



Statens vegvesen

# Bergsikringsbolter – prøvegysing med ulik mørtelkonsistens

Utført av Sintef Byggforsk for Statens vegvesen

Statens vegvesens rapporter

Nr. 96



Vegdirektoratet  
Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen  
Tunnel og betong  
Mars 2012

### Tittel

Bergsikringsbolter – prøvegysing med ulik mørtelkonsistens

### Undertittel

### Forfatter

Ola Skjølvold

### Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

### Seksjon

Sintef Byggforsk for Tunnel og betonseksjonen

### Prosjektnummer

Sintef: 3D1267 SVV:602843

### Rapportnummer

Nr. 96

### Prosjektleder

Ola Skjølvold (Sintef), Are H. Høien (SVV)

### Godkjent av

Berit Laanke

### Emneord

Bergsikringsbolter  
Gysemørtel  
Gyseforsøk

### Sammendrag

Det ble utført forsøk med både 3 og 5 m lange bolter. Halvparten av boltene var montert vertikalt og halvparten var montert med helling 20 grader fra horisontalen. Alle bolter ble gyset nedenfra. Det ble benyttet gysemørtel med ulik vanntilsetning, og gyseforløp samt inngysingsgrad ble observert.

### Title

Bolts for rock support - testgrouting with varying mortar viscosity

### Subtitle

### Author

Ola Skjølvold

### Department

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

### Section

Sintef Byggforsk for Tunnel og betonseksjonen

### Project number

Sintef: 3D1267 SVV:602843

### Report number

No. 96

### Project manager

Ola Skjølvold (Sintef), Are H. Høien (SVV)

### Approved by

Berit Laanke

### Key words

rock support bolts  
mortar grout  
test grouting

### Summary

**SINTEF Byggforsk**Postadresse:  
Postboks 4760 Sluppen  
7465 TrondheimSentralbord: 73593000  
Telefaks: 73597136byggforsk@sintef.no  
<http://www.sintef.no/Byggforsk/>  
Foretaksregister:  
NO 948007029 MVA

# Rapport

## Bergsikringsbolter – prøvegysing med ulik mørtelkonsistens

EMNEORD:  
Materialteknikk  
Bergsikringsbolter  
Gysemørtel  
Gyseforsøk**VERSJON**

1

**DATO**

2011-12-18

**FORFATTER(E)**

Ola Skjølsvold

**OPPDRAKSGIVER(E)**

Statens Vegvesen Vegdirektoratet

**OPPDRAKSGIVERS REF.**

Are Håvard Høien

**PROSJEKTNR**

3D1267

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

21+ vedlegg

**SAMMENDRAG**

Det er utført prøvegysing av to ulike typer bergsikringsbolter montert i Ø53.6 mm gjennomsiktige PVC-rør. Det ble utført forsøk med både 3 og 5 m lange bolter. Halvparten av boltene var montert vertikalt og halvparten var montert med helling 20 grader fra horisontalen. Alle bolter ble gyset nedenfra.

Det ble benyttet gysemørtel med ulik vænntilsetning, og gyseforløp samt inngysingsgrad ble observert. Det ble benyttet så tørr gysemørtel at det oppsto problemer med pumping av mørtelen ved gysing, til så flytende gysemørtel at mørtelen rant ut etter gysing.

Resultatene viser at det er liten forskjell på vænninnholdet for mørtel som er for stiv og mister flyteevnen så fort at den er risikabel ved praktisk bruk, til mørtel som er så tyntflytende at den renner ut igjen etter gysing. Rørbolten er litt mer ømfintlig overfor både stiv og flytende mørtel enn kamstålbolt med pløsthylse.

Det ble utført forsøk med vænninntrenging i PVC-røret under gysing. Det var vanskelig å styre vænninntrengingen til ønsket nivå. Resultatene viste at vænninntrengingen ikke ble stoppet av trykket i mørtelen og at det raskt dannet seg ei vænnlomme ved nippelen. Det oppsto deretter stor utvasking av gysemørtelen.

Det ble utført forsøk med ettermontering av kamstål i ferdig gyste vertikale hull. Det ble benyttet tyktflytende mørtel som var helt på grensen til det som er mulig å blande og pumpe. Kamstålet seg ut igjen sammen med mørtelen. Dette sannsynligvis at PVC-røret har litt større dimensjon enn vanlige borehull, og at friksjonen mot PVC-rørveggen er mindre enn tilfellet vil være inne i et boltehull boret med slagbormaskin i fjell.

**UTARBEIDET AV**

Ola Skjølsvold

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**

Eivind Grøv

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Berit Løancke

SIGNATUR

**RAPPORTNR**

SBF 2011 F0107

**ISBN****GRADERING**

Fortrolig

**GRADERING DENNE SIDE**

Fortrolig

# Historikk

---

<b>VERSJON</b>	<b>DATO</b>	<b>VERSJONSBEKRIVELSE</b>
0.1	2011-11-29	Utkast til oppdragsgiver
0.2	2011-12-13	Andre utkast
1	2011-12-18	Endelig utgave

---

---

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Benyttet utstyr</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Rigging</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Innledende forsøk</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Gysing med varierende vanninnhold</b> .....	<b>7</b>
5.1	Vanninnhold tilsvarende $v/c+s = 0,38$ .....	7
5.2	Vanninnhold tilsvarende $v/c+s = 0,40$ .....	8
5.3	Vanninnhold tilsvarende $v/c+s = 0,42$ .....	9
5.4	Vanninnhold tilsvarende $v/c+s = 0,43$ .....	10
<b>6</b>	<b>Vanninntrenging i boltehull</b> .....	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Kamstålbolter</b> .....	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Gyseforløp og inngysningsgrad</b> .....	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Mørtelkonsistens</b> .....	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Oppsummering</b> .....	<b>20</b>
10.1	Mørtelkonsistens.....	20
10.2	Vanninntrenging i borehullet ved gysing.....	21
10.3	Kamstålbolt.....	21

## BILAG/VEDLEGG

---

Vedlegg 1 Rescon Zinkbolt

---

Vedlegg 2 Ct-kamstålbolt med plasthylse

---

Vedlegg 3 Pc-rørbolt

---

Vedlegg 4 Sagsnitt for kamstålbolter med plasthylse etter gysing

---



## 1 Innledning

På oppdrag fra Vegdirektoratet har SINTEF utført prøvegysing av bergsikringsbolter montert i gjennomsiktige PVC-rør. Det ble etter avtale med Vegdirektoratet benyttet gysemørtel og blande-/pumpeutstyr som vanligvis benyttes til gysing i tunneler, og to typer kombinasjonsbolter som ble valgt av Vegdirektoratet. De valgte kombinasjonsboltene representerer to ulike boltekonsepter – gysbar rørbolt og gysbar kamstålbolt med plasthylse.

