-KV3	4-6	0,0844	0,0030	1,529		0,0100	5,0	0,0097		8,91	0,10	12,41	4,55
N13VK1-KV4	6-10	0,1049	0,0033	1,551		0,0100	5,0	0,0097		9,89	0,10	9,73	3,52
N13VK1-KV5	10-15	0,0422	0,0025	1,513		0,0100	5,0	0,0097		7,01	0,10	4,59	1,70
N13VK1-KV6	15-20	0,0250	0,0023	1,521		0,0100	5,0	0,0097		6,26	0,10	16,39	6,05
N13VK1-KV7	20-25	0,0155	0,0022	1,533		0,0100	5,0	0,0097		5,85	0,10	16,54	6,05
				$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$									

Kloridprofil Betong 3 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr:		4P00511											
Uppdragsgivare:		Norska VV											
Provmärkning:		N13VK1-KH											
Provningsdatum:		19-02-18											
Prov av:		CL											
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N13VK1-KH1	0-2	0,0092	0,0019	2,031		0,0100	5,0	0,0097		5,70	0,10	18,04	4,98
N13VK1-KH2	2-4	0,0129	0,0019	2,039		0,0100	5,0	0,0097		5,92	0,10	15,10	4,15
N13VK1-KH3	4-6	0,0690	0,0026	2,014		0,0100	5,0	0,0097		9,20	0,10	14,70	4,09
N13VK1-KH4	6-10	0,1149	0,0021	2,045		0,0100		0,0097		6,83	0,10	11,15	3,06
N13VK1-KH5	10-15	0,0770	0,0027	2,044		0,0100	5,0	0,0097		9,73	0,10	13,30	3,65
N13VK1-KH6	15-20	0,0346	0,0022	2,016		0,0100	5,0	0,0097		7,18	0,10	11,43	3,18
N13VK1-KH7	20-25	0,0205	0,0020	2,131		0,0100	5,0	0,0097		6,43	0,10	8,03	2,11
				$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$									

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 4 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
Uppdragsnr: 4P00511										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N14VK1-KV													
Provningsdatum: 19-02-06													
Prov av: CL													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning		För kalcium		
		Cf% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N14VK1-KV1	0-2	0,0168	0,0022	1,527		0,0100	5,0	0,0098		5,84	0,10	30,27	11,12
N14VK1-KV2	2-4	0,0665	0,0027	1,552		0,0100	5,0	0,0098		8,07	0,10	14,40	5,20
N14VK1-KV3	4-6	0,1113	0,0034	1,510		0,0100	5,0	0,0098		9,94	0,10	16,83	6,25
N14VK1-KV4	6-10	0,0661	0,0027	1,532		0,0100	5,0	0,0098		8,02	0,10	11,22	4,11
N14VK1-KV5	10-15	0,0239	0,0022	1,532		0,0100	5,0	0,0098		6,16	0,10	11,58	4,24
N14VK1-KV6	15-20	0,0192	0,0022	1,505		0,0100	5,0	0,0098		5,94	0,10	8,77	3,27
N14VK1-KV7	20-25	0,0191	0,0022	1,593		0,0100	5,0	0,0098		5,98	0,10	6,60	2,32
$Cf\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 4 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
Uppdragsnr: 4P00511										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N14VK1-KH													
Provningsdatum:													
Prov av:													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning		För kalcium		
		Cf% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N14VK1-KH1	0-2	0,0079	0,0019	2,063		0,0101	5,0	0,0097		5,68	0,10	9,05	2,46
N14VK1-KH2	2-4	0,0459	0,0023	2,064		0,0101	5,0	0,0097		7,96	0,10	34,02	9,24
N14VK1-KH3	4-6	0,1499	0,0025	2,007		0,0101		0,0097		8,75	0,10	33,66	9,40
N14VK1-KH4	6-10	0,1122	0,0032	2,112		0,0101	5,0	0,0097		12,10	0,10	29,62	7,86
N14VK1-KH5	10-15	0,0305	0,0021	2,036		0,0101	5,0	0,0097		7,01	0,10	26,26	7,23
N14VK1-KH6	15-20	0,0187	0,0020	2,008		0,0101	5,0	0,0097		6,30	0,10	21,32	5,95
N14VK1-KH7	20-25												
$Cf\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 6 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
						<input checked="" type="checkbox"/> Syratlöslig kloridhalt							
						<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt							
Uppdragsnr: 4P00511						<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium							
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N16KV1-KV													
Provningsdatum: 18-11-27													
Provav: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N16VK1-KV1	0-2	0,0502	0,0025	1,533		0,0100	5,0	0,0098		7,32	0,10	28,78	10,53
N16VK1-KV2	2-4	0,1059	0,0033	1,546		0,0100	5,0	0,0098		9,81	0,10	20,07	7,28
N16VK1-KV3	4-6	0,0889	0,0034	1,130		0,0100	5,0	0,0098		7,99	0,10	8,42	4,18
N16VK1-KV4	6-10	0,0464	0,0025	1,529		0,0100	5,0	0,0098		7,14	0,10	27,87	10,23
N16VK1-KV5	10-15	0,0317	0,0023	1,548		0,0100	5,0	0,0098		6,52	0,10	14,79	5,36
N16VK1-KV6	15-20	0,0272	0,0023	1,527		0,0100	5,0	0,0098		6,30	0,10	13,33	4,90
N16VK1-KV7	20-25	0,0282	0,0023	1,543		0,0100	5,0	0,0098		6,35	0,10	13,36	4,86
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 6 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
						<input checked="" type="checkbox"/> Syratlöslig kloridhalt							
						<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt							
Uppdragsnr: 4P00511						<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium							
Uppdragsgivare: Norska Vegvesen													
Provmärkning: N16KV1-KH													
Provningsdatum: 15-11-09													
Provav: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C/% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N16VK1-KH1	0-2	0,0919	0,0031	1,517		0,0100	5,0	0,0098		9,115	0,10	26,83	9,92
N16VK1-KH2	2-4	0,1062	0,0033	1,551		0,0100	5,0	0,0098		9,844	0,10	17,38	6,28
N16VK1-KH3	4-6	0,0604	0,0026	1,526		0,0100	5,0	0,0098		7,753	0,10	12,91	4,75
N16VK1-KH4	6-10	0,0344	0,0023	1,631		0,0100	5,0	0,0098		6,716	0,10	15,64	5,38
N16VK1-KH5	10-15	0,0307	0,0023	1,533		0,0100	5,0	0,0098		6,457	0,10	13,54	4,95
N16VK1-KH6	15-20	0,0346	0,0024	1,511		0,0100	5,0	0,0098		6,606	0,10	17,38	6,45
N16VK1-KH7	20-25	0,0270	0,0023	1,525		0,0100	5,0	0,0098		6,289	0,10	14,02	5,16
$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 7 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/>	Syralöslig kloridhalt	
											<input type="checkbox"/>	Vattenlöslig kloridhalt	
Uppdragsnr: 4P00511											<input checked="" type="checkbox"/>	Kalcium	
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N17VK1-KV													
Provningsdatum: 19-01-21													
Provav: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep,3} [ml]	CaO% av provvikt
N17VK1-KV1	0-2	0,0138	0,0022	1,515		0,0100	5,0	0,0098		5,71	0,10	21,20	7,85
N17VK1-KV2	2-4	0,0496	0,0025	1,524		0,0100	5,0	0,0098		7,28	0,10	18,74	6,90
N17VK1-KV3	4-6	0,0690	0,0028	1,512		0,0100	5,0	0,0098		8,10	0,10	16,35	6,07
N17VK1-KV4	6-10	0,0427	0,0024	1,512		0,0100	5,0	0,0098		6,96	0,10	17,76	6,59
N17VK1-KV5	10-15	0,0311	0,0023	1,526		0,0100	5,0	0,0098		6,47	0,10	17,91	6,58
N17VK1-KV6	15-20	0,0252	0,0022	1,532		0,0100	5,0	0,0098		6,21	0,10	14,51	5,31
N17VK1-KV7	20-25	0,0246	0,0023	1,512		0,0100	5,0	0,0098		6,18	0,10	11,11	4,12
											$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$		

