

Återfyllning av kärnborrhål i betong

Erik Nordström
Patric Strand
+
Betonglab. VRD

Agenda

**Bakgrund
+
Potentiella
problem**

**Genomförda
laboratorieförsök**

Vägledning

Bakgrund

- Egenskaper i en befintlig konstruktion (byggskede, skadeutredningar, inför ombyggnad)
- Igengjutning med säckat/platsblandat bruk
- Krav oftast inte definierade (ibland exponeringsklass + liten krympning)
- Olämpliga återfyllnadsmaterial + dåligt utförande > problem!?
- Hur undvika? Vilka krav bör ställas?



Potentiella problem

- **Nedbrytning av återfyllnadsmaterialet** självt
 - Kavitet vid ytan / ökad genomsläpplighet med tiden
- Lagningsmaterialet krymper och **spalt bildas**
 - Spalt riskerar ge vattenfyllning alt. CO₂-inträngning (ev. klorider)
- Lagningsmaterialet **fyller ej ut hålet**
 - Kavitet riskerar vattenfyllas
- Kaviteter (konsekvens beror på placering)
 - Vattenväg: **Erosion och skador** i lagning + omgivande betong
 - Hål till grundläggning: Ökat **uppretryck/upplyft** under konstruktioner



Potentiella problem (forts.)

- **Frostskador**

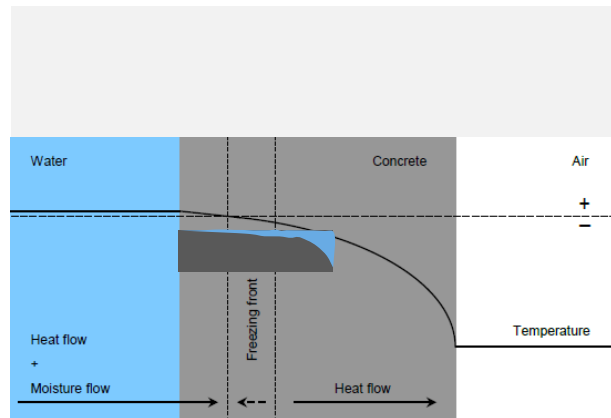
- Förhöjd fukthalt längre in i betongen + frost= skador
- Vattenfyllda kaviteter + frost= islinnsbildning

- **Armeringskorrosion**

- Kapad armering, inget täckskikt > lokal karbonatisering/förhöjd fukt

- **Otätthet / Urlakning**

- Hål korsar sprickplan eller porösa zoner= ökad vattentransport
- Ökade inläckage= oangelägenhet



Laboratorieförsök

- Horisontella + vertikala hål
- Olika typer av kommersiella bruk
 - Expanderbruk (1 st)
 - Undergjutningsbruk (1 st)
 - Reparationsbruk (3 st)
 - Grovbetong ("platsblandat") (1 st)
- Krav XF3/XC4
- Andra parametrar:
 - Cementtyp
 - Stenmax.
 - Krympvärden
 - Expansionsförmåga
 - Kravmärkning



Tabell 5.1 Grunddata för utvalda bruk

Brukstyp	Index	d _{max} (mm)	vct	Cement- typ	Lufthalt (%)	Krympning*		Expansion (%)	Krav- profil
						Värde (‰)	Tid (d)		
Expander	EXP	4	0,35	Anläggn.	3,0	1,2	231	0,5-2,5	AMA P-märkt
Reparation	REP1	12	0,35	Anläggn.	5,0-8,0	-	-	-	-
Reparation	REP2	3	0,40	Anläggn.	?	0,708	56	0,094	TRV
Reparation	REP3	1.5	-	Portland, HSR, LA	?	-	-	-	R4
Grovbetong	GRO	12	-	Portland	5,0	-	-	-	-
Undergjutning	UND	4	0,32	Anläggn.+ snabbcem.	2,0-5,0	<2	?	0-4	AMA P-märkt

* Värdet på krympning baseras på olika standards men anges ändå här som indikation

Laboratorieförsök (forts.)

- Utvärdering av:
 - färska och hårdnade egenskaper
 - spaltbildning
 - hålfyllnad
 - vattentäthet



Laboratorieförsök (forts.)