## 2 Benyttet utstyr

Følgende utstyr ble benyttet til forsøkene:

- Putzmeister SP 11 Beliso BBR blandemaskin og pumpe utlånt fra Skanska (Foto 1)
- Rescon Zinkbolt gysemørtel (se Vedlegg 1)
- Vik Ørsta kamstålbolter med plasthylse (Ct-bolt) i lengde 3 og 5 m (se Vedlegg 2)
- Pretec rørbolter (Pc-bolt) i lengde 3 og 5 m (se Vedlegg 3)
- 20 mm kamstål i lengde 3 m
- PN16 PVC-rør med innvendig diameter 53,6 mm (rørtykkelse 4,7 mm)



**Foto 1 Putzmeister SP11 Beliso BBR blandemaskin og pumpe**

Forsøkene ble utført av SINTEF Byggforsk ved faggruppene Betong og Geologi & Bergteknikk i perioden 2011-10-14 til 2011-11-17. Forsøkene ble gjennomført under kontrollerte forhold og ved temperaturer som ligger noe over det som er vanlig i en tunnel. Selve forsøkene med gysing av boltene ble utført innendørs i våre laboratorier ved 15-20°C, mens blandemaskin og pumpe sto utendørs. Det var fint høstvær i perioden med utetemperaturer fra 5-10°C. Delmaterialene ble oppbevart innendørs fram til blanding, og mørteltemperaturen var 16-18°C etter blanding, altså ved gysingen.

### 3 Rigging

Det ble laget batterier med 3 komplette rør med bolter i hvert batteri, se eksempel i Foto 2 og 3. Hvert batteri besto av 3 plastrør med bolt. Det ble benyttet doble 12 mm finerplater i begge ender. Øvre plate hadde hull for plastrøret kun i den ene plata slik at den andre plate fungerte som mothold mot (og tetting av) plastrøret. Nedre plate hadde hull i begge plater der det nederste hullet hadde mindre diameter enn plastrøret og fungerte som mothold mot plastrøret. Plastrøret var således spent fast mellom øvre og nedre finerplate. Nedre finerplate fungerte også som mothold mot skiva ved oppspenning av boltene. Det var noen utfordringer knyttet til å få ekspansjonshylsene til å feste seg mot den glatte innsiden av røret. Rørene ble videre avstivet med 2-3 finerplater mellom endeplatene. Det hele ble holdt fast av ei ytre ramme av 2x4" treverk. Rørene besto av glatte gjennomsiktige PVC-rør med indre diameter 53,6 mm. Dette er noe større diameter enn ordinære boltehull boret med tunnelrigg. PVC-rørene er ordinær hyllevare. Batteriene ble laget spesielt til formålet



Foto 2 Batterier for 5 m lange bolter montert på skrå (20° fra horisontalen)

### 4 Innledende forsøk

Det ble utført innledende forsøk med 6 ulike v/c+s forhold for å avgrense aktuelt område for variasjon i vanntilsetning (mørtelkonsistens). For forsøkene ble det gjort klar 6 bolter av hver type og lengde. Alle rør med bolter ble montert vertikalt, se Foto 3.



Det ble startet med et vanninnhold tilsvarende 7,25 liter per 25 kg sekk. Dette tilsvarer i følge produsenten et v/c+s forhold på 0,49. Det ble utført en serie blandinger der vanninnholdet ble redusert suksessivt ned til 5,48 liter per 25 kg sekk (tilsvarende v/c+s = 0,37). Materialsammensetning for alle blandinger er gjengitt i Tabell 1.

**Tabell 1** Materialsammensetning innledende forsøk

Blanding	1	2	3	4	5	6
Vann per 25 kg	7,25	6,96	6,36	6,07	5,77	5,48
Vann/tørrstoff	0,29	0,28	0,25	0,24	0,23	0,22
v/c+s	0,49	0,47	0,43	0,41	0,39	0,37

Det ble gjort forsøk på å måle konsistensen i henhold til NS-EN 445 (liten målesylinder), men denne metoden viste seg å være egnet kun til lettflytende mørtel som ikke er egnet til gysing av bolter. Metoden viste seg kun egnet for vanninnhold tilsvarende v/c+s > ca 0,45.



**Foto 3** Innledende forsøk, rammer med 3 m lange bolter montert vertikalt



**Tabell 2 Resultater fra innledende prøving (vertikale rør)**

v/c+s	Vann per sekk	3 m Kamstålbolt med plasthylse	3 m Rørbolt	5 m Kamstålbolt med plasthylse	5 m Rørbolt	Kommentarer
0,49	7,25	Det rant friskt etter gysing	Ikke prøvd	Ikke prøvd	Ikke gyst	EN 445: 110 mm utbredelse
0,47	6,96	Det rant friskt etter gysing	Ikke prøvd	Ikke prøvd	Ikke prøvd	EN 445: 95 mm utbredelse
0,43	6,36	Det rant friskt etter gysing	Det rant friskt fra hullet i skiva men ikke fra selve bolten	Ikke prøvd	Ikke prøvd	EN 445: 50 mm utbredelse Ikke egnet for metoden
0,41	6,07	Litt sig etter gysing, nesten perfekt	Mørtel rant ut fra hullet i skiva da slangen ble frakoblet bolten	Litt sig etter gysing, nesten perfekt	Mørtelen rant ut fra hullet i skiva	15-20 sek på å gyse 3 m
0,39	5,77	Omtrent ikke sig	Omtrent ikke sig	Ikke prøvd	Omtrent ikke sig	
0,37	5,48	Omtrent ikke sig	Omtrent ikke sig	Ikke prøvd	Stopp ved $\frac{3}{4}$ fylling	1-1,5 min på å gyse 3 m

Kommentarer vedr Blanding 0,37:

Mørtel med v/c+s 0,39 var ganske stiv og det ble en del svinn på vegger i blandekar og pumpe (det ble akkurat nok mørtel til 4 rør). Vi valgte derfor å gå opp til 5 sekker i siste blanding (v/c+s = 0,37). Litt brutal ifylling av blanderen førte til at rørvirket stoppet, og vi slet litt med å få det i gang igjen. Vi gyste 2 rør, og det ble en liten stopp (5 min) før rør nr 3. Gysingen gikk smått og etter  $\frac{3}{4}$  stoppet det opp. Gysing avsluttet. Mørtelen var for stiv i pumpekaret slik at pumpa ikke fikk mating. Vi prøvde å gjenopplive mørtelen med banking og stikking med pinne, men måtte gi opp. Det hadde gått ca 20 min fra blanding. Det viste seg etterpå at stoppen i gysingen førte til propp i slangen (gysemørtel sto i ro i slangen mens pumpa gikk, vann ble presset ut fra mørtelen og det oppsto propp).

## 5 Gysing med varierende vanninnhold

Etter de innledende forsøkene ble det i samråd med oppdragsgiver bestemt at det i det videre arbeidet skulle benyttes gysemørtel med vanninnhold tilsvarende v/c+s lik hhv 0,38, 0,40, 0,42 og 0,43.

### 5.1 Vanninnhold tilsvarende v/c+s = 0,38

Det ble utført gysing med vanninnhold tilsvarende v/c+s = 0,38 (5,63 liter per 25 kg sekk). Dette vanninnholdet viste seg å være helt på grensen til det som kunne anvendes ved laboratorieforhold. Umiddelbart etter blanding var det ingen problemer forbundet med å pumpe og gyse både lange og korte rør (vertikalt og på skrå), full inngysing ble oppnådd for 5 m lange vertikale rør. Etter ca 10 min hadde mørtelen

mistet så mye av flyten at det oppsto problemer. Inngysingen stoppet opp mens mørtelen var på veg ned i plastrøret (for stor total motstand i gyseutstyr og bolt), og det var helt umulig å få gysingen i gang igjen. Når inngysingen stoppet oppsto tilleggsproblemer med propp i pumpe­slangen. Dette gjentok seg flere ganger for flere satser og gysingen ble avsluttet uten at alle rør var prøvd.

