

# Motstand mot tinesalter og frostskaider i betong

Etatsprogrammet Varige konstruksjoner 2012-2015

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 515



**Tittel**

Motstand mot tinesalter og frostskader i betong

**Undertittel**

Etatsprogrammet Varige konstruksjoner 2012-2015

**Forfatter**

Gabrielsson I., Ewertson C., Utgenannt P. (CBI) og Bjøntegaard Ø.

**Avdeling**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

**Seksjon**

Tunnel og betong

**Prosjektnummer**

603246

**Rapportnummer**

Nr. 515

**Prosjektleder**

Synnøve A. Myren/ Bård Pedersen

**Godkjent av**

Synnøve A. Myren

**Emneord**

Betong, salt/frostbestandighet, flygeaske, slagg, felt- og laboratorieforsøk

**Sammendrag**

Høsten 2014 ble det inngått et 4-årig FoU-samarbeid med CBI, om undersøkelser av totalt 10 betonger med ulike sementtyper og ulike doseringer av flygeaske (20-50%) og slagg (49-75%). Hovedintensjonen er å studere tinesalt-frostmotstand ved naturlig frosteksponeering i felt i relasjon til akselererte frostforsøk i laboratoriet. Betongene består i stor grad av bindemidler som pr. i dag ikke er godkjente for generell bruk i Statens vegvesens konstruksjoner. Det gjøres i tillegg porestrukturanalyse, kloridmigrasjon, el. motstand, karbonatisering, fasthet, varmeutvikling. Resultater hittil viser som forventet at betonger med høye doseringer av flygeaske eller slagg har store problemer med å bestå akselererte frostforsøk i lab., som har en mye hardere frostbelastning enn den naturen gir i felt. Feltforsøket vil pågå i lang tid framover, mens lab.programmet går over 4 år. Denne statusrapporten viser alt som er utført det første året av prosjektet, dette innbefatter utsetting og initialmålinger av feltprøvene samt det vesentligste av lab. programmet.

**Antall sider** 75

**Dato** Mai 2016

**Title**

De-icing salt/frost-resistance of concrete

**Subtitle**

Durable structures 2012-2015

**Author**

Gabrielsson I., Ewertson C., Utgenannt P. (CBI) and Bjøntegaard Ø.

**Department**

Traffic Safety, Environment and Technology Department

**Section**

Tunnel og betong

**Project number**

603246

**Report number**

No. 515

**Project manager**

Synnøve A. Myren/ Bård Pedersen

**Approved by**

Synnøve A. Myren

**Key words**

Concrete, salt/frost-durability, flyash, slag, field- and laboratory tests

**Summary**

Late 2014 a 4-year joint R&D-cooperation with CBI was initiated. The project involves totally 10 concretes with different cement types, and flyash and slag contents of 20-50% and 49-75%, respectively; most of the compositions are outside today's NPRA regulations. The intention is to study de-icing salt-frost durability at natural exposure in the field in relation to accelerated frost tests. In addition, the following properties are measured: pore structure analysis, chloride migration, el. resistivity, carbonation, strength, hydration heat. So far, the results show that the concretes with high contents of flyash or slag fails in accelerated salt-frost tests, not surprisingly. The long-term field tests will with time, however, show the performance in natural environment, and thus the relation field-lab. This status report shows what have been done during the first year of the project; this involves placing of the field samples at the test site and initial measurements, as well as the majority of the laboratory tests.

**Pages** 75

**Date** May 2016



## Forord

Denne rapporten inngår i en serie rapporter fra **etatsprogrammet Varige konstruksjoner**. Programmet hører til under Trafikksikkerhet-, miljø- og teknologiavdelingen i Statens vegvesen, Vegdirektoratet, og foregår i perioden 2012-2015. Hensikten med programmet er å legge til rette for at riktige materialer og produkter brukes på riktig måte i Statens vegvesen sine konstruksjoner, med hovedvekt på bruer og tunneler.

Formålet med programmet er å bidra til mer forutsigbarhet i drift- og vedlikeholdsfasen for konstruksjonene. Dette vil igjen føre til lavere kostnader. Programmet vil også bidra til å øke bevisstheten og kunnskapen om materialer og løsninger, både i Statens vegvesen og i bransjen for øvrig.

For å realisere dette formålet skal programmet bidra til at aktuelle håndbøker i Statens vegvesen oppdateres med tanke på riktig bruk av materialer, sørge for økt kunnskap om miljøpåkjenninger og nedbrytningsmekanismer for bruer og tunneler, og gi konkrete forslag til valg av materialer og løsninger for bruer og tunneler.

Varige konstruksjoner består, i tillegg til et overordnet implementeringsprosjekt, av fire prosjekter:

- Prosjekt 1: Tilstandsutvikling bruer
- Prosjekt 2: Tilstandsutvikling tunneler
- Prosjekt 3: Fremtidens bruer
- Prosjekt 4: Fremtidens tunneler

Varige konstruksjoner ledes av Synnøve A. Myren. Mer informasjon om prosjektet finnes på [vegvesen.no/varigekonstruksjoner](http://vegvesen.no/varigekonstruksjoner)

Denne rapporten tilhører **Prosjekt 3: Fremtidens bruer** som ledes av Sølvi Austnes. Prosjektet skal bidra til at fremtidige bruer bygges med materialer bedre tilpasset det miljøet konstruksjonene skal stå i. Prosjektet skal bygge på etablert kunnskap om skadeutvikling og de sårbare punktene som identifiseres i Prosjekt 1: Tilstandsutvikling bruer, og skal omhandle både materialer, utførelse og kontroll. Prosjektet skal resultere i at fremtidige bruer oppnår forutsatt levetid med reduserte og mer forutsigbare drift- og vedlikeholdskostnader.

Rapporten er utarbeidet av *Gabrielsson I., Ewertson C. og Utgenannt P., CBI Borås*, med bidrag til planlegging og rapportering av *Bjøntegaard Ø., Statens vegvesen*. Arbeidet og rapporten er et FoU-samarbeid mellom CBI og Statens vegvesen. Statens vegvesen sitt bidrag i dette samarbeidet er finansiert av Varige konstruksjoner.

## Introduksjon - hva er med i rapporten og hva kommer senere

FoU-samarbeidet mellom SVV og CBI er planlagt å gå over 4 år (høsten 2014 – høsten 2018). Herværende rapport gir status for det som er gjennomført fram mot 1 år. Tabellen nedenfor gir en overordnet framstilling av hele programmet som gjennomføres for hver av de 10 betongene som ble produsert. Prøvningsterminene er angitt med «X» i tabellen. **X-er** med fet skrift er gjennomført og resultatene er gitt i herværende rapport (Rapport 1). Det refereres til Prøvningsrapport A, B og C i rapporten; disse er ferdige om kort tid, men utgis ikke som Statens vegvesen-rapporter. De X-er som ikke er angitt i fet skrift blir rapportert når laboratorieprogrammet er ferdig etter 4 år (Rapport 2, kommer våren 2019).

Som tabellen antyder ble det på feltprøvene gjort registreringer før utplassering (angitt ved 28 d), etter 1 år og siste planlagte registrering er etter 4 år. Feltprøvene blir imidlertid værende i feltstasjonen også i tiden etter 4 år og videre registreringer (+rapportering) avgjøres da på årlig basis. Feltprøvene er stasjonert ved CBI sin feltstasjon som ligger inntil Rv 40, rett vest for Borås. Denne veien saltes vinterstid og feltprøvene er dermed eksponert for både tinesalter og frost. Feltprøvene ble satt ut i desember 2014.

Prøving / registrering	28 d	45 d	90 d	1 år	2 år	4 år	> 4 år
Felteksponte prøver ved Rv40	<b>X<sub>1</sub></b>			<b>X<sub>1</sub></b>		X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
Trykkfasthet (inkl. densitet)	<b>X<sub>1+2</sub></b>		<b>X<sub>2</sub></b>		X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	
Naturlig karbonatisering (ute, beskyttet mot regn)				X <sub>2</sub>		X <sub>2</sub>	
Elektrisk motstand	<b>X<sub>2</sub></b>		<b>X<sub>2</sub></b>		X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	
Kloridmigrasjon (RCM)	<b>X<sub>2</sub></b>		<b>X<sub>2</sub></b>			X <sub>2</sub>	
Luftporestrukturanalyse	<b>X<sub>1+2</sub></b>						
Frostprøving (Borås)							
- Standard metode	<b>X<sup>*)</sup><sub>1+2</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sup>*)</sup><sub>2</sub></b>	X <sup>*)</sup> <sub>2</sub>			
- Forlenget kondisjonering		<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sup>*)</sup><sub>2</sub></b>	X <sup>*)</sup> <sub>2</sub>			
- Kondisjonering siste 7 d i 1% CO <sub>2</sub>		<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sup>*)</sup><sub>2</sub></b>	X <sup>*)</sup> <sub>2</sub>			
Varmeutvikling	<b>X<sub>3</sub></b>						

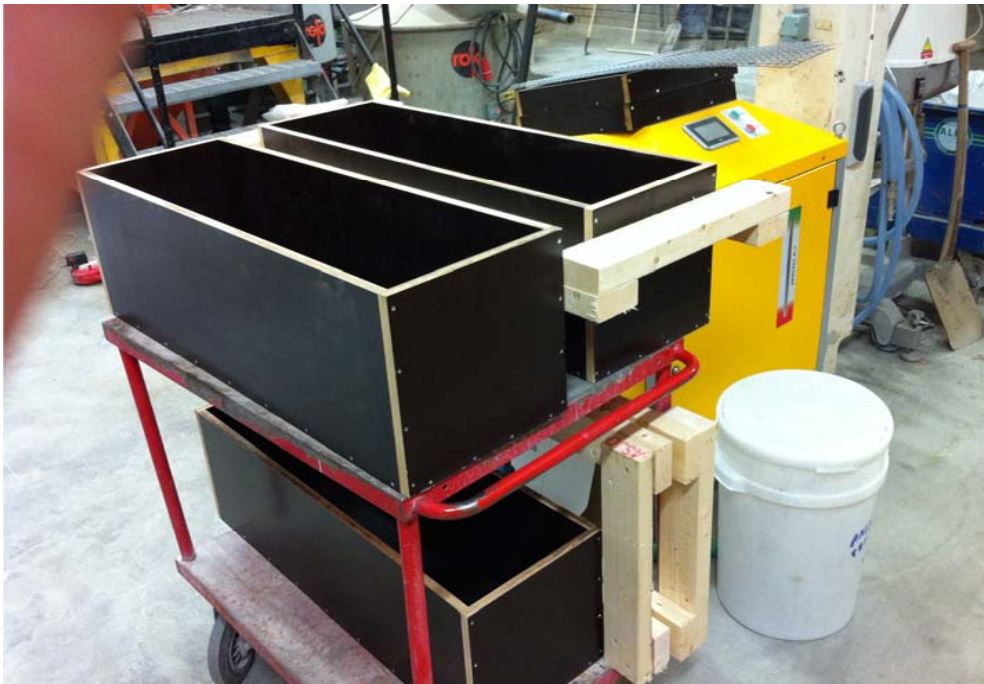
Det ble gjort 3 blandinger av hver av de 10 betongene. **Indeks 1, 2 og 3** i tabellen angir henholdsvis blanding 1, 2 og 3. Blanding 1 og 2 var med luftinnførende tilsetningsstoff, mens blanding 3 var uten.

\*) Frysestart er ved 31 d, 108 d og 388 d for de terminene i tabellen som er angitt med henholdsvis 28 d, 90 d og 1 år

De neste 4 sidene viser et utvalg bilder som ble tatt under blanding og utstøping, samt ved utplassering av feltprøvene.

Mai 2016, Øyvind Bjøntegaard ([oyvind.bjontegaard@vegvesen.no](mailto:oyvind.bjontegaard@vegvesen.no))  
(Internt arkivnummer: 2014099264)









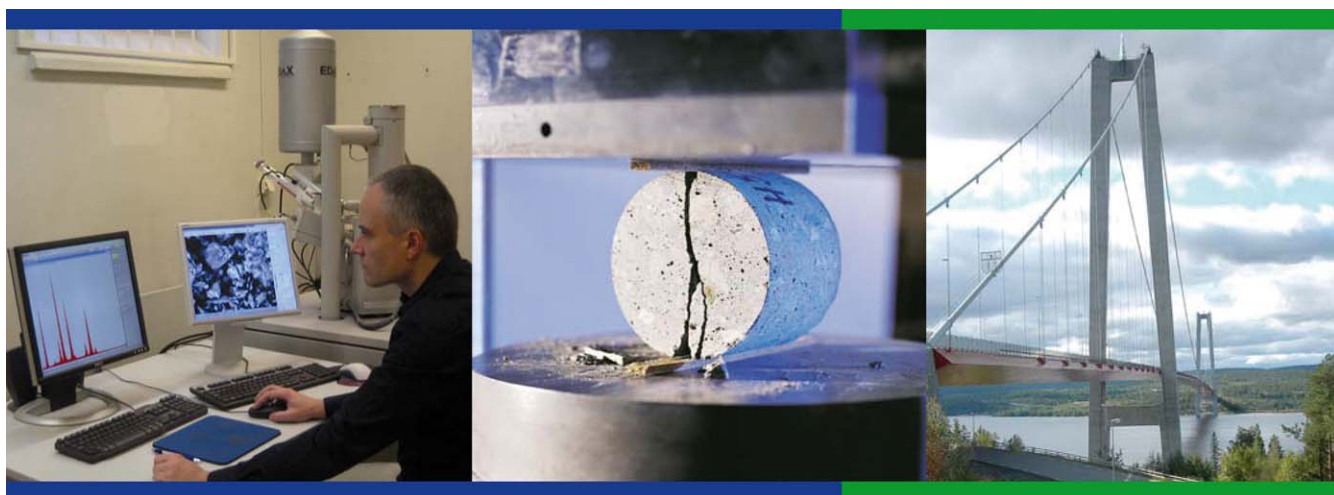








## Rapport 1 - Motstånd mot tölsalter och frostsador i betong; fält- och laboratorieförsök på 10 betongsammansättningar







CBI Betonginstitutet

## Uppdragsrapport 4P00511

### Rapport 1 - Motstånd mot tölsalter och frostsador i betong; fält- och laboratorieförsök på 10 betongsammansättningar

Ida Gabrielsson, CBI  
Cathrine Ewertson, CBI  
Peter Utgenannt, CBI  
Øyvind Bjøntegard, Statens Vegvesen

2015-05-13

Uppdragsgivare:  
Statens Vegvesen  
Vegdirektoratet, Tunnel og betongseksjonen

Uppdragsnummer:  
4P00511

Antal blad:  
74

CBI Betonginstitutet AB

ingår i SP-koncernen 

Stockholm  
CBI  
100 44 Stockholm  
Besök Drott Kristinas väg 26  
114 28 Stockholm

Tel 010-516 68 00  
Fax 08-24 31 37

Borås  
c/o SP  
Box 857  
501 15 Borås  
Besök Brinellgatan 4  
504 62 Borås  
Tel 010-516 68 00  
Fax 033-13 45 16

Lund  
c/o LTH Byggnadsmaterial  
Box 118  
221 00 Lund  
Besök John Ericssons väg 1  
223 63 Lund  
Tel 010-516 68 32  
Fax 046-222 44 27

Plusgiro  
454538-0  
Bankgiro  
243-9412

Bank  
Svenska Handelsbanken

Org.nummer  
556352-5699  
VAT No.  
SE556352569901

Säte: Stockholm

## Innehållsförteckning

1	Bakgrund.....	3
2	Översikt över hela provningsprogramet.....	3
3	Syfte .....	4
4	Provkroppar.....	5
4.1	Material och betongsammansättningar .....	5
4.2	Betongsammansättningar .....	6
4.2.1	Omgång 1 .....	6
4.2.2	Omgång 2 .....	7
4.2.3	Omgång 3 .....	8
4.3	Gjutningar av provkroppar .....	9
4.4	Provkroppsmärkning .....	10
4.4.1	Omgång 1 .....	10
4.4.2	Omgång 2 .....	10
4.4.3	Omgång 3 .....	11
4.5	Konditionering och härdning .....	12
4.6	Egenskaper som har provats .....	13
4.6.1	Egenskaper på den färska betongen för omgång 1 och 2.....	13
4.6.2	Egenskaper på den hårdnade betongen för omgång 1 och 2.....	13
4.6.3	Egenskaper för omgång 3 .....	13
4.6.4	Metodbeskrivning av bestämning av ultraljudshastigheten på provkroppar .....	14
4.6.5	Metodbeskrivning av volymbestämning på provkroppar .....	14
4.6.6	Metodbeskrivning av fuktprofil .....	14
4.6.7	Metodbeskrivning av kloridprofil .....	14
4.6.8	Metodbeskrivning av elektriskt motstånd, två elektrod metod .....	15
5	Resultat.....	15
5.1	Resultat - Färsk betong .....	15
5.2	Resultat – Hårdnad betong .....	16
5.2.1	Resultat – Salt-frostprovning .....	16
5.2.2	Resultat – Tryckhållfasthetsprovning SS-EN 12390-3 .....	47
5.2.3	Resultat – Densitetbestämning SS-EN 12390-7 .....	48
5.2.4	Resultat – Luftporsstruktur EN 480-11:2005.....	49
5.2.5	Resultat – Transmissionstid bestämd genom ultraljud .....	49
5.2.6	Resultat – Kloridmigration.....	50
5.2.7	Resultat – Elektrisk motstånd .....	51
5.3	Resultat – Provkroppar placerade vid Riksväg 40 .....	53
5.3.1	Resultat – Provkroppar för bedömning av salt-frostbeständighet (halva kuber, 70*150*150 mm) .....	53
5.3.2	Resultat – Stora provkroppar (300*300*1000 mm) .....	55
5.3.3	Kommentarer till fuktmätningarna.....	61
5.3.4	Resultat – Kloridprofil .....	62
5.3.5	Kommentarer till kloridmätningarna .....	71
5.4	Resultat – Värmeutveckling, Omgång 3 .....	72

## 1 Bakgrund

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 en undersökning på frostbeständighet i fält för olika betongtyper med olika typer av bindemedel. Statens Vegvesen tog kontakt med CBI Betonginstitutet för diskussion om ett FoI-samarbete i ett projekt i anslutning till de fältprovplatser som CBI förfogar över på svenska västkusten.

Forskning kring materialet betong och konstruktioner av betong har varit CBI:s kärnområden sedan starten av institutet i början på 1940-talet. Speciellt med fokus på frost, kloridinträngning, korrosion och ASR. I samband med att planerna på att bygga en fast förbindelse mellan Danmark och Sverige tog form (Öresundsförbindelsen) tog representanter från näringsliv, myndigheter, högskola och institut i början av 1990-talet initiativ till att starta ett projekt om betongs beständighet i marin miljö. En fältprovplats anlades i Träslövsläges hamn och 1992 placerades en stor mängd provkroppar ut på pontonerna som utgör fältprovplatsen. Provkropparna har analyserats med jämna mellanrum och resultat från mätningar efter ett par års exponering låg till grund för valet av betongkvalitet till brobygget i Öresund. Fältprovplatsen i marin miljö följdes av fältprovplatser i tösaltad motorvägsmiljö vid riksväg 40 strax väster om Borås och en liknande miljö fast utan saltexponering på SP:s område i Borås. Dessa provplatser anlades i mitten av 1990-talet och ett nytt stort nationellt forskningsprojekt påbörjades med syfte att studera betongs beständighet i tösaltad vägmiljö vid riksväg 40. Ett stort antal provkroppar tillverkade med olika betongsammansättningar med olika bindemedel placerades ut på provplatserna. Även dessa provkroppar har följts upp med jämna mellanrum. Tillsammans utgör de tre provplatserna en unik resurs för forskning om betongs beständighet under tuffa nordiska klimatförhållanden i fält.

Sedan 2012 har Statens Vegvesen och CBI diskuterat FoI-samarbete i anslutning till fältprovplatserna. Under våren 2014 intensifierades diskussionerna som slutligen mynnade ut i ett projektavtal. I samarbetet mellan parterna togs ett provningsprogram fram som innefattade provningar i fält men även omfattande laboratorieprovningar.

Fältundersökningens syfte är att studera olika betongsammansättningsars 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 laboratorieprovningar undersöks luftporsstruktur, värmeutveckling, tryckhållfasthet vid olika åldrar, kloridmigration vid olika åldrar, naturligt karbonatiseringsdjup vid olika åldrar, elektriskt motstånd vid olika åldrar samt förkonditioneringens inverkan på saltfrostbeständigheten. Såväl fält- som laboratorieprovningar är planerade och pågår under 4 år. Avsikten är att fältprovningarna därefter kommer att fortsätta.

## 2 Översikt över hela provningsprogrammet

Statens Vegvesen ingick 2014 ett forskningssamarbete med CBI och projektet ”Motstånd mot tösalter och frostsador i framtidens brobetonger; fält- och laboratieförsök” 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 stycken betongsammansättningar**

Omgång	Syfte med blandning	Provningar
1	Tillverkning av provkroppar för fältprovning och ett begränsat antal laboratorieprovningar.	<p><u>Färsk betong:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konsistens, densitet och lufthalt.</li> </ul> <p><u>Laboratorieprovningar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tryckhållfasthet, salt-frostprovning och luftporsanalys enligt standardmetoder.</li> </ul> <p><u>Fältprovning:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Volym och ultraljud före utplacering vid riksväg 40.</li> </ul>
2	Tillverkning av provkroppar för ett större antal provningar i laboratorium.	<p><u>Färsk betong:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konsistens, densitet och lufthalt.</li> </ul> <p><u>Laboratorieprovningar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tryckhållfasthet, salt-frostprovning och luftporsanalys enligt standardmetoder.</li> <li>Tryckhållfasthet vid olika åldrar.</li> <li>Naturlig karbonatisering vid olika åldrar.</li> <li>Ultraljudshastighet vid olika åldrar</li> <li>Elektriskt motstånd vid olika åldrar.</li> <li>Kloridmigration vid olika åldrar.</li> <li>Salt-frostprovning efter förlängd konditionering vid olika åldrar.</li> <li>Salt-frostprovning efter förlängd konditionering och 1 vecka CO<sub>2</sub> vid olika åldrar.</li> </ul>
3	Värmeutveckling	Semi-adiabatisk kalorimeter.

I denna rapport redovisas resultat från omgång 1, 2 och 3. För samtliga delresultat hänvisas till provningsrapport A, B och C.

### 3 Syfte

Syftet med projektet är att öka kunskapen om olika betongsammansättnings beständighetsegenskaper när de exponeras för tö-saltad vägmiljö. Betongsammansättningarna i detta projekt utgörs till stor del av sammansättningar innehållande relativt höga halter flygaska eller slagg. Flertalet av betongsammansättningarna används inte vid byggande av anläggningskonstruktioner så som broar idag utan kan snarast ses som möjliga framtida brobetonger. Beständighetsegenskaperna har undersökts genom att provföremål exponeras på fältprovplatsen vid riksväg 40 samt genom ett omfattande laboratorieprovningsprogram. Provningsprogrammet innefattar provning av tryckhållfasthet, naturlig karbonatisering, ultraljudshastighet, elektriskt motstånd, kloridmigration samt att undersöka förkonditioneringens inverkan på salt-frostbeständighet. Det utfördes även normprovningar av tryckhållfasthet, salt-frostprovning och luftporsanalys i laboratoriet. I programmet ingick också provning av värmeutveckling.

## 4 Provkroppar

### 4.1 Material och betongsammansättningar

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

Uppdragsgivaren ansvarade för att ta fram lämpliga betongrecept och angav riktvärden för relevanta egenskaper hos den färska betongen, se tabell 2, samt blandningsordning. Betongen användes för gjutning av provkroppar med olika storlekar och till olika ändamål.

För omgång 1 deltog uppdragsgivaren vid betongtillverkning och tillverkning av provkroppar.

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.