Kloridprofil Betong 7 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/>	Syralöslig kloridhalt	
											<input type="checkbox"/>	Vattenlöslig kloridhalt	
Uppdragsnr: 4P00511											<input checked="" type="checkbox"/>	Kalcium	
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N17VK1-KH													
Provningsdatum:													
Provav: QB													
Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep,3} [ml]	CaO% av provvikt
N17VK1-KH1	0-2	0,0227	0,0022	1,507		0,0100	5,0	0,0098		6,09	0,10	28,18	10,48
N17VK1-KH2	2-4	0,0719	0,0028	1,508		0,0100	5,0	0,0098		8,22	0,10	11,84	4,40
N17VK1-KH3	4-6	0,0583	0,0026	1,520		0,0100	5,0	0,0098		7,65	0,10	12,84	4,74
N17VK1-KH4	6-10	0,0350	0,0024	1,513		0,0100	5,0	0,0098		6,63	0,10	11,18	4,14
N17VK1-KH5	10-15	0,0314	0,0023	1,518		0,0100	5,0	0,0098		6,47	0,10	13,98	5,17
N17VK1-KH6	15-20	0,0270	0,0022	1,569		0,0100	5,0	0,0098		6,32	0,10	14,02	5,01
N17VK1-KH7	20-25	0,0284	0,0023	1,506		0,0100	5,0	0,0098		6,33	0,10	11,17	4,16
											$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$		

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 8 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syratlöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr:		4P00511											
Uppdragsgivare:		Norska VV											
Provmärkning:		N18VK1-KV											
Provningsdatum:		19-02-06											
Prov av:		CL											
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N18VK1-KV1	0-2	0,0116	0,0021	1,549		0,0100	5,0	0,0098		5,62	0,10	11,64	4,21
N18VK1-KV2	2-4	0,0037	0,0020	1,550		0,0100	5,0	0,0098		5,27	0,10	8,24	2,98
N18VK1-KV3	4-6	0,0287	0,0023	1,512		0,0100	5,0	0,0098		6,35	0,10	2,95	1,09
N18VK1-KV4	6-10	0,0687	0,0028	1,518		0,0100	5,0	0,0098		8,11	0,10	1,94	0,72
N18VK1-KV5	10-15	0,0477	0,0025	1,559		0,0100	5,0	0,0098		7,24	0,10	8,84	3,18
N18VK1-KV6	15-20	0,0273	0,0023	1,547		0,0100	5,0	0,0098		6,32	0,10	9,15	3,32
N18VK1-KV7	20-25	0,0225	0,0022	1,504		0,0100	5,0	0,0098		6,08	0,10	10,39	3,87

$$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 8 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syratlöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr:		4P00511											
Uppdragsgivare:		Norska VV											
Provmärkning:		N18VK1-KH											
Provningsdatum:		19-01-17											
Prov av:		QB											
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KH1	0-2	0,0109	0,0021	1,527		0,0100	5,0	0,0098		5,58	0,10	13,53	4,97
N19VK1-KH2	2-4	0,0116	0,0021	1,502		0,0100	5,0	0,0098		5,60	0,10	4,74	1,77
N19VK1-KH3	4-6	0,0451	0,0025	1,507		0,0100	5,0	0,0098		7,06	0,10	3,55	1,32
N19VK1-KH4	6-10	0,0822	0,0029	1,517		0,0100	5,0	0,0098		8,69	0,10	2,79	1,03
N19VK1-KH5	10-15	0,0560	0,0026	1,531		0,0100	5,0	0,0098		7,57	0,10	5,07	1,86
N19VK1-KH6	15-20	0,0303	0,0023	1,508		0,0100	5,0	0,0098		6,42	0,10	4,58	1,70
N19VK1-KH7	20-25	0,0353	0,0024	1,515		0,0100	5,0	0,0098		6,64	0,10	4,13	1,53