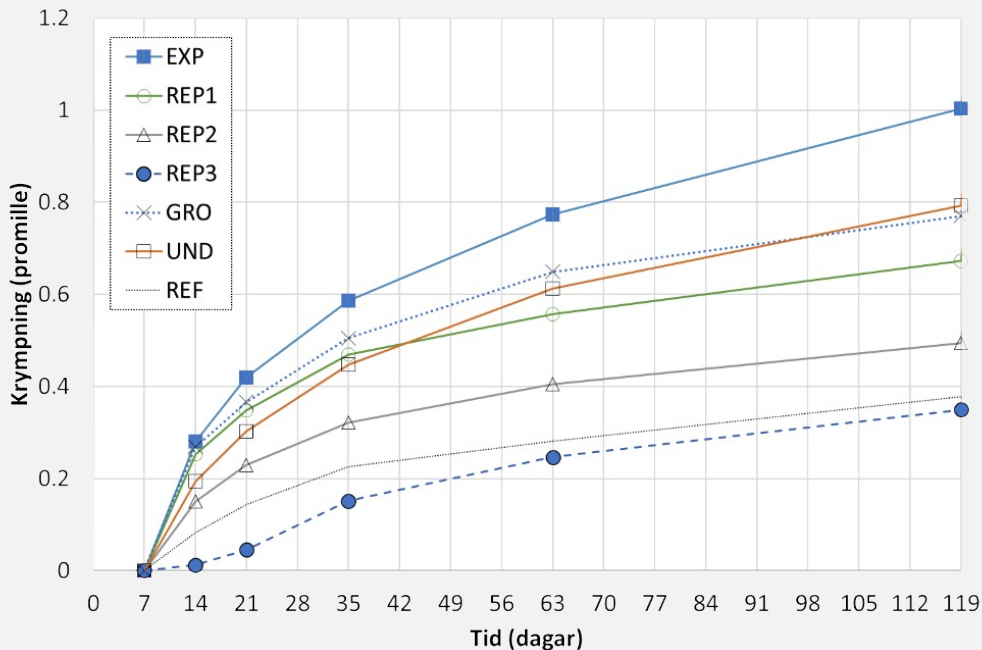
- Praktisk lämplighet

Tabell 5.4 Sammanställning av resultat från konsistenskontroll och gjutning

Bruk	Vatten-dosering (liter/säck)	Konsistens			Formtyp horisontella hål		Kommentar
		TS00 (s)	Flytsättnmätt (mm)	Sättnmätt (mm)	Planerad	Slutgiltig	
EXP	2.2	3	650	-	Tratt	Tratt	Såg OK ut. Bearbetade med tumstock 2 ggr för avluftning.
REP1	1.6	21	510	-	Delform	Tratt	Bytte form under pågående gjutning Konsistens för lös för delform. Tumstock krävdes för att fylla hålen, oklart om de blev fulla.
REP2	2.75	-	-	40	Delform	Tratt	Löst och smidigt vid bearbetning. Bytte form till tratt. Tungjobbat, krävde slev och tumstock för att fylla hålen. Svårt att få till även de vertikala hålen.
REP3	3.3	1	>900	-	Tratt	Tratt	Såg mycket bra ut. Mycket bättre än i provgjutningen.
GRO	2.7	-	-	13	Delform	Delform	Svår att bearbeta, men styvt nog att packa i borrhålen. Även vertikala hålen behövde packas.
UND	2.8	<1	>900	-	Tratt	Tratt	Skummig, ljusbrun till färgen. Buket i de vertikala hålen satte sig/blödde efter gjutningen.

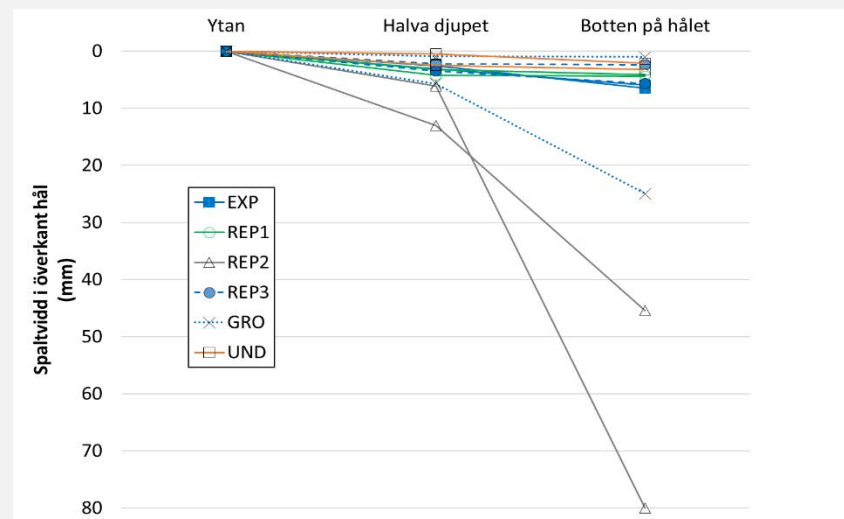
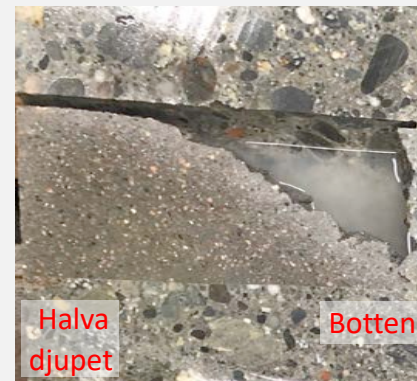
Laboratorieförsök (forts.)

- Tryck- och spräckhållfasthet: Hög!
- Krympning enl. SS 13 72 15
- Referens är vattenbyggnadsbetong (stenmax 32 mm, C= 340 kg/m³)
- Osäkert om vald mätmetoden för krympning ger rättvisande resultat för EXP och UND



Laboratorieförsök (forts.)