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

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



**Tabell 2** Betongsammansättning - Riktvärden

Betong nr	Cement	Massförhållande <sup>1)</sup>	v/b	Silika-stoft	Extra FA	Totalt innehåll FA eller slagg
1	Norcem Anleggsement FA <sup>2)</sup> (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 <sup>3)</sup> (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 <sup>1)</sup> (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

<sup>1)</sup> 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  $k_s=2,0$

<sup>2)</sup> Antaget FA-innehåll i ANL-FA-cementen 17 %

<sup>3)</sup> Antaget FA-innehåll i STD-FA-cementen 18 %

## 4.2 Betongsammansättningar

I tabell 3, 4 och 5 sammanfattas de olika betongsammansättningarna erhållna värden vid gjutningarna.

### 4.2.1 Omgång 1

Tabell 3 för omgång 1

Nr	Cementtyp	Cement (kg/m <sup>3</sup> )	Ballast (kg/m <sup>3</sup> )		Fritt vatten (kg/m <sup>3</sup> )	Tillsatsmaterial (kg/m <sup>3</sup> )		Tillsatsmedel (kg/m <sup>3</sup> )	
			Årdal 0/8 mm	Årdal 8/16 mm		Micro-silica	Flygaska	Luftporbildare	Superplasticerare
1	Norcem Anleggsement FA <sup>2)</sup> (CEM II/A-V 42,5 N)	414,3	906,8	806,6	175	17,3	-	4,3	1,8
2	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	330,8	906,8	806,6	167,8	17,6	91,6	9,8	1,2
3	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	258,6	906,8	806,6	161,4	17,9	170,7	17,9	1,0
4	Norcem Standardsement FA <sup>3)</sup> (CEM II/B-M 42,5 R)	334,4	906,8	806,6	168,0	17,6	87,5	9,9	1,8

5	Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N)	276,9	906,8	806,6	169,1	17,7	147,8	8,0	1,7
6	Cemex CEM III/A	414,7	906,8	806,6	175,2	17,3	-	3,5	1,4
7	Cemex CEM III/B	411,7	906,8	806,6	174,0	17,2	-	2,1	1,7
8	Norcem Anleggsement FA <sup>1)</sup> (CEM II/A-V 42,5 N)	243,5	906,8	806,6	171,5	16,8	160,7	14,7	1,1
9	Cemex CEM III/A	387,7	906,8	806,6	184,8	16,2	-	2,0	1,1
10	Cemex CEM III/B	385,0	906,8	806,6	183,5	16,0	-	1,6	0,6

Se Provningsrapport A för samtliga uppgifter

## 4.2.2 Omgång 2

Tabell 4 för omgång 2

Nr	Cementtyp	Cement (kg/m <sup>3</sup> )	Ballast (kg/m <sup>3</sup> )		Fritt vatten (kg/m <sup>3</sup> )	Tillsatsmaterial (kg/m <sup>3</sup> )		Tillsatsmedel (kg/m <sup>3</sup> )	
			Årdal 0/8 mm	Årdal 8/16 mm		Micro-silica	Flygaska	Luftporbildare	Superplasticerare
1	Norcem Anleggsement FA <sup>2)</sup> (CEM II/A-V 42,5 N)	414,3	906,8	806,6	175	17,3	-	4,3	2,0
2	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	330,8	906,8	806,6	167,8	17,6	91,6	10,1	1,8
3	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	258,6	906,8	806,6	161,4	17,9	170,7	15,7	2,0
4	Norcem Standardsement FA <sup>3)</sup> (CEM II/B-M 42,5 R)	334,4	906,8	806,6	168,0	17,6	87,5	9,9	2,6
5	Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N)	276,9	906,8	806,6	169,1	17,7	147,8	8,0	2,2
6	Cemex CEM III/A	414,7	906,8	806,6	175,2	17,3	-	2,6	1,8
7	Cemex CEM III/B	411,7	906,8	806,6	174,0	17,2	-	1,7	1,9
8	Norcem Anleggsement FA <sup>1)</sup> (CEM II/A-V 42,5 N)	243,5	906,8	806,6	171,5	16,8	160,7	14,7	1,1
9	Cemex CEM III/A	387,7	906,8	806,6	184,8	16,2	-	1,6	1,2
10	Cemex CEM III/B	385,0	906,8	806,6	183,5	16,0	-	1,6	0,9

Se Provningsrapport B för samtliga uppgifter

## 4.2.3 Omgång 3

Tabell 5 för omgång 3

Nr	Cementtyp	Cement (kg/m <sup>3</sup> )	Ballast (kg/m <sup>3</sup> )		Fritt vatten (kg/m <sup>3</sup> )	Tillsatsmaterial (kg/m <sup>3</sup> )		Tillsatsmedel (kg/m <sup>3</sup> )	
			Årdal 0/8 mm	Årdal 8/16 mm		Micro- silica	Flygaska	Luftpor- bildare	Superplas- ticerare
1	Norcem Anleggsement FA <sup>2)</sup> (CEM II/A-V 42,5 N)	414,3	906,8	806,6	175	17,3	-	-	2,0
2	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	330,8	906,8	806,6	167,8	17,6	91,6	-	1,8
3	Norcem Anleggsement FA (CEM II/A-V 42,5 N)	258,6	906,8	806,6	161,4	17,9	170,7	-	2,0
4	Norcem Standardsement FA <sup>3)</sup> (CEM II/B-M 42,5 R)	334,4	906,8	806,6	168,0	17,6	87,5	-	2,6
5	Rapid Aalborg cement (CEM I 52,5 N)	276,9	906,8	806,6	169,1	17,7	147,8	-	2,2
6	Cemex CEM III/A	414,7	906,8	806,6	175,2	17,3	-	-	1,9
7	Cemex CEM III/B	411,7	906,8	806,6	174,0	17,2	-	-	1,9
8	Norcem Anleggsement FA <sup>1)</sup> (CEM II/A-V 42,5 N)	243,5	906,8	806,6	171,5	16,8	160,7	-	1,0
9	Cemex CEM III/A	387,7	906,8	806,6	184,8	16,2	-	-	1,2
10	Cemex CEM III/B	385,0	906,8	806,6	183,5	16,0	-	-	0,8

Se Provningsrapport C för samtliga uppgifter

## 4.3 Gjutningar av provkroppar

CBI 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.

Tillverkning av betong:

- 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 sättmått, därefter luftporbildare (i 10% lösning)
- 1 min blandning med vidare dosering av superplasticerare till cirka 150-200 mm sättmått.
- 2-3 min avslutande blandning

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

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.

**Tabell 6** 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

## 4.4 Provkroppsmärkning

### 4.4.1 Omgång 1

Varje provkropp har fått en unik provmärkning enligt tabell 7.

**Tabell 7** Provkroppsmärkning

Betong nr.	Bindemedel	Märkning + Reserv N1xR				
		Stora provkroppar riksväg 40 <sup>1)</sup>	Små provkroppar riksväg 40 <sup>2)</sup>	Tryck-hållfasthet <sup>3)</sup>	Saltfrostprovning <sup>2)</sup>	Luftporsanalys <sup>2)</sup>
1	Anlegg FA 17 % FA	N11VK1	N11VF1-3	N11T1-3	N11F1-4	N11L1
2	Anlegg FA 35 % FA	N12VK1	N12VF1-3	N12T1-3	N12F1-4	N12L1
3	Anlegg FA 50 % FA	N13VK1	N13VF1-3	N13T1-3	N13F1-4	N13L1
4	Standard FA 35 % FA	N14VK1	N14VF1-3	N14T1-3	N14F1-4	N14L1
5	Aalborg 35 % FA	N15VK1	N15VF1-3	N15T1-3	N15F1-4	N15L1
6	Cemex III/A	N16VK1	N16VF1-3	N16T1-3	N16F1-4	N16L1
7	Cemex III/B	N17VK1	N17VF1-3	N17T1-3	N17F1-4	N17L1
8	LH Anlegg FA 50 % FA	N18VK1	N18VF1-3	N18T1-3	N18F1-4	N18L1
9	LH Cemex CEM III/A	N19VK1	N19VF1-3	N19T1-3	N19F1-4	N19L1
10	LH Cemex CEM III/B	N110VK1	N110VF1-3	N110T1-3	N110F1-4	N110L1

- 1) Stor provkropp (plyfaform) 300 x 300 x 1000 mm
- 2) Små provkroppar (stålform) 150 x 150 x 150 mm
- 3) Små provkroppar (plastformar) 100 x 100 x 100 mm

### 4.4.2 Omgång 2

Varje provkropp har fått en unik provmärkning enligt tabell 8 och 9.

**Tabell 8** Provkroppsmärkning

Betong nr.	Bindemedel	Märkning + Reserv N1xR						
		Tryck 100*100*100 28d	Frost (norm) 150*150*150 Norm	Luftpor 150*150*150	Elektrisk motstånd 150*150*150 28d, 90d, 2år, 4år	Hållfastutveckling 100*100*100 28d, 90d, 2år, 4år	Kloridmigration 150*150*150 28d, 90d, 4år	Karbonatisering 100*100*400 1år, 4år
1	Anlegg FA 17 % FA	N21T1-3	N21F1-4	N21L1	N21E1-3	N21H1-12	N21M1-6	N21K1-2
2	Anlegg FA 35 % FA	N22T1-3	N22F1-4	N22L1	N22E1-3	N22H1-12	N22M1-6	N22K1-2
3	Anlegg FA 50 % FA	N23T1-3	N23F1-4	N23L1	N23E1-3	N23H1-12	N23M1-6	N23K1-2
4	Standard FA 35 % FA	N24T1-3	N24F1-4	N24L1	N24E1-3	N24H1-12	N24M1-6	N24K1-2
5	Aalborg 35 % FA	N25T1-3	N25F1-4	N25L1	N25E1-3	N25H1-12	N25M1-6	N25K1-2
6	Cemex III/A	N26T1-3	N26F1-4	N26L1	N26E1-3	N26H1-12	N26M1-6	N26K1-2
7	Cemex III/B	N27T1-3	N27F1-4	N27L1	N27E1-3	N27H1-12	N27M1-6	N27K1-2
8	LH Anlegg FA 50 % FA	N28T1-3	N28F1-4	N28L1	N28E1-3	N28H1-12	N28M1-6	N28K1-2
9	LH Cemex CEM III/A	N29T1-3	N29F1-4	N29L1	N29E1-3	N29H1-12	N29M1-6	N29K1-2
10	LH Cemex CEM III/B	N210T1-3	N210F1-4	N210L1	N210E1-3	N210H1-12	N210M1-6	N210K1-2



**Tabell 9** 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

### 4.4.3 Omgång 3

Varje provkropp har fått en unik provmärkning enligt tabell 10.

**Tabell 10** Provkroppsmärkning

Betong nr.	Bindemedel	Provkroppsmärkning
1	Anlegg FA 17 % FA	NVBET1 1-3
2	Anlegg FA 35 % FA	NVBET2 1-3
3	Anlegg FA 50 % FA	NVBET3 1-3
4	Standard FA 35 % FA	NVBET4 1-3
5	Aalborg 35 % FA	NVBET5 1-3
6	Cemex III/A 49 % slagg	NVBET6 1-3
7	Cemex III/B 75 % slagg	NVBET7 1-3
8	LH Anlegg FA 50 % FA	NVBET8 1-3
9	LH Cemex CEM III/A 49 % slagg	NVBET9 1-3
10	LH Cemex CEM III/B 75 % slagg	NVBET10 1-3

#### 4.5 Konditionering och härdning

Samtliga provkroppar för omgång 1 respektive 2 förvarades under det första dygnet på en träpall i sina respektive formar täckt av en plastfolie, i ett klimatstyrkt provningsrum ( $20 \pm 2$  °C och 40 – 80 % RF). Vid ett dygns ålder avformades samtliga provkroppar.

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 provkroppar (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 provkroppar för uppmätning och utplacering vid provplats.

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

Provkropparna för salt-frostprovning tillverkades enligt standard SS 13 72 45 och konditionerades enligt standard SS 13 72 44:2005 utgåva 4 därefter till salt-frostprovningen påbörjades. För omgång 2 konditionerades provkroppar för salt-frostprovning enligt sex olika alternativ, se tabell 11. Konditionering i klimatrum med  $20 \pm 2$  °C och  $65 \pm 2$  % RF.

**Tabell 11** Konditionering av salt-frostprovkroppar

Egenskap	Alternativ	
<b>Salt-frostprovning</b>	Norm	Enligt standard SS 137244. Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 7 dygn fram till vattning och frysstart vid 31 dygns ålder.
	1	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 21 dygn fram till vattning och frysstart vid 45 dygns ålder.
	2	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 21 dygn (sista 7 dygnen i 1 % CO <sub>2</sub> ) fram till vattning och frysstart vid 45 dygns ålder.
	3	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 84 dygn fram till vattning och frysstart vid 108 dygns ålder.
	4	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 84 dygn (sista 7 dygnen i 1 % CO <sub>2</sub> ) fram till vattning och frysstart vid 108 dygns ålder.
	5	Sågning vid 21 dygns ålder, konditionering under 365 dygn fram till vattning och frysstart vid 388 dygns ålder.

Provkroppar för alternativ 5 kommer att startas under mars-april 2016 och resultat redovisas i separat rapport.

Provkroppar som tillverkades vid omgång 3 konditionerades enligt metoden för värmeutveckling (SP metod 2296).

## 4.6 Egenskaper som har provats

### 4.6.1 Egenskaper på den färska betongen för omgång 1 och 2

Egenskaper som provades på den färska betongen för omgång 1 och 2:

- 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

### 4.6.2 Egenskaper på den hårdnade betongen för omgång 1 och 2

Egenskaper som provades på den hårdnade betongen för omgång 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 (metoden beskrivs i avsnitt 4.6.4)
- Volymbestämning på provkroppar utplacerade vid fältprovplatsen (metoden beskrivs i avsnitt 4.6.5)
- Fuktprofil på provkroppar exponerade vid fältprovplatsen under 6 månader (Chalmers anlitas som underleverantör, metoden beskrivs i avsnitt 4.6.6)
- Kloridprofil enligt AASHTO T260 på provkroppar exponerade vid fältprovplatsen under 6 månader (metoden beskrivs i avsnitt 4.6.7)

Egenskaper som provades på den hårdnade betongen för omgång 2:

- 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 (metoden beskrivs i avsnitt 4.6.4)
- Hållfastutveckling SS-EN 12390-3 (ackrediterad metod)
- Kloridmigration NT Build 492 (modifierad CTH-metod, ackrediterad metod)
- Elektriskt motstånd, Två elektrodsmetod (metoden beskrivs i avsnitt 4.6.8)

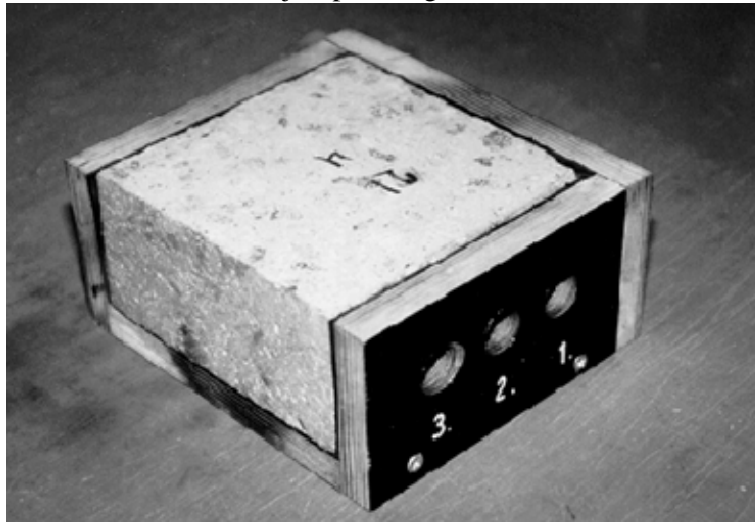
### 4.6.3 Egenskaper för omgång 3

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

#### 4.6.4 Metodbeskrivning av bestämning av ultraljudshastigheten på provkroppar

Ultraljudshastigheten, eller snarare transmissionstiden för en ultraljudsvåg 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, bild 1. Mätlängden är normalt 150 mm.

**Bild 1** Hållare för ultraljudsprovning



#### 4.6.5 Metodbeskrivning av volymbestämning på provkroppar

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.

#### 4.6.6 Metodbeskrivning av fuktprofil

Från varje betongsammansättning borrades det ut två stycken fuktprofiler, en borrhärna från den horisontella ytan och en borrhärna från den vertikala ytan som vetter mot vägbanan. Efter borrning spräcktes borrhärnan 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.

#### 4.6.7 Metodbeskrivning av kloridprofil

Kloridprofilerna mättes med potentiometrisk titrering för klorid och kalciumjoner enligt AASHTO T260. Från varje betongsammansättning mättes totalt två olika kloridprofiler från borrhärnor 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.

#### 4.6.8 Metodbeskrivning av elektriskt motstånd, två elektrod metod

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,  $\rho_c$ .

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

## 5 Resultat

### 5.1 Resultat - Färsk betong

I tabell 12 redovisas de uppmätta värdena för lufthalt, sättmått, densitet och temperatur på den färska betongen.

Tabell 12 Resultat - Färsk betong från omgång 1 och 2

Egenskap	Lufthalt (%)		Sättmått (mm)		Densitet (kg/m <sup>3</sup> )		Temperatur (°C)	
	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 1	Omgång 2
Betong 1	4,2	4,5	190	160	2231	2332	23,0	21,4
Betong 2	4,0	5,7	160	160	2208	2276	21,8	22,0
Betong 3	3,9	5,2	170	200	2285	2277	21,9	20,7
Betong 4	4,4	5,0	160	170	2268	2305	22,8	20,8
Betong 5	5,2	4,3	140	170	2273	2320	21,9	20,5
Betong 6	5,8	5,6	180	180	2260	2275	20,2	20,5
Betong 7	5,8	5,5	160	170	2260	2298	20,7	20,0
Betong 8	5,3	4,5	170	180	2257	2267	20,6	19,9
Betong 9	5,9	5,6	160	170	2256	2273	21,3	20,5
Betong 10	4,6	5,0	170	180	2279	2261	20,4	20,7

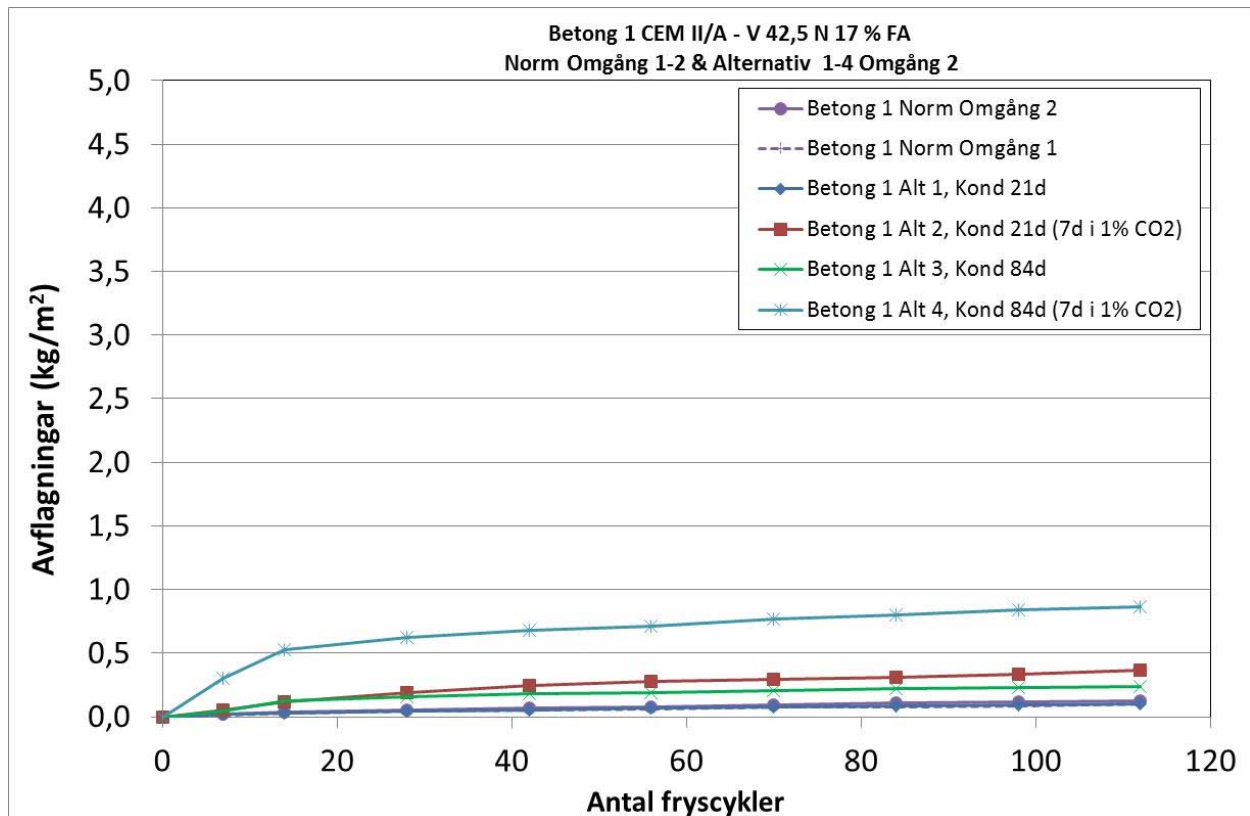


## 5.2 Resultat – Hårdnad betong

### 5.2.1 Resultat – Salt-frostprovning

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

Diagram 1 Avflagningar resultat från salt-frostprovning (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 13 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N11F1	0,04	0,06	0,08	0,10
	N11F2	0,03	0,04	0,06	0,08
	N11F3	0,04	0,06	0,07	0,09
	N11F4	0,07	0,08	0,10	0,12
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport A.