Resultatene er gjengitt i Tabell 3.

**Tabell 3 Gysing med vanninnhold v/c+s = 0,38 (2011-10-20--21)**

Boltetype	Kamstålbolt med plasthylse				Rørbolt			
	3 m		5 m		3 m		5 m	
Posisjon	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå
Gysing	OK	OK	Stopp underveis. Ett rør OK	OK	Stopp underveis	OK	Stopp underveis. Ett rør OK	Stopp underveis. Ett rør OK
Stabilitet	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

OK (gysing) = full inngysing i hele plastøret uten problemer

OK (stabilitet) = mørtelen rant ikke ut etter avsluttet gysing

Resultatene viser at det er svært liten forskjell mellom fiasko og suksess ved bruk av så lite blandevann på grunn av hurtig mørtelkonsistenstap. Ved helt fersk mørtel var det ingen problem å gyse noen av variantene. Kort tid (ca 10 min) etter blanding hadde mørtelen mistet såpass mye flyt at det oppsto problem med de fleste varianter. Dette gjelder begge boltetyper, men rørbolten var tydelig mer ømfintlig overfor konsistenstap enn kamstålbolten med plasthylse.

Konklusjon: Mørtelen var pumpbar i 10 min. Gyseresultatet var vellykket. Etter 10 min var mørtelen vanskelig å pumpe og gyseresultatet var mislykket.

## 5.2 Vanninnhold tilsvarende v/c+s = 0,40

Andre forsøk var gysing med vanninnhold tilsvarende v/c+s = 0,40 (5,93 liter per 25 kg sekk). Dette vanninnholdet er også på grensen av hva som kan forsvares til praktiske forhold, da mørtelen hadde for kort brukstid selv ved laboratorieforsøk. Dersom gysing ble utført innen 10 min etter blanding var det ingen problem å fylle selv 5 m vertikale rør av begge typer. Etter ca 15 min etter blanding oppsto problemene. Gysingen gikk saktere, og selv om pumpa ble stoppet raskt etter at gysingen stoppet oppsto propp i hele pumpe­slangen. Resultatene er gjengitt i Tabell 4.

**Tabell 4 Gysing med vanninnhold v/c+s = 0,40 (2011-10-28)**

Boltetype	Kamstålbolt med plasthylse				Rørbolt			
	3 m		5 m		3 m		5 m	
Posisjon	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå
Gysing	OK	OK	OK	OK	OK	Stopp i ett rør	OK	OK
Stabilitet	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

OK (gysing) = full fylling av hele plastøret uten problemer

OK (stabilitet) = mørtelen rant ikke ut etter avsluttet gysing

Med helt fersk mørtel (gysing innen 10 min etter blanding) var det ingen problemer å gyse noen av variantene. Problemene oppsto når det gikk lengre tid. Det kan se ut som om rørboltene er litt mindre ømfintlige overfor konsistenstap enn kamstålboltene med plasthylse, men hovedinntrykket er at dette er mer tidsavhengig enn boltavhengig.

Konklusjon: Bedre pumpbarhet og gyseresultat enn 0,38-blanding. Mørtelens konsistenstap skaper problemer etter ca 15 min, dette er noe bedre enn for 0,38 blandingen.

### 5.3 Vanninnhold tilsvarende $v/c+s = 0,42$

Tredje forsøk var gysing med vanninnhold tilsvarende  $v/c+s = 0,42$  (6,22 liter per 25 kg sekk). Inngysing med mørtel med dette vanninnholdet forløp uten problemer. Alle rør ble gyst hurtig uten problemer med hverken pumpe eller bolter. Store deler av mørtelen rant ut igjen for 1 av 3 stk 5 m lange vertikale rørbolter. Ellers ingen tegn til at mørtel rant ut igjen. Gysingen ble utført innen 10 min etter blanding og dette er vel også (i tillegg til mer robust konsistens) en årsak til at problemer ikke oppsto.

Resultatene er gjengitt i Tabell 5.

**Tabell 5 Gysing med vanninnhold  $v/c+s = 0,42$  (2011-11-02)**

Boltetype	Kamstålbolt med plasthylse				Rørbolt			
	3 m		5 m		3 m		5 m	
Posisjon	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå
Gysing	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Stabilitet	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Det meste av mørtelen rant ut fra 1 av 3 rør	OK

OK (gysing) = full inngysing i hele plastøret uten problemer

OK (stabilitet) = mørtelen rant ikke ut etter avsluttet gysing

Konklusjon: Inngysingen forløp uten problemer og mye bedre enn for de to foregående blandingene. Det kan se ut som om dette vanninnholdet er på grensen (for tyntflytende) for rørbolten i og med at mørtelen rant ut igjen fra ett av de lengste vertikale rørene (se Foto 4).



**Foto 4** Mørtelen rant ut igjen fra plastrøret for ett 5 m langt vertikalt rør med rørbolt

#### 5.4 Vanninnhold tilsvarende $v/c+s = 0,43$

Fjerde forsøk var gysing med vanninnhold tilsvarende  $v/c+s = 0,43$  (6,375 liter per 25 kg sekk). Ved innledende forsøk ble det gyst umiddelbart etter blanding. Med  $v/c+s$  lik 0,43 ved innledende forsøk rant mørtelen ut igjen fra 3 m vertikale rør av begge boltetyper. Det ble derfor denne gang ventet 5-10 min etter blanding slik at mørtelen skulle "sette seg" litt før gysing (slik at mørtelen ikke skulle endre seg så mye i løpet av forsøket). Gysing med dette vanninnholdet var ikke noe problem. Full inngysing ble oppnådd hurtig for alle rør uten problemer med hverken pumpe eller bolter. Store deler av mørtelen rant ut igjen for 1 av 3 stk 3 m og alle 5 m lange vertikale rørbolter. For kamstålbolter med plasthylse og alle skrå bolter var det ingen lekkasjer.

Resultatene er gjengitt i Tabell 6.

**Tabell 6** Gysing med vanninnhold  $v/c+s = 0,43$  (2011-11-10)

Boltetype	Kamstålbolt med plasthylse				Rørbolt			
	3 m		5 m		3 m		5 m	
Posisjon	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå	Vertikal	20° skrå
Gysing	OK	OK	OK	OK	Mørtelen falt i plastrøret	OK	Mørtelen falt i plastrøret	OK
Stabilitet	OK	OK	OK	OK	Mørtel rant ut igjen på ett rør	OK	Mørtel rant ut igjen for alle rør	OK

OK (gysing) = full inngysing i hele plastøret uten problemer

OK (stabilitet) = mørtel rant ikke ut etter avsluttet gysing



Konklusjon: Inngysingen forløp uten problemer. Dette vanninnholdet er på grensen (for tyntflytende). Ved innledende forsøk oppsto lekkasje for 3 m lengde av begge boltetyper ved bruk av dette vanninnholdet. Det ble da gyset umiddelbart etter blanding. Ved hovedforsøkene (se ovenfor) ble det ventet noen minutter (inntil 10 min) før gysing for at mørtelen skulle "sette seg" litt. Dette er sannsynligvis årsaken til at resultatene ovenfor er bedre enn tilfellet var ved de innledende forsøkene, og at det kun oppsto lekkasje for vertikale rørbolter.