- Spaltbildning
 - Vertikala: $< 0,1$ mm
 - Horisontella: $0,1-0,6$ mm
- Hålfyllnad:
 - Vertikala: OK
 - Horisontella: Bristfällig långt in



Laboratorieförsök (forts.)

- Vattentäthet:
 - Samtliga bruk klarar separat provning
 - Dålig täthet för de flesta horisontella
 - Hälften nära godkänt för de vertikala



EXP (Vertikal)



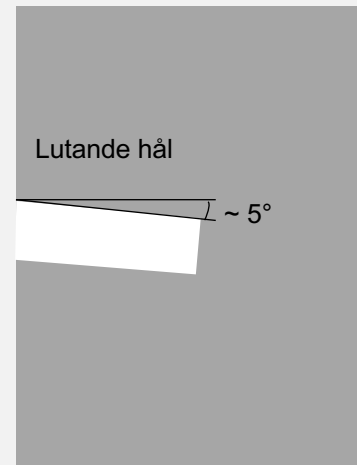
REP2 (Vertikal)

Laboratorieförsök (forts.)

- Sammanfattning:
 - God vattentäthet på bruket + bra hållutfyllnad viktigaste funktionskraven
 - Inget av bruken uppfyllde kraven fullt ut
 - Horisontella kärnor bör tas ut med en liten lutning nedåt.
 - Expanderande bruket uppvisade bäst prestanda
 - Rätt konsistens avgörande
 - Egentillverkat bruk bör undvikas
 - Stenmax hade underordnad betydelse (konsistens + expansion viktigare)

Vägleddning

- Exponeringsklass XF3/XC4 (SS 137003:2015, 2015)
- Rent vatten + Cement: CEM I eller CEM II
- Vct: ~ 0,45
- Lägsta lufthalt för frostbeständighet: 5%
- Stenmax: Korta hål (<1 m) < 1/10 av håldiametern
 Långa hål (>1 m) < 1/20 av håldiametern
- Expanderande bruk
- Flytsättmått=> 550 mm och viskositet uttryckt som T500 < 20 s enl. (SS-EN 12350-8, 2019).
- Låg krympning
- AUV-medel i bruk för undervattensgjutningar



Vägledning (forts.)

- Horisontella hål + Vertikala hål + Gjutning under vatten
- Rekommenderat förfarande:
 - Rengöring av hål och hålmynning
 - Förberedelser av borrhål
 - Förberedelser för blandning och gjutning
 - Gjutning
 - Efterbehandling och härdning

Rengöring av hål och hålmynning

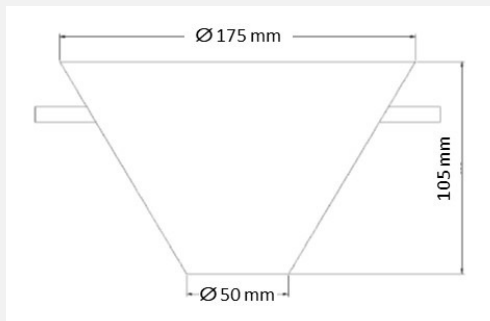
Rengöring ska genomföras direkt efter avslutad bormning och vid behov ytterligare en gång före återfyllning om tid gått mellan de två tillfällena.

1. Borrhålet rensas från botten tills klart vatten fritt från skräp, betongkax mm. tränger ut ur borrhålet.
2. Ytan runt borrhålet rengörs t.ex. med våtsug så att kontaminerat vatten inte rinner tillbaka i borrhålet. Säkerställ rengöring om ca. 1 m² runt hålet.

Förberedelser av borrhål

3. Om kärnborrhålet har gått igenom hela konstruktionen in i /ner i ev. fyllningsmaterial behöver förfyllning i botten av hålet göras. Förfyllningen görs med samma bruk som avses användas vid återfyllningen men med lägre vattentillsats för styvt bruk. Låt härda i minst 6 timmar.
4. Förvattna hålet genom att fylla hålet helt med rent vatten.
5. Försegla mynningen för att förhindra avdunstning och att ev. skräp faller ner i hålet.
6. Låt vattnet stå i 12 timmar och kontrollera därefter ev. vattenförlust.
7. Vid stor vattenförlust (vattenytan sjunker snabbt, t.ex. >1 m/tim) behöver en bedömning göras om ev. injektering med tryck ska användas istället för återfyllning med bruk.
8. Före gjutning sugs stående vatten ur hålet ca. 2-3 timmar före planerad gjutning. Om begränsade mängder vatten rinner in i hålet efter tönning förkortas tiden till tönning ca. 5-15 minuter före gjutning. Vid större inflöde av vatten behöver injektering istället övervägas alt. val av bruk för undervattensgjutning.
9. Borrhålets yttersta delar (ca. 1 m) rentorkas med luddfria trasor t.ex. fasttejpade på ett bokat ammeringsjäm eller liknande så att ytorna i hålet är yttorra utan fritt vatten. Vid kraftig nedsmutsning av trasor kan ny rengöring ev. behövas.

Fortsatta FoU-behov



Bättre underbyggda krav

- Konsistens
- Expansion
- Krympning



UV-betong

- Prestandakrav ?



Injekteringsbetong

- "Stenfyllnadsbetong"
- Lämplighet ?