**Tabell 14** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N21F1	0,05	0,07	0,09	0,10
	N21F2	0,04	0,08	0,12	0,14
	N21F3	0,05	0,08	0,11	0,13
	N21F4	0,06	0,08	0,11	0,12
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 15** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N21F11	0,07	0,10	0,12	0,13
	N21F12	0,04	0,05	0,07	0,09
	N21F13	0,04	0,06	0,07	0,08
	N21F14	0,04	0,06	0,08	0,09
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 16** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dygnen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N21F21	0,15	0,22	0,25	0,30
	N21F22	0,23	0,33	0,36	0,42
	N21F23	0,21	0,30	0,34	0,37
	N21F24	0,17	0,26	0,30	0,36
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,19</b>	<b>0,28</b>	<b>0,31</b>	<b>0,36</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 17** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N21F31	0,15	0,18	0,21	0,23
	N21F32	0,18	0,21	0,26	0,28
	N21F33	0,14	0,16	0,19	0,21
	N21F34	0,17	0,21	0,24	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,16</b>	<b>0,19</b>	<b>0,23</b>	<b>0,24</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

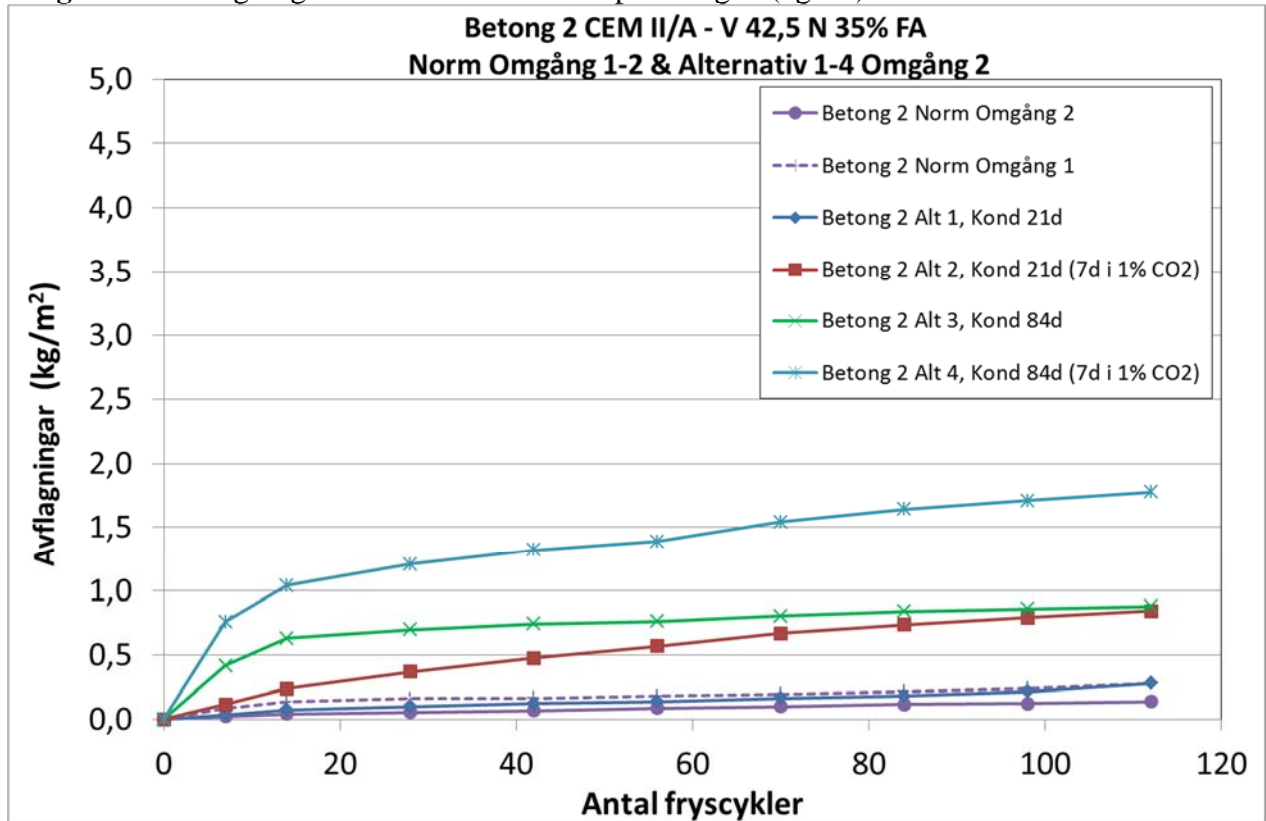
**Tabell 18** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N21F41	0,68	0,75	0,83	0,89
	N21F42	0,56	0,63	0,72	0,78
	N21F43	0,62	0,70	0,79	0,86
	N21F44	0,64	0,77	0,86	0,94
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,63</b>	<b>0,71</b>	<b>0,80</b>	<b>0,87</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

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

Diagram 2 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 19 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N12F1	0,19	0,21	0,24	0,30
	N12F2	0,16	0,17	0,20	0,25
	N12F3	0,13	0,15	0,20	0,33
	N12F4	0,17	0,20	0,23	0,24
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,16</b>	<b>0,18</b>	<b>0,22</b>	<b>0,28</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport A.

**Tabell 20** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N22F1	0,07	0,10	0,14	0,16
	N22F2	0,06	0,10	0,13	0,17
	N22F3	0,05	0,08	0,10	0,11
	N22F4	0,05	0,07	0,10	0,12
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,06</b>	<b>0,09</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 21** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N22F11	0,08	0,11	0,13	0,20
	N22F12	0,12	0,17	0,21	0,31
	N22F13	0,10	0,13	0,18	0,26
	N22F14	0,10	0,15	0,20	0,35
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,10</b>	<b>0,14</b>	<b>0,18</b>	<b>0,28</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 22** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N22F21	0,37	0,58	0,73	0,87
	N22F22	0,44	0,73	0,95	1,05
	N22F23	0,32	0,46	0,61	0,69
	N22F24	0,35	0,51	0,66	0,76
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,37</b>	<b>0,57</b>	<b>0,74</b>	<b>0,84</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,12</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 23** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N22F31	0,73	0,80	0,87	0,91
	N22F32	0,71	0,77	0,83	0,87
	N22F33	0,64	0,69	0,79	0,82
	N22F34	0,72	0,79	0,87	0,91
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,70</b>	<b>0,76</b>	<b>0,84</b>	<b>0,88</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

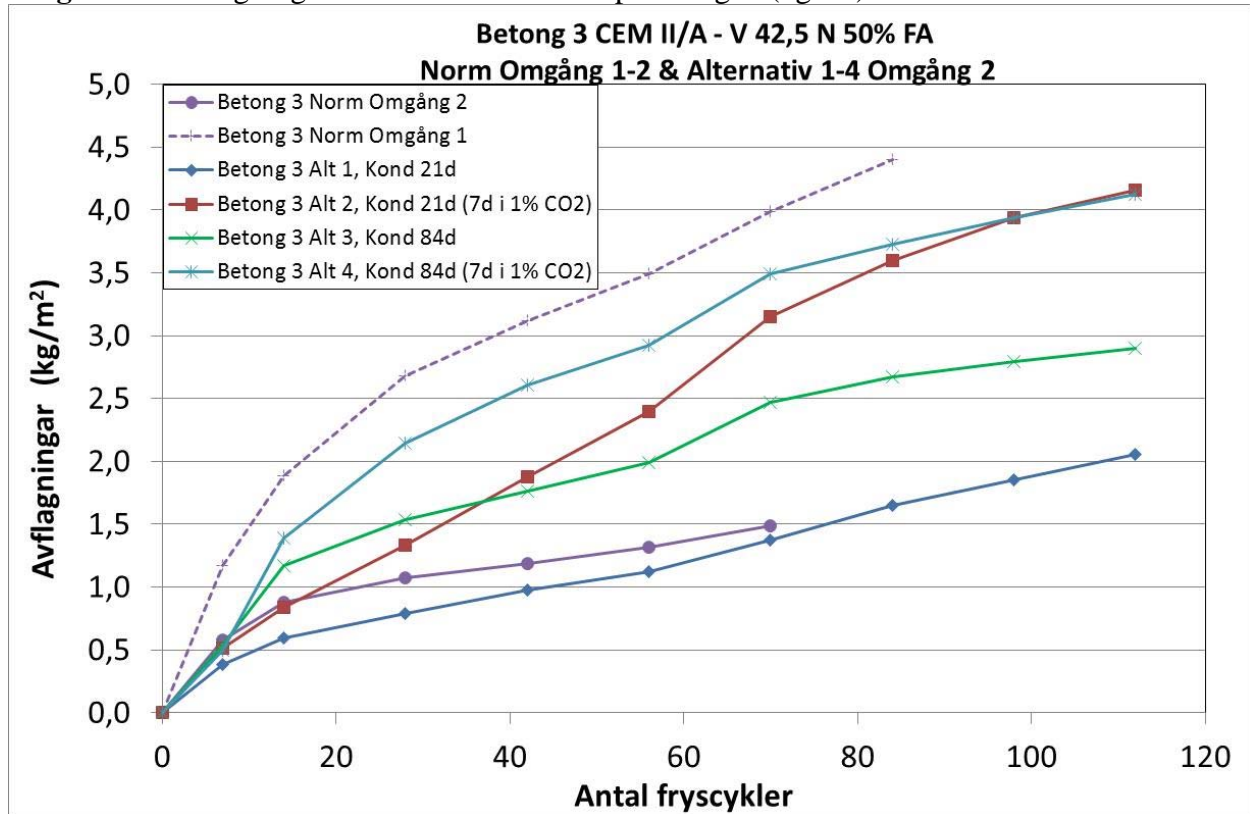
**Tabell 24** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub>  
Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N22F41	1,16	1,30	1,52	1,64
	N22F42	1,26	1,46	1,75	1,90
	N22F43	1,17	1,35	1,58	1,70
	N22F44	1,25	1,44	1,72	1,87
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,21</b>	<b>1,39</b>	<b>1,64</b>	<b>1,78</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,13</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

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

Diagram 3 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 25 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N13F1	2,72	3,47	4,12	-
	N13F2	2,65	3,68	4,68	-
	N13F3	2,67	3,51	-	-
	N13F4	2,69	3,31	-	-
	Medelvärde	2,68	3,49	4,40	-
	Standardavvikelse	0,03	0,15	0,40	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport A.



**Tabell 26** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N23F1	1,15	1,44	-	-
	N23F2	1,10	1,45	-	-
	N23F3	1,00	1,18	-	-
	N23F4	1,05	1,20	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,08</b>	<b>1,32</b>	-	-
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,06</b>	<b>0,15</b>	-	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 27** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N23F11	0,65	0,92	-	-
	N23F12	0,74	1,07	1,46	1,83
	N23F13	0,97	1,25	1,72	2,11
	N23F14	0,81	1,25	1,77	2,23
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,79</b>	<b>1,12</b>	<b>1,65</b>	<b>2,06</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,14</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	<b>0,21</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 28** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omg 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N23F21	1,31	2,42	3,55	4,03
	N23F22	1,61	2,91	4,08	4,69
	N23F23	1,19	2,06	3,30	3,99
	N23F24	1,21	2,19	3,47	3,91
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,33</b>	<b>2,40</b>	<b>3,60</b>	<b>4,16</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,19</b>	<b>0,37</b>	<b>0,37</b>	<b>0,47</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 29** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N23F31	1,56	1,91	2,61	2,81
	N23F32	1,54	2,07	2,93	3,22
	N23F33	1,46	1,86	2,39	2,56
	N23F34	1,59	2,12	2,75	3,00
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,54</b>	<b>1,99</b>	<b>2,67</b>	<b>2,90</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,06</b>	<b>0,14</b>	<b>0,25</b>	<b>0,31</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

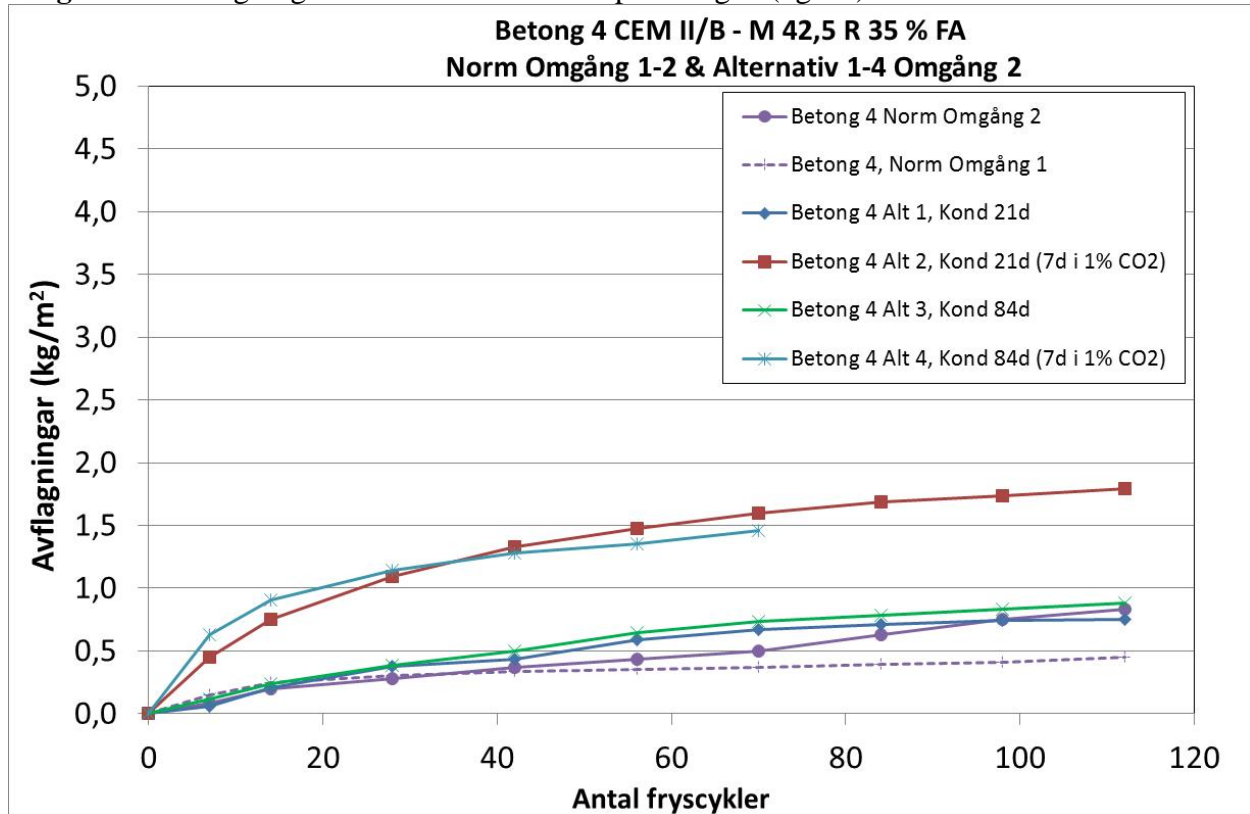
**Tabell 30** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N23F41	2,34	2,99	3,83	4,30
	N23F42	2,21	3,07	3,84	4,27
	N23F43	2,02	2,81	3,62	3,89
	N23F44	2,02	2,83	3,63	4,04
	<b>Medelvärde</b>	<b>2,15</b>	<b>2,93</b>	<b>3,73</b>	<b>4,13</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,16</b>	<b>0,13</b>	<b>0,12</b>	<b>0,20</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

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

Diagram 4 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 31 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N14F1	0,27	-	-	-
	N14F2	0,31	0,36	-	-
	N14F3	0,31	0,34	0,39	0,44
	N14F4	0,32	0,36	0,39	0,46
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport A.

**Tabell 32** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N24F1	0,29	0,45	-	-
	N24F2	0,27	0,52	-	-
	N24F3	0,27	0,39	0,63	0,83
	N24F4	0,28	0,39	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,28</b>	<b>0,44</b>	<b>0,63</b>	<b>0,83</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	-	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 33** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N24F11	0,34	0,55	0,70	0,74
	N24F12	0,35	0,53	0,62	0,66
	N24F13	0,39	0,61	0,75	0,80
	N24F14	0,44	0,65	0,77	0,82
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,38</b>	<b>0,59</b>	<b>0,71</b>	<b>0,76</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 34** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omg 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N24F21	1,04	-	-	-
	N24F22	1,13	1,55	1,77	1,89
	N24F23	1,08	1,42	1,62	1,69
	N24F24	1,11	1,46	1,67	1,79
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,09</b>	<b>1,48</b>	<b>1,69</b>	<b>1,79</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 35** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N24F31	0,33	0,60	0,72	0,80
	N24F32	0,38	0,61	0,72	0,79
	N24F33	0,41	0,67	0,85	0,97
	N24F34	0,41	0,71	0,84	0,96
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,38</b>	<b>0,65</b>	<b>0,78</b>	<b>0,88</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 36** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

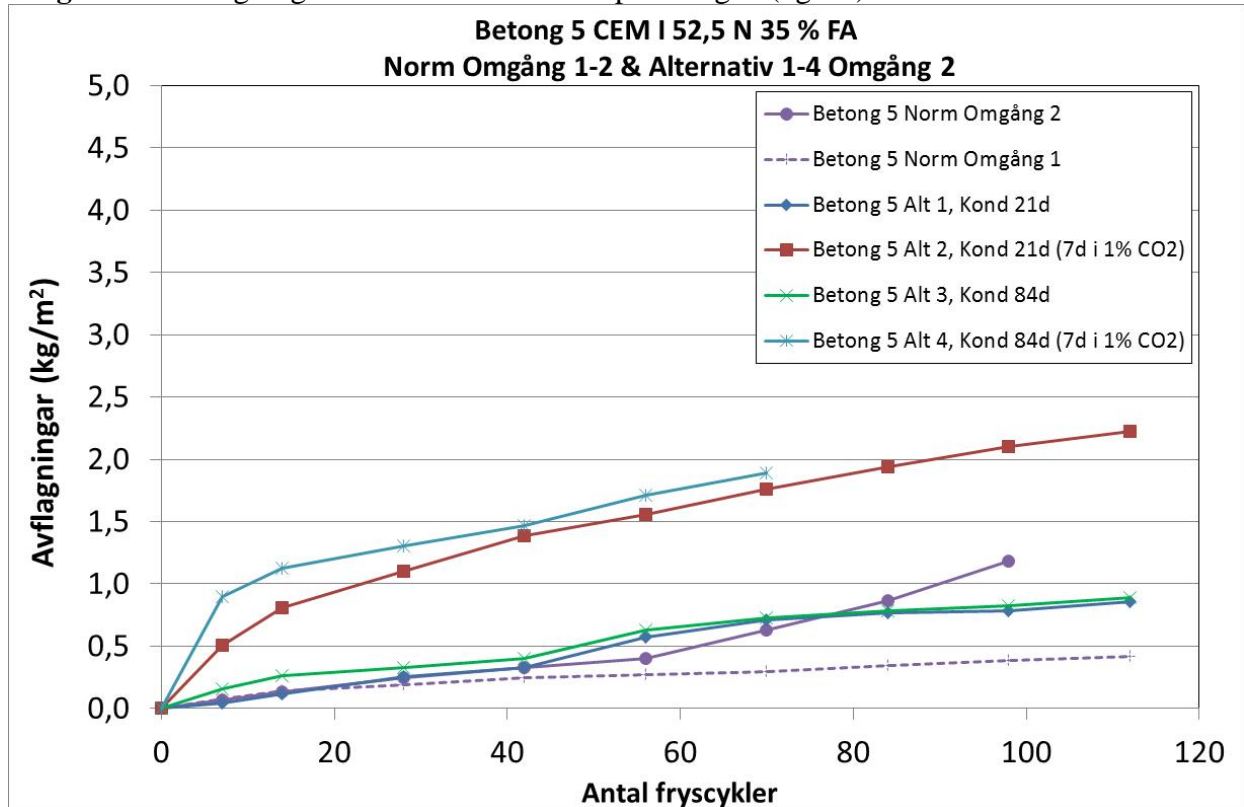
Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N24F41	0,98	1,23	-	-
	N24F42	1,17	1,48	-	-
	N24F43	1,16	-	-	-
	N24F44	1,25	-	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,14</b>	<b>1,36</b>	-	-
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,11</b>	<b>0,18</b>	-	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

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

Diagram 5 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 37 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N15F1	0,21	0,29	0,39	0,46
	N15F2	0,19	0,27	0,33	0,42
	N15F3	0,19	0,26	0,33	0,42
	N15F4	0,18	0,26	0,32	0,38
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,19</b>	<b>0,27</b>	<b>0,34</b>	<b>0,42</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport A.

**Tabell 38** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N25F1	0,23	0,38	0,84	-
	N25F2	0,26	0,40	0,83	-
	N25F3	0,24	0,39	0,86	-
	N25F4	0,26	0,43	0,93	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,25</b>	<b>0,40</b>	<b>0,87</b>	-
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 39** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N25F11	0,25	0,59	-	-
	N25F12	0,29	0,63	0,87	-
	N25F13	0,25	0,56	0,74	0,86
	N25F14	0,22	0,50	0,68	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,25</b>	<b>0,57</b>	<b>0,76</b>	<b>0,86</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 40** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omg 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N25F21	1,22	1,68	2,03	2,30
	N25F22	1,06	1,48	1,94	2,30
	N25F23	1,02	1,46	1,82	2,08
	N25F24	1,12	1,60	1,97	2,22
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,11</b>	<b>1,56</b>	<b>1,94</b>	<b>2,23</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.



**Tabell 41** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N25F31	0,24	0,57	0,73	0,85
	N25F32	0,35	0,66	0,80	0,92
	N25F33	0,35	0,65	0,80	0,92
	N25F34	0,38	0,63	0,79	0,87
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,33</b>	<b>0,63</b>	<b>0,78</b>	<b>0,89</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 42** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

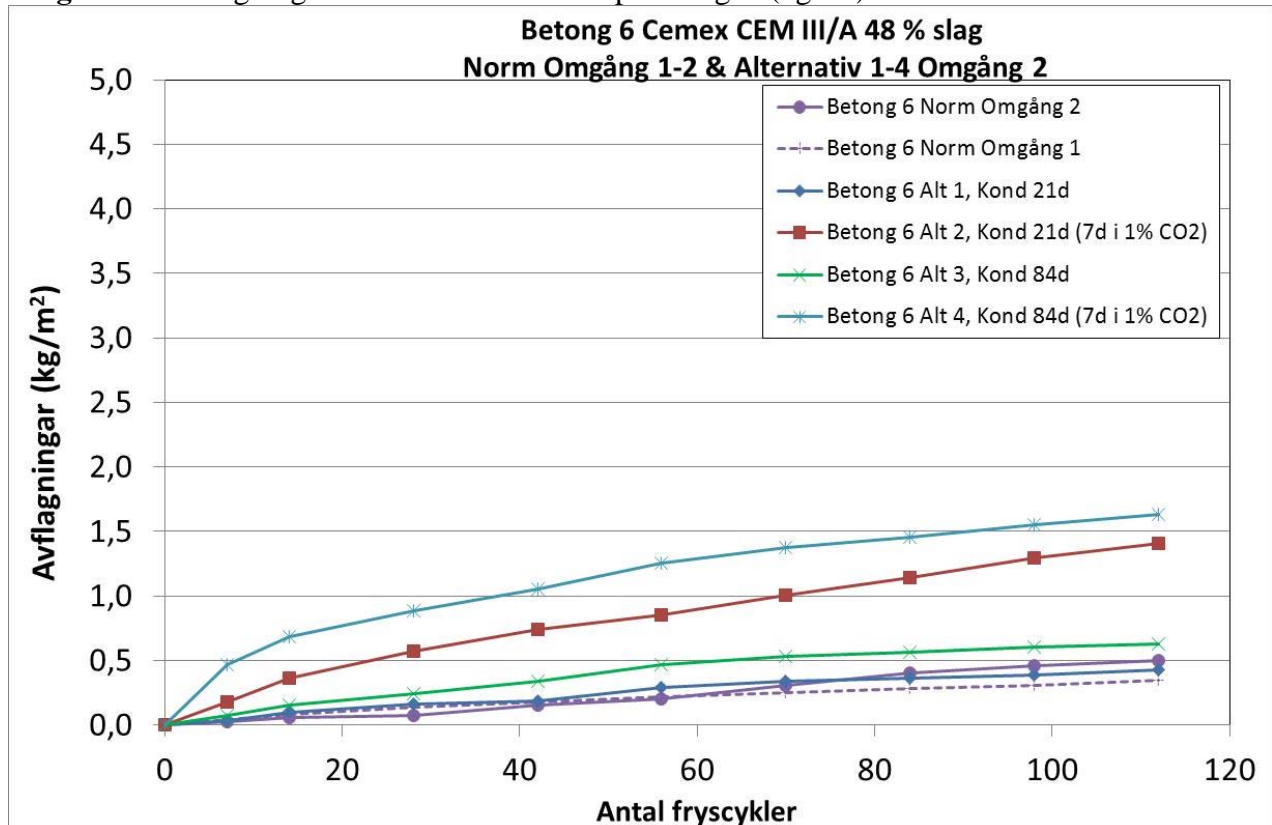
Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N25F41	1,36	1,77	-	-
	N25F42	1,19	1,60	-	-
	N25F43	1,36	1,75	-	-
	N25F44	1,31	1,71	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,31</b>	<b>1,71</b>	-	-
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	-	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

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

Diagram 6 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 43 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N16F1	0,14	0,22	0,28	0,35
	N16F2	0,13	0,22	-	-
	N16F3	0,14	0,23	-	-
	N16F4	0,13	0,21	-	-
	Medelvärde	<b>0,14</b>	<b>0,22</b>	<b>0,28</b>	<b>0,35</b>
	Standardavvikelse	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	-	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport A.