$$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 9 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
									<input checked="" type="checkbox"/>	Syralöslig kloridhalt			
									<input type="checkbox"/>	Vattenlöslig kloridhalt			
									<input checked="" type="checkbox"/>	Kalcium			
		Uppdragsnr:	4P00511										
		Uppdragsgivare:	Norska VV										
		Provmärkning:	N19VK1-KV										
		Provningsdatum:	18-12-14										
		Prov av:	QB										
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KV1	0-2	0,0159	0,0022	1,538		0,0100	5,0	0,0097		5,87	0,10	21,21	7,74
N19VK1-KV2	2-4	0,0717	0,0028	1,543		0,0100	5,0	0,0097		8,37	0,10	31,09	11,30
N19VK1-KV3	4-6	0,0946	0,0031	1,516		0,0100	5,0	0,0097		9,32	0,10	26,17	9,68
N19VK1-KV4	6-10	0,0548	0,0026	1,506		0,0100	5,0	0,0097		7,56	0,10	23,99	8,94
N19VK1-KV5	10-15	0,0277	0,0023	1,511		0,0100	5,0	0,0097		6,37	0,10	23,67	8,79
N19VK1-KV6	15-20	0,0260	0,0023	1,506		0,0100	5,0	0,0097		6,30	0,10	24,92	9,28
N19VK1-KV7	20-25	0,0246	0,0022	1,548		0,0100	5,0	0,0097		6,26	0,10	26,00	9,42
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 9 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys													
enligt AASHTO T260													
									<input checked="" type="checkbox"/>	Syralöslig kloridhalt			
									<input type="checkbox"/>	Vattenlöslig kloridhalt			
									<input checked="" type="checkbox"/>	Kalcium			
		Uppdragsnr:	4P00511										
		Uppdragsgivare:	Norska VV										
		Provmärkning:	N19VK1-KH										
		Provningsdatum:	15-10-23										
		Prov av:	QB										
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N19VK1-KH1	0-2	0,0951	0,0029	2,012		0,0100	5,0	0,0097		10,72	0,10	30,34	8,46
N19VK1-KH2	2-4	0,0850	0,0028	2,036		0,0100	5,0	0,0097		10,19	0,10	22,47	6,19
N19VK1-KH3	4-6	0,0495	0,0023	2,047		0,0100	5,0	0,0097		8,10	0,10	21,52	5,90
N19VK1-KH4	6-10	0,0317	0,0021	2,008		0,0100	5,0	0,0097		7,01	0,10	21,10	5,89
N19VK1-KH5	10-15	0,0232	0,0020	2,184		0,0100	5,0	0,0097		6,63	0,10	24,99	6,42
N19VK1-KH6	15-20	0,0214	0,0020	2,023		0,0100	5,0	0,0097		6,42	0,10	23,19	6,43
N19VK1-KH7	20-25	0,0215	0,0020	2,025		0,0100	5,0	0,0097		6,42	0,10	21,27	5,89
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 10 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt				
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt				
Uppdragsnr: 4P00511										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsgivare: Norska VV														
Provmärkning: N110VK1-KV														
Provningsdatum: 19-01-11														
Provav: QB														
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cf% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt	
N110VK1-KV1	0-2	0,0088	0,0021	1,536		0,0100	5,0	0,0097		5,55	0,10	18,00	6,57	
N110VK1-KV2	2-4	0,0171	0,0022	1,512		0,0100	5,0	0,0097		5,91	0,10	15,83	5,87	
N110VK1-KV3	4-6	0,0527	0,0026	1,547		0,0100	5,0	0,0097		7,52	0,10	14,80	5,37	
N110VK1-KV4	6-10	0,0541	0,0026	1,527		0,0100	5,0	0,0097		7,56	0,10	14,16	5,20	
N110VK1-KV5	10-15	0,0281	0,0023	1,514		0,0100	5,0	0,0097		6,39	0,10	8,41	3,12	
N110VK1-KV6	15-20	0,0262	0,0023	1,550		0,0100	5,0	0,0097		6,34	0,10	8,89	3,22	
N110VK1-KV7	20-25	0,0269	0,0023	1,537		0,0100	5,0	0,0097		6,36	0,10	13,44	4,90	
$Cf\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Kloridprofil Betong 10 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt				
										<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt				
Uppdragsnr: 4P00511										<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium				
Uppdragsgivare: Norska VV														
Provmärkning: N110VK1-KH														
Provningsdatum:														
Provav: QB														
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cf% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt	
N110VK1-KH1	0-2	0,0114	0,0021	1,570		0,0100	5,0	0,0098		5,62	0,10	25,56	9,13	
N110VK1-KH2	2-4	0,0480	0,0025	1,543		0,0100	5,0	0,0098		7,23	0,10	25,56	9,29	
N110VK1-KH3	4-6	0,0814	0,0029	1,535		0,0100	5,0	0,0098		8,70	0,10	25,56	9,34	
N110VK1-KH4	6-10	0,0459	0,0025	1,516		0,0100	5,0	0,0098		7,11	0,10	25,56	9,46	
N110VK1-KH5	10-15	0,0264	0,0023	1,528		0,0100	5,0	0,0098		6,26	0,10	25,56	9,38	
N110VK1-KH6	15-20	0,0274	0,0023	1,520		0,0100	5,0	0,0098		6,30	0,10	25,56	9,43	
N110VK1-KH7	20-25	0,0265	0,0023	1,547		0,0100	5,0	0,0098		6,28	0,10	25,56	9,27	
$Cf\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Bilaga 3