**Foto 5** Mørtelen rant ut fra alle 5 m lange vertikale rør med rørbolter (her før gysing av siste rør)



**Foto 6** Kamstålbolter med plasthylse (5 m) etter gysing med  $v/c+s = 0,43$

## 6 Vanninntrenging i boltehull

Det ble rigget til 6 stk 3 m lange bolter i rør av begge boltetyper, se Foto 7.

For alle rør ble det montert en nippel inne i røret (ca 0,4 m fra ekspansjonshylsa) med utvendig ventil. Alle rør ble montert på samme uttak, der det ble satt inn manometer for å kontrollere trykket på 2 bar. På forhånd ble det forsøkt å stille inn vanninntrengingen på 100 dråper i minuttet. Det ble gyst med v/c+s lik 0,41, et vanninnhold som erfaringsmessig ut fra disse forsøkene må betraktes som optimalt for begge boltetyper. Det var vanskelig å kontrollere vanninntrengingen på alle rørene da samtlige 12 ventiler ble påvirket ved enkeltvis justering.



**Foto 7 Rigging av 4 batterier for forsøk med vanninntrenging i plastrørene**



Gjennomføring av forsøkene:

Vi greide ikke helt å kontrollere vanninntrengingen og vannet rant delvis langs innsiden av PVC-røret. De tre første rørboltene ble gysert med for stor vanninntrenging, og det meste av gysemørtelen rant ganske raskt ut. De tre neste ble gysert med mindre vanninntrenging. Resultatet var noe bedre, idet mindre mørtel ble vasket ut umiddelbart. For alle rør falt mørtelen langs røret, sannsynligvis på grunn av fukt på rørets innside nedenfor nippelen. Dette førte til at fyllingen av rørene ikke ble fullstendig, og det oppsto hulrom som kunne fylles med vann. Det ble observert at trykket i mørtelen ikke var større enn at vannet raskt laget hulrom rundt nippelen for alle rør.

Etter 2,5 timer var det lekkasjer fra de fleste rør og mye mørtel var vasket ut. For de rør der det ikke var lekkasjer (noen rørbolter) ble det observert lommer med vann i gysemørtelen. Vannet ble avstengt og forsøket avsluttet.

**Tabell 7 Gysing med vanninnhold  $v/c+s = 0,41$  og vanninntrenging (2011-11-10)**

Boltetype	Kamstålbolt med plasthylse	Rørbolt
Lengde	3 m	
Posisjon	Vertikal	
Gysing	Mørtelen falt i rør etter å ha passert vanninntrengingen	
Stabilitet	Mørtel rant ut fra ett rør. Vannet drypper fra de andre. Rask utvasking ved lekkasje	rant ut igjen på 3 rør. Lite vannlekkasje fra de andre. Rask utvasking ved lekkasje



**Foto 8 Eksempel på PVC-rør med kamstålbolt med plasthylse etter gysing med vanninntrenging**

## 7 Kamstålbolter

Det ble utført forsøk med bolter av vanlig Ø20 mm kamstål med lengde 3 m. Det ble laget et batteri med 4 stk 3 m lange plastrør montert vertikalt. Rørene ble gysert ved å føre pumpeslangen til bunnen av røret og trekke denne ut etterhvert som røret fyltes med mørtel (se Foto 9), altså på samme måte som man ville utført arbeidsoppgaven i en reell situasjon under tunneldriving. Det ble gjort forsøk med ulike vanninnhold tilsvarende v/c+s lik hhv 0,34, 0,35 og 0,36.

**Tabell 8 Gysing og montering av kamstål (2011-11-10)**

Boltetype	Ø20 mm kamstål		
Lengde	3 m		
Posisjon	Vertikal		
Gysemørtel med v/c+s	0,34	0,35	0,36
Gysing	Mørtelen fungerte ikke i pumpe	Mørtelen måtte hjelpes i pumpe, treg gysing	Ingen problemer med pumping og gysing
Stabilitet gysemørtel	-	OK, mørtelen seg ikke ut igjen etter gysing	Tendens til at mørtel seg ut etter gysing
Stabilitet kamstål	-	Mørtel og kamstål seg ut igjen	Mørtel og kamstål seg ut igjen

Bolt og mørtel seg ut igjen både for mørtel med v/c+s lik 0,36 og 0,35, se Foto 10. For mørtel med v/c+s lik 0,35 ble boltet holdt fast i 15 min etter at det viste seg at den ikke satt fast. Det var nok til at mørtel og bolt ikke seg ut igjen.



**Foto 9 Gysing av rør før montering av kamstålbolt**





**Foto 10** Kamstål og mørtel siger ut igjen etter montering

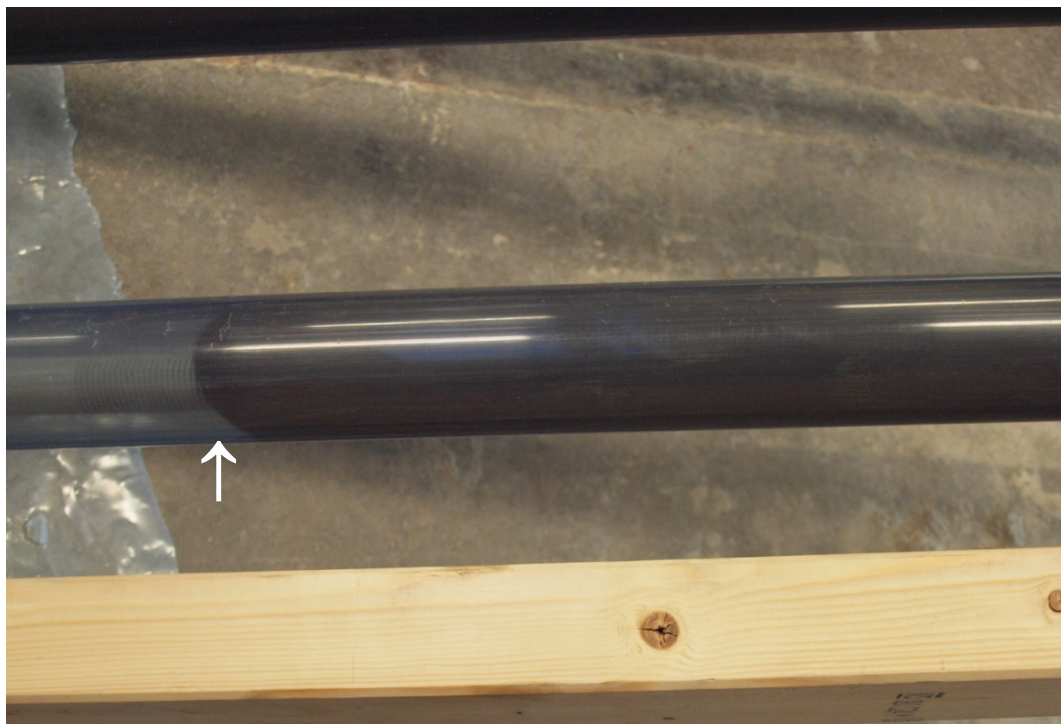
## 8 Gyseforløp og inngysningsgrad

Pumpa ble kjørt med tilnærmet maksimal hastighet og kapasitet ved alle forsøkene. Full inngysing av boltene tok fra ca 15-30 sek ved  $v/c+s$  lik 0,42-0,43 til ca 45-90 sek for  $v/c+s$  lik 0,38. Når mørtelen var for stiv (lavt vanninnhold og/eller for lang tid etter blanding) tok det lengre tid eller det stoppet helt opp.

