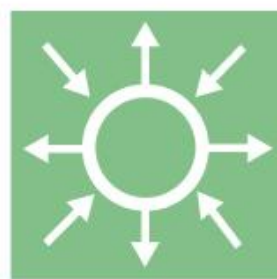
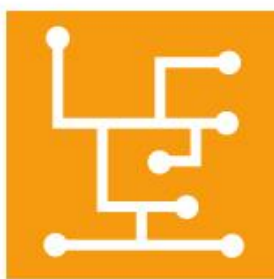


Tillståndskontroll av intags- sumpar

Kemisk analys av betong i Gideå kraftverk

Elforsk rapport 10:76



Manouchehr Hassanzadeh

Juli 2010

ELFORSK

Förord

Vattenkraftföretagen*) har via Elforsk stöttat forskning och utveckling inom det betongtekniska området sedan början av 90-talet.

Programmet är inriktat på ett kostnadseffektivt förvaltande av vattenkraftindustrins betongkonstruktioner. Syftet är att ge ett kvalificerat stöd till vattenkraftföretagen.

Målet är att ta fram verktyg, riktlinjer, utförandebeskrivningar och teknik som fyller industrins behov. Målet är också att bygga kompetens. En uttalad ambition är att samarbeta med övrig industri och landets tekniska högskolor.

Programmet administreras med hjälp av en styrgrupp med följande ledamöter:

Malte Cederström, Vattenfall AB Vattenkraft

Johanna Feldtman, E.ON Vattenkraft Sverige AB

Martin Hansson, Statkraft Sverige AB

Erik Nordström, Vattenfall AB Vattenkraft

Markus Eriksson, Skellefteåkraft

Karin Persson, Fortum

Stefan Norberg, Fortum

Gunnar Sjödin, Vattenregleringsföretagen

Marcus Hautakoski, Vattenregleringsföretagen

Cristian Andersson, Elforsk AB

Stockholm augusti 2010



Cristian Andersson

Elforsk AB

*)Vattenfall AB Vattenkraft, Fortum Generation, E.ON Vattenkraft Sverige AB, Skellefteå Kraft AB, Statkraft Sverige AB, Jämtkraft AB, Sollefteåforsens AB, Karlstads Energi AB, Jönköping Energi AB deltar i treårsperioden (2007-2009) av ramprogrammet "Underhåll och förnyelse av betongkonstruktioner".

Sammanfattning

Under våren 2008 pågick tillståndsbedömning och reparation av en intags-sump i Gideå kraftverk. I samband med arbetet som utfördes av KFS, AnläggningKonstruktörer AB, togs några borrkärnor för bestämning av betongens tillstånd. Tre av borrkärnorna levererades till Vattenfall Research and Development, VRD, för kemisk analys. Syftet med den kemiska analysen var att bestämma betongens kemiska tillstånd, d.v.s. avgöra om betongen har utsatts för urlakning samt om betongens pH-värde är tillräckligt för att kunna skydda armeringen mot korrosion. De kemiska analyser som är nödvändiga för att bestämma betongens kondition är bestämning av mängden Cement, CaO, SiO₂, SO₃ och CO₂ samt betongens pH-värde. Denna rapport presenterar resultatet av de kemiska analyser som har utförts på betong från Gideå.

Resultatet visar att betongen har urlakats, men inte i sådan omfattning att den inte kan uppfylla de krav som ställs vad det gäller betongens kemiska tillstånd. Vidare har urlakningen inte sådan omfattning att den påverkar betongens mekaniska och fysikaliska egenskaper.

Summary

In the spring of 2008 lasted condition assessment and repair of an intake sump in Gideå power plant. In connection with work performed by KFS, AnläggningKonstruktörer AB, some cores were taken for condition assessment of concrete. Three of the cores were delivered to Vattenfall Research and Development, VRD, for chemical analysis. The purpose of the chemical analysis was to determine the concrete's chemical condition, i.e. determine if the concrete has been subjected to leaching and the concrete's pH is sufficient to protect the reinforcement against corrosion. The amount of the following compounds was determined in order to assess the chemical condition of the concrete, namely cement, CaO, SiO₂, SO₃ and CO₂. Furthermore, the concrete's pH was determined in order to evaluate the concrete's ability to protect the reinforcement against the corrosion. This report presents the results of the chemical tests performed on concrete from Gideå.

The results show that the concrete has been subjected leaching, but not to the extent that it can not meet the requirements regarding concrete's mechanical, physical and chemical properties.

Innehåll

1	Inledning	1
2	Visuell inspektion	2
3	Kemisk analys	5
3.1	Provningsresultat	5
3.2	Utvärdering av resultat	6
4	Slutsatser och rekommendationer	10

1 Inledning

Under våren 2008 pågick tillståndsbedömning och reparation av en intagssump i Gideå kraftverk¹. I samband med arbetet som utfördes av KFS, AnläggningKonstruktörer AB, togs några borrkärnor för bestämning av betongens tillstånd. Tre av borrkärnorna levererades till Vattenfall Research and Development, VRD, för kemisk analys. VRD skickade borrkärnorna till CEMENTA AB som utförde den kemiska analysen.