Resultat 2022

Kloridprofil Betong 1 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
Uppdragsnr: 4P00511/P116351											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
Uppdragsgivare: Norska VV											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
Provmärkning: N11VK1-KV											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Provningsdatum: 2023-02-08														
Prov av: QB														
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]		
N11VK1-KV1	0-2	0,0861	0,0028	2,012		0,0100	5,0	0,0097		10,20	0,10			0,00
N11VK1-KV2	2-4	0,1569	0,0026	2,109		0,0100	0,0	0,0097		9,62	0,10	46,04		12,24
N11VK1-KV3	4-6	0,1066	0,0031	2,067		0,0100	5,0	0,0097		11,56	0,10	40,64		11,03
N11VK1-KV4	6-10	0,0740	0,0026	2,175		0,0100	5,0	0,0097		9,83	0,10	40,66		10,48
N11VK1-KV5	10-15	0,0368	0,0033	2,155		0,0100	10,0	0,0097		12,62	0,10	42,09		10,96
N11VK1-KV6	15-20	0,0242	0,0032	2,058		0,0100	10,0	0,0097		11,76	0,10	27,14		7,40
N11VK1-KV7	20-25	0,0045	0,0028	2,071		0,0100	10,0	0,0097		10,58	0,10	-		#####
$Cl\% = \frac{3,545 \times (L_{ep}N_1 + L_1N_1 - L_2N_2)}{W}$														

Kloridprofil Betong 1 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260														
Uppdragsnr: 4P00511/P116351											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt			
Uppdragsgivare: Norska VV											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt			
Provmärkning: N11VK1-KH											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Provningsdatum: 2023-02-22														
Prov av: SÖ														
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]		
N11VK1-KH1	0-2	0,1027	0,0031	2,0451		0,0100	5,0	0,0096		11,378	0,10	46,287		12,69
N11VK1-KH2	2-4	0,1563	0,0026	2,0052		0,0100	0,0	0,0096		9,210	0,10	41,518		11,61
N11VK1-KH3	4-6	0,0939	0,0029	2,0547		0,0100	5,0	0,0096		10,880	0,10	35,736		9,75
N11VK1-KH4	6-10	0,0540	0,0024	2,0210		0,0100	5,0	0,0096		8,413	0,10	-		#####
N11VK1-KH5	10-15	0,0235	0,0032	2,0921		0,0100	10,0	0,0096		11,863	0,10	38,148		10,23
N11VK1-KH6	15-20	0,0136	0,0030	2,0581		0,0100	10,0	0,0096		11,241	0,10	-		#####
N11VK1-KH7	20-25	0,0120	0,0030	2,0224		0,0100	10,0	0,0096		11,131	0,10	-		#####
$Cl\% = \frac{3,545 \times (L_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$														