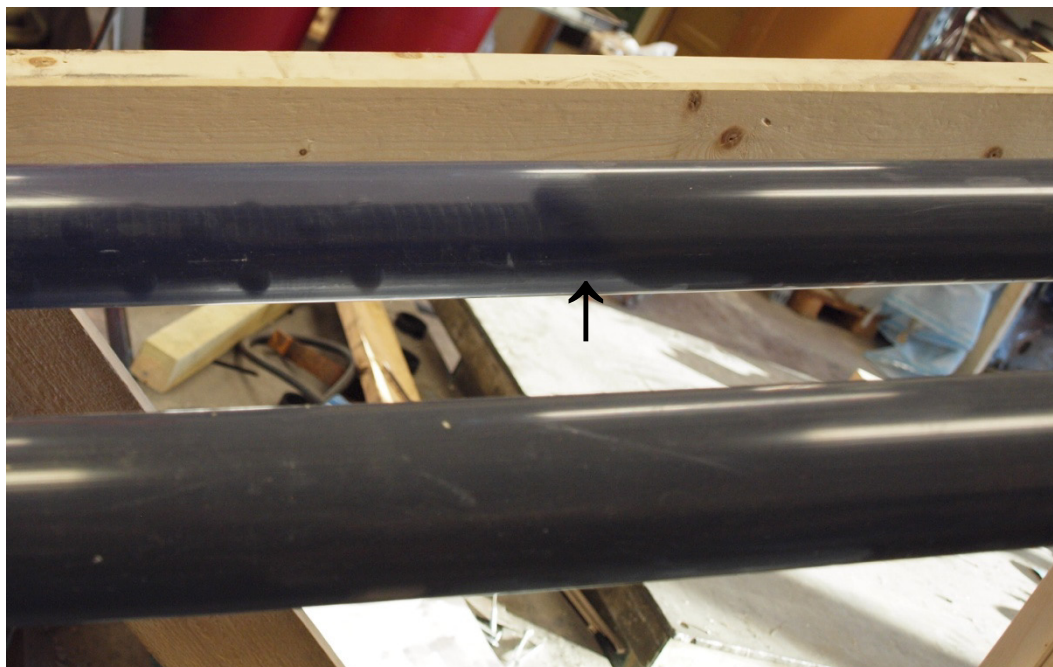
Det var ikke noen vesentlig forskjell på tida for full inngysing i hele plastrøret for de to boltetyperne ved bruk av samme mørtelkonsistens.

Gysefronten beveget seg svært jevnt og fint ned langs boltene for alle forsøk, se Foto 11-14. Dette gjelder begge boltetyper og lengder. Det ble ikke observert vesentlig forskjell på vertikale og skrå rør i så måte. Unntaket fra dette var vertikale rørbolter ved  $v/c+s$  lik 0,43 der mørtelen falt langs boltene inne i plastrøret. Årsaken til at mørtelen faller lettere for rørbolter enn for kamstålbolt med plasthylse er sannsynligvis at volumet rundt rørbolten er større enn tilfellet er for kamstålboltens plasthylse ("vortene" på plasthylsa kan også virke positivt i så måte). Det samme skjedde for øvrig ved prøving av begge boltetyper og vanninntrenging i plastrøret på grunn av fukt på innsiden av PVC-plastrøret.

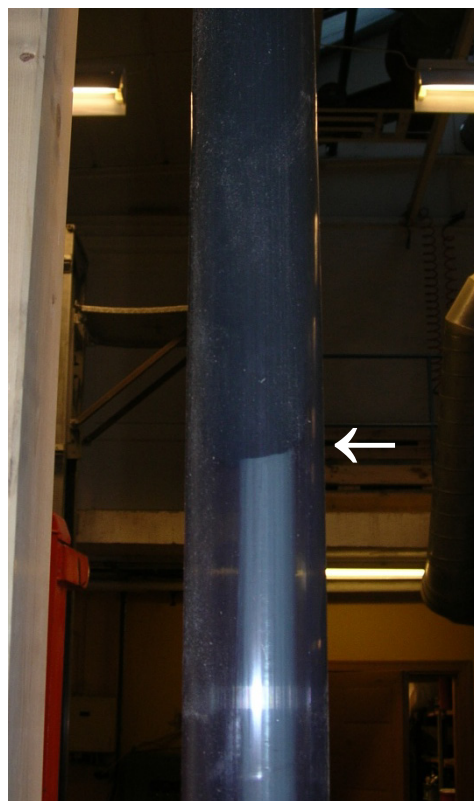
Der gysingen ikke stoppet opp på grunn av for stiv mørtel ble hele plastrøret fullstendig fylt. Dette gjelder alle lengder og varianter. Unntaket er kamstålbolter med plasthylse montert på skrå. Her var det en tendens til at det dannet seg små luftblærer mellom "vorter" og plastrøret. Disse luftblærene var ca 1 cm i tverrmål (se Foto 15).



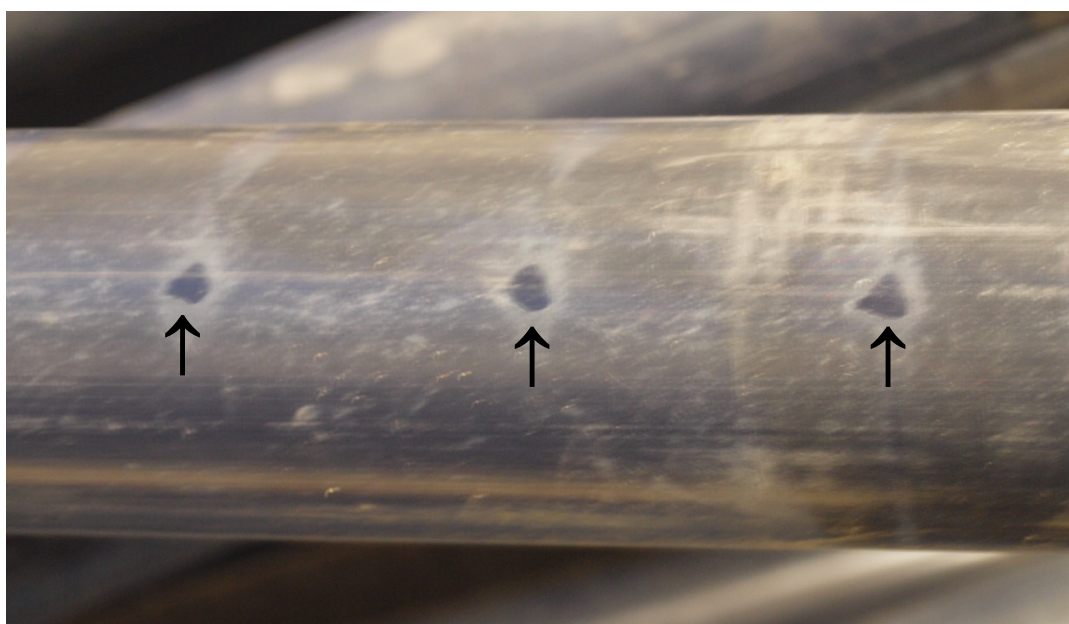
**Foto 11** Typisk gysefront ved gysing av rørbolt (v/c+s lik 0,43 montert på skrå)