**Tabell 44** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N26F1	0,10	0,22	0,43	0,47
	N26F2	0,09	0,18	0,35	0,45
	N26F3	0,11	0,21	0,43	0,54
	N26F4	0,11	0,20	0,42	0,53
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,10</b>	<b>0,20</b>	<b>0,41</b>	<b>0,50</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 45** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N26F11	0,12	0,25	0,31	-
	N26F12	0,18	0,34	0,42	0,48
	N26F13	0,14	0,27	0,35	0,39
	N26F14	0,20	0,32	0,38	0,42
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,16</b>	<b>0,30</b>	<b>0,37</b>	<b>0,43</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 46** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N26F21	0,66	-	-	-
	N26F22	0,65	1,01	1,33	1,61
	N26F23	0,47	0,75	1,01	1,27
	N26F24	0,51	0,81	1,09	1,34
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,57</b>	<b>0,86</b>	<b>1,14</b>	<b>1,41</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,10</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,18</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 47** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N26F31	0,22	0,40	0,49	0,57
	N26F32	0,26	0,49	0,60	0,66
	N26F33	0,22	0,46	0,55	0,61
	N26F34	0,27	0,53	0,63	0,69
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,24</b>	<b>0,47</b>	<b>0,57</b>	<b>0,63</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

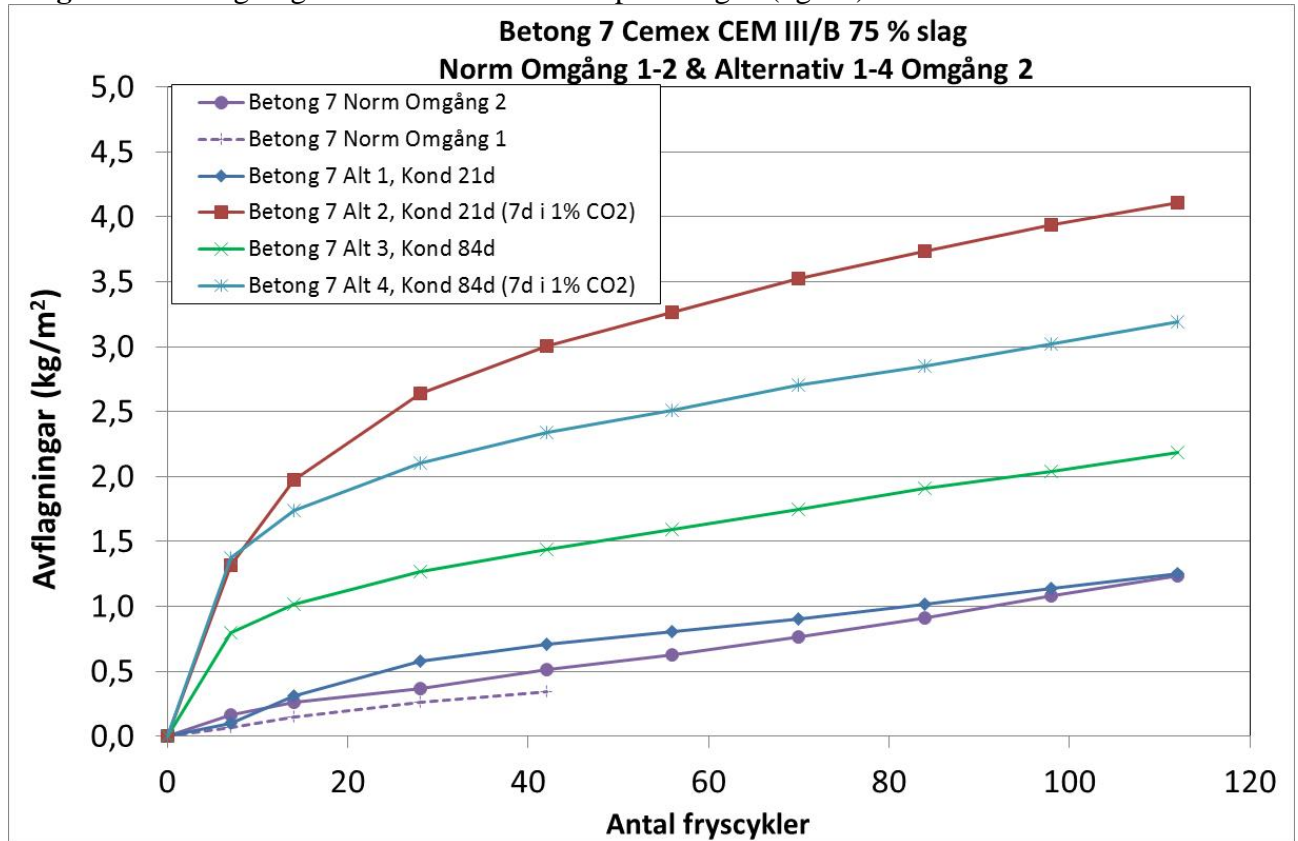
**Tabell 48** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N26F41	0,94	1,31	1,54	1,75
	N26F42	0,86	1,21	1,38	1,59
	N26F43	0,85	1,21	1,40	1,60
	N26F44	0,88	1,30	1,50	1,60
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,88</b>	<b>1,26</b>	<b>1,46</b>	<b>1,64</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

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

Diagram 7 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 49 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N17F1	0,24	-	-	-
	N17F2	0,27	-	-	-
	N17F3	0,25	-	-	-
	N17F4	0,28	-	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,26</b>	-	-	-
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,02</b>	-	-	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport A.

**Tabell 50** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N27F1	0,35	0,62	0,90	-
	N27F2	0,37	0,64	0,93	1,22
	N27F3	0,36	0,60	0,87	1,19
	N27F4	0,38	0,65	0,96	1,29
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,37</b>	<b>0,63</b>	<b>0,92</b>	<b>1,23</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 51** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N27F11	0,65	0,91	1,14	1,35
	N27F12	0,53	0,77	1,00	1,25
	N27F13	0,55	0,75	0,94	1,17
	N27F14	0,58	0,80	0,99	1,25
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,58</b>	<b>0,81</b>	<b>1,02</b>	<b>1,26</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,07</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 52** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dygnen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N27F21	2,62	3,21	3,72	4,05
	N27F22	2,69	3,35	3,73	4,10
	N27F23	2,60	3,21	3,64	3,99
	N27F24	2,65	3,29	3,84	4,30
	<b>Medelvärde</b>	<b>2,64</b>	<b>3,27</b>	<b>3,73</b>	<b>4,11</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 53** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N27F31	1,32	1,65	2,01	2,31
	N27F32	1,27	1,63	1,95	2,24
	N27F33	1,21	1,48	1,77	2,02
	N27F34	1,27	1,60	1,92	2,18
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,27</b>	<b>1,59</b>	<b>1,91</b>	<b>2,19</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 54** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N27F41	2,07	2,46	2,84	3,15
	N27F42	2,12	2,52	2,88	3,22
	N27F43	2,06	2,46	2,71	3,08
	N27F44	2,16	2,61	2,98	3,32
	<b>Medelvärde</b>	<b>2,10</b>	<b>2,51</b>	<b>2,85</b>	<b>3,19</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>

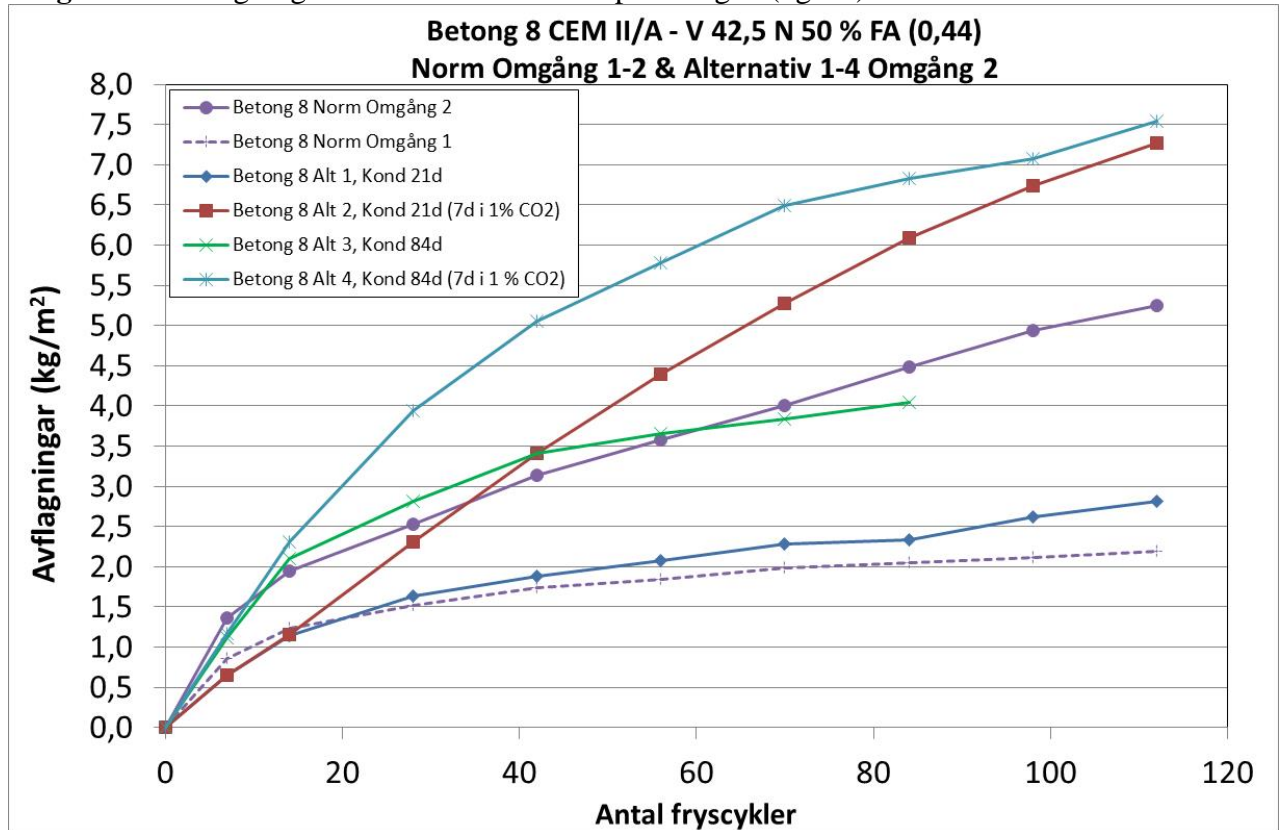
Streck markerar att proverna var fuktiga alternativt torra. Dessa värden har inte tagits med i resultat och diagram.

För samtliga resultat se Provningsrapport B.



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

Diagram 8 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 55 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N18F1	1,57	1,88	2,00	2,13
	N18F2	1,73	2,14	2,35	2,69
	N18F3	1,52	1,80	2,18	2,23
	N18F4	1,28	1,54	1,65	1,74
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,53</b>	<b>1,84</b>	<b>2,05</b>	<b>2,20</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,19</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,39</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport A.

**Tabell 56** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N28F1	2,61	3,63	4,54	5,42
	N28F2	2,74	3,94	4,90	5,87
	N28F3	2,61	3,47	4,33	4,95
	N28F4	2,16	3,26	4,16	4,73
	<b>Medelvärde</b>	<b>2,53</b>	<b>3,58</b>	<b>4,48</b>	<b>5,24</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,25</b>	<b>0,29</b>	<b>0,32</b>	<b>0,51</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 57** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N28F11	1,61	1,97	2,42	2,82
	N28F12	1,62	2,15	-	-
	N28F13	1,59	2,00	2,25	-
	N28F14	1,71	2,19	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,63</b>	<b>2,08</b>	<b>2,34</b>	<b>2,82</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 58** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omg 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N28F21	2,30	4,44	-	-
	N28F22	2,33	4,21	5,82	7,14
	N28F23	2,45	4,59	6,42	7,52
	N28F24	2,17	4,32	6,02	7,15
	<b>Medelvärde</b>	<b>2,31</b>	<b>4,39</b>	<b>5,96</b>	<b>7,27</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,12</b>	<b>0,16</b>	<b>0,36</b>	<b>0,22</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 59** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N28F31	2,37	-	-	-
	N28F32	2,98	3,66	4,05	-
	N28F33	3,04	-	-	-
	N28F34	2,86	-	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>2,81</b>	-	<b>4,05</b>	-
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,30</b>	-	-	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 60** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

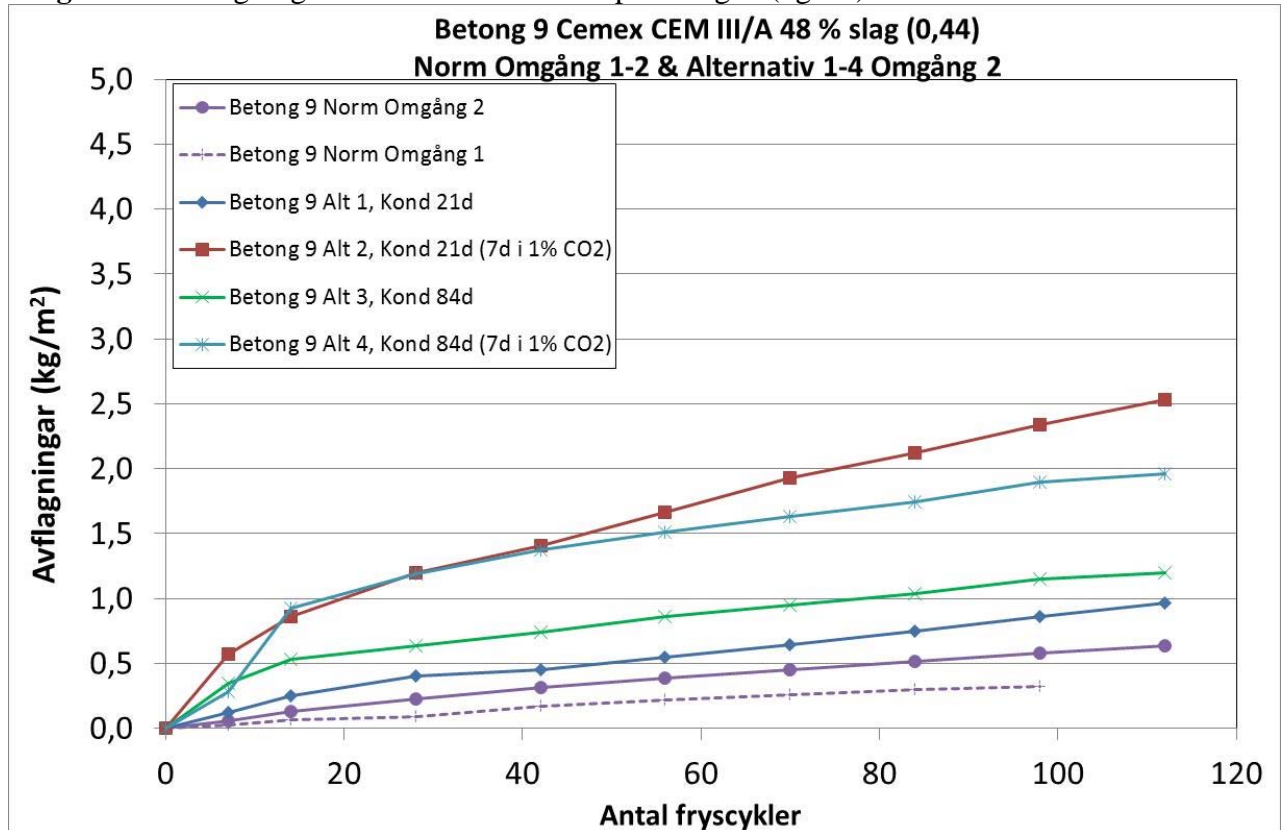
Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N28F41	4,06	5,87	7,18	7,92
	N28F42	4,09	6,09	-	-
	N28F43	3,74	5,39	6,48	7,16
	N28F44	3,87	5,24	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>3,94</b>	<b>5,65</b>	<b>6,81</b>	<b>7,54</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,17</b>	<b>0,40</b>	<b>0,35</b>	<b>0,54</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

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

Diagram 9 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 61 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N19F1	0,09	0,22	0,30	-
	N19F2	0,10	0,23	-	-
	N19F3	0,08	0,21	0,29	-
	N19F4	0,09	0,22	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,09</b>	<b>0,22</b>	<b>0,30</b>	-
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport A.



**Tabell 62** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N29F1	0,25	0,46	0,59	0,74
	N29F2	0,23	0,49	0,68	0,94
	N29F3	0,20	0,29	0,38	0,48
	N29F4	0,22	0,31	0,40	0,40
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,23</b>	<b>0,39</b>	<b>0,51</b>	<b>0,65</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,02</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,25</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 63** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N29F11	0,36	0,49	0,66	0,86
	N29F12	0,42	0,59	0,83	1,10
	N29F13	0,44	0,57	0,75	0,94
	N29F14	0,41	-	-	-
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,41</b>	<b>0,55</b>	<b>0,75</b>	<b>0,97</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,09</b>	<b>0,12</b>

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

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 64** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N29F21	1,23	1,74	2,21	2,67
	N29F22	1,18	1,66	2,14	2,51
	N29F23	1,14	1,52	1,90	2,24
	N29F24	1,24	1,75	2,25	2,70
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,20</b>	<b>1,67</b>	<b>2,13</b>	<b>2,53</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>0,21</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 65** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N29F31	0,66	0,90	1,11	1,27
	N29F32	0,62	0,81	0,98	1,15
	N29F33	0,65	0,87	1,06	1,22
	N29F34	0,62	0,85	1,00	1,15
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,64</b>	<b>0,86</b>	<b>1,04</b>	<b>1,20</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

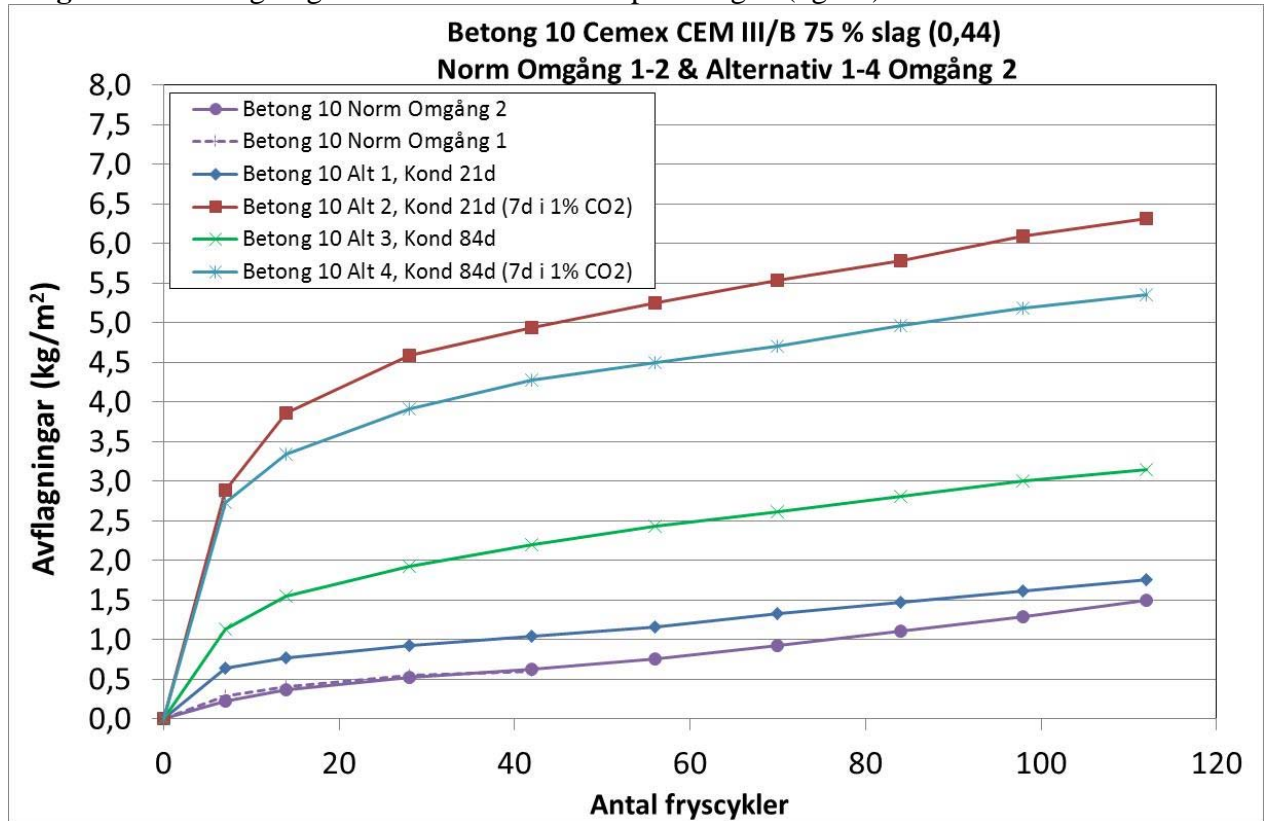
**Tabell 66** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt- frostprovning	N29F41	1,18	1,49	1,70	1,90
	N29F42	1,26	1,60	1,89	2,12
	N29F43	1,16	1,43	1,62	1,81
	N29F44	1,16	1,54	1,77	2,00
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,19</b>	<b>1,52</b>	<b>1,75</b>	<b>1,96</b>
	<b>Standard- avvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,13</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

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

Diagram 10 Avflagningar resultat från salt-frostprovningen (kg/m<sup>2</sup>)



Tabell 67 Avflagningar Norm Omgång 1

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N110F1	0,52	-	-	-
	N110F2	0,50	-	-	-
	N110F3	0,55	-	-	-
	N110F4	0,63	-	-	-
	Medelvärde	0,55	-	-	-
	Standard-avvikelse	0,06	-	-	-

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

För samtliga resultat se Provningsrapport A.

**Tabell 68** Avflagningar Norm Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N210F1	0,52	0,71	1,05	1,42
	N210F2	0,53	0,79	1,18	1,60
	N210F3	0,53	0,76	1,12	1,53
	N210F4	0,51	0,78	1,10	1,45
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,52</b>	<b>0,76</b>	<b>1,11</b>	<b>1,50</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 69** Avflagningar Alternativ 1 Konditionering 21 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N210F11	0,94	1,14	1,45	1,75
	N210F12	0,99	1,27	1,62	1,93
	N210F13	0,89	1,14	1,42	1,67
	N210F14	0,90	1,11	1,40	1,68
	<b>Medelvärde</b>	<b>0,93</b>	<b>1,17</b>	<b>1,47</b>	<b>1,76</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 70** Avflagningar Alternativ 2 Konditionering 21 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N210F21	4,79	5,50	5,99	6,39
	N210F22	4,31	4,89	5,46	5,98
	N210F23	4,87	5,52	6,09	6,63
	N210F24	4,39	5,07	5,60	6,27
	<b>Medelvärde</b>	<b>4,59</b>	<b>5,25</b>	<b>5,79</b>	<b>6,32</b>
	<b>Standard-avvikelse</b>	<b>0,28</b>	<b>0,31</b>	<b>0,30</b>	<b>0,27</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 71** Avflagningar Alternativ 3 Konditionering 84 dygn Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N210F31	1,97	2,51	2,88	3,25
	N210F32	1,85	2,28	2,74	3,02
	N210F33	1,96	2,51	2,89	3,21
	N210F34	1,92	2,41	2,74	3,10
	<b>Medelvärde</b>	<b>1,93</b>	<b>2,43</b>	<b>2,81</b>	<b>3,15</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,05</b>	<b>0,11</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

**Tabell 72** Avflagningar Alternativ 4 Konditionering 84 dygn, sista 7 dyggen i 1% CO<sub>2</sub> Omgång 2

Egenskap	Provkropp	Resultat (kg/m <sup>2</sup> )			
		28	56	84	112
Salt-frostprovning	N210F41	3,89	4,42	4,88	5,27
	N210F42	3,83	4,30	4,74	5,08
	N210F43	3,97	4,75	5,21	5,69
	N210F44	3,96	4,53	5,01	5,40
	<b>Medelvärde</b>	<b>3,91</b>	<b>4,50</b>	<b>4,96</b>	<b>5,36</b>
	<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,07</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>	<b>0,26</b>

För samtliga resultat se Provningsrapport B.

### 5.2.1.11 Kommentarer angående resultat salt-frostprovning

I detta avsnitt ges övergripande kommentarer/slutsatser. För en mer genomgripande analys hänvisas till framtida publicering.