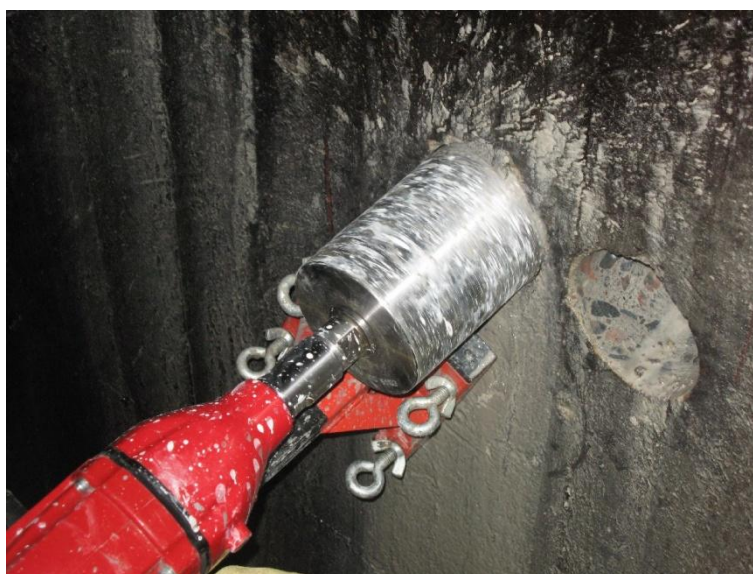
Intagssumpen byggdes 1985 med Betong STB K300 P-T. Syftet med den kemiska analysen var att bestämma betongens kemiska tillstånd, d.v.s. avgöra om betongen har utsatts för urlakning samt om betongens pH-värde är tillräckligt för att kunna skydda armeringen mot korrosion. Urlakning kan medföra att det täckande betongskiktet förlorar sin hållfasthet, täthet och alkalitet som på sikt kan leda till dålig samverkan mellan betong och armering och ökad risk för armeringskorrosion.

De kemiska analyser som är nödvändiga för att bestämma betongens kondition är bestämning av mängden Cement, CaO, SiO₂, SO₃ och CO₂ samt betongens pH-värde. Denna rapport presenterar resultatet av de kemiska analyser som har utförts på betong från Gideå. Liknande analyser har utförts på en maskinstations vägg i Porsi kraftverk [1].

¹ Gideå kraftverk ligger i närheten av Örnsköldsvik och ägs Statkraft.

2 Visuell inspektion

Ett platsbesök genomfördes 2008-03-11. Vid besöket utfördes en okulär besiktning av betongens yta. Betongens yta visade tecken på ytlig urlakning, men inga andra betongtekniska och beständighetsrelaterade skador noterades. De ytor som kunde besiktigas såg ungefär likadana ut som ytan i Figur 1. Den mätning som KFS utförde över schaktets profil visar att schaktet har eroderats mellan nivå +86 och +78 m. Medelerosionsdjupet är 8 mm, se URLAKNINGSPROFIL (Mellanvägg) i Bilaga 1.



Figur 1 Provtagning i intagssumpen vid Gideå kraftverk.

KFS överlämnade tre borrhärlor för kemisk analys, Figur 2. Borrhärlornas nummer var 3, 4 och 6. Borrhärlornas placering framgår av Bilaga 1. Borrhärla 6 var från det eroderade området.

Armeringens kondition var mycket god. I Figur 3 visas den armering som fanns i borrhärla 3.



(Borrkärna 3)



(Borrkärna 4)



(Borrkärna 6)

Figur 2 Borrkärnor för kemisk analys. Borrkärnornas vänstra sida är intags-
sumpens yta.

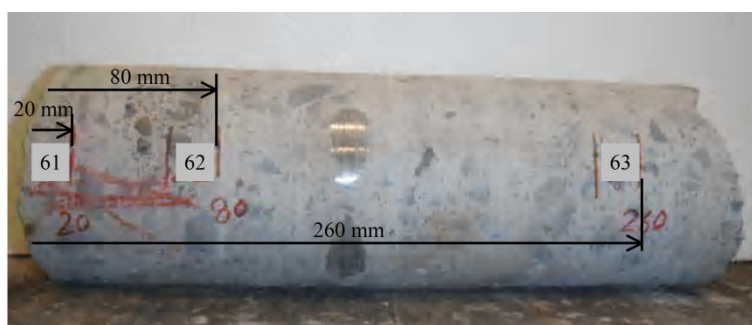


Figur 3 Armering i borrkärna 3.

3 Kemisk analys

3.1 Provningsresultat

För att bedöma urlakningens omfattning utfördes kemisk analys på provkroppar från borrhärnorna. Från varje borrhärna sågades tre stycken plattor ut för kemisk analys. Plattornas diameter respektive tjocklek var 100 respektive 20 mm. Som framgår av Figur 4 var två plattor, 61 och 62, placerade nära borrhärlets utsida, d.v.s. sumpväggs utsida, och en platta, 63, var placerad nära borrhärlets insida. Figur 4 visar borrhärna nummer 6. Plattornas avstånd till ytan framgår av figuren.



Figur 4 Placering av provkroppar (plattor) i borrhärna 6.

Plattorna skickades till CEMENTA för kemisk analys. Där maldes plattorna till pulver. Genom den kemiska analysen bestämdes betongens pH-värde samt halterna av CaO, SiO₂, CO₂, SO₃, CaO och SiO₂. Cementhalten bestämdes enbart hos borrhärna 4. Resultaten redovisas i Tabell 1 och Bilaga 2.

Tabell 1 Resultaten av kemisk analys.