**Foto 12** Typisk gysefront ved gysing av kamstålbolt med plasthylse (v/c+s lik 0,43 montert på skrå)



**Foto 13-14** Typisk gyseforløp ved gysing av vertikale rør (rørbolt til høyre og kamstålbolt med plasthylse til venstre)



**Foto 15** Luftblærer i forbindelse med "vorter" på plasthylsa for kamstålbolter med plasthylse

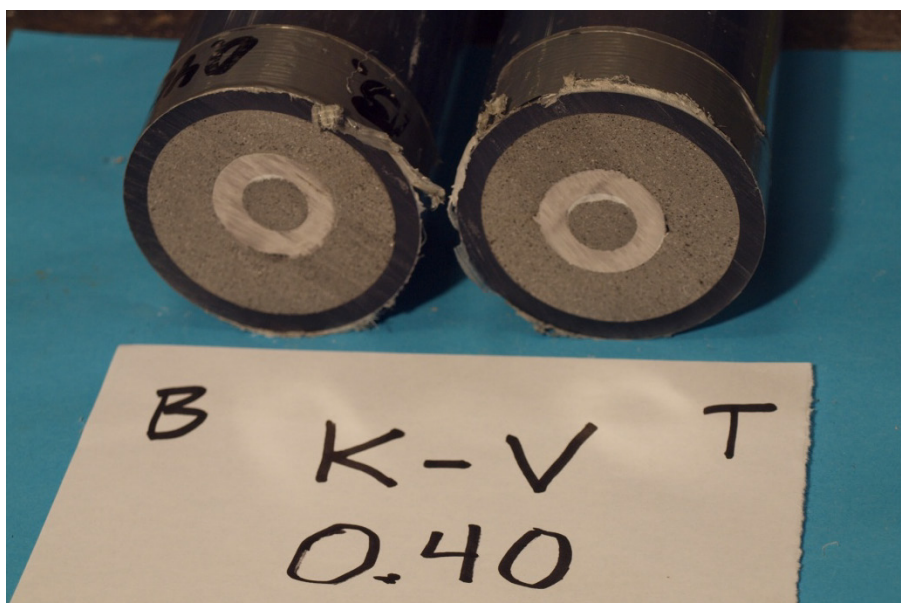


Inngyningsgraden for kamstålbolt med plasthylse ble undersøkt i ettertid ved saging av alle bolter av denne typen fra hovedforsøkene med ulik mørtelkonsistens. Rørene ble saget ca 35 cm fra ekspansjonshylsa, se Foto 16. Foto av alle serier med kamstålbolter med plasthylse etter saging er gjengitt i Vedlegg 4. Det ble også foretatt saging av utvalgte rør med rørbolter (se Foto 17).



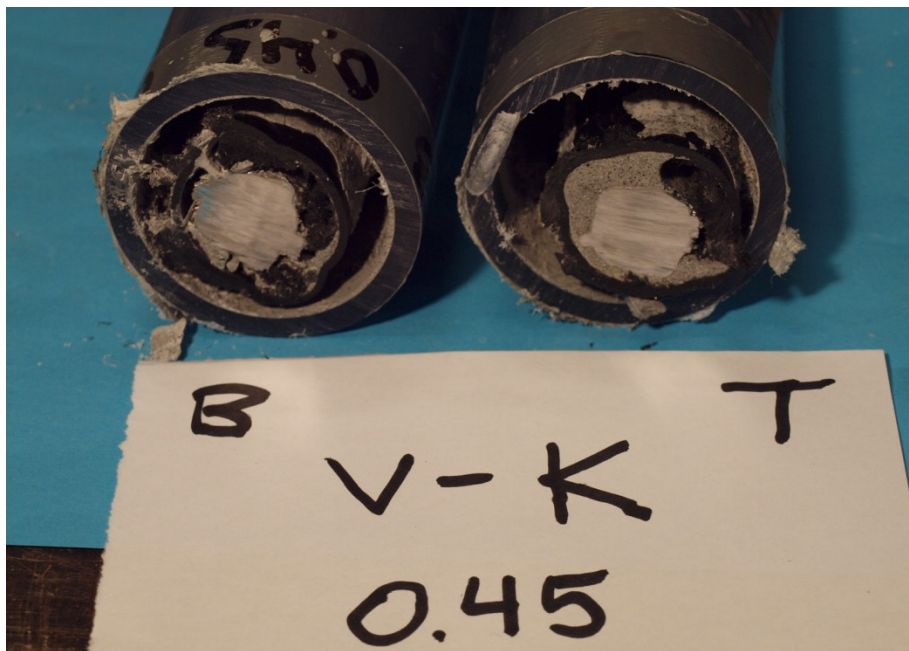
**Foto 16** Kamstålbolt med plasthylse saget ca 35 cm fra ekspansjonshylsa (5m vertikal bolt, v/c+s lik 0,38).

Bildet over og under viser vellykket og full inngysing av hhv kamstålbolt med plasthylse (Foto 16) og rørbolt (Foto 17).



**Foto 17** Rørbolt saget ca 0,5 m fra begge ender (3 m vertikal bolt, v/c+s lik 0,40)





**Foto 18** Kamstålbolt med plasthylse saget 0,5 m fra topp og bunn (3 m vertikal bolt, v/c+s lik 0,45)

Bildet over og under viser mislykket inngysing av henholdsvis kamstålbolt med plasthylse (Foto 18) og rørbolt (Foto 19).



**Foto 19** Pc-rørbolt saget 0,5 m fra topp og bunn (3 m vertikal bolt, v/c+s lik 0,43)

## 9 Mørtelkonsistens

Mørtelkonsistensen ble i ettertid bestemt på slagbord (NS-EN 1015-3) for separate blandinger utført i Hobart 6 liter laboratorieblender for 3 relevante vanntilsetninger (v/c+s lik hhv 0,38 – 0,41 og 0,44). Det ble benyttet kaldt blandevann for å holde temperaturen under 20°C. Konsistensen ble målt hhv 5 og 25 min etter blanding. Mørtelen sto i ro i blandekaret fra første til siste konsistensmåling, og den ble blandet noen sekunder før siste konsistensmåling.

**Tabell 9 Konsistens i hht NS-EN 1015-3 for relevante vanntilsetninger**

Blanding		11	12	13	Mørteltemperatur
Vann per 25 kg		5,65	6,07	6,51	-
v/c+s		0,38	0,41	0,44	-
Flytmål, mm	5 min etter blanding	162	192	226	16,5-18,5°C
	25 min etter blanding	140	165	191	18,5-19°C

Utgangspunktet for utbredelsesmålet, dvs konusens diameter, er 100 mm

## 10 Oppsummering

### 10.1 Mørtelkonsistens

Resultatene fra gysing med mørtel med forskjellig vanninnhold viser at vanninnholdet kun kan varieres innfor et meget snevert område begrenset oppad av at gysemørtelen er for tyntflytende, fester seg ikke mot PVC-rørveggen og renner ut igjen, og nedad av begrenset kapasitet for blande- og pumpeutstyr samt hurtig konsistenstap for gysemørtelen. Ved bruk av Rescon Zinkbolt er begrensningen oppad ved laboratorie-forsøkene ca 6,3 kg vann per 25 kg sekk, mens begrensningen nedad styres av hva som er praktisk mulig av hensyn til disponibel tid til gysing; hvilket ved våre forsøk ligger på vanntilsetning ca 5,7 kg vann per 25 kg sekk.