- Resultaten från omgång 1 och 2 gällande provning enligt standardförfarande ”Norm” överensstämmer överlag väl med varandra och leder till samma bedömning om salt-frostbeständigheten vid 56 fryscyklar. För båda betongsammansättningarna med 50 % flygaska skiljer det till synes relativt mycket mellan resultaten från omgång 1 och 2. Vid en utvärdering vid 56 fryscyklar visas emellertid i båda fallen att betongen har höga avflagningar.
- Resultaten från provning av salt-frostbeständighet visar att konditioneringens längd och för vissa konditioneringsalternativ även lagring i klimat med något förhöjd koldioxidhalt påverkar mängden avflagningar. Påverkan är emellertid olika stor för olika bindemedelstyper. Minst påverkan har konditioneringen på betong med CEM II/A (17 % FA). Störst påverkan har konditioneringen på betong med hög halt flygaska (50 %).

- Genomgående leder konditionering under 7 dygn, som del av konditioneringstiden, i något förhöjd koldioxidhalt till större mängd avflagningar jämfört med övriga konditioneringsalternativ.
- Konditionering enligt standard leder för nästan samtliga bindemedelstyper till minst mängd avflaget material. Det vill säga, konditionering enligt standard i klimatrum under 7 dygn (65 % RF /20 °C) är det ”mildaste” konditioneringsförfarandet. Undantaget är de betongsammansättningar med 50 % flygaska där en förlängning av konditioneringen till sammanlagt 21 dygn i klimatrum (65 % RF /20 °C) leder till något lägre avflagningar.
- För betongsammansättningar med höga halter slagg leder en förlängning av konditioneringen till större mängd avflagningar. Konditionering i miljö med något förhöjd koldioxidhalt ger ytterligare större avflagningar. Detta indikerar en betydande negativ effekt av uttorkning/karbonatisering. Detta är speciellt tydligt för betong med CEM III/B men ses även för betong med CEM III/A.
- Resultaten från denna undersökning i laboratoriet kommer att jämföras med resultat från fältprovning i tösaltad vägmiljö. På så sätt kan laboratoriemetoden kalibreras mot verkligheten och i framtiden kan ett lämpligt konditioneringsförfarande väljas som ger resultat vid laboratorieprovning som överensstämmer med resultat från verkliga förhållanden.

Vid salt-frostprovningen för omgång 1 har vissa provkroppar varit torra eller endast något uppfuktade under provning vilket är ett avsteg från provningsmetoden. Provytan skall vara täckt med ett 3 mm tjockt lager frysmedium under hela frysprovningen. Då provkroppsytan är torr eller endast något fuktig under provningen riskeras en underskattning av mängden avflaget material och värdet kan därför inte räknas med vid beräkning av medelvärdet.

Anledningen till att en provkroppsyta förlorar frysvätska under pågående provning är läckage, tex på grund av mycket stora avflagningar eller på grund av betongytans beskaffenhet som kan ge problem vid limning av gummiduk på provkroppens sidor.

Inför omgång 2 applicerades epoxi på provkropparnas sidor för de provkroppar som tillverkats med betong innehållande slagg. På så vis minskade problemen med läckage så att provkropparna blev torra eller fuktiga. Applicering av epoxi utfördes så snart efter sågning som möjligt.



## 5.2.2 Resultat – Tryckhållfasthetsprovning SS-EN 12390-3

**Tabell 73** Tryckhållfasthet för vattenlagrade kuber 100 x 100 x 100 x mm vid 28 dygn

Egenskap	Betong	Omgång 1		Omgång 2	
		Resultat 28 dygn <sup>1)</sup> (MPa)	Standardavvikelse (MPa)	Resultat 28 dygn <sup>1)</sup> (MPa)	Standardavvikelse (MPa)
Tryckhållfasthet	Betong 1	57,9	1,9	63,2	0,4
	Betong 2	45,9	0,8	50,4	0,9
	Betong 3	32,4	0,4	33,7	1,4
	Betong 4	46,8 <sup>2)</sup>	0,8	67,4	0,4
	Betong 5	55,3 <sup>2)</sup>	1,3	67,4	2,0
	Betong 6	50,7	0,1	55,8	1,4
	Betong 7	50,4 <sup>2)</sup>	1,0	64,2	1,5
	Betong 8	31,3	0,6	33,0	0,4
	Betong 9	49,3	1,4	55,1	1,3
	Betong 10	44,0	1,4	45,6	1,3

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 eller 4 kuber.

<sup>2)</sup> För betong 4, 5 och 7 har lägre hållfasthet erhållits i omgång 1 än i omgång 2. En utredning pågår för att finna möjlig orsak.

Se provningsrapport A och B för samtliga resultat.

För omgång 2 har det tillverkats provkroppar för bestämning av hållfasthetsutveckling, 28 och 90 dygn, 2 år och 4 år. I samband med hållfasthetsbestämningen mäts även densiteten, se tabell 74.

**Tabell 74** Tryckhållfasthet för vattenlagrade kuber 100 x 100 x 100 x mm vid 28 och 90 dygn

Egenskap	Betong	Omgång 2 28 dygn		Omgång 2 90 dygn	
		Resultat 28 dygn <sup>1)</sup> (MPa)	Standardavvikelse, (MPa)	Resultat 90 dygn <sup>1)</sup> (MPa)	Standardavvikelse, (MPa)
Tryckhållfasthet	Betong 1	65,2	1,8	74,0	3,7
	Betong 2	50,8	1,3	61,6	0,4
	Betong 3	35,9	1,0	44,6	1,6
	Betong 4	65,3	2,0	75,9	2,2
	Betong 5	65,0	2,5	77,9	4,4
	Betong 6	56,9	1,8	62,7	3,7
	Betong 7	63,5	1,0	73,1	1,3
	Betong 8	32,2	1,0	43,4	0,9
	Betong 9	55,3	0,4	66,7	0,8
	Betong 10	44,9	0,5	57,3	3,8

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 eller 4 kuber.

Se provningsrapport B för samtliga resultat.

### 5.2.3 Resultat – Densitetbestämning SS-EN 12390-7

**Tabell 75** Densitetbestämning för vattenlagrade kuber 100 x 100 x 100 x mm vid 28 dygn

Egenskap	Betong	Omgång 1		Omgång 2	
		Resultat 28 dygn <sup>1)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Standardavvikelse, (kg/m <sup>3</sup> )	Resultat 28 dygn <sup>1)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Standardavvikelse, (kg/m <sup>3</sup> )
Densitet	Betong 1	2340	10	2340	20
	Betong 2	2330	10	2300	30
	Betong 3	2310	10	2290	40
	Betong 4	2310	20	2360	10
	Betong 5	2300	10	2330	10
	Betong 6	2290	20	2250	10
	Betong 7	2250	30	2320	0
	Betong 8	2290	10	2320	20
	Betong 9	2270	10	2310	10
	Betong 10	2250	30	2280	0

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 eller 4 kuber.

Se provningsrapport A och B för samtliga resultat.

**Tabell 76** Densitetbestämning för vattenlagrade kuber 100 x 100 x 100 x mm vid 28 och 90 dygn

Egenskap	Betong	Omgång 2 28 d		Omgång 2 90 d	
		Resultat 28 dygn <sup>1)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Standardavvikelse, (kg/m <sup>3</sup> )	Resultat 28 dygn <sup>1)</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Standardavvikelse, (kg/m <sup>3</sup> )
Densitet	Betong 1	2340	30	2360	10
	Betong 2	2320	10	2310	10
	Betong 3	2330	20	2300	20
	Betong 4	2320	10	2320	60
	Betong 5	2350	10	2360	20
	Betong 6	2270	20	2270	30
	Betong 7	2320	20	2330	0
	Betong 8	2320	0	2320	10
	Betong 9	2310	10	2320	10
	Betong 10	2270	0	2280	40

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 eller 4 kuber.

Se provningsrapport B för samtliga resultat.

## 5.2.4 Resultat – Luftporsstruktur EN 480-11:2005

För samtliga betongsammansättning har luftporsstruktur analyserats enligt EN 480-11:2005.

Tabell 77 Luftporsstruktur

Egenskap	Betong	Total lufthalt ≤4 mm (vol-%)		Specifik yta (mm <sup>-1</sup> )		Avståndsfaktor (mm)	
		Omgång 1	Omgång 2	Omgång 1	Omgång 2	Omgång 1	Omgång 2
Luftpors- struktur	Betong 1	4,1	3,9	38	33	0,14	0,17
	Betong 2	4,5	5,0	53	46	0,09	0,11
	Betong 3	4,7	6,0	63	45	0,08	0,10
	Betong 4	5,4	4,9	52	29	0,09	0,17
	Betong 5	5,4	4,9	44	31	0,11	0,16
	Betong 6	5,2	6,2	38	37	0,12	0,12
	Betong 7	7,3	5,1	38	34	0,10	0,15
	Betong 8	6,0	3,8	70	52	0,06	0,11
	Betong 9	6,6	6,1	38	31	0,11	0,14
	Betong 10	4,5	4,3	38	38	0,13	0,14

Se provningsrapport A och B för samtliga resultat.

## 5.2.5 Resultat – Transmissionstid bestämd genom ultraljud

Tabell 78 Transmissionstid  $t_t$  (μS) (tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm).

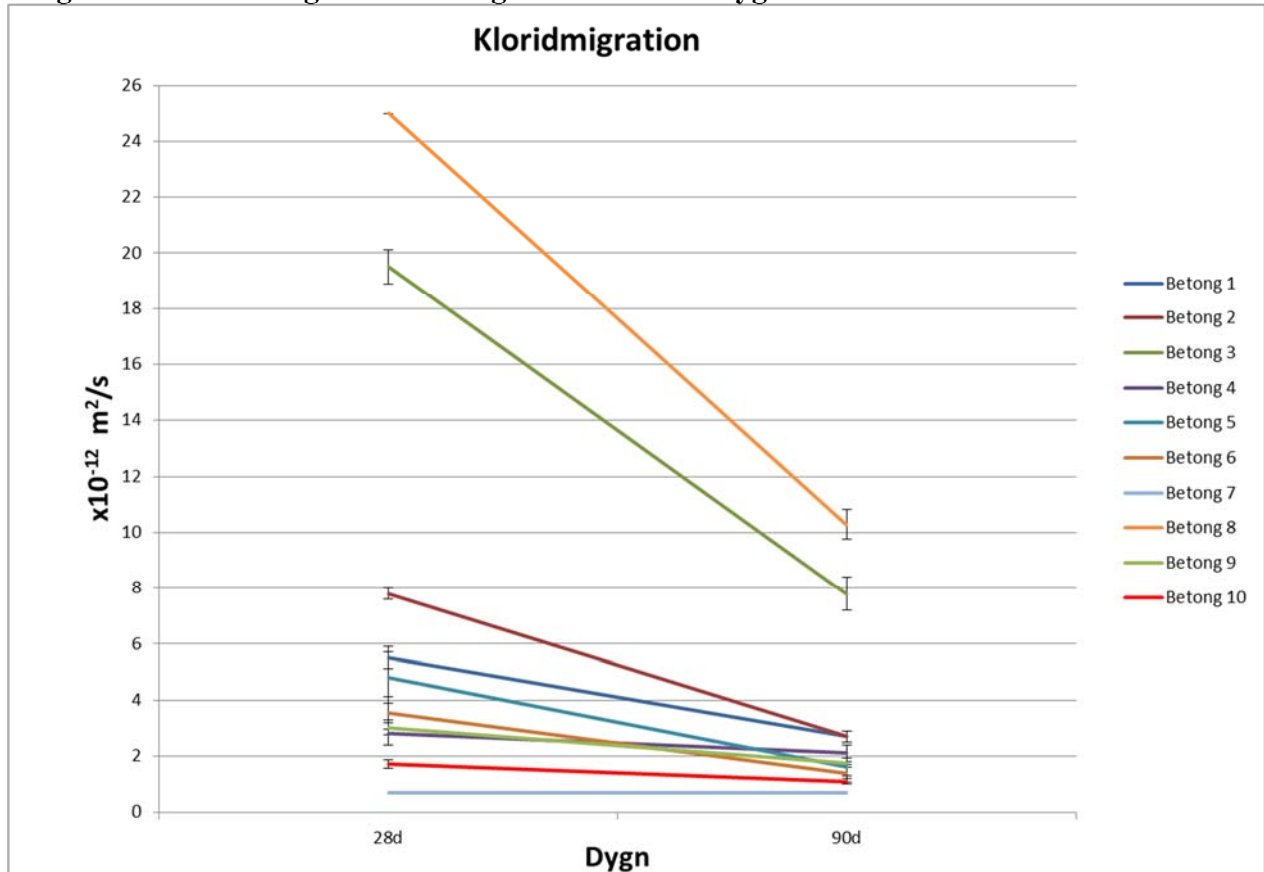
Egenskap	Betong	Omgång 2		
		28 dygn Resultat transmissionstid <sup>1)</sup> $t_t$ (μS)	56 dygn Resultat transmissionstid <sup>1)</sup> $t_t$ (μS)	84 dygn Resultat transmissionstid <sup>1)</sup> $t_t$ (μS)
Trans- missionstid	Betong 1	33,8	34,0	33,9
	Betong 2	35,0	35,4	35,3
	Betong 3	36,7	37,5	37,4
	Betong 4	34,3	34,4	34,5
	Betong 5	33,6	33,8	33,6
	Betong 6	35,9	35,7	35,6
	Betong 7	34,6	34,3	34,1
	Betong 8	35,8	37,2	37,2
	Betong 9	35,3	35,0	35,0
	Betong 10	35,9	35,2	35,1

<sup>1)</sup> Medelvärde för tre mätpunkter.

Ultraljud är provat på kuber som sedan användes till luftporsstruktur. Provkropparna lagrade i vattenbad efter avformning till 7 dygns ålder och därefter i klimatrums (20 ± 2 °C och 65 ± 2 % RF). Se provningsrapport B för samtliga resultat.

## 5.2.6 Resultat – Kloridmigration

Diagram 11 Kloridmigration Betong 1-10 28 och 90 dygn



Tabell 79 Kloridmigration för vattenlagrade kuber 150 x 150 x 150 x mm vid 28 och 90 dygn

Egenskap	Betong	Omgång 2 28 d		Omgång 2 90 d	
		28 dygn Resultat <sup>1)</sup> (x10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> /s)	Standard- avvikelse, (x10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> /s)	90 dygn Resultat <sup>1)</sup> (x10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> /s)	Standard- avvikelse, (x10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> /s)
Kloridmigration	Betong 1	5,5	0,4	2,7	0,2
	Betong 2	7,8	0,2	2,7	0,2
	Betong 3	19,5	0,6	7,8	0,6
	Betong 4	2,8	0,4	2,1	0,3
	Betong 5	4,8	0,9	1,6	0,3
	Betong 6	3,6	0,6	1,4	0,3
	Betong 7	< 1 <sup>2)</sup>	-	0,7	0,0
	Betong 8	> 20 <sup>3)</sup>	-	10,3	0,5
	Betong 9	3,0	0,3	1,8	0,2
	Betong 10	1,7	0,1	1,1 <sup>4)</sup>	0,1

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 kuber.

<sup>2)</sup> Resultat ej mätbart, mycket låg migrationskoefficient. Antagit värde 0,7.

<sup>3)</sup> Resultat ej mätbart, hela provkroppen genomträngd. Antagit värde 25.

<sup>4)</sup> Medelvärde på endast två av tre provkroppar.

Se provningsrapport B för samtliga resultat.

### 5.2.7 Resultat – Elektrisk motstånd

Diagram 12 Elektriskt motstånd Betong 1-10 28 och 90 dygn 120 Hz

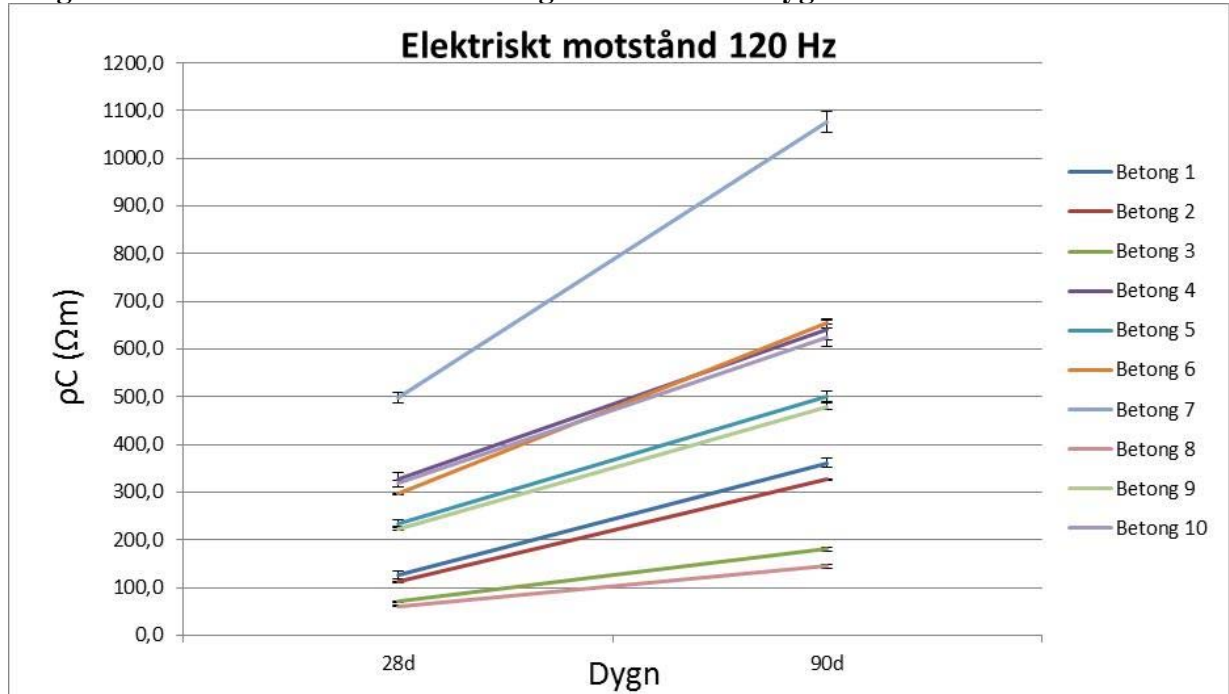
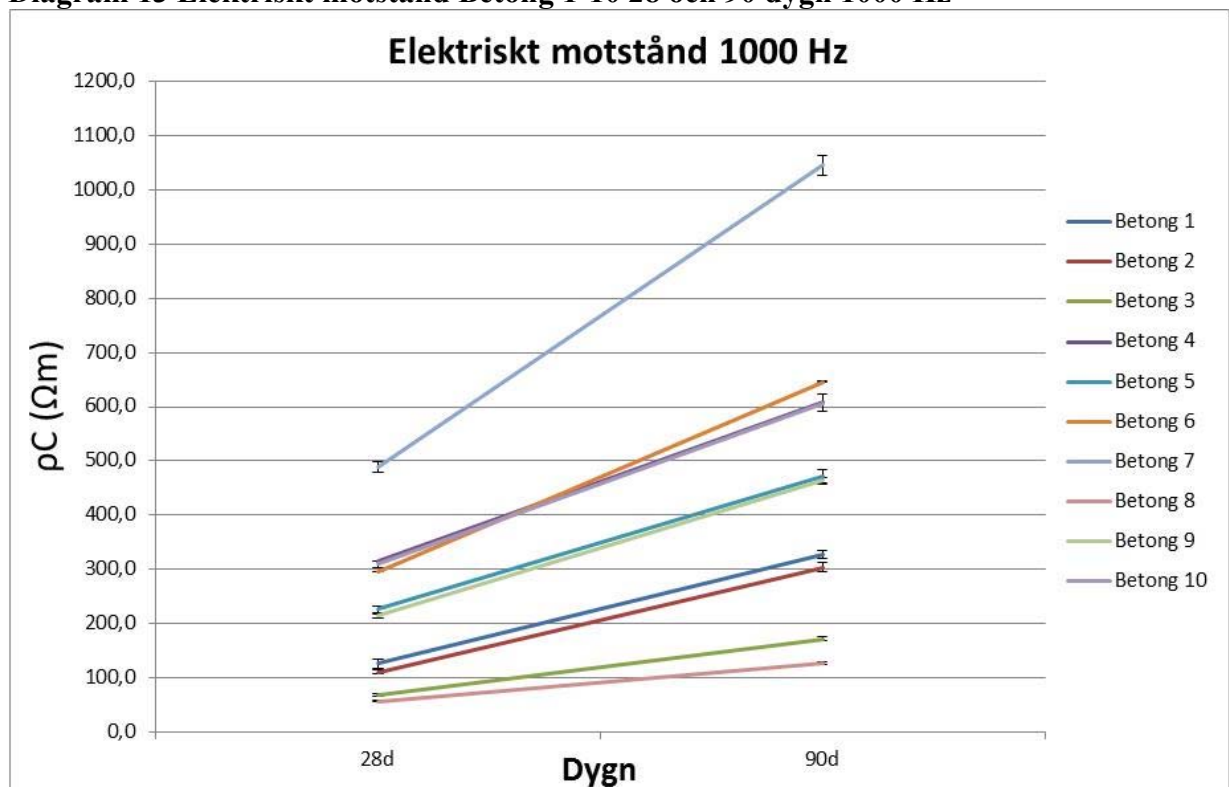


Diagram 13 Elektriskt motstånd Betong 1-10 28 och 90 dygn 1000 Hz



**Tabell 80** Elektrisk motstånd för vattenlagrade kuber 150 x 150 x 150 x mm vid 28 respektive 90 dygn 120 Hz

Egenskap	Betong	Omgång 2 28 dygn 120 Hz		Omgång 2 90 dygn 120 Hz	
		Resultat 28 d <sup>1)</sup> 120 Hz $\rho C$ ( $\Omega m$ )	Standard- avvikelse, $\rho C$ ( $\Omega m$ )	Resultat 90 d <sup>1)</sup> 120 Hz $\rho C$ ( $\Omega m$ )	Standard- avvikelse, $\rho C$ ( $\Omega m$ )
Elektriskt motstånd	Betong 1	127,1	8,2	359,0	13,3
	Betong 2	111,6	4,6	326,2	25,8
	Betong 3	70,2	1,6	180,6	4,2
	Betong 4	326,4	15,6	640,6	22,6
	Betong 5	234,6	7,8	500,1	10,9
	Betong 6	296,2	2,6	655,7	2,1
	Betong 7	497,6	10,3	1077,2	21,9
	Betong 8	61,4	2,1	144,6	4,5
	Betong 9	222,4	2,0	479,8	6,3
	Betong 10	317,8	6,7	623,8	18,9

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 kuber.

**Tabell 81** Elektrisk motstånd för vattenlagrade kuber 150 x 150 x 150 x mm vid 28 respektive 90 dygn 1000 Hz

Egenskap	Betong	Omgång 2 28 dygn 1000 Hz		Omgång 2 90 dygn 1000 Hz	
		Resultat 28 d <sup>1)</sup> 1000 Hz $\rho C$ ( $\Omega m$ )	Standard- avvikelse, $\rho C$ ( $\Omega m$ )	Resultat 90 d <sup>1)</sup> 1000 Hz $\rho C$ ( $\Omega m$ )	Standard- avvikelse, $\rho C$ ( $\Omega m$ )
	Betong 1	125,6	8,1	326,7	7,5
	Betong 2	110,0	4,0	303,8	8,5
	Betong 3	67,6	1,5	171,7	4,2
	Betong 4	315,2	13,8	608,6	21,1
	Betong 5	226,1	6,0	470,9	11,9
	Betong 6	294,5	0,3	645,9	1,7
	Betong 7	489,1	9,5	1045,5	19,1
	Betong 8	55,7	1,3	127,3	2,7
	Betong 9	214,1	3,6	463,3	5,9
	Betong 10	308,9	6,9	606,8	16,5

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 kuber.

Se provningsrapport B för samtliga resultat.



### 5.3 Resultat – Provkroppar placerade 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 volymbestämmning. 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. Under tiden de var på laboratoriet var de placerade utomhus (exponerade för nederbörd och samma temperatur som vid provplatsen) förutom under korta perioder i samband med borring och mätning.