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 2 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511/P116351													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N12VK1-KV													
Provningsdatum: 23-02-08													
Prov av: SÖVED													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cf% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N12VK1-KV1	0-2	0,0102	0,0030	2,0325		0,0100	10,0	0,0097		10,915	0,01	39,689	1,10
N12VK1-KV2	2-4	0,0527	0,0023	2,0632		0,0100	5,0	0,0097		8,314	0,01	31,12	0,85
N12VK1-KV3	4-6	0,1471	0,0024	2,0048		0,0100	0,0	0,0097		8,575	0,01	29,06	0,81
N12VK1-KV4	6-10	0,1319	0,0023	2,0454		0,0100	0,0	0,0097		7,844	0,01	29,95	0,82
N12VK1-KV5	10-15	0,0617	0,0025	2,0128		0,0100	5,0	0,0097		8,764	0,01	31,28	0,87
N12VK1-KV6	15-20	0,0236	0,0032	2,0352		0,0100	10,0	0,0097		11,707	0,01	29,57	0,81
N12VK1-KV7	20-25	0,0166	0,0031	2,0546		0,0100	10,0	0,0097		11,303	0,01	29,56	0,81
$Cf\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 2 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511P116351													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N12VK1-KH													
Provningsdatum: 2023-02-22													
Prov av: SÖ													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cf% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N12VK1-KH1	0-2	0,0065	0,0029	2,0788		0,0100	10,0	0,0096		10,813	0,10	36,928	9,96
N12VK1-KH2	2-4	0,0725	0,0026	2,0216		0,0100	5,0	0,0096		9,515	0,10	32,165	8,92
N12VK1-KH3	4-6	0,1387	0,0023	2,0218		0,0100	0,0	0,0096		8,242	0,10	31,368	8,70
N12VK1-KH4	6-10	0,0997	0,0030	2,0234		0,0100	5,0	0,0096		11,138	0,10	-	#####
N12VK1-KH5	10-15	0,0768	0,0027	2,0246		0,0100	5,0	0,0096		9,779	0,10	29,461	8,16
N12VK1-KH6	15-20	0,0554	0,0024	2,0062		0,0100	5,0	0,0096		8,474	0,10	-	#####
N12VK1-KH7	20-25	0,0347	0,0034	2,0089		0,0100	10,0	0,0096		12,466	0,10	-	#####
$Cf\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 3 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr:		4P00511/P116351											
Uppdragsgivare:		Norska VV											
Provmärkning:		N13VK1-KV											
Provningsdatum:		2023-02-08											
Prov av:		Sandra och Ilektra											
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N13VK1-KV1	0-2	0,01	0,0029	2,0411		0,0100	10,0	0,0097		10,845	0,10	32,26	8,86
N13VK1-KV2	2-4	0,01	0,0030	2,0455		0,0100	10,0	0,0097		10,912	0,10	25,67	7,04
N13VK1-KV3	4-6	0,02	0,0031	2,0325		0,0100	10,0	0,0097		11,307	0,10	20,88	5,76
N13VK1-KV4	6-10	0,07	0,0025	2,0412		0,0100	5,0	0,0097		9,053	0,10	19,54	5,37
N13VK1-KV5	10-15	0,09	0,0028	2,0202		0,0100	5,0	0,0097		10,205	0,10	-	#####
N13VK1-KV6	15-20	0,06	0,0024	2,0566		0,0100	5,0	0,0097		8,838	0,10	-	#####
N13VK1-KV7	20-25	0,04	0,0022	2,0224		0,0100	5,0	0,0097		7,596	0,10	17,60	4,88
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_2N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 3 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr:		4P00511/P116351											
Uppdragsgivare:		Norska VV											
Provmärkning:		N13VK1-KH											
Provningsdatum:		2023-02-23											
Prov av:		SÖ											
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N13VK1-KH1	0-2	0,0098	0,0030	2,0183		0,0100	10,0	0,0096		10,997	0,10	29,899	8,31
N13VK1-KH2	2-4	0,0084	0,0030	2,0164		0,0100	10,0	0,0096		10,914	0,10	32,104	8,93
N13VK1-KH3	4-6	0,0105	0,0030	2,0213		0,0100	10,0	0,0096		11,043	0,10	27,407	7,60
N13VK1-KH4	6-10	0,0470	0,0023	2,0353		0,0100	5,0	0,0096		8,017	0,10	22,051	6,08
N13VK1-KH5	10-15	0,0635	0,0025	2,0012		0,0100	5,0	0,0096		8,945	0,10	-	#####
N13VK1-KH6	15-20	0,0398	0,0022	2,0046		0,0100	5,0	0,0096		7,550	0,10	20,542	5,75
N13VK1-KH7	20-25	0,0242	0,0032	2,0561		0,0100	10,0	0,0096		11,877	0,10	-	#####
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_2N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 4 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511/P116351													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N14VK1-KV													
Provningsdatum: 2023-02-09													
Prov av: QB													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N14VK1-KV1	0-2	0,0083	0,0028	2,1784		0,0100	10,0	0,0096		10,946	0,10	-	#####
N14VK1-KV2	2-4	0,0267	0,0021	2,0991		0,0100	5,0	0,0096		6,854	0,10	40,953	10,94
N14VK1-KV3	4-6	0,1164	0,0033	2,2151		0,0100	5,0	0,0096		12,782	0,10	30,034	7,60
N14VK1-KV4	6-10	0,0979	0,0020	2,2170		0,0100	0,0	0,0096		6,376	0,10	29,382	7,43
N14VK1-KV5	10-15	0,0344	0,0021	2,1611		0,0100	5,0	0,0096		7,394	0,10	25,298	6,56
N14VK1-KV6	15-20	0,0118	0,0028	2,2716		0,0100	10,0	0,0096		11,207	0,10	25,061	6,19
N14VK1-KV7	20-25	0,0165	0,0031	2,0607		0,0100	10,0	0,0096		11,413	0,10	29,091	7,92
$CP\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 4 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
											<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt		
											<input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt		
											<input checked="" type="checkbox"/> Kalcium		
Uppdragsnr: 4P00511/P116351													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N14VK1-KH													
Provningsdatum: 2023-02-23													
Prov av: SÖ													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provvikt
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N14VK1-KH1	0-2	0,0080	0,0030	2,0115		0,0100	10,0	0,0096		10,889	0,10	27,300	7,61
N14VK1-KH2	2-4	0,0108	0,0030	2,0403		0,0100	10,0	0,0096		11,064	0,10	35,181	9,67
N14VK1-KH3	4-6	0,0606	0,0024	2,0672		0,0100	5,0	0,0096		8,891	0,10	-	#####
N14VK1-KH4	6-10	0,1036	0,0031	2,0328		0,0100	5,0	0,0096		11,396	0,10	-	#####
N14VK1-KH5	10-15	0,0428	0,0022	2,0141		0,0100	5,0	0,0096		7,740	0,10	-	#####
N14VK1-KH6	15-20	0,0350	0,0021	2,0978		0,0100	5,0	0,0096		7,364	0,10	-	#####
N14VK1-KH7	20-25	0,0186	0,0031	2,0187		0,0100	10,0	0,0096		11,518	0,10	-	#####
$CP\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 5 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska Vegvesen**
 Provmärkning: **N15KV1-KV**
 Provningsdatum: **2023-02-09**
 Prov av: **SÖ**

Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N15VK1-KV1	0-2	0,0061	0,0029	2,0486		0,0100	10,0	0,0096		10,784	0,10	45,90	12,56
N15VK1-KV2	2-4	0,0495	0,0023	2,0389		0,0100	5,0	0,0096		8,171	0,10	35,46	9,75
N15VK1-KV3	4-6	0,1295	0,0022	2,0808		0,0100	0,0	0,0096		7,919	0,10	-	#####
N15VK1-KV4	8-10	0,0715	0,0026	2,0873		0,0100	5,0	0,0096		9,591	0,10	-	#####
N15VK1-KV5	10-15	0,0240	0,0031	2,1168		0,0100	10,0	0,0096		11,910	0,10	-	#####
N15VK1-KV6	15-20	0,0180	0,0030	2,1048		0,0100	10,0	0,0096		11,530	0,10	-	#####
N15VK1-KV7	20-25	0,0132	0,0030	2,0195		0,0100	10,0	0,0096		11,199	0,10	-	#####

$$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 5 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska Vegvesen**
 Provmärkning: **N15KV1-KH**
 Provningsdatum: **2023-02-28**
 Prov av: **ED**

Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Saltlösning			Silvernitratlösning			För kalcium		
		C% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)		Initial potential [mV]	koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provvikt
N15VK1-KH1	0-2	0,0068	0,0030	2,0017		0,0100	10,0	0,0096		10,817	0,10	-	#####
N15VK1-KH2	2-4	0,0936	0,0029	2,0146		0,0100	5,0	0,0096		10,750	0,10	32,251	8,98
N15VK1-KH3	4-6	0,1012	0,0031	2,0146		0,0100	5,0	0,0096		11,200	0,10	23,603	6,57
N15VK1-KH4	8-10	0,0678	0,0026	2,0124		0,0100	5,0	0,0096		9,217	0,10	21,545	6,00
N15VK1-KH5	10-15	0,0241	0,0020	2,0428		0,0100	5,0	0,0096		6,653	0,10	29,352	8,06
N15VK1-KH6	15-20	0,0115	0,0030	2,0347		0,0100	10,0	0,0096		11,103	0,10	30,196	8,32
N15VK1-KH7	20-25	0,0121	0,0030	2,0055		0,0100	10,0	0,0096		11,127	0,10	28,442	7,95

$$C\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 6 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska Vegvesen**
 Provmärkning: **N16KV1-KV**
 Provningsdatum: **2023-02-09**
 Prov av: **SÖ**

Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{EP} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{EP3} [ml]	CaO% av provvikt
N16VK1-KV1	0-2	0,06	0,0024	2,0830		0,0100	5,0	0,0096		8,641	0,10	-	#####
N16VK1-KV2	2-4	0,12	0,0034	2,0298		0,0100	5,0	0,0096		12,368	0,10	46,233	12,77
N16VK1-KV3	4-6	0,11	0,0033	2,0384		0,0100	5,0	0,0096		12,009	0,10	-	#####
N16VK1-KV4	6-10	0,07	0,0025	2,1110		0,0100	5,0	0,0096		9,385	0,10	-	#####
N16VK1-KV5	10-15	0,03	0,0033	2,1058		0,0100	10,0	0,0096		12,310	0,10	-	#####
N16VK1-KV6	15-20	0,02	0,0031	2,1487		0,0100	10,0	0,0096		11,867	0,10	-	#####
N16VK1-KV7	20-25	0,02	0,0032	2,0458		0,0100	10,0	0,0096		11,736	0,10	32,711	8,97
N16VK1-KV8	25-35	0,02	0,0021	2,0359		0,0100	5,0	0,0095		6,664	0,10	-	#####

$$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{sp}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 6 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska Vegvesen**
 Provmärkning: **N16KV1-KH**
 Provningsdatum: **23-02-28**
 Prov av: **ED**

Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{EP} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{EP3} [ml]	CaO% av provvikt
N16VK1-KH1	0-2	0,0103	0,0030	2,0382		0,0100	10,0	0,0096		11,036	0,10	-	#####
N16VK1-KH2	2-4	0,0613	0,0025	2,0337		0,0100	5,0	0,0096		8,873	0,10	-	#####
N16VK1-KH3	4-6	0,1120	0,0032	2,0672		0,0100	5,0	0,0096		12,011	0,10	-	#####
N16VK1-KH4	6-10	0,0662	0,0025	2,0352		0,0100	5,0	0,0096		9,166	0,10	36,702	10,11
N16VK1-KH5	10-15	0,0388	0,0022	2,0002		0,0100	5,0	0,0096		7,487	0,10	38,231	10,72
N16VK1-KH6	15-20	0,0248	0,0032	2,0324		0,0100	10,0	0,0096		11,896	0,10	38,107	10,51
N16VK1-KH7	20-25	0,0193	0,0032	2,0032		0,0100	10,0	0,0096		11,554	0,10	34,927	9,78
N16VK1-KH8	25-30	0,0207	0,0032	2,0187		0,0100	10,0	0,0096		11,646	0,10	46,009	12,78

$$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{sp}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 7 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska VV**
 Provmärkning: **N17VK1-KV**
 Provningsdatum: **2023-02-15**
 Prov av: **ED**

Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning		För kalcium		CaO% av provvikt	
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]		EDTA lösning V _{ep3} [ml]
N17VK1-KV1	0-2	0,0084	0,0030	2,0033		0,0100	10,0	0,0096		10,910	0,10	-	#####
N17VK1-KV2	2-4	0,0138	0,0031	2,0030		0,0100	10,0	0,0096		11,227	0,10	-	#####
N17VK1-KV3	4-6	0,0650	0,0025	2,0877		0,0100	5,0	0,0096		9,195	0,10	-	#####
N17VK1-KV4	6-10	0,0697	0,0026	2,0276		0,0100	5,0	0,0096		9,359	0,10	24,73	6,84
N17VK1-KV5	10-15	0,0333	0,0034	2,0310		0,0100	10,0	0,0096		12,401	0,10	-	#####
N17VK1-KV6	15-20	0,0234	0,0032	2,0169		0,0100	10,0	0,0096		11,805	0,10	-	#####
N17VK1-KV7	20-25	0,0209	0,0032	2,0160		0,0100	10,0	0,0096		11,657	0,10	10,09	2,81
N17VK1-KV8	25-30	0,0203	0,0032	2,0006		0,0100	10,0	0,0096		11,612	0,10	30,42	8,53

$$CP\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 7 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska VV**
 Provmärkning: **N17VK1-KH**
 Provningsdatum: **2023-03-01**
 Prov av: **SÖ**

Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning		För kalcium		CaO% av provvikt	
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]		EDTA lösning V _{ep3} [ml]
N17VK1-KH1	0-2	0,0056	0,0029	2,0230		0,0100	10,0	0,0095		10,864	0,10	39,143	10,85
N17VK1-KH2	2-4	0,0091	0,0030	2,0180		0,0100	10,0	0,0095		11,072	0,10	38,239	10,63
N17VK1-KH3	4-6	0,0419	0,0022	2,0220		0,0100	5,0	0,0095		7,777	0,10	32,801	9,10
N17VK1-KH4	6-10	0,0527	0,0024	2,0308		0,0100	5,0	0,0095		8,439	0,10	-	#####
N17VK1-KH5	10-15	0,0325	0,0034	2,0719		0,0100	10,0	0,0095		12,524	0,10	-	#####
N17VK1-KH6	15-20	0,0259	0,0033	2,0121		0,0100	10,0	0,0095		12,076	0,10	-	#####
N17VK1-KH7	20-25	0,0282	0,0033	2,0348		0,0100	10,0	0,0095		12,233	0,10	-	#####
N17VK1-KH8	25-30	0,0266	0,0021	2,0655		0,0100	5,0	0,0095		6,894	0,10	-	#####

