

# PP-fiber til bruk i brannsikring av betong

Produksjon av testelementer for brannprøving

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 83



**Tittel**

PP-fiber til bruk i brannsikring av betong

**Undertittel**

Produksjon av testelementer for brannprøving

**Forfatter**

Karen Klemetsrud

**Avdeling**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

**Seksjon**

Tunnel og betong

**Prosjektnummer**

602184

**Rapportnummer**

Nr. 83

**Prosjektleder**

Claus K. Larsen

**Godkjent av**

Claus K. Larsen

**Emneord**

Brannbeskyttelse, PP-fiber, tunnel, betong

**Sammendrag**

Denne rapporten beskriver produksjon av i alt 49 testelementer som ble benyttet til brannforsøk med hydrokarbonekspnering (HC-kurve) ved Norges branntekniske laboratorium (SINTEF NBL) i Trondheim. Hensikten med brannprøvingen var å utvikle en standardisert metode for å dokumentere virkningen av mikro polypropylenfiber (PP-fiber) i betong ved brannbelastning.

Det ble produsert testelementer med ulike geometriske utforminger med betongsammensetninger av konstruksjonsbetong og sprøytebetong. De anvendte fibertypene hadde diametere på 18, 25 og 32  $\mu\text{m}$ . Dosering for sammensetningene med fiber var 2 kg fiber per  $\text{m}^3$  betong. Elementene ble produsert i to omganger. Den første produksjonen i mars 2010, var av 25 testelementer av konstruksjonsbetong. I andre runde i august 2011 ble det produsert 24 testelementer av sprøytebetong.

**Title**

PP-fibre for use in fire protection of concrete

**Subtitle**

Production of test elements for fire testing

**Author**

Karen Klemetsrud

**Department**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

**Section**

Tunnel og betong

**Project number**

602184

**Report number**

No. 83

**Project manager**

Claus K. Larsen

**Approved by**

Claus K. Larsen

**Key words**

Fire protection, PP-fibre, tunnel, concrete

**Summary**

This report describes the production of a total of 49 test elements that were fire tested at the Norwegian Fire Research Laboratory (SINTEF NBL) in Trondheim, using hydrocarbon exposure (HC-curve). The purpose of fire testing was to develop a standardized method to document the effect of micro polypropylene fibre (PP-fibre) in concrete when exposed to fire.

The test elements were produced with different geometric shapes and consisted of either traditionally poured concrete or sprayed concrete. The diameters of the tested fibres were 18, 25 and 32  $\mu\text{m}$ , and the dosage for the mix designs with fibre was 2 kg fibre per  $\text{m}^3$  concrete. The test elements were produced in two stages. The first production in March 2010 was of 25 cast test elements. During the second production in August 2011 24 test elements of sprayed concrete was produced.

# Innhold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUNN FOR FORSØKSPROGRAMMET</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>UTFORMING OG INSTRUMENTERING AV TESTELEMENTER</b> .....	<b>2</b>
3.1	BENYTTEDE MATERIALER .....	2
3.2	GEOMETRI TESTELEMENTER.....	4
3.3	INSTRUMENTERING AV TESTELEMENTENE FOR TEMPERATURMÅLING .....	7
3.4	BETONGFUKTIGHET.....	10
3.5	UNDERSØKTE BETONGEGENSKAPER.....	10
<b>4</b>	<b>PRØVING AV FERSK OG HERDNET BETONG</b> .....	<b>11</b>
4.1	PRØVING AV FERSK BETONG.....	11
4.2	PRØVING AV HERDNET BETONG.....	11
4.3	SMÅ TESTELEMENTER OG RESERVE PRØVESTYKKER .....	11
<b>5</b>	<b>RESULTATER</b> .....	<b>11</b>
5.1	REGISTRERINGER OG MÅLINGER AV FERSK BETONG.....	11
5.2	DENSITET .....	14
5.3	TRYKKFASTHET.....	14
5.4	BETONGTYKKELSE .....	15
5.5	BILDER FRA PRODUKSJONEN .....	16
<b>6</b>	<b>OPPSUMMERING</b> .....	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>REFERANSER</b> .....	<b>20</b>
VEDLEGG I	ARBEIDSTEGNINGER OG BØYELISTER.....	21
VEDLEGG II	PRODUKTDATABLADER.....	33
VEDLEGG III	FERSKBETONGMÅLINGER.....	39
VEDLEGG IV	FREMDRIFT, PRODUKSJON AV TESTELEMENTER AV SPRØYTEBETONG .....	41