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

##### 5.3.1.1 Resultat – Volymbestämmning

Tabell 82 Volymbestämmning

Egenskap	Betong	2014 Resultat volym- bestämning <sup>1)</sup> (cm <sup>3</sup> )	2015 Resultat volym- bestämning <sup>1)</sup> (cm <sup>3</sup> )	Volym- förändring <sup>1)</sup> (%)
Volymbestämmning	Betong 1	1613,4	1615,5	0,13
	Betong 2	1619,2	1620,7	0,09
	Betong 3	1621,5	1622,7	0,07
	Betong 4	1602,8	1605,0	0,14
	Betong 5	1638,5	1641,7	0,19
	Betong 6	1644,6	1646,0	0,08
	Betong 7	1654,0	1655,4	0,09
	Betong 8	1628,0	1630,1	0,13
	Betong 9	1640,8	1642,6	0,11
	Betong 10	1629,3	1630,3	0,06

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 provkroppar.

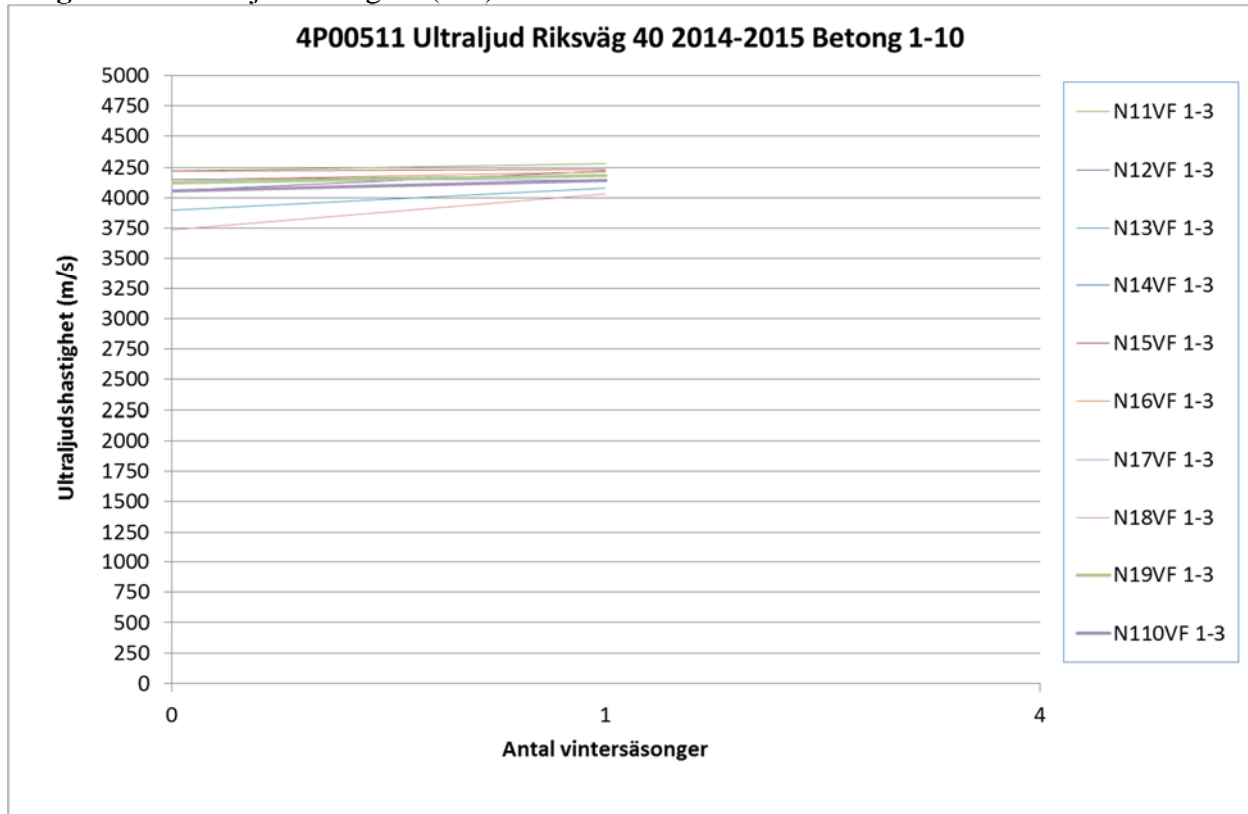
Se provningsrapport A för samtliga resultat.

Kommentar:

Volymförändringarna under första vintern är samtliga fall mycket små och inom mätmetodens mätosäkerhet.

### 5.3.1.2 Resultat – Ultraljudshastighet

Diagram 14 Ultraljudshastighet (m/s) 2014-2015



Tabell 83 Transmissionstid  $t_t$  ( $\mu\text{S}$ ) (tid för en ultraljudspuls att transportera sig 150 mm) och ultraljudshastighet (m/s) 2014 och 2015.

Egenskap	Betong	2014 Resultat transmissionstid <sup>1)</sup> ( $\mu\text{S}$ )	2014 Ultraljuds- hastighet (m/s) <sup>2)</sup>	2015 Resultat transmissionstid <sup>1)</sup> ( $\mu\text{S}$ )	2015 Ultraljuds- hastighet (m/s) <sup>2)</sup>
Transmis- sionstid	Betong 1	35,5	4221	35,1	4278
	Betong 2	37,0	4056	35,5	4221
	Betong 3	38,5	3897	36,8	4081
	Betong 4	36,2	4149	35,8	4187
	Betong 5	35,6	4217	35,5	4231
	Betong 6	36,2	4149	35,6	4215
	Betong 7	36,1	4150	36,2	4145
	Betong 8	40,1	3738	37,2	4032
	Betong 9	36,4	4125	35,9	4181
	Betong 10	37,0	4053	36,2	4142

<sup>1)</sup> Medelvärde av 3 provkroppar.

<sup>2)</sup> Ultraljudshastigheten  $v_t$  beräknas enligt  $v_t$  (m/s) =  $0,15$  (m) /  $t_t$  ( $\mu\text{S}$ )  $\times 10^6$  med  $t_t$  som medelvärdet av 3 kuber.

#### Kommentar:

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

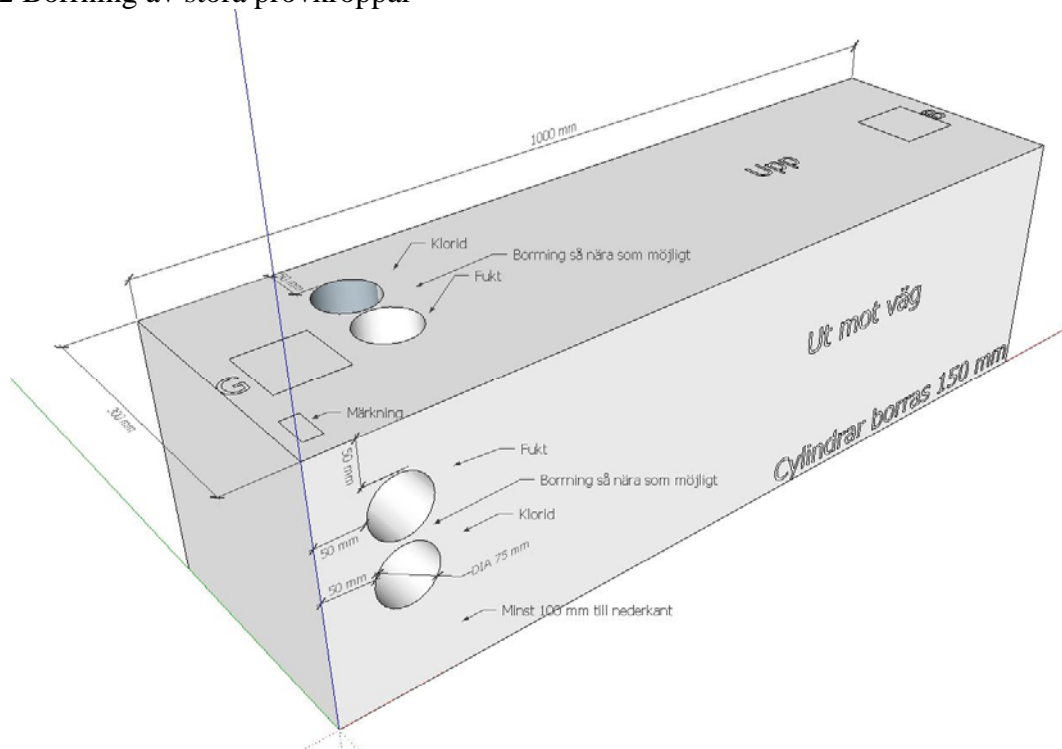
Se provningsrapport A för samtliga resultat.

### 5.3.2 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. Borring skedde enligt bild 2.

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 2 Borring av stora provkroppar

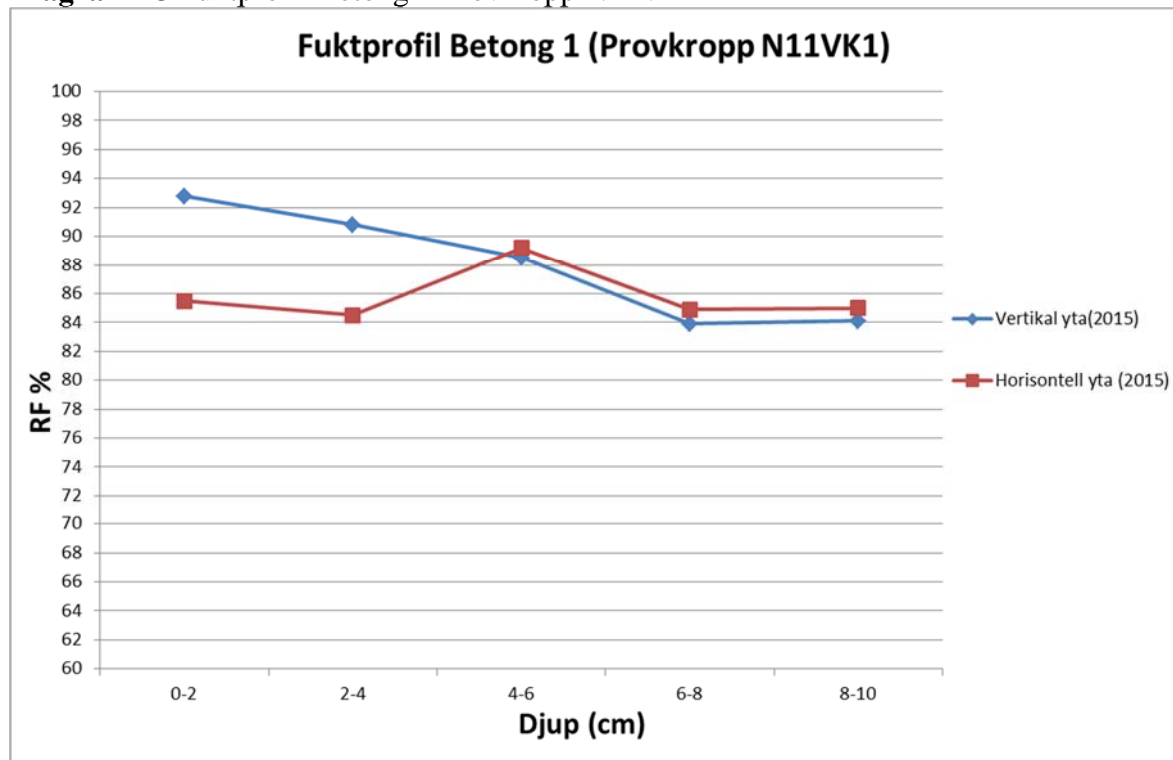


## 5.3.2.1 Resultat – Fuktprofil

Efter borring spräcktes cylindrarna och provbitar hackades loss och krossades med hammare till mindre bitar. Större ballast sorterades bort. 5 stycken nivåer provades med intervaller på ca 2 cm.

## 5.3.2.2 Fuktprofil Betong 1

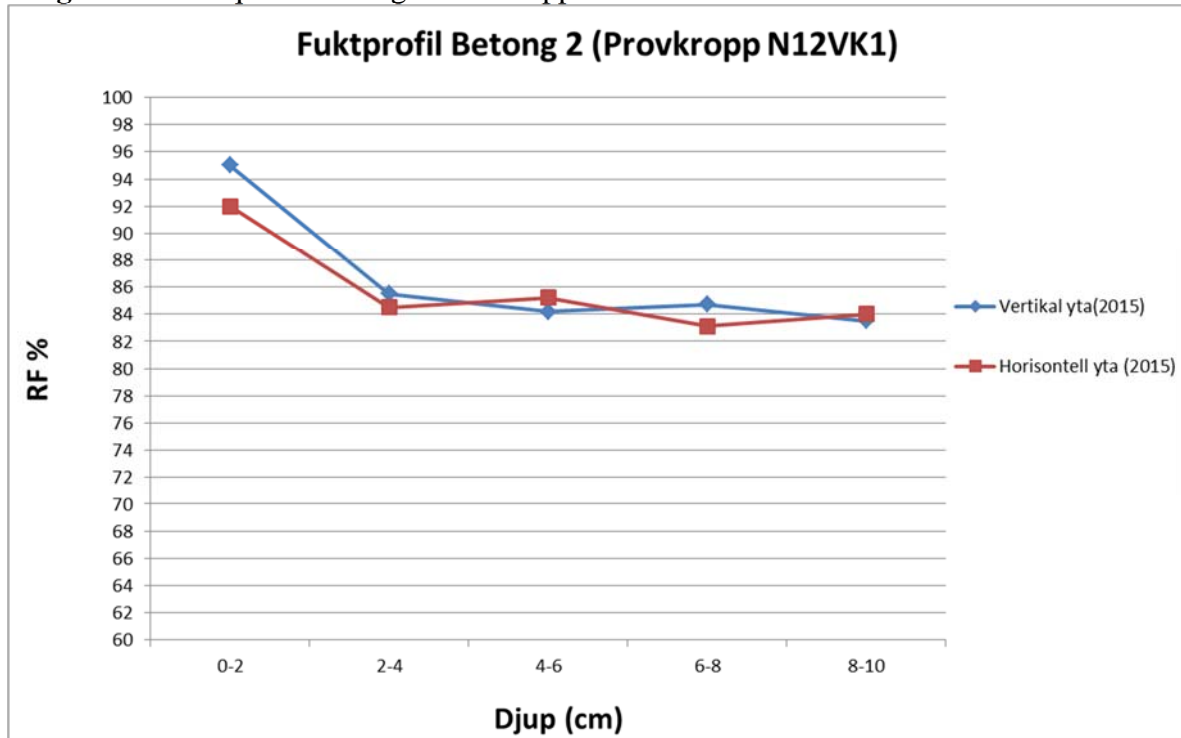
**Diagram 15** Fuktprofil Betong 1 Provkropp N11VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.2.3 Fuktprofil Betong 2

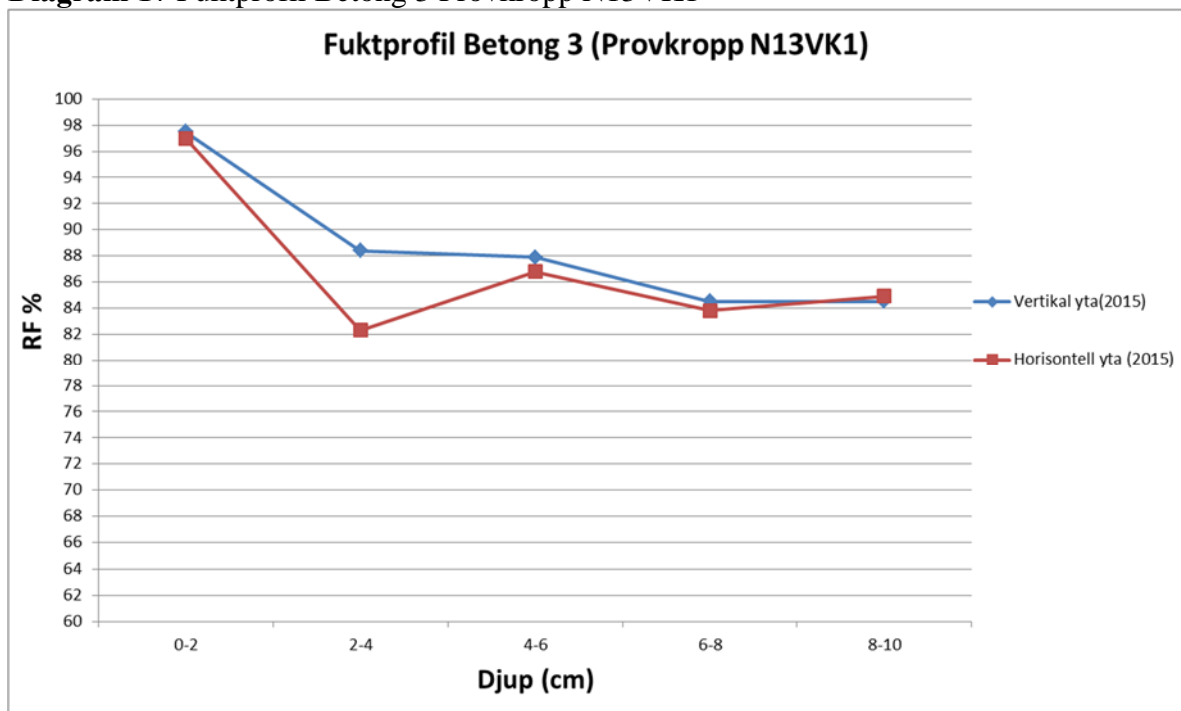
Diagram 16 Fuktprofil Betong 2 Provkropp N12VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.2.4 Fuktprofil Betong 3

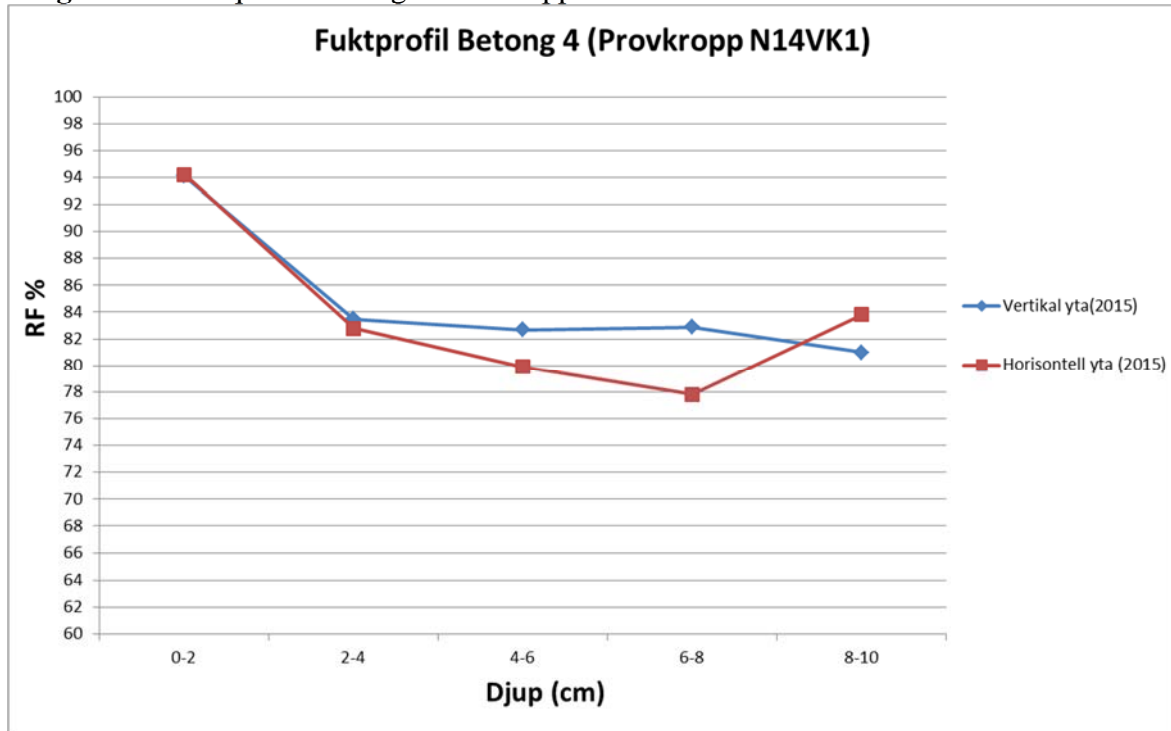
Diagram 17 Fuktprofil Betong 3 Provkropp N13VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

## Fuktprofil Betong 4

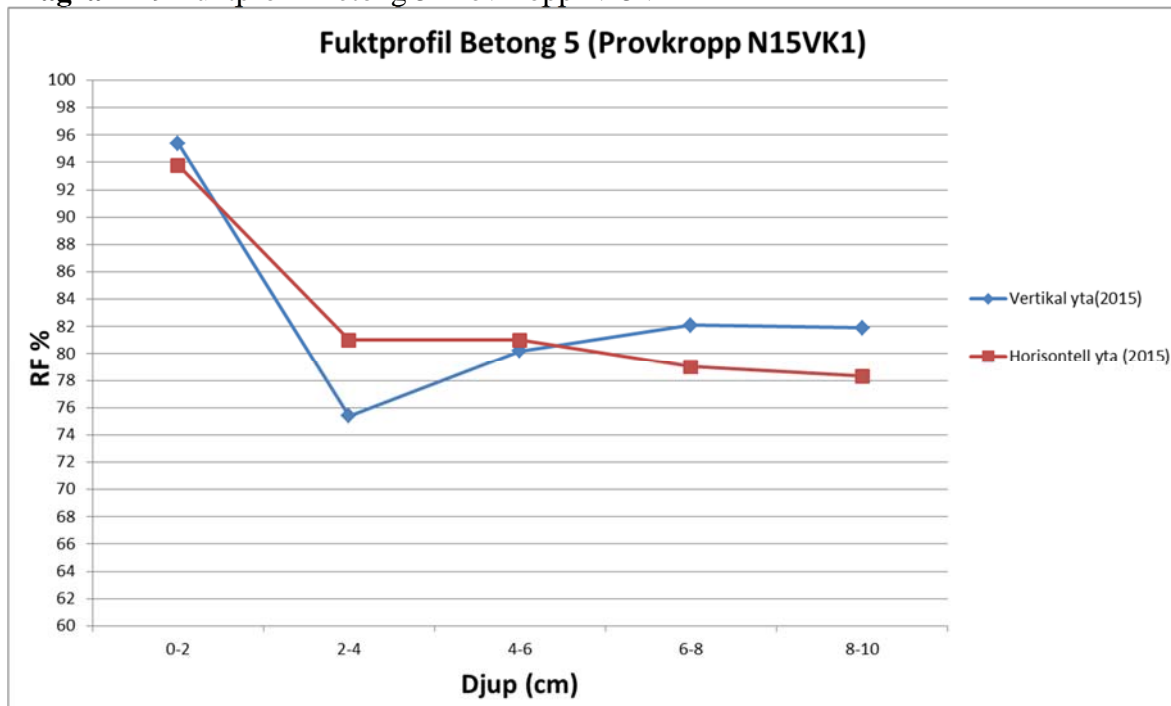
Diagram 18 Fuktprofil Betong 4 Provkropp N14VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.2.5 Fuktprofil Betong 5

Diagram 19 Fuktprofil Betong 5 Provkropp N15VK1

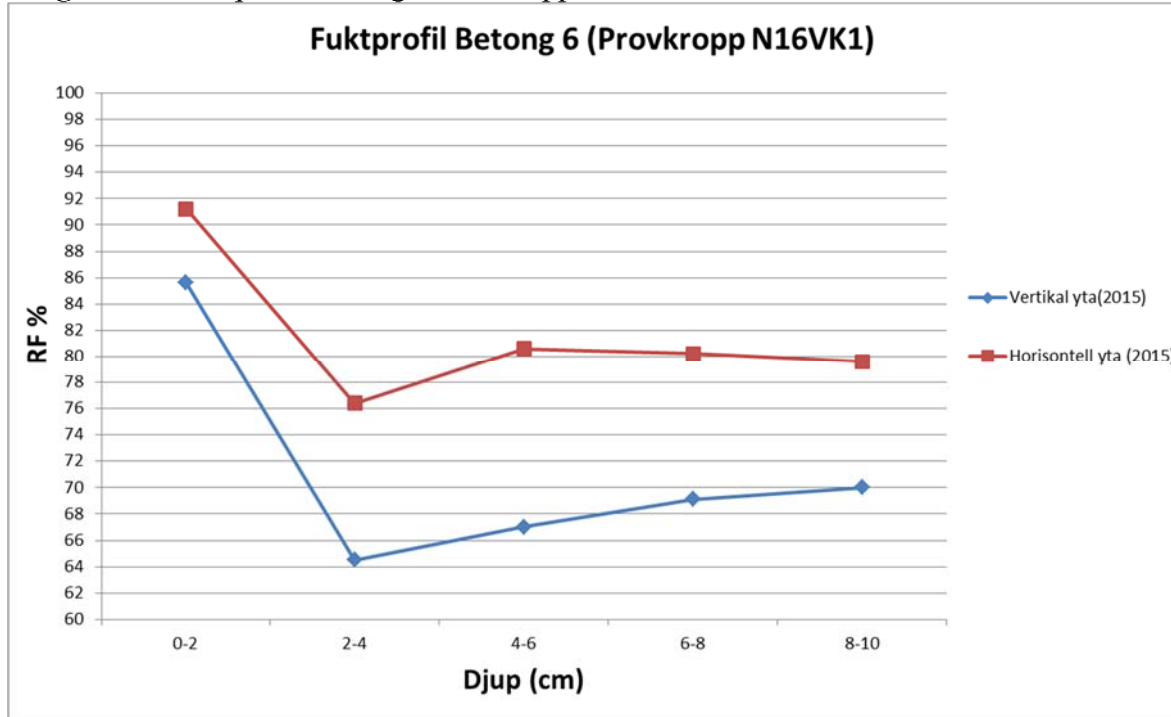


För samtliga resultat se Provningsrapport A.