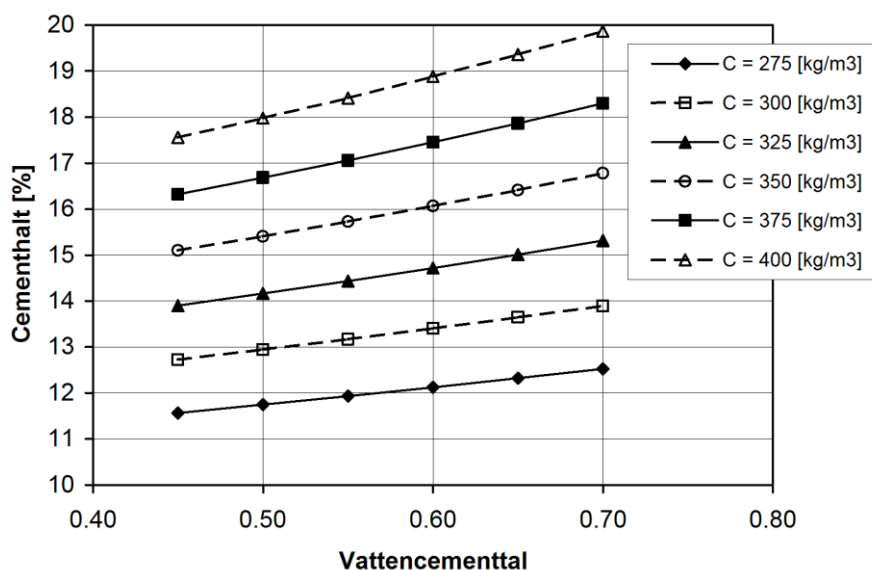
Provnum.		CO ₂ [%]	SO ₃ [%]	PH	CaO [%]	SiO ₂ [%]	Cem. [%]
3	P1	0,73	0,42	12,2	9,45	63,70	-
	P2	0,62	0,34	12,2	10,11	64,26	-
	P3	0,72	0,37	12,1	11,07	61,78	-
4	P1	0,64	0,43	12,3	9,56	62,15	17,1
	P2	0,53	0,34	12,2	8,94	63,17	14,6
	P3	0,66	0,38	12,2	9,94	60,94	15,5
6	P1	0,75	0,34	12,2	8,39	65,01	-
	P2	0,56	0,32	12,2	9,31	62,87	-
	P3	0,52	0,31	12,3	9,56	63,4	-

Betongens densitet och porositet bestämdes vid VRD:s betonglaboratorium. Resultaten finns i Bilaga 3. Parametrarna bestämdes med 6 provkroppar, d.v.s. två provkroppar från varje borrhärna. Provkropparna sågades ut från

mitten av borrhärnorna. Betongens densitet respektive porositet var 2206 kg/m^3 (19 kg/m^3) respektive $17,0 \%$ ($0,6 \%$). Värden i parenteserna är parametrarnas standardavvikelser.

3.2 Utvärdering av resultat

För att bestämma urlakningsgraden bör betongens cementmängd och cementets sammansättning vid initialskedet jämföras med desamma vid nuläget. Betongens sammansättning och cementtypen är inte kända. I Figur 5 visas betongens cementhalt som funktion av betongens vattencementtal, v_{ct} , och cementmängd. Som framgår av figuren är cementhalten känslig mot variationen av cementmängden i betong, vilken bör beaktas vid analysen av provningsresultat. Om provkroppen innehåller grova ballast, t.ex. provkroppen är liten i förhållande till stenmax eller är från områden med stenseparation, blir mängden cementpasta lägre än medelvärde vilken leder till låg cementhalt. Om provkroppen kommer från områden med större andel cementpasta, t.ex. nära formens ytor, blir cementhalten större än medelcementhalten.



Figur 5 Cementhalt (viktsprocent) i betong som funktion av betongens vattencementtal och cementmängd. Halterna är beräknade för betong med $0,02 \text{ m}^3/\text{m}^3$ lufthalt. Cementets respektive ballastens densitet antas vara 3100 kg/m^3 respektive 2650 kg/m^3 .

Enligt den tillgängliga informationen är intagssumpens betong "Betong STB K300 P-T". Betongens sammansättning är inte känd. Enligt Tabell 34,2:1 i Betonghandboken [2] är v_{ct} för en K30 betong 0,66. Motsvarande värde för K35 betong är 0,59. Med utgångspunkt från dessa vattencementtal och antagandena att betongen innehåller ca 325 kg/m^3 cement och 20 liter luft kan betongens cementhalt bestämmas med hjälp av Figur 5. Cementhalten blir mellan $14,7 \%$ för betong med v_{ct} 0,59 och $15,0 \%$ för betong med v_{ct} 0,66.

Den teoretiska densiteten blir 2209 kg/m^3 för betong med v_{ct} 0,59 och 2166 kg/m^3 för betong med v_{ct} 0,66. Som framgick ovan, se avsnitt 3.1, är betongens densitet 2206 kg/m^3 . Förmodligen är betongens v_{ct} något över 0,6.

Betongens cementhalt har bestämts genom kemisk analys för borrkärna 4. Som framgår av Tabell 1 är cementhalten störst nära ytan. Detta kan bero på ojämn partikelfördelning och bruksseparation nära formens ytor. Medelvärdet respektive standardavvikelsen av cementhalterna i Tabell 1 är 15,7 % respektive 1,3 %. Variationen av cementhalten i betongen ligger mellan 17,8 % och 13,7 % beräknad med t-fördelning för 80 % konfidensnivå.

$$C_v = C_m \pm k \cdot \sigma$$

C_v = Cementhalt [%]

C_m = Medelvärdet av cementhalt [%]

k = 1,64 t-fördelningskoefficient

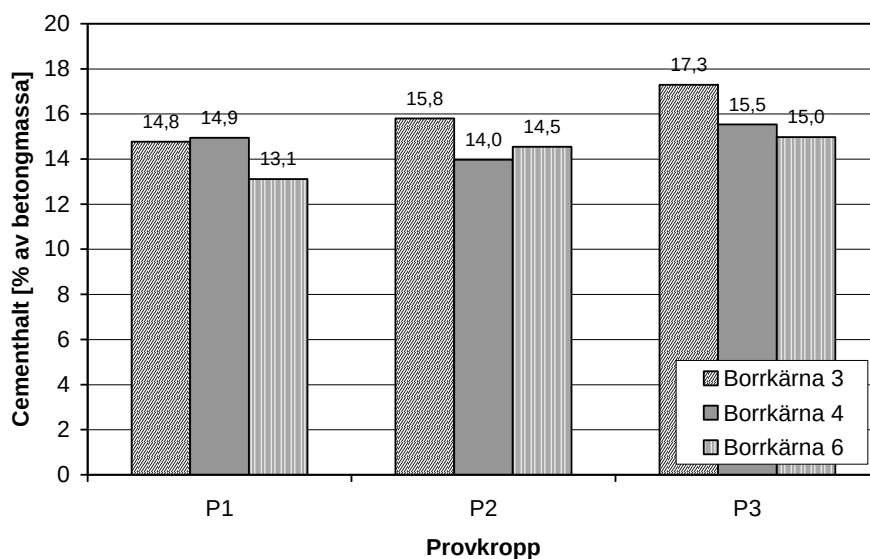
σ = Standardavvikelse [%]