# 1 Innledning

Statens vegvesen ønsker å utvikle en standardisert metode for å dokumentere virkningen av mikro polypropylenfiber (PP-fiber) i betong ved brannbelastning. Dette arbeidet inngår i delprosjekt 5 *Brannsikkerhet og materialkrav* som er ett av flere delprosjekter i etatsprosjektet *Moderne vegtunneler*, som ble avsluttet i 2011.

Denne rapporten beskriver produksjonen av testelementene som ble benyttet til brannforsøkene. Gjennomføringen av brannforsøkene og de forberedelser og målinger som er gjort i forkant, samt konklusjoner man kan trekke ut fra de 15 HC-brannene, er beskrevet i Statens vegvesen rapporter nr. 84 *PP-fiber til bruk i brannsikring av betong - Brannprøving etter HC-kurven av betong med PP-fiber*. Standardisert testmetode for PP-fiber til bruk som brannbeskyttelse i konstruksjons- og sprøytebetong er beskrevet i Statens vegvesen rapporter nr. 85 *PP-fiber til bruk i brannsikring av betong - Testprosedyre og krav til dokumentasjon*.

## 2 Bakgrunn for forsøksprogrammet

Monofilament polypropylenfiber har blitt brukt i betong til brannsikring i norske vegtunneler siden 2004. Alle konstruksjonsdeler av betong skal være tilsatt PP-fiber der avskalling ved brann må unngås. I vegtunneler gjelder dette først og fremst prefabrikkerte tunnelementer av konstruksjonsbetong og sprøytebetong som brannsikring av brennbar isolasjon i vann- og frostsikringskonstruksjonen. Statens vegvesen spesifiserer tilsetning av fiber med diameter 18  $\mu\text{m}$ , lengde 6 mm, og en dosering på 2 kg per  $\text{m}^3$  betong. Det er vist i flere undersøkelser at ved å tilsette betongen en tilstrekkelig mengde av denne typen PP-fiber, hindrer man utvikling av avskalling under en brannpåkjenning (1),(2).

Under branneksposering vil avskalling kunne svekke en betongkonstruksjons integritet ved at tykkelsen blir mindre og armering blir eksponert for høye temperaturer og dermed mister styrke, som igjen gir redusert bæreevne i konstruksjonen. For tynnere, ikke-brennbare konstruksjoner vil avskalling kunne eksponere bakenforliggende brennbart materiale. Betong er i seg selv et ikke-brennbart materiale med god isoleringsevne. Ved tilsetning av PP-fiber forbedres betongens egenskap til å virke som en passiv brannbeskyttelse, ved at man forhindrer utvikling av eksplosiv avskalling.

Den typen PP-fiber som Statens vegvesen per dags dato spesifiserer i brannsikring av betong, er underlagt et verdenspatent. Det er flere leverandører av dette produktet, men kun én produsent av én type fiber. Vi vet at denne typen fiberen gir betong god brannbeskyttelse, men det er ulike teorier om den detaljerte mekanismen som ligger bak. Uten en grundig forståelse er det vanskelig å forutse om alternativ mikro PP-fiber har tilsvarende virkning, før det sammensatte materialet er brannprøvd. Det er utført forsøk med alternativ fiber med lovende resultater (3) og dette er noe Statens vegvesen ville følge opp. Ved å åpne opp for bruk av alternativ fiber vil vi fjerne den monopolsituasjonen som finnes i dag, og samtidig bedre konkurransesituasjonen i markedet.