De oppgitte vanninnhold per sekk gjelder for den benyttede mørteltypen. Andre mørteltyper vil kunne gi andre grenseverdier mhp vanninnhold. Det er utført noen orienterende forsøk som knytter vanninnhold for Rescon Zinkbolt til utbredelsesmål i henhold til NS-EN 1015-3 (tabell 9).

Forsøkene omfatter 2 typer bolter; kamstålbolt med plathylse og rørbolt. Rørbolten er mer ømfintlig overfor både for stiv og for flytende gysemørtel enn kamstålbolt med plathylse. Ved bruk av for stiv mørtel vil liten åpning gjennom hele boltens lengde yte betydelig motstand, mens den begrensende faktoren for kamstålbolten med plathylse ser ut til å være liten åpning i gysemunnstykket. Gysemunnstykket er en kortere flaskehals enn hele rørbolten. Rørbolten er også mer ømfintlig overfor utrenning fra hullet rundt bolten (PVC-røret) etter gysing fordi det er større volum rundt rørbolten enn det er rundt kamstålboltens plathylse.

I praksis kan variasjonsområdet for egnet vanninnhold være større enn ved de utførte forsøkene på grunn av at vanlige borehull er noe mindre i diameter enn det benyttede PVC-røret og det er større friksjon langs borehullveggen i fjellet. Vi anser likevel rørbolten for å være mer ømfintlig overfor både stiv og flytende mørtel enn tilfellet er for kamstålbolt med plathylse.

## 10.2 Vanninntrenging i borehullet ved gysing

Det var vanskelig å styre vanninntrengingen til ønsket nivå. Forsøkene med vanninntrenging ca 40 cm fra ekspansjonshylsa var derfor bare delvis vellykket. Resultatene viste at vanninntrengingen ikke ble stoppet av trykket i mørtelen og at det raskt dannet seg ei vannlomme ved nippelen. Det oppsto deretter stor utvasking av gysemørtelen.

## 10.3 Kamstålbolt

Forsøkene med ettermontering av kamstål i ferdig gyste vertikale hull viste at ettermonteringen av bolter bare var delvis vellykket. Det ble benyttet tyktflytende mørtel som var helt på grensen til det som er mulig å blande og pumpe. Allikevel seg mørtelen ut av hullet etter at hullet var fylt med mørtel. Kamstål ble presset inn, men seg ut igjen sammen med mørtelen. At resultatet ble dårligere enn det som vanligvis oppnås i praksis skyldes sannsynligvis at PVC-røret har litt større dimensjon enn vanlige borehull i praksis, og at friksjonen mot PVC-rørveggen er mindre enn tilfellet vil være inne i et boltehull boret med slagbormaskin i fjell.



# **Vedlegg 1**

## **Zinkbolt gysemørtel**



# Zinkbolt

01.09

Mørtel for innstøping av varmforsinkede bolter

## PRODUKTBESKRIVELSE

Zinkbolt er en tixotrop, sementbasert, setningsfri mørtel som ekspanderer 1 – 3 % før avbinding. Zinkbolt er sammensatt av Portland-sement, tilslag med D<sub>max</sub> 0,5 mm, ekspanderende, plastiserende og stabiliserende stoffer.

## BRUKSOMRÅDE

Zinkbolt er utviklet for innstøping av varmforsinkede bolter. Zinkbolt kan brukes til innstøping av fullt innstøpte, ikke forspente bolter og kombinasjonsbolter. De ulike boltetyperne er nærmere beskrevet i "Håndbok i Fjellbolting", april 1994.

Mørtelen skal kun tilsettes vann. Den ekspanderende komponenten gjør at massen ekspanderer 1 – 3 % i fersk tilstand.

Dette sikrer at Zinkbolt fyller godt ut det hulrom mørtelen fylles i, og slutter godt rundt boltene.

Massen må være plassert senest 45 minutter etter blanding. Dette for å få full utnyttelse av ekspansjonen.

## BRUKSANVISNING

Zinkbolt blandes i egnet blande- og pumpestyr som kan være både man- og stempelpumper.

Det er viktig at det ikke blir brukt mer vann enn nødvendig for å plassere mørtelen på en sikker måte.

Konsistensen skal være kremaktig.

Husk: Jo mer vann man bruker, jo lavere blir fastheten.

Dessuten vil for mye vann gi fare for sig i massen. Dette kan føre til dårlig innstøping av botten.

Zinkbolt skal benyttes ved temperaturer over +5°C.

## VERNETILTAK

For helse-, miljø- og sikkerhetsinformasjon - se eget HMS-datablad. HMS-databladene finnes på [www.resconmapei.com](http://www.resconmapei.com).

## MERK

De tekniske anbefalinger og detaljer som fremkommer i denne produktbeskrivelse representerer vår nåværende kunnskap og erfaring om produktene.

All ovenstående informasjon må likevel betraktes som retningsgivende og gjenstand for vurdering.

Enhver som benytter produktet må på forhånd forsikre seg om at produktet er egnet for tilfallet anvendelse. Brukeren står selv ansvarlig dersom produktet blir benyttet til andre formål enn anbefalt eller ved feilaktig utførelse.

Alle leveranser fra Rescon Mapei AS skjer i henhold til de til enhver tid gjeldende salgs- og leveringsbetingelser, som anses akseptert ved bestilling.

N. B! BØR UTFØRES AV FAGFOLK

TEKNISKE SPESIFIKASJONER		
Trykkfæstheter MPa:		
Døgn	w/ø°C	w/20°C
1	15,0	24,0
2	22,0	31,0
3	30,0	37,0
7	41,0	46,0
14	46,0	56,0
28	52,0	60,0
Påvingen er foretatt på 40 x 40 x 160 mm prismer. Benyttet vannmengde: 6,6 liter pr. sekk á 25 kg.		
Zinkbolt er testet m.b.p. permeabilitet i overgangssonen mørtel-varmforsinket bolt i henhold til beskrivelser i NS 3420 og G/D/S 7031, og den er testet m.b.p. forankringskapslet for 18,5 mm varmforsinket kamstålsbolter innstøpt i Zinkbolt med verdi på 102,7 kN. Forsøkene er utført ved Sinter PCB. Påvingsresultatene oversendes ved forespørsel.		
Materialeforbruk:	1,6 kg gammemørtel pr. liter ferdig masse ved et vannforbruk på 6,6 lit. pr. 25 kg mørtel	
Emballasje:	Zinkbolt leveres i 25 kg sekker.	
Lagring:	Må lagres tørt. Er i uåpnede sekker holdbar i minst 12 måneder.	

Produsent:  
Rescon Mapei AS  
Vallsvegen 6, 2120 Sagstua, Norway  
Tlf: +47 62 97 20 00 Fax: +47 62 97 20 99  
post@resconmapei.no  
[www.resconmapei.com](http://www.resconmapei.com)

Rescon Mapei AS  
et selskap i



## **Vedlegg 2**

# **Ct-kamstålbolt med plasthylse**

•••••  
**VIK**Ørsta

a SAFEROAD company



## The advantages of the CT-Bolt™

Combines the benefits of immediate point anchor support and a post groutable fixture.