Om bortses från den största cementhalten i Tabell 1 blir cementhaltens medelvärde respektive standardavvikelse 15,1 % respektive 0,6 %. Variationen av cementhalten hamnar mellan 13,8 och 16,3 %, observera $k = 1,89$ för detta fall.

Med hänsyn till de teoretiska beräkningar och mätningar antas här att betongens medelcementhalt ligger kring 15 %. Cementhalten kan variera mellan 13,7 och 17,8 %. Det är rimligt att anta att en cementhalt som är lägre än 13,7 % är en indikation på cementurlakning, speciellt om området ligger nära formens ytor.

Cementhalten har inte bestämts för samtliga provkroppar men kan uppskattas med hjälp av mängden CaO. Cementhalten beräknas genom antagandet att cement innehåller 64 % CaO. I Figur 6 visas den beräknade cementmängden. Cementhalten erhålls genom att dividera CaO-halten med $0,64^2$.

Som framgår av Figur 6 är cementhalten över 14 % i samtliga provkroppar bortsett från P1 som innehåller 13,1 % cement. Resultaten visar att det finns tecken på urlakning, men urlakningen sker på betongens yta och är en långsam inåtgående process.



Figur 6 Beräknad cementhalt i betong med hjälp av andel CaO.

² Det bör noteras att det förutsätts att betongen innehåller enbart standard portlandscement. Cementsorten är inte känd i det här fallet. Man har använt massivt cement för vissa dammkonstruktioner. Enligt Sven-Erik Johansson tillverkades massivcement i Köping från slutet av 1970-talet till slutet av 80-talet. Det bestod av 65 % masugns-slagg och 35 % Std P cement. Slaggen maldes separat och blandades med cementen i en blandningsskruv. CaO halten i slagg är ca 40 % och i cement ca 64 %. Massivcement har alltså ca 48 % CaO. Cementhalten blir i medeltal 20% istället för 15% i fallet med enbart portlandscement.

I Figur 7 visas betongens karbonatiseringsgrad. Betongens pH sjunker till ca 8 om karbonatiseringsgraden ökar till 100 %. Karbonatiseringsgraden, G_{CO_2} , beräknas med hjälp av följande ekvation:

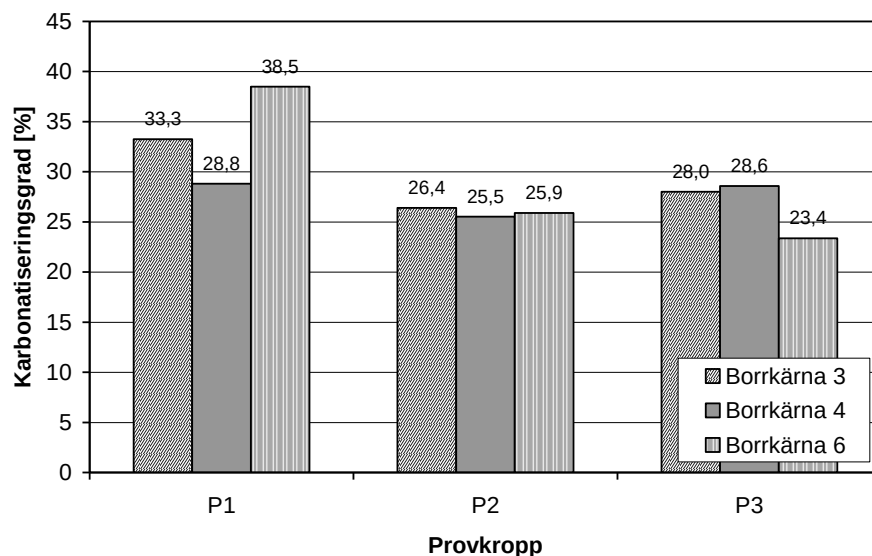
$$G_{CO_2} = \frac{m_{Ca(OH)_2}}{m_{CO_2}} \cdot \frac{M_{CO_2}}{M_{Ca(OH)_2}}$$

m = Molekylvikt, $Ca(OH)_2 = 74$, $CO_2 = 44$

M = Mängd av den kemiska föreningen (CO_2 och $Ca(OH)_2$) i betong

CO_2 :s mängd framgår av Tabell 4. $Ca(OH)_2$:s mängd antas vara 25 % av cementmängden.

Som framgår av Figur 7 karbonatiseras betongen i samtliga skikt, men karbonatiseringen är högst i det yttersta skiktet. Betongens pH-värde är ändå högt och kan fortfarande skydda armeringen mot korrosion. Anledningen till att hela betongen karbonatiseras kan vara att vattnet innehåller kolsyra.



Figur 7 Betongens karbonatiseringsgrad.

Enligt KFS mätningar är medelerosionsdjupet (urlakningsdjupet) 8 mm mellan nivå +86 och +78 m. Borrkärna 6 är borrarat inom det nämnda området uppvisar något större urlakning och karbonatiseringsgrad jämfört med de andra borrkärnorna, speciellt i det yttersta skiktet.