## 3 Utforming og instrumentering av testelementer

### 3.1 Benyttede materialer

Betongkvalitetene som inngår i testelementene er tilsvarende som anvendt i hvelvkonstruksjonen i tunneler, i henholdsvis tunnel- og kulvertelementer av konstruksjonsbetong og i nettarmert sprøytebetong. For hver av betongtypene, konstruksjonsbetong og sprøytebetong, ble det anvendt betong uten

PP-fiber og betong med tre ulike typer PP-fiber. Se oversikt i tabell 1. Betongsammensetningen var tilnærmet lik for betong med og uten fiber. For betong med fiber var doseringen alltid  $2 \text{ kg/m}^3$  for alle fibertyper. Alle testelementene var armerte. For type og mengde armering refereres det til vedlegg I.

**Tabell 1 Oversikt over anvendte betongtyper**

Type betong	Betegnelse	Fiberdiameter [ $\mu\text{m}$ ]
Konstruksjonsbetong, SV-40 B35 MF40	KB0	-
	KB18	18
	KB25	25
	KB32	32
Sprøytebetong, B35 M45	SB0	-
	SB18	18
	SB25	25
	SB32	32

### 3.1.1 Betongsammensetninger

All konstruksjonsbetong ble produsert av Ølen Betong AS som støpte testelementene av konstruksjonsbetong i sin elementfabrikk i Sveio. Det ble anvendt SV-40 betong med fasthetsklasse B35 og bestandighetsklasse MF40. Det ble brukt Standard FA sement med 4 % silika,  $D_{\text{maks}}$  var 16 mm og masseforholdet var 0,39. Det ble brukt luftinnførende og superplastiserende tilsetningsstoffer i betongen. Luftinnførende tilsetningsstoff var av typen Mapeair L 1:9 og superplastiserende tilsetningsstoff var av typen Dynamon SX-N. Ølen Betong utførte prøvestøp i forkant på reseptene KB25 og KB32 (med PP-fiber diameter 25  $\mu\text{m}$  og 32  $\mu\text{m}$ ). Tabell 2 gir nominelle betongsammensetninger for hver resept.

**Tabell 2 Benyttede betongsammensetninger, konstruksjonsbetong**

Betegnelse betong	$\text{kg/m}^3$							
	sement	silika	sand 0-8 mm	grus 8-16 mm	SP	L	PP-fiber	vann
KB0	390	16	877	824	1,2	8	-	165
KB18	390	16	887	815	5,5	4	2	164
KB25	390	16	889	815	4*	4,5	2	164
KB32	390	16	888	815	3,5**	5,5	2	164

\* dosering økt til  $4,2 \text{ kg/m}^3$  etter første blanding

\*\* dosering økt til  $3,7 \text{ kg/m}^3$  etter første blanding

All sprøytebetong ble produsert av Mapei AS og testelementene av sprøytebetong ble produsert på Mapeis Shotcrete Test Center i Nord-Odal. Det ble anvendt sprøytebetong med fasthetsklasse B35 og bestandighetsklasse M45. Det ble brukt Standard FA sement med 5 % silika og  $D_{\text{maks}}$  var 8 mm. Masseforhold for basis sprøytebetong var 0,42. Med vannbidrag fra akseleratoren, oversteg ikke masseforholdet i sprøytebetongen 0,45. Under sprøyting ble det anvendt alkalifri akselerator, av typen Mapequick AF-2000. Det ble videre brukt sprøytebetongretarder og superplastiserende tilsetningsstoffer. Sprøytebetongretarder var av typen Mapeair SD2000 og superplastiserende tilsetningsstoff var av typen Dynamon SX-N. Tabell 3 gir nominelle betongsammensetninger for hver resept.

**Tabell 3 Benyttede betongsammensetninger, basis sprøytebetong**

Betegnelse betong	kg/m <sup>3</sup>						
	sement	silika	sand 0-8 mm	SP	sprøytebetong- retarder	PP-fiber	vann
SB0	470	25	1521	2,82	0,84	-	218,4
SB18	470	25	1521	3,76*	0,84	2	218,4
SB25	470	25	1521	3,76	0,84	2	218,4
SB32	470	25	1521	3,76	0,84	2	218,4

\* dosering økte til 4,7 kg/m<sup>3</sup> etter første blanding

Det ble brukt tre ulike typer mikro polypropylenfiber (PP-fiber), se tabell 4 og produktdatablader i vedlegg II. Statens vegvesen spesifiserer per i dag bruk av den typen fiber som har diameter på 18 µm og lengde 6 mm brukt som brannbeskyttelse i betong. De to andre typene, med diameter 25 µm og 32 µm, er dermed å regne som alternative fiber.