$$CP\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 8 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511/P116351													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N18VK1-KV													
Provningsdatum: 2023-02-15													
Prov av: ED													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provsvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provsvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provsvikt
N18VK1-KV1	0-2	0,0086	0,0030	2,0251		0,0100	10,0	0,0096		10,926	0,10	29,622	8,20
N18VK1-KV2	2-4	0,0093	0,0030	2,0231		0,0100	10,0	0,0096		10,969	0,10	19,854	5,50
N18VK1-KV3	4-6	0,0097	0,0030	2,0015		0,0100	10,0	0,0096		10,990	0,10	26,112	7,32
N18VK1-KV4	6-10	0,0624	0,0025	2,0024		0,0100	5,0	0,0096		8,878	0,10	18,924	5,30
N18VK1-KV5	10-15	0,0936	0,0029	2,0240		0,0100	5,0	0,0096		10,776	0,10	-	#####
N18VK1-KV6	15-20	0,0503	0,0023	2,0077		0,0100	5,0	0,0096		8,174	0,10	-	#####
N18VK1-KV7	20-25	0,0277	0,0033	2,0170		0,0100	10,0	0,0096		12,059	0,10	-	#####
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Kloridprofil Betong 8 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys enligt AASHTO T260													
										<input checked="" type="checkbox"/> Syralöslig kloridhalt <input type="checkbox"/> Vattenlöslig kloridhalt <input checked="" type="checkbox"/> Kalcium			
Uppdragsnr: 4P00511/P116351													
Uppdragsgivare: Norska VV													
Provmärkning: N18VK1-KH													
Provningsdatum: 23-03-01													
Prov av: SÖ													
Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provsvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		
		Cl% av provsvikt	Utvidgad mätosäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	CaO% av provsvikt
N19VK1-KH1	0-2	0,0032	0,0029	2,0265		0,0100	10,0	0,0095		10,719	0,10	23,751	6,57
N19VK1-KH2	2-4	0,0043	0,0029	2,0141		0,0100	10,0	0,0095		10,784	0,10	24,086	6,71
N19VK1-KH3	4-6	0,0065	0,0029	2,0675		0,0100	10,0	0,0095		10,927	0,10	21,934	5,95
N19VK1-KH4	6-10	0,0406	0,0022	2,0027		0,0100	5,0	0,0095		7,675	0,10	-	#####
N19VK1-KH5	10-15	0,0514	0,0024	2,0303		0,0100	5,0	0,0095		8,359	0,10	20,827	5,75
N19VK1-KH6	15-20	0,0324	0,0021	2,0518		0,0100	5,0	0,0095		7,235	0,10	-	#####
N19VK1-KH7	20-25	0,0220	0,0032	2,0133		0,0100	10,0	0,0095		11,840	0,10	-	#####
$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$													

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 9 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska VV**
 Provmärkning: **N19VK1-KV**
 Provningsdatum: **2023-02-21**
 Prov av: **SÖ**

Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning		För kalcium		CaO% av provvikt	
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]		EDTA lösning V _{ep3} [ml]
N19VK1-KV1	0-2	0,0948	0,0030	2,0066		0,0100	5,0	0,0096		10,797	0,10	-	#####
N19VK1-KV2	2-4	0,1360	0,0023	2,0707		0,0100	0,0	0,0096		8,272	0,10	-	#####
N19VK1-KV3	4-6	0,1024	0,0031	2,0090		0,0100	5,0	0,0096		11,251	0,10	-	#####
N19VK1-KV4	6-10	0,0294	0,0021	2,0264		0,0100	5,0	0,0096		6,960	0,10	-	#####
N19VK1-KV5	10-15	0,0229	0,0020	2,0784		0,0100	5,0	0,0096		6,608	0,10	-	#####
N19VK1-KV6	15-20	0,0184	0,0030	2,1219		0,0100	10,0	0,0096		11,563	0,10	-	#####
N19VK1-KV7	20-25	0,0178	0,0031	2,0962		0,0100	10,0	0,0096		11,510	0,10	-	#####
N19VK1-KV8	25-30	0,0183	0,0030	2,1191		0,0100	10,0	0,0096		11,554	0,10	-	#####

$$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 9 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska VV**
 Provmärkning: **N19VK1-KH**
 Provningsdatum: **23-03-02**
 Prov av: **SÖ**

Märkningar	Djup mm	Kloridhalt		Provvikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning		För kalcium		CaO% av provvikt	
		Cl% av provvikt	Utvidgad mät-osäkerhet (k = 2)			koncentration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncentration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]		EDTA lösning V _{ep3} [ml]
N19VK1-KH1	0-2	0,0190	0,0032	2,0139		0,0100	10,0	0,0095		11,664	0,10	42,537	11,85
N19VK1-KH2	2-4	0,0716	0,0026	2,0503		0,0100	5,0	0,0095		9,622	0,10	42,500	11,62
N19VK1-KH3	4-6	0,0990	0,0030	2,0052		0,0100	5,0	0,0095		11,158	0,10	-	#####
N19VK1-KH4	6-10	0,0821	0,0028	2,0538		0,0100	5,0	0,0095		10,268	0,10	-	#####
N19VK1-KH5	10-15	0,0413	0,0022	2,0225		0,0100	5,0	0,0095		7,744	0,10	-	#####
N19VK1-KH6	15-20	0,0258	0,0033	2,0172		0,0100	10,0	0,0095		12,071	0,10	-	#####
N19VK1-KH7	20-25	0,0256	0,0033	2,0111		0,0100	10,0	0,0095		12,056	0,10	32,112	8,95
N19VK1-KH8	25-30	0,0263	0,0021	2,0029		0,0100	5,0	0,0095		6,829	0,10	-	#####

$$Cl\% = \frac{3,545 \times (V_{ep}N_1 + V_1N_1 - V_2N_2)}{W}$$

Bilaga 3

Kloridprofil Betong 10 Vertikal

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska VV**
 Provmärkning: **N110VK1-KV**
 Provningsdatum: **2023-02-06**
 Prov av: **SÖ/QB**

Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provikt
		C/% av provikt	Utvidgad mät- osäkerhet (k = 2)			koncen- tration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncen- tration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N110VK1-KV1	0-2	0,01	0,0030	2,0581		0,0100	10,0	0,0097		11,09	0,10	38,98	10,62
N110VK1-KV2	2-4	0,06	0,0024	2,1379		0,0100	5,0	0,0097		9,03	0,10	32,55	8,54
N110VK1-KV3	4-6	0,08	0,0029	1,4425		0,0100	5,0	0,0097		8,34	0,10	19,87	7,72
N110VK1-KV4	6-10	0,05	0,0023	2,1477		0,0100	5,0	0,0097		8,48	0,10	26,33	6,88
N110VK1-KV5	10-15	0,03	0,0032	2,2128		0,0100	10,0	0,0097		12,35	0,10	28,45	7,21
N110VK1-KV6	15-20	0,03	0,0031	2,1645		0,0100	10,0	0,0097		12,04	0,10	31,85	8,25
N110VK1-KV7	20-25	0,02	0,0030	2,2922		0,0100	10,0	0,0097		11,95	0,10	34,43	8,42
N110VK1-KV8	25-30	0,02	0,0028	2,4278		0,0100	10,0	0,0097		11,65	0,10	33,46	7,73

$$CP\% = \frac{3,545 \times (V_{ep} N_1 + V_1 N_1 - V_2 N_2)}{W}$$

Kloridprofil Betong 10 Horisontell

Arbetsprotokoll för kloridanalys
enligt AASHTO T260

Syralöslig kloridhalt
 Vattenlöslig kloridhalt
 Kalcium

Uppdragsnr: **4P00511/P116351**
 Uppdragsgivare: **Norska VV**
 Provmärkning: **N110VK1-KH**
 Provningsdatum: **2023-02-21**
 Prov av: **SÖ/QB**

Märkning	Djup mm	Kloridhalt		Provikt W [g]	Initial potential [mV]	Saltlösning		Silvernitratlösning			För kalcium		CaO% av provikt
		C/% av provikt	Utvidgad mät- osäkerhet (k = 2)			koncen- tration N ₂ [N]	tillsatt volym V ₂ [ml]	koncen- tration N ₁ [N]	tillsatt volym V ₁ [ml]	EP volym V _{ep} [ml]	EDTA lösning N ₃ [N]	EDTA lösning V _{ep3} [ml]	
N110VK1-KH1	0-2	0,0053	0,0029	2,0261		0,0100	10,0	0,0096		10,734	0,10	0,047	0,01
N110VK1-KH2	2-4	0,0070	0,0029	2,0585		0,0100	10,0	0,0096		10,838	0,10	34,242	9,33
N110VK1-KH3	4-6	0,0262	0,0032	2,0890		0,0100	10,0	0,0096		12,022	0,10	29,882	8,02
N110VK1-KH4	6-10	0,0558	0,0024	2,0264		0,0100	5,0	0,0096		8,528	0,10	-	#####
N110VK1-KH5	10-15	0,0290	0,0033	2,0568		0,0100	10,0	0,0096		12,172	0,10	-	#####
N110VK1-KH6	15-20	0,0214	0,0031	2,0875		0,0100	10,0	0,0096		11,727	0,10	-	#####
N110VK1-KH7	20-25	0,0150	0,0031	2,0121		0,0100	10,0	0,0096		11,304	0,10	-	#####
N110VK1-KH8	25-30	0,0201	0,0032	2,0046		0,0100	10,0	0,0096		11,600	0,10	-	#####

$$CP\% = \frac{3,545 \times (V_{ep} N_1 + V_1 N_1 - V_2 N_2)}{W}$$

Bilaga 4

Bilaga 4 - Karbonatisering riksväg 40 stora provkroppar Betong 1 – 10, 2022

I denna bilaga redovisas bilder för karbonatisering på varje utborrad betongkärna.

Karbonatisering – Betong 1



Karbonatisering – Betong 2



Bilaga 4

Karbonatisering – Betong 3



Karbonatisering – Betong 4



Bilaga 4

Karbonatisering – Betong 5



Karbonatisering – Betong 6



Bilaga 4

Karbonatisering – Betong 7



Karbonatisering – Betong 8



Bilaga 4

Karbonatisering – Betong 9



Karbonatisering – Betong 10



Verifikat

Transaktion 09222115557489014618

Dokument

P116351 Rapport 2023-03-15
Huvuddokument
65 sidor
Startades 2023-03-15 16:06:24 CET (+0100) av Ida
Gabrielsson (IG)
Färdigställt 2023-03-15 16:08:47 CET (+0100)

Signerande parter

Ida Gabrielsson (IG)
RISE Research Institutes of Sweden AB
Org. nr 556464-6874
ida.gabrielsson@ri.se
+46 10 516 68 51



Signerade 2023-03-15 16:06:55 CET (+0100)

Elisabeth Helsing (EH)
elisabeth.helsing@ri.se



Signerade 2023-03-15 16:08:47 CET (+0100)

Detta verifikat är utfärdat av Scrive. Information i kursiv stil är säkert verifierad av Scrive. Se de dolda bilagorna för mer information/bevis om detta dokument. Använd en PDF-läsare som t ex Adobe Reader som kan visa dolda bilagor för att se bilagorna. Observera att om dokumentet skrivs ut kan inte integriteten i papperskopian bevisas enligt nedan och att en vanlig papperutskrift saknar innehållet i de dolda bilagorna. Den digitala signaturen (elektroniska förseglingen) säkerställer att integriteten av detta dokument, inklusive de dolda bilagorna, kan bevisas matematiskt och oberoende av Scrive. För er bekvämlighet tillhandahåller Scrive även en tjänst för att kontrollera dokumentets integritet automatiskt på: <https://scrive.com/verify>