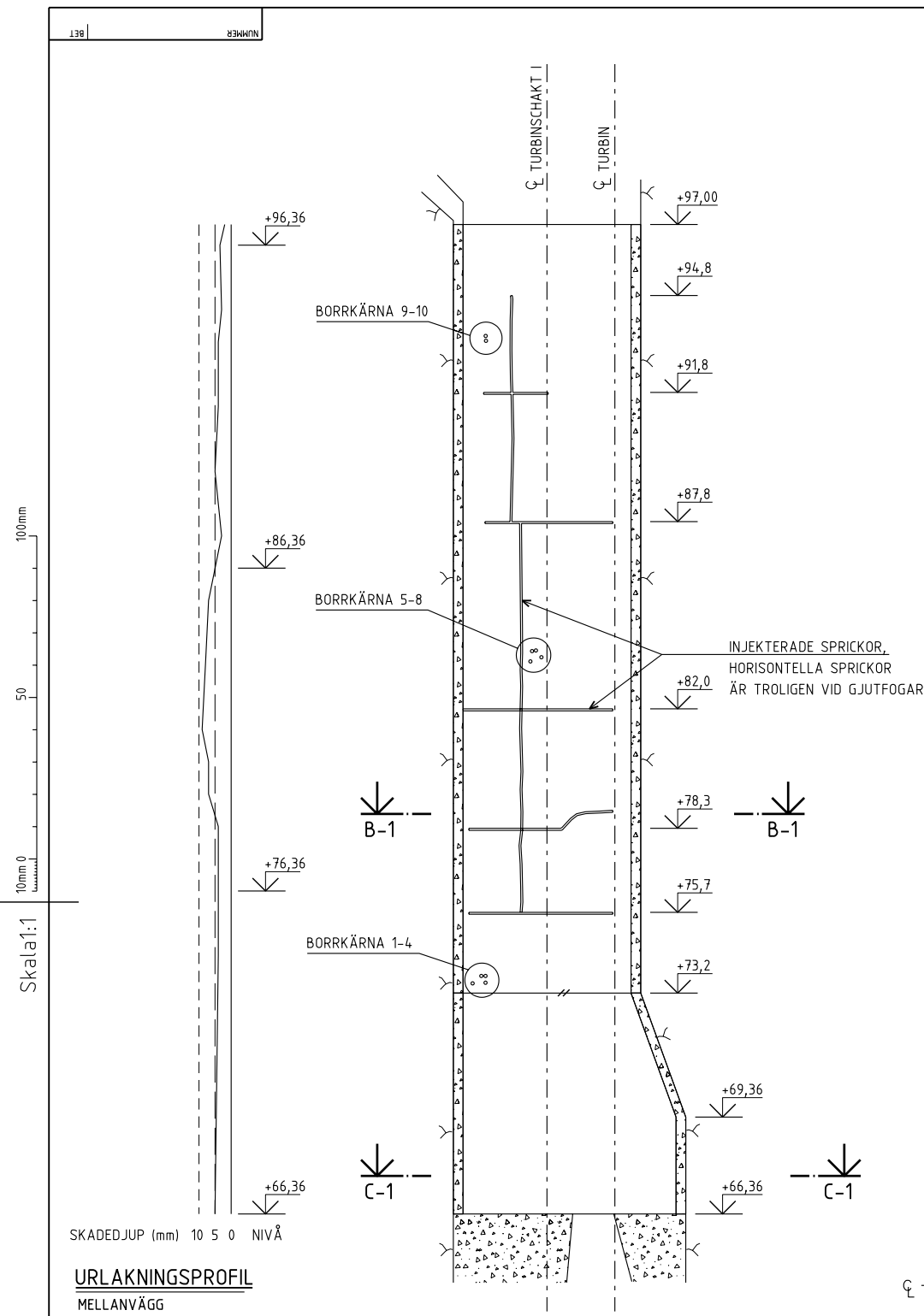
4 Slutsatser och rekommendationer

Undersökningen leder till följande slutsatser:

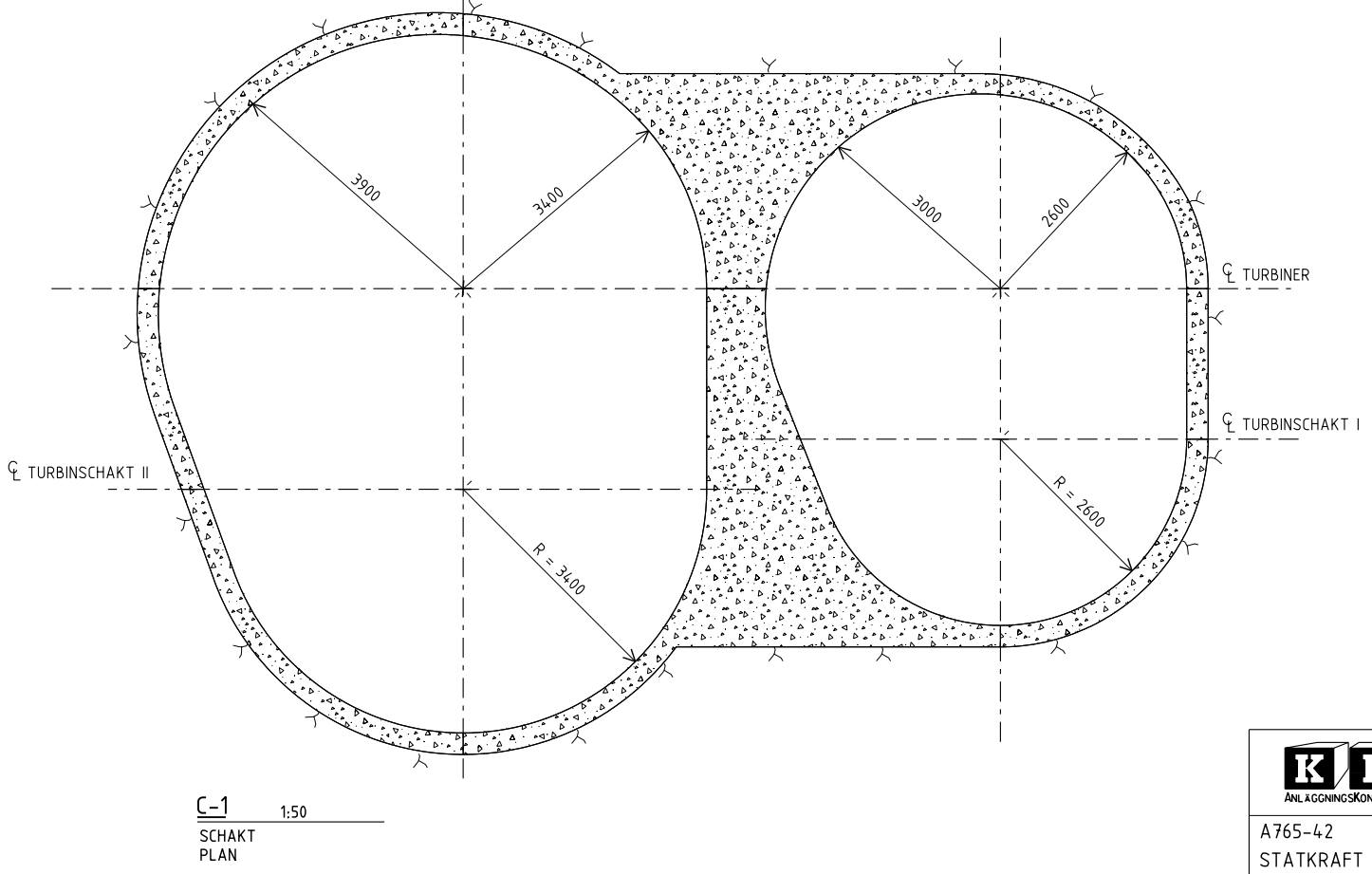
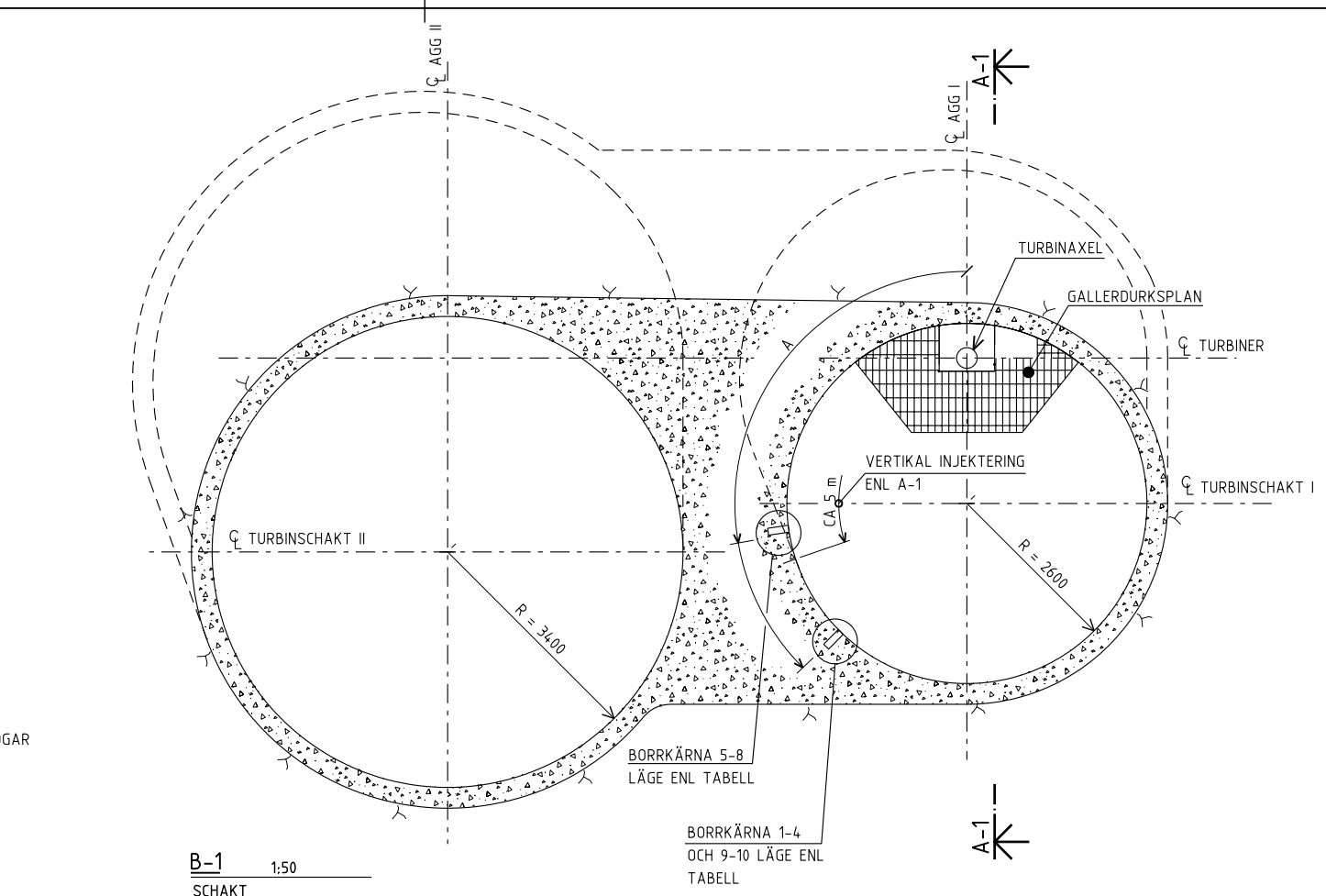
- Resultaten visar att det finns tecken på urlakning, men urlakningen sker på betongens yta och är en långsam inåtgående process.
- Betongen har karbonatiserats i samtliga skikt, men karbonatiseringen är högst i det yttersta skiktet. Betongens pH-värde är ändå högt och kan fortfarande skydda armeringen mot korrosion. Anledningen till att hela betongen karbonatiseras kan vara att vattnet innehåller kolsyra.
- Enligt mätningar är medelurlakningsdjupet 8 mm mellan nivå +86 och +78 m. Borrkärna 6 är framtagen inom detta område uppvisar något större urlakning och karbonatiseringsgrad jämfört med de andra borrkärnorna, speciellt i det yttersta skiktet.
- Betongens kemiska tillstånd är tillfredställande. Bedömningen är att betongen kan uppfylla de krav som ställs vad det gäller betongens kemiska tillstånd. Vidare visar resultaten att urlakningen inte har sådan omfattning att den kan påverka betongens mekaniska respektive fysikaliska egenskaper.