### 5.3.2.6 Fuktprofil Betong 6

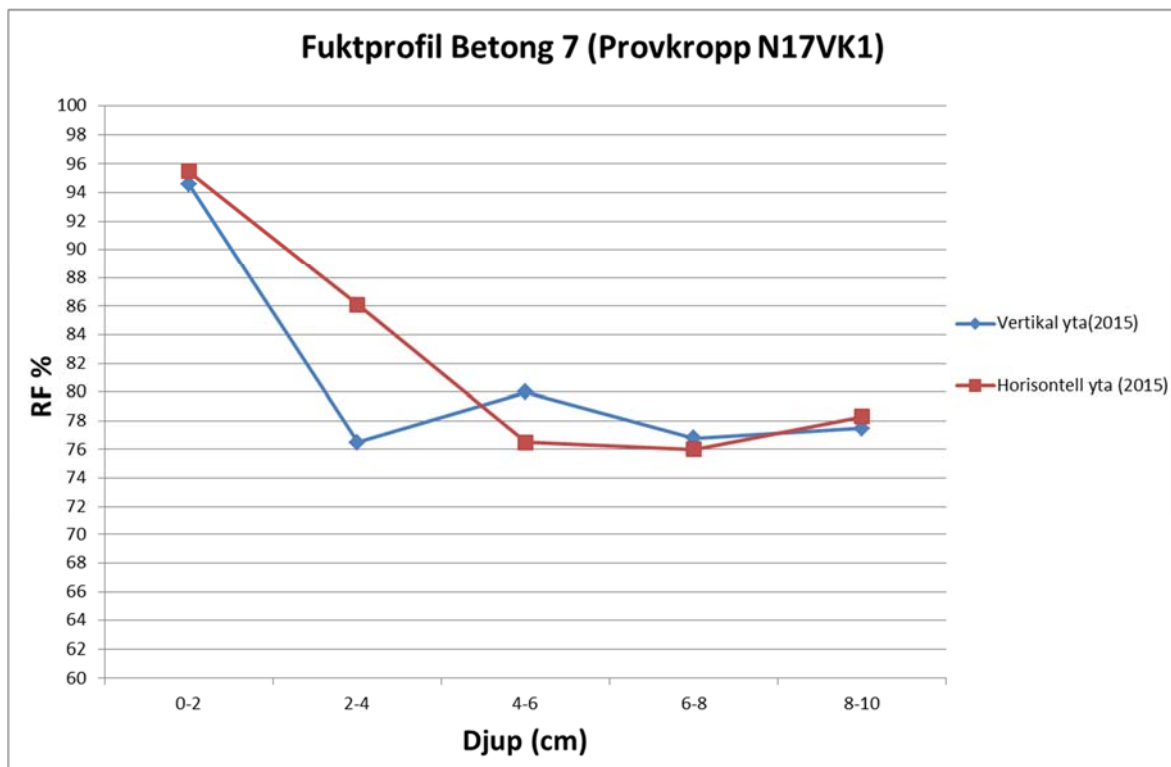
Diagram 20 Fuktprofil Betong 6 Provkropp N16VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.2.7 Fuktprofil Betong 7

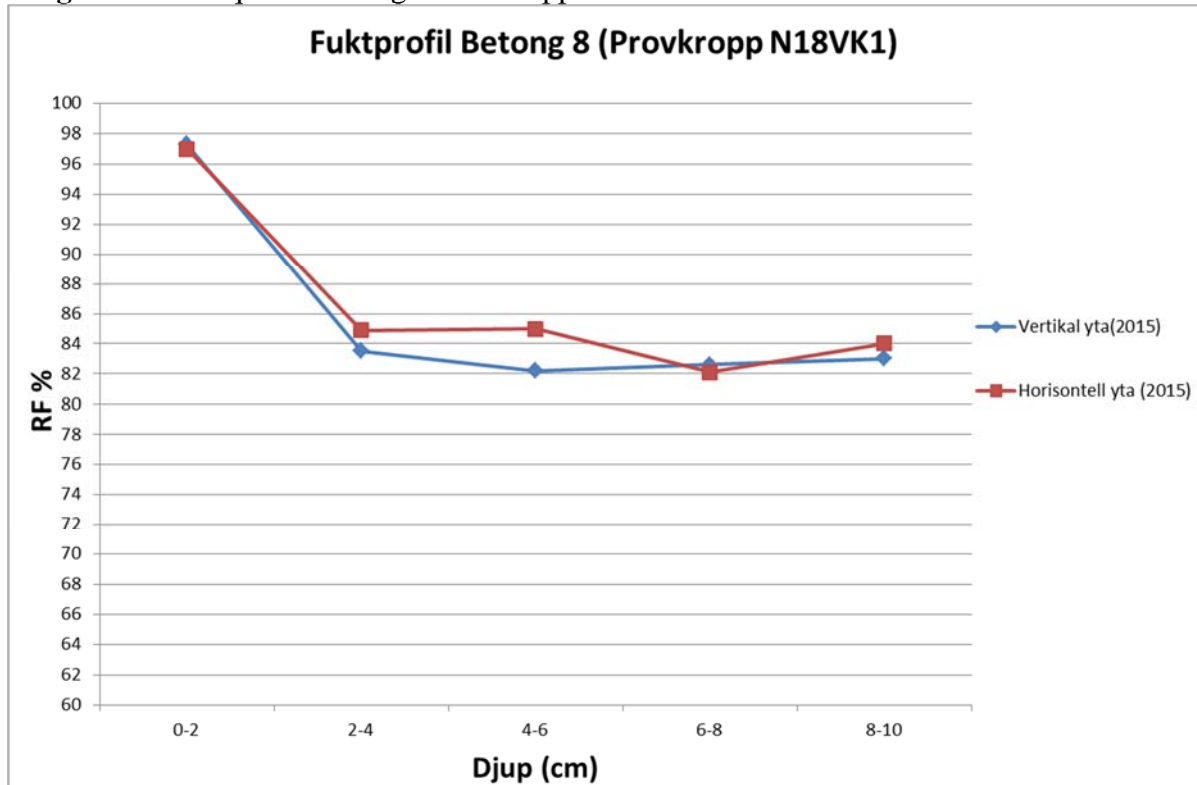
Diagram 21 Fuktprofil Betong 7 Provkropp N17VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.2.8 Fuktprofil Betong 8

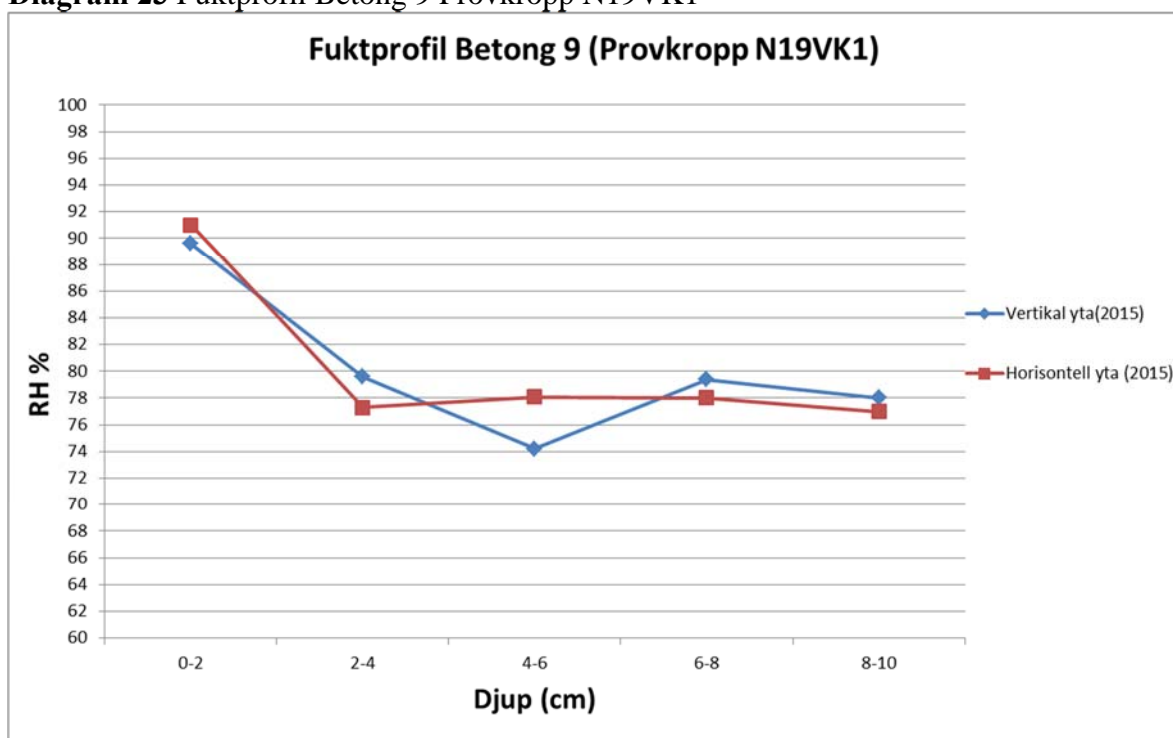
Diagram 22 Fuktprofil Betong 8 Provkropp N18VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.2.9 Fuktprofil Betong 9

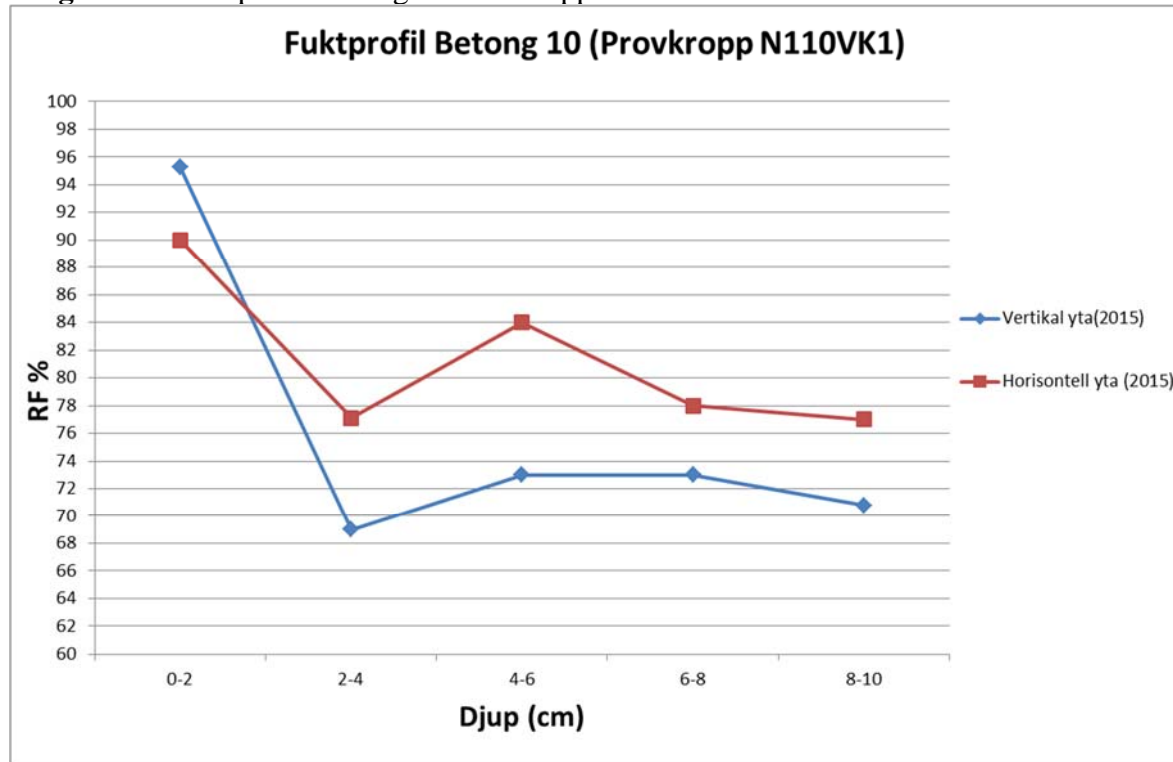
Diagram 23 Fuktprofil Betong 9 Provkropp N19VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.2.10 Fuktprofil Betong 10

Diagram 24 Fuktprofil Betong 10 Provkropp N110VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.3 Kommentarer till fuktmätningarna

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.

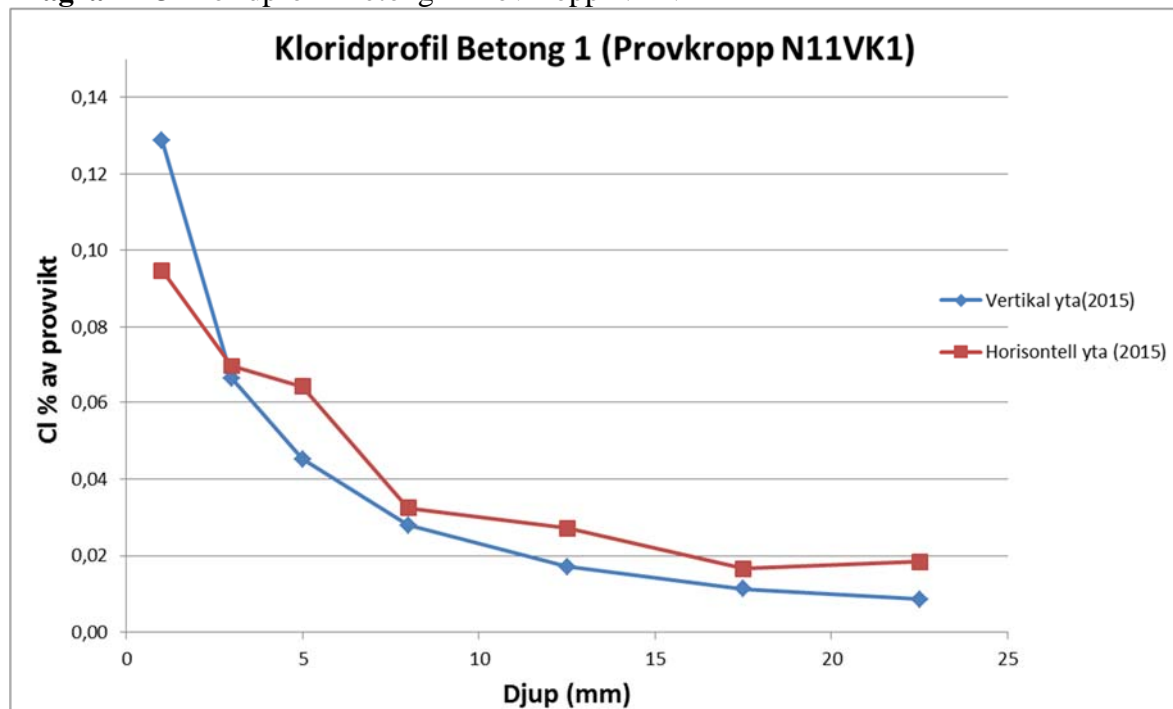
Generellt är fuktprofilerna tagna vertikalt och horisontellt på samma nivåer. För betongsammansättningarna 6 och 10 skiljer sig dock fuktnivåerna markant med lägre nivåer för prov taget vertikalt. Någon förklaring på detta har inte funnits. Detta behöver följas upp vid nästa mätillfälle.

## 5.3.4 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. Medelvärde på nivåerna är angivna nedan.

### 5.3.4.1 Kloridprofil Betong 1

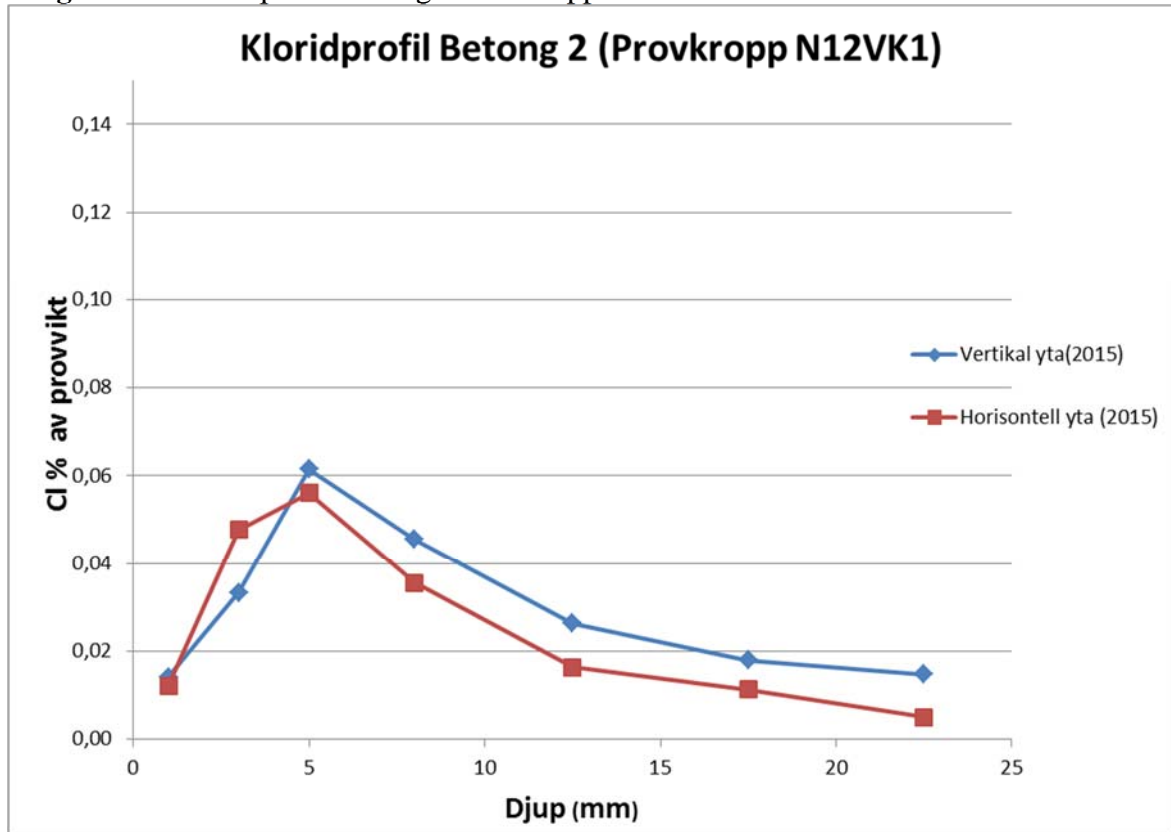
Diagram 25 Kloridprofil Betong 1 Provkropp N11VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

## 5.3.4.2 Kloridprofil Betong 2

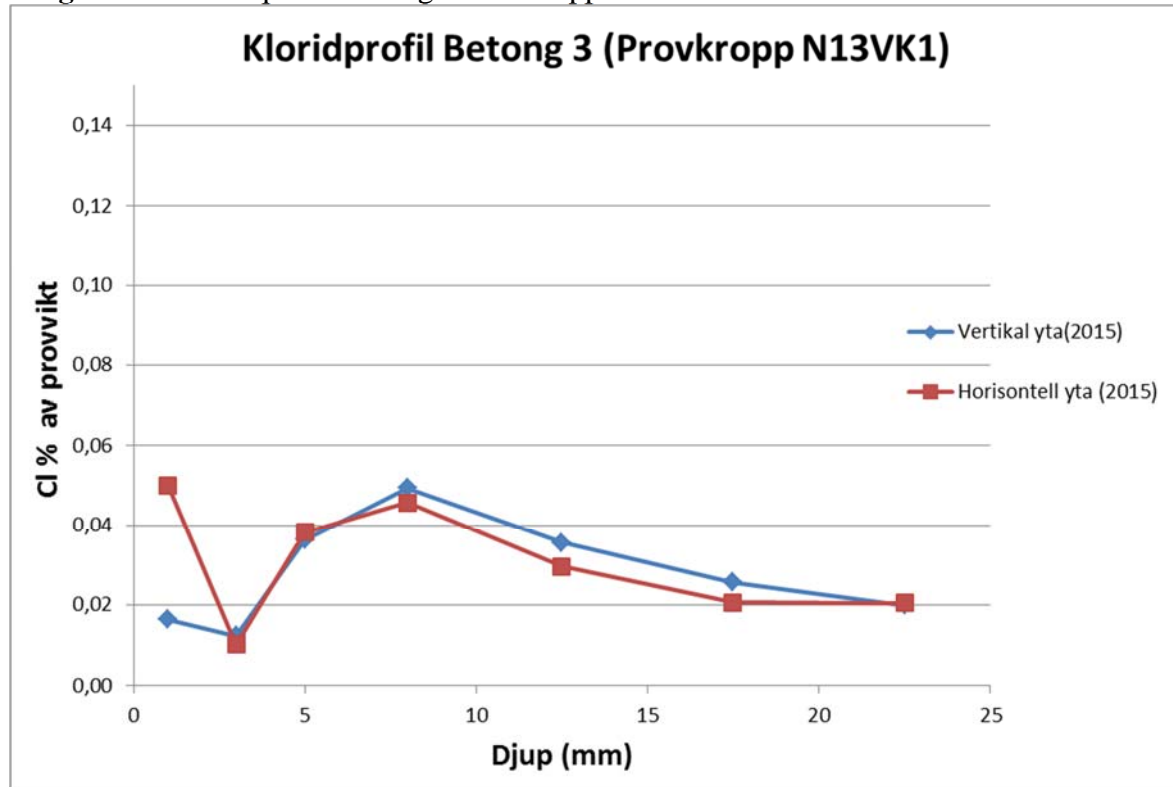
Diagram 26 Kloridprofil Betong 2 Provkropp N12VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.4.3 Kloridprofil Betong 3

Diagram 27 Kloridprofil Betong 3 Provkropp N13VK1

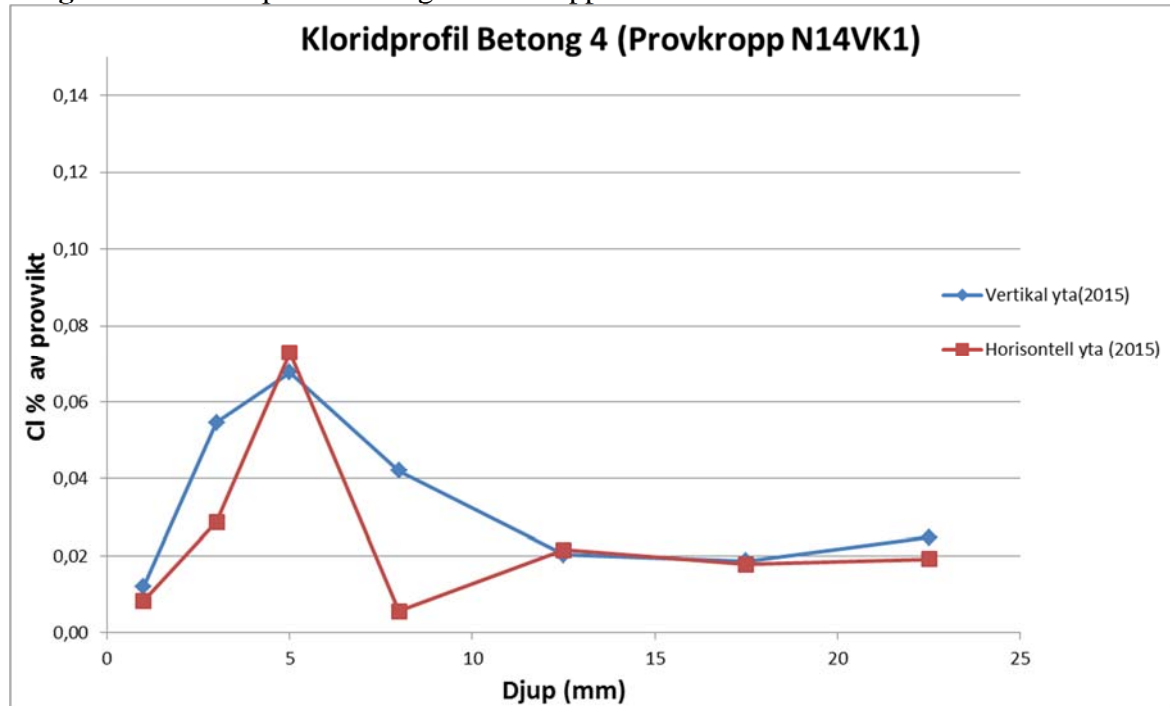


För samtliga resultat se Provningsrapport A.