**Tabell 4 Benyttede typer polypropylenfiber**

Fiber- diameter [µm]	Fiber- lengde [mm]	Produsent	Produktnavn	Fibertype	Anvendt i betong- sammensetning
18	6	ADFIL Construction Fibres	Fibrin 623	monofilament	KB18
18	6	ADFIL Construction Fibres	PP-fibre M6	monofilament	SB18
25	6	Thrace Plastics Co. S.A.	Fibermesh 150	multifilament	KB25 og SB25
32	12	Propex Operating Company, LLC	TMIX-6	multifilament	KB32 og SB32

### 3.1.2 Andre materialer

Enkelte testelementer var utstyrt med termotråder av type K med quick-tip for å registrere temperaturutviklingen under brannprøving. Termotrådene ble levert av SINTEF NBL, se avsnitt 3.3 for plassering av termoelementene.

Elementtypen “krumt” av sprøytebetong var bygget opp med polyetylen-skum (PE-skum), opphengsbolter, armeringsplugg (spioner/betongstoler) og blekkspruter (stålskive påsveisert armering) iht. Statens vegvesens håndbok 163 *Vann- og frostsikring i tunneler*. Ved hjelp av opphengsboltene er sjiktet av nettarmerte sprøytebetongen og PE-skum festet i et opplegg bestående av ett tunnelement.

## 3.2 Geometri testelementer

Testelementene av konstruksjonsbetong hadde fire ulike geometriske utforminger, mens for testelementene av sprøytebetong var det tre ulike geometriske utforminger. Se oversikt i tabell 5. Det vises ellers til VEDLEGG I der tegninger av elementene og andre detaljer er gitt. Testelementene i forsøksprogrammet besto av referanselementer som representerer en betongkulvert eller deler av en vann- og frostsikringskonstruksjon. I tillegg ble det produsert forenklete varianter av disse. Utformingen av elementtypen “kulvert” av konstruksjonsbetong bygger på en prøvingsmetode som Statens vegvesen har utviklet for prøving av brannbeskyttelse for betong med RWS-kurve som brannbelastning. Prøvingsmetoden er beskrevet i Teknologirapport nr. 2494 *Prøving av brannbeskyttelse for betong - RWS brann - Prøvingsmetode* (4).

Tabell 5 Oversikt over elementtyper

Element-type	Type betong	Element-betegnelse	Antall	Tykkelse betong [mm]	Elementet representerer	Merknad
Kulvert	Konstruksjonsbetong	K60*	4	600	Betongkulvert	referanse
		K30	4	300		
		K20	8	200		
Vegg**		V15	9	300	Vann- og frostsikringskonstruksjon i tunnel	referanse
Krunt	Sprøytebetong	Kr	8	80	Vann- og frostsikringskonstruksjon i tunnel	referanse
Plant		S8	8	80		
		S15	8	150		

\* dette elementet har tilsvarende lik geometrisk utforming som testelementene beskrevet i Teknologirapport nr. 2494

\*\* det ble ikke produsert en forenklet variant av veggelementet

Det var ulike hensyn å ta med hensyn til valg av de geometriske utformingene av testelementene. Lengden på testelementene er gitt ut fra de fysiske dimensjonene på testovnene. Bredden på testelementene er gitt ut ifra:

1. antakelsen om at den er tilstrekkelig for å representere konstruksjonstypen,
2. mulighet for parallelle tester i samme brannforsøk

Ved å prøve testelementene parallelt blir sammenlikningsgrunnlaget bedre, og det blir i tillegg mer effektivt (økonomisk og tidsmessig).