Referenser

- [1] Tillämpning av CONTECVET - Tillståndsbedömning av erosionsskador vid vattenlinjen i Porsi kraftverk, Elforsk rapport 10:75.
- [2] Betonghandbok, Material, 1994 AB Svensk Byggtjänst.



A-1 1:100
TURBINSCHAKT I
ELEVATION



FÖRKLARINGAR

A BORRKÄRNORNAS LÄGE ENLIGT TABELL. MÄTTET AVSER AVSTÅNDET LÄNGS SCHAKTVÄGGEN FRÅN CL TURBIN

/// GJUTFOG

SAMTLIGA MÄTT ÄR UNGEFÄRLIGA.

NR	NIVÅ	A (m)
1	+73,7	6,2
2	+73,7	6,4
3	+73,5	6,6
4	+73,5	6,2
5	+83,8	4,6
6	+83,8	4,4
7	+83,5	4,6
8	+83,6	4,3
9	+93,4	6,2
10	+93,6	6,2

TABELL
PLACERING AV BORRKÄRNOR

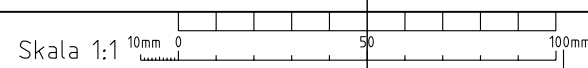
KFS
ANLÄGGNINGSKONSTRUKTÖRER AB

KFS AnläggningsKonstruktörer AB
Industrivägen 5, 171 48 Solna
Tel 08-470 05 60 Fax 08-470 05 61
E-post kfs@kfs.se

A765-42
STATKRAFT
GIDEÅ KRAFTSTATION
TILLSTÅNDSBEDÖMNING

LÄGE FÖR UTTAG AV BORRKÄRNOR

ANSVARIG MAGNUS LINDQVIST	RITAD RJ	DATUM 080331	SKALA 1:100 1:50	NUMMER BILAGA 1	REV
------------------------------	-------------	-----------------	---------------------	--------------------	-----



Vattenfall Research and Development AB
Manouchehr Hassanzadeh
Älvkarlebylaboratoriet
614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr 147071
Märkning Kemisk analys på betong - provnr 11
Uppdrag / grupp Kemisk analys på betong
Variant
Handläggare Niklas Johansson
Provtagningsdatum 2008-04-15
Provtagning Insänt av kund
Provtagare

Ankomstdatum 2008-04-14
Klardatum 2008-06-02



Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,64 %		
SO3	ER 9212	0,43 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,3		
Fysikaliska Bestämningar				
* Fukt 105°C		3,64 %		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	9,56 %		
* SiO2	CR 0401	62,15 %		
Cementhalt i betong och bruk				
Cementhalt medelvärde	CR 0602	17,1 %		

Cementhalt beräknad på ursprungligt prov med en kiselhalt på 22 %, Degerhamn Anl 1985.



ISO/IEC 17025

PROVRESULTAT

utfärdat av ackrediterat laboratorium
CEMENTA RESEARCH AB**CEMENTA**
HEIDELBERGCEMENT Group

Sid: 1 (1)

Provnr: 147072

Vattenfall Research and Development AB
Manouchehr Hassanzadeh
Älvkarlebylaboratoriet
614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr	147072		
Märkning	Kemisk analys på betong - provnr 12		
Uppdrag / grupp	Kemisk analys på betong		
Variant		Ankomstdatum	2008-04-14
Handläggare	Niklas Johansson	Klardatum	2008-06-02
Provtagningsdatum	2008-04-15		
Provtagning	Insänt av kund		
Provtagare			

Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,53 %		
SO3	ER 9212	0,34 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,2		
Fysikaliska Bestämningar				
* Fukt 105°C		2,90 %		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	8,94 %		
* SiO2	CR 0401	63,17 %		
Cementhalt i betong och bruk				
Cementhalt medelvärde	CR 0602	14,6 %		

Cementhalt beräknad på ursprungligt prov med en kiselhalt på 22 %, Degerhamn Anl 1985.

SEUT-PA-PARTITION

CEMENTA RESEARCH AB
Skeppargatan 1
P.O Box 104
SE-624 22 Slite
SwedenPhone +46 (0)498-28 11 00
Fax +46 (0)498-28 13 91
www.cementaresearch.se
info@cementaresearch.se
Postgiro 640 04 66-6
VAT no. SE556102778901Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium
i förväg skriftligen godkänt annat.