## 5.3.4.4 Kloridprofil Betong 4

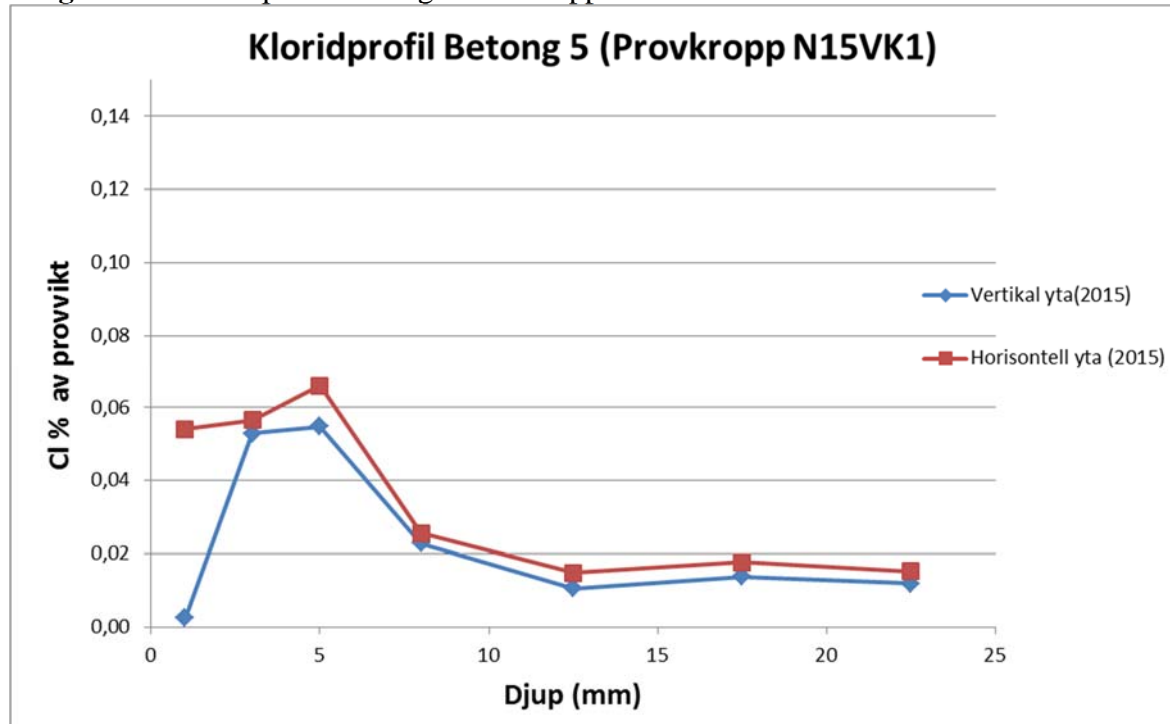
**Diagram 28** Kloridprofil Betong 4 Provkropp N14VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

### 5.3.4.5 Kloridprofil Betong 5

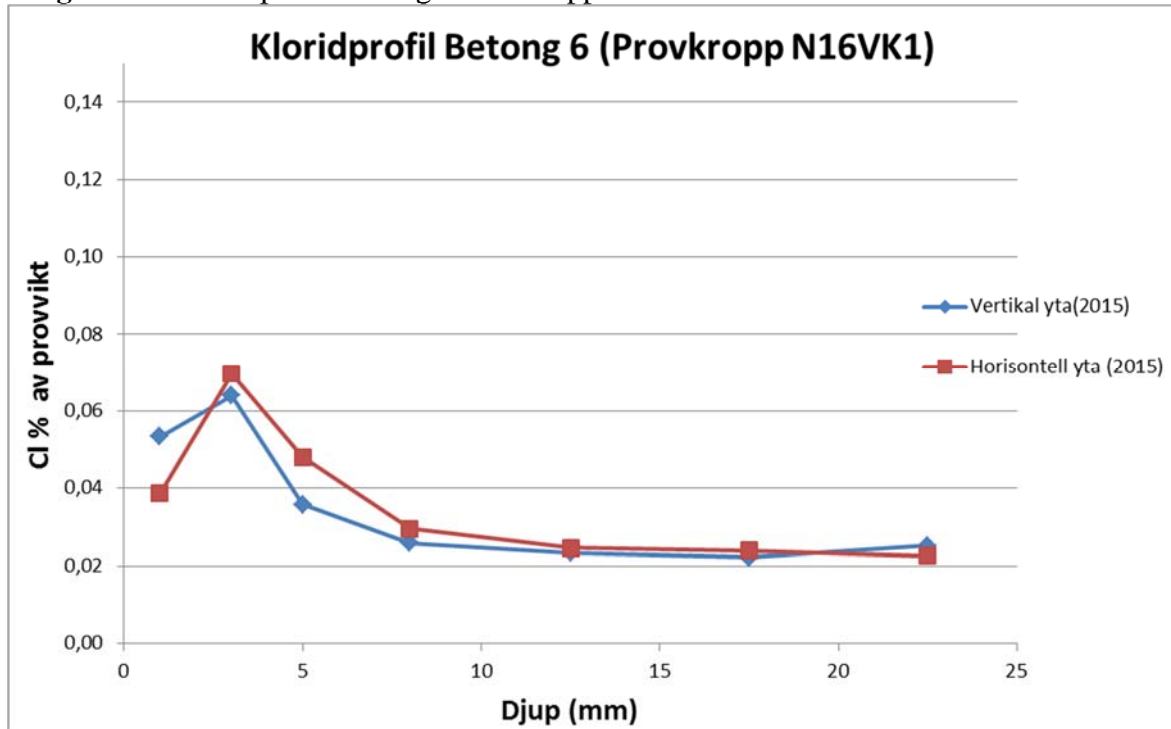
Diagram 29 Kloridprofil Betong 5 Provkropp N15VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

## 5.3.4.6 Kloridprofil Betong 6

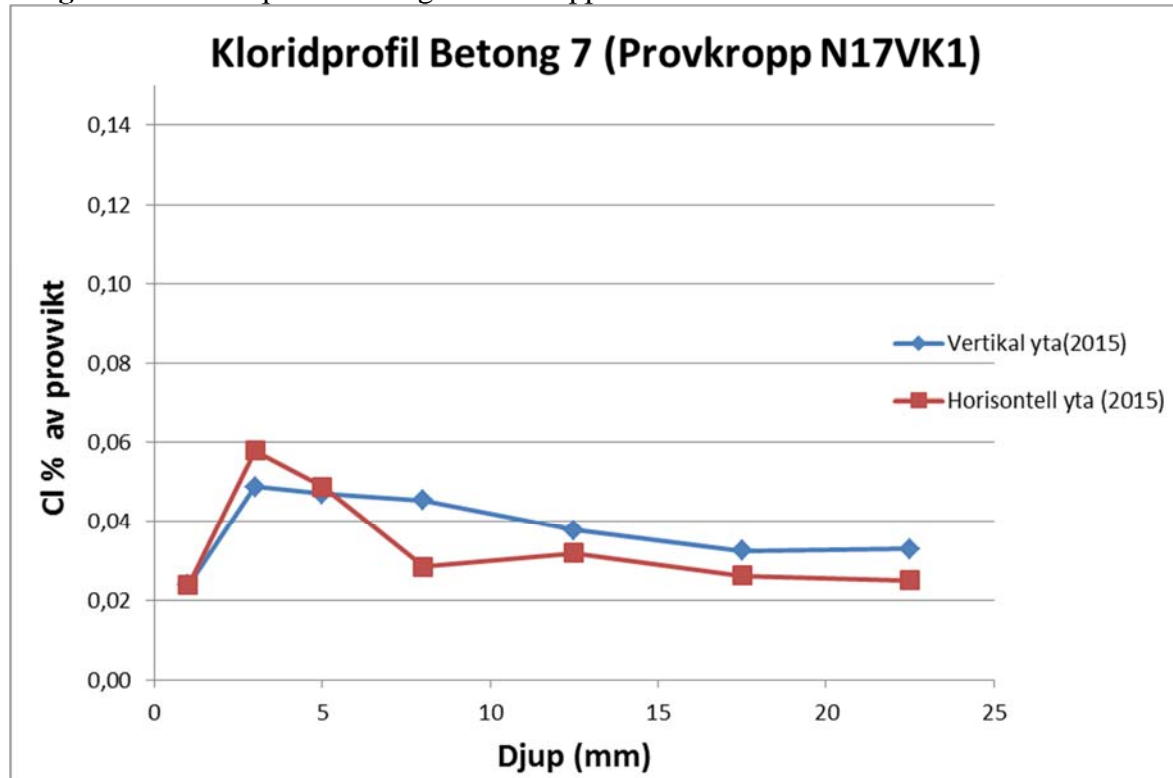
**Diagram 30** Kloridprofil Betong 6 Provkropp N16VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

## 5.3.4.7 Kloridprofil Betong 7

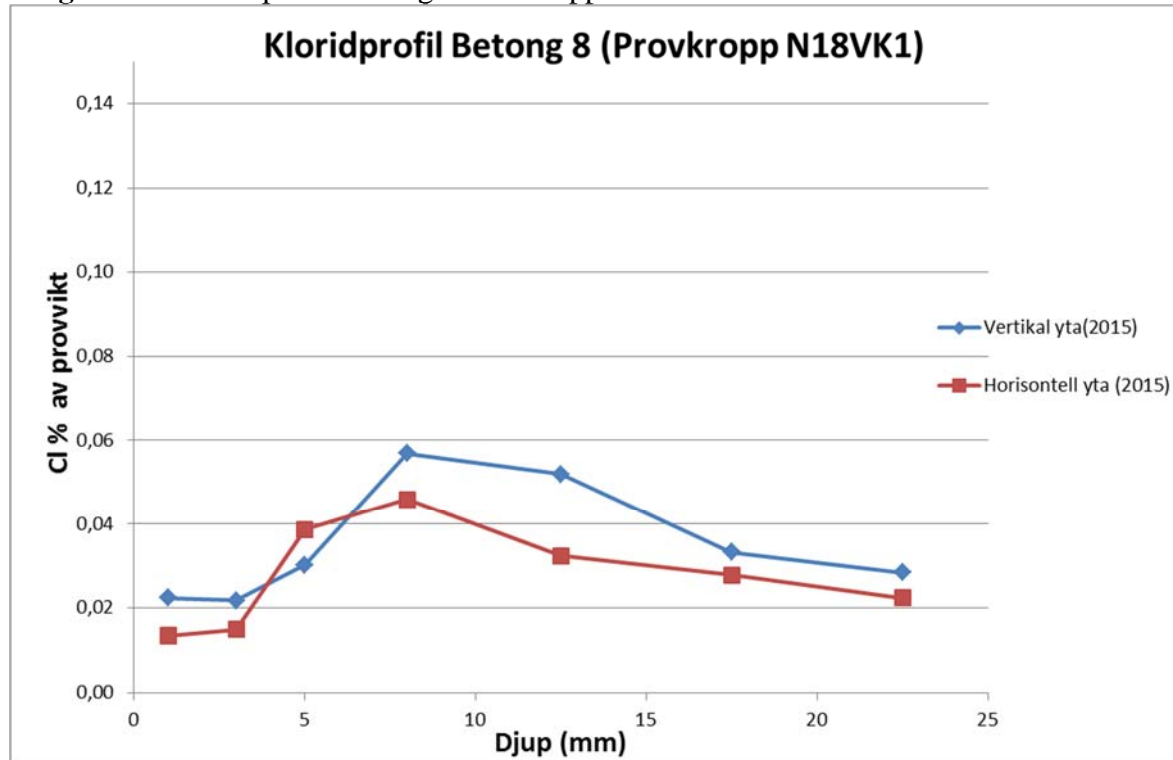
**Diagram 31** Kloridprofil Betong 7 Provkropp N17VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

## 5.3.4.8 Kloridprofil Betong 8

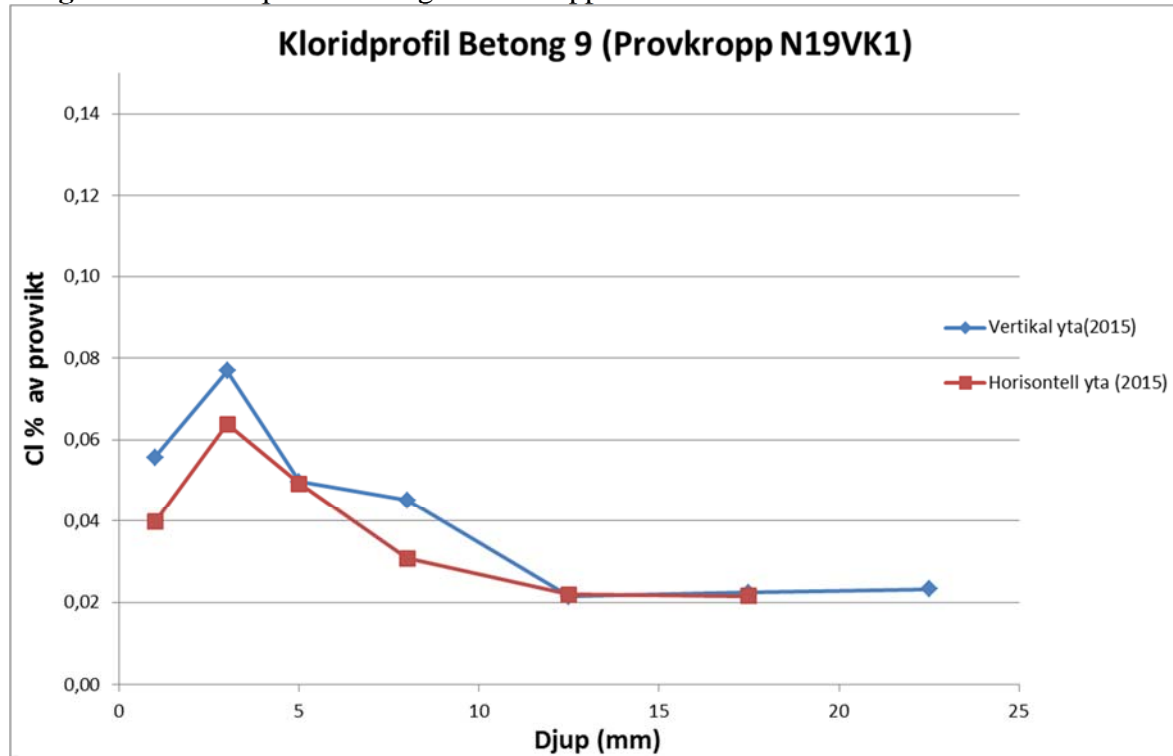
Diagram 32 Kloridprofil Betong 8 Provkropp N18VK1



För samtliga resultat se Provningsrapport A.

## 5.3.4.9 Kloridprofil Betong 9

**Diagram 33** Kloridprofil Betong 9 Provkropp N19VK1

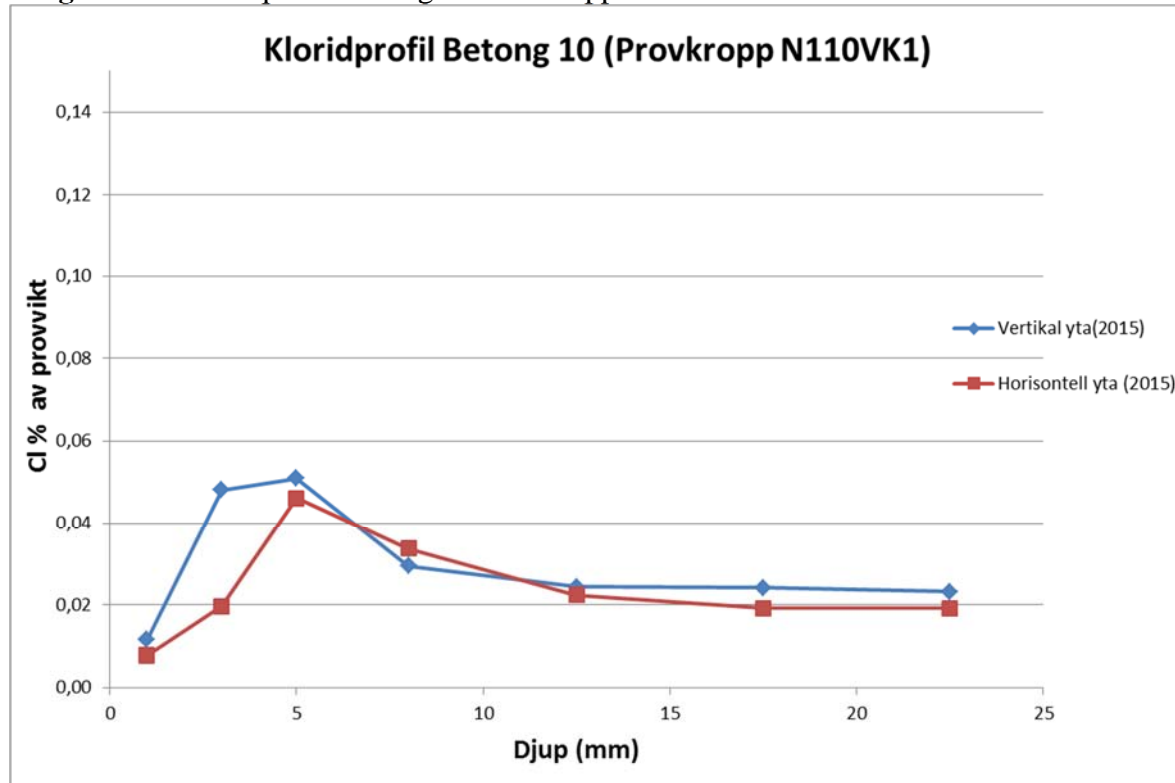


För samtliga resultat se Provningsrapport A.



## 5.3.4.10 Kloridprofil Betong 10

Diagram 34 Kloridprofil Betong 10 Provkropp N110VK1



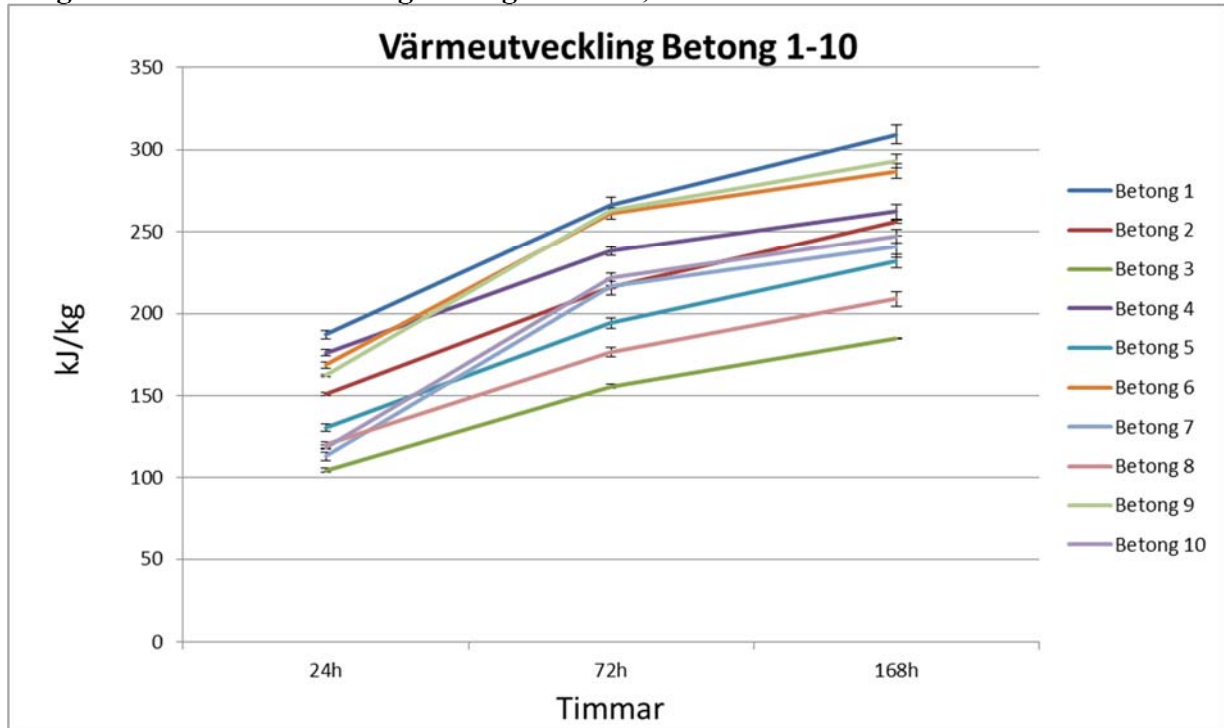
För samtliga resultat se Provningsrapport A.

## 5.3.5 Kommentarer till kloridmätningarna

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.

## 5.4 Resultat – Värmeutveckling, Omgång 3

Diagram 35 Värmeutveckling Betong 1-10 24h, 72h och 168 h



Tabell 83 Värmeutveckling Semi-adiabatisk kalorimeter. Bindemedelsmängd är summan av mängden av cement, silikastoft, flygaska och slagg.

Egenskap	Betong	Värmeutveckling <sup>1)</sup> (kJ/kg)					
		24 h		72 h		168 h	
		Medel- värde	Standard- avvikelse	Medel- värde	Standard- avvikelse	Medel- värde	Standard- avvikelse
Värme- utveckling	Betong 1	187	2,6	266	4,6	309	5,7
	Betong 2	151	3,0	216	4,6	256	6,0
	Betong 3	105	1,5	156	1,5	185	0,6
	Betong 4	176	2,0	238	2,6	262	4,6
	Betong 5	131	2,1	194	3,0	232	4,2
	Betong 6	169	2,9	261	1,7	287	2,0
	Betong 7	113	2,6	216	5,0	241	6,6
	Betong 8	120	2,0	176	3,1	209	4,5
	Betong 9	162	0,6	263	2,0	293	4,0
	Betong 10	119	1,5	222	2,6	247	4,0

1) Medelvärde av 3 delprov.

Se provningsrapport C för samtliga resultat.



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO  
Tlf: (+47 915) 02030  
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**