The polyethylene sleeve seals the bolt against corrosion when grouted.

Long term support for fully mechanised or hand installation.

**Vik Ørsta AS**

Postboks 194 N-6150 ØRSTA  
Tel +47 7004 7000 Fax +47 7004 7004

[www.ct-bolt.com](http://www.ct-bolt.com)

[www.vikorsta.no](http://www.vikorsta.no)



# **Vedlegg 3**

## **Pc-rørbolt**

# OPPGRADERING

## Pc-Bolt™



**Dette er nytt:**

- Stærisk skive
- Sentreringsring
- Ekspansjonshylse
- Kompakt halvkule
- Ny gysekobling

Fra tidligere er Pc-Bolt godkjent av Statens Vegvesen.  
Nå er den også godkjent av Jernbaneverket.  
I tillegg til 2,4-3-4-5 meters lengder legger vi  
også 6 meter til lager



Let's connect

**Pretec AS**

Postadresse: Postboks 102, N-1740 Borgenhaugen

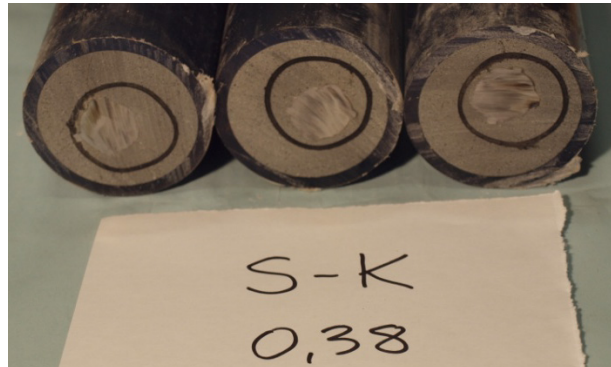
Forretningsadresse: Jellestadveien 35, N-1739 Borgenhaugen (Sarpsborg)

Telefon: (+47) 69 10 24 60 – Telefaks: (+47) 69 16 71 41 – E-mail: [post@pretec.no](mailto:post@pretec.no) – Web: [www.pretec.no](http://www.pretec.no)

**Vedlegg 4**  
**Ferdig gyste kamstålbolter med plasthylse**  
**etter saging**



3 m vertikal v/c+s lik 0,38



3 m skrå v/c+s lik 0,38



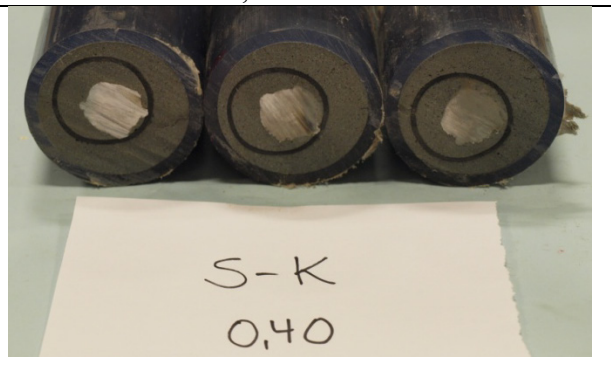
5 m vertikal v/c+s lik 0,38



5 m skrå v/c+s lik 0,38



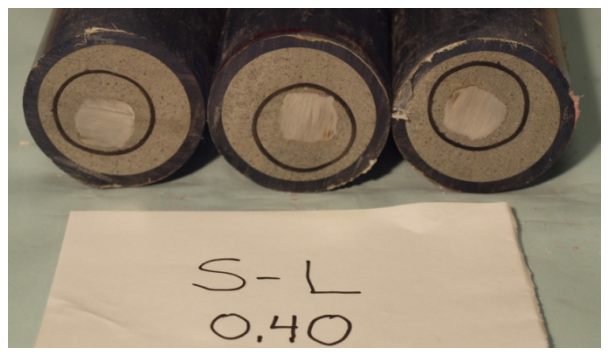
3 m vertikal v/c+s lik 0,40



3 m skrå v/c+s lik 0,40

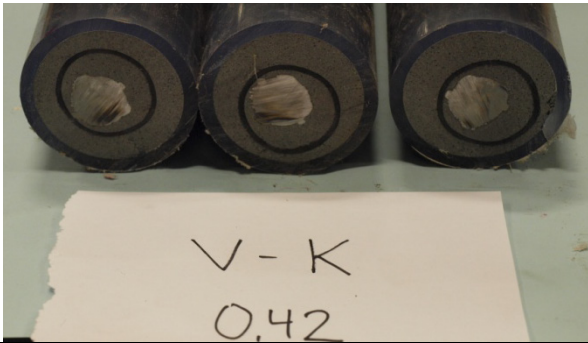


5 m vertikal v/c+s lik 0,40



5 m skrå v/c+s lik 0,40

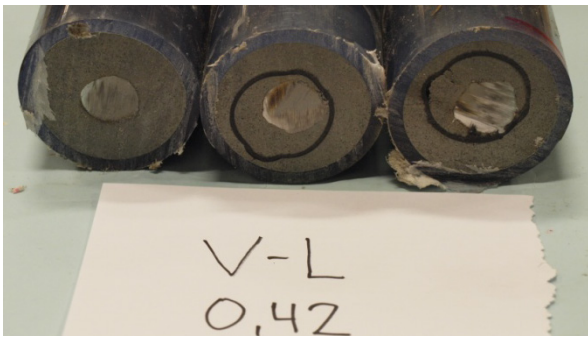




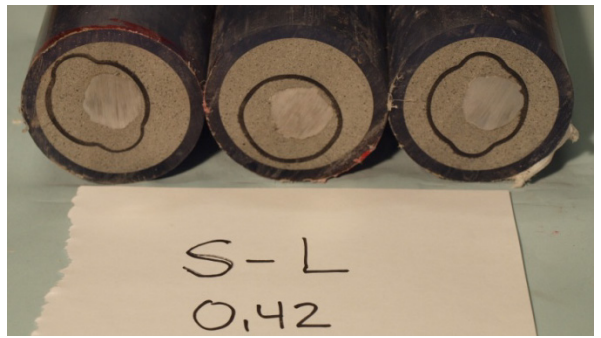
3 m vertikal v/c+s lik 0,42



3 m skrå v/c+s lik 0,42



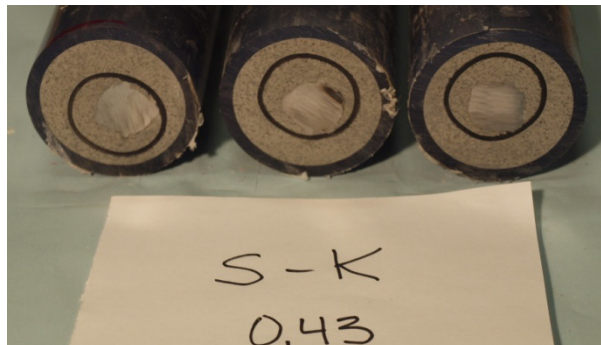
5 m vertikal v/c+s lik 0,42



5 m skrå v/c+s lik 0,42



3 m vertikal v/c+s lik 0,43



3 m skrå v/c+s lik 0,43



5 m vertikal v/c+s lik 0,43



5 m skrå v/c+s lik 0,43



Statens vegvesen

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

ISSN: 1893-1162