Vattenfall Research and Development AB
Manouchehr Hassanzadeh
Älvkarlebylaboratoriet
614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr	147073		
Märkning	Kemisk analys på betong - provnr 13		
Uppdrag / grupp	Kemisk analys på betong		
Variant		Ankomstdatum	2008-04-14
Handläggare	Niklas Johansson	Klardatum	2008-06-02
Provtagningsdatum	2008-04-15		
Provtagning	Insänt av kund		
Provtagare			



Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,66 %		
SO3	ER 9212	0,38 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,2		
Fysikaliska Bestämningar				
* Fukt 105°C		3,26 %		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	9,94 %		
* SiO2	CR 0401	60,94 %		
Cementhalt i betong och bruk				
Cementhalt medelvärde	CR 0602	15,5 %		

Cementhalt beräknad på ursprungligt prov med en kiselhalt på 22 %, Degerhamn Anl 1985.

SE-UT PÅ RAPPORTEN

Vattenfall Research and Development AB
 Manouchehr Hassanzadeh
 Älvkarlebylaboratoriet
 614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr	147074		
Märkning	Kemisk analys på betong - provnr 21		
Uppdrag / grupp	Kemisk analys på betong		
Variant		Ankomstdatum	2008-04-14
Handläggare	Niklas Johansson	Klardatum	2008-06-02
Provtagningsdatum	2008-04-15		
Provtagning	Insänt av kund		
Provtagare			
			
			Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,75 %		
SO3	ER 9212	0,34 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,2		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	8,39 %		
* SiO2	CR 0401	65,01 %		

SE 101 PÅ KVALITETEN

Vattenfall Research and Development AB
Manouchehr Hassanzadeh
Älvkarlebylaboratoriet
614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr	147075		
Märkning	Kemisk analys på betong - provnr 22		
Uppdrag / grupp	Kemisk analys på betong		
Variant		Ankomstdatum	2008-04-14
Handläggare	Niklas Johansson	Klardatum	2008-06-02
Provtagningsdatum	2008-04-15		
Provtagning	Insänt av kund		
Provtagare			



Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,56 %		
SO3	ER 9212	0,32 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,2		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	9,31 %		
* SiO2	CR 0401	62,87 %		

CEMENTA RESEARCH AB

Vattenfall Research and Development AB
 Manouchehr Hassanzadeh
 Älvkarlebylaboratoriet
 614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr 147076
 Märkning Kemisk analys på betong - provnr 23
 Uppdrag / grupp Kemisk analys på betong
 Variant
 Handläggare Niklas Johansson
 Provtagningsdatum 2008-04-15
 Provtagning Insänt av kund
 Provtagare

Ankomstdatum 2008-04-14

Klardatum 2008-06-02



Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,52 %		
SO3	ER 9212	0,31 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,3		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	9,58 %		
* SiO2	CR 0401	63,40 %		

Q1 1211-04, 121111111111111111

Vattenfall Research and Development AB
Manouchehr Hassanzadeh
Älvkarlebylaboratoriet
614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr 147077
Märkning Kemisk analys på betong - provnr 31
Uppdrag / grupp Kemisk analys på betong
Variant
Handläggare Niklas Johansson
Provtagningsdatum 2008-04-15
Provtagning Insänt av kund
Provtagare

Ankomstdatum 2008-04-14
Klardatum 2008-06-02



Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,73 %		
SO3	ER 9212	0,42 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,2		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	9,45 %		
* SiO2	CR 0401	63,70 %		

CEMENTA RESEARCH AB

Vattenfall Research and Development AB
 Manouchehr Hassanzadeh
 Älvkarlebylaboratoriet
 614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr 147078
 Märkning Kemisk analys på betong - provnr 32
 Uppdrag / grupp Kemisk analys på betong
 Variant
 Handläggare Niklas Johansson
 Provtagningsdatum 2008-04-15
 Provtagning Insänt av kund
 Provtagare

Ankomstdatum 2008-04-14
 Klardatum 2008-06-02



Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,62 %		
SO3	ER 9212	0,34 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,2		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	10,11 %		
* SiO2	CR 0401	64,26 %		

SE 111 02-102000-10101

Vattenfall Research and Development AB
 Manouchehr Hassanzadeh
 Älvkarlebylaboratoriet
 614 25 Älvkarleby

2008-06-02

Provnr	147079		
Märkning	Kemisk analys på betong - provnr 33		
Uppdrag / grupp	Kemisk analys på betong		
Variant		Ankomstdatum	2008-04-14
Handläggare	Niklas Johansson	Klardatum	2008-06-02
Provtagningsdatum	2008-04-15		
Provtagning	Insänt av kund		
Provtagare			
			 Namn (Niklas Johansson)

* ej ackrediterad analys

Analys	Metod	Resultat	Mätosäk. (%=rel, K=2)	Kommentar
Leco Apparatur				
CO2	ER 9212	0,72 %		
SO3	ER 9212	0,37 %		
Övrig apparatur				
* pH		12,1		
ICP-Analys				
* CaO	CR 0401	11,07 %		
* SiO2	CR 0401	61,78 %		

CEMENTA RESEARCH AB

Bilaga 3

	Vikt efter torkning	Vikt efter vakum & vattenmättnig		Porositet	Densitet
Märkning	i ugn 105°C [g]	i luft [g]	i vatten [g]	[%]	kg/m3
31	490.32	529.5	305.0	17.5	2184
32	353.87	382.0	220.5	17.4	2191
41	375.37	405.5	234.5	17.6	2195
42	358.29	384.0	223.5	16.0	2232
61	444.62	478.5	277.5	16.9	2212
62	363.94	391.5	227.5	16.8	2219
Medelvärde =				17.0	2206
Standardavvikelse =				0.6	19

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS – ELFORSK – AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30. Telefax 08-677 25 35
www.elforsk.se