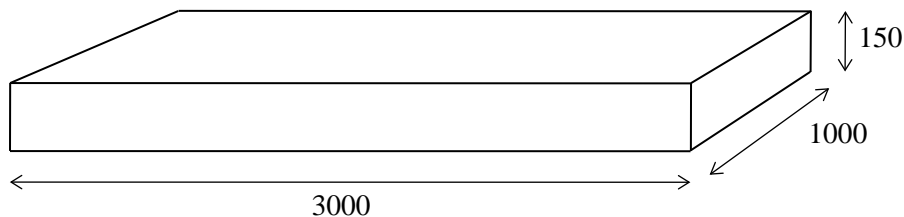
Vi ønsket å variere tykkelsen på elementene fra det referanseelementene hadde, og trengte da en verifikasjon på at betongtykkelsen i testelementene ikke ville påvirke testresultatene ved brannprøving. Variantene av kulvertelementene var tynnere elementer. Fordelen med et tynnere testelement er lavere produksjonskostnader og enklere håndtering. Det ble ikke produsert tynnere varianter av veggelementene, for dette ville medføre urealistiske tykkelser og sårbare elementer (håndtering og transport).

Referanseelementet av sprøytebetong hadde en noe kompleks oppbygging, og var tenkt å representere en realistisk hvelvkonstruksjon i bergtunneler. I tillegg til nettarmert sprøytebetong besto testelementet av PE-skum som var festet med opphengsbolter i et krumt tunnelement. Variantene av referanseelementet var plane elementer av kun nettarmert sprøytebetong. Ett med samme tykkelse som sprøytebetongsjiktet i referanseelementet (8 cm) og ett tykkere (15 cm). Vi anså det som usikkert om det tynneste plane elementet ville tåle den planlagte brannbelastningen, og valgte derfor å inkludere et tykkere element for å være sikre på at dette ikke ville kollapse under prøving.

### 3.2.1 Testelementer av konstruksjonsbetong

Det ble produsert testelementer av konstruksjonsbetong med fire ulike geometrier; ett veggelement og kulvertelementer med tre tykkelser.

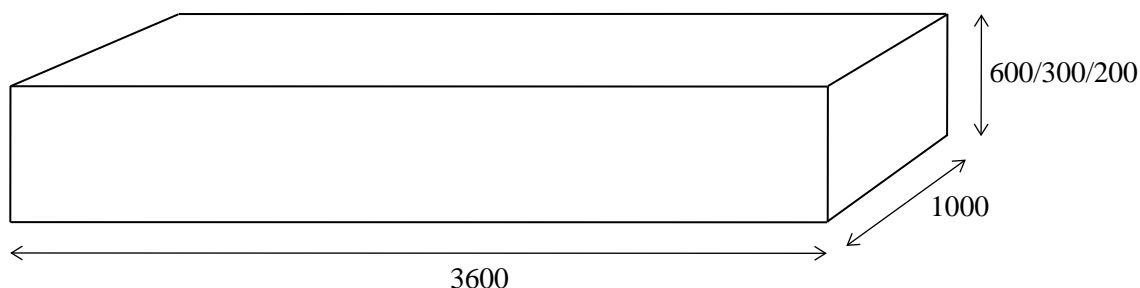
Veggelementet ble utformet med betongtykkelse og armering tilsvarende det som brukes i reelle vann- og frostsikringskonstruksjoner, se figur 1. Testelementets utforming muliggjorde å teste tre elementer parallelt i en vertikal testovn.



**Figur 1 Veggelement (V15), dimensjoner i mm.**

Kulvertelement K60 har lik tykkelse (600 mm) som testelementene brukt i dokumentasjon av brannbeskyttelse for betong med RWS-brannkurve (4). De to variantene har redusert tykkelse, henholdsvis 300 mm og 200 mm, se figur 2. Kulvertelementenes utforming muliggjorde å teste fire elementer parallelt på en horisontal testovn.

Kulvertelementene hadde innstøpte trekkør for oppspenningsstag, og de ble dimensjonert til å tåle en oppspenning på opp til 11 MPa trykkspenning i brannbelastet side. Det ble valgt å påføre elementene trykkbelastning da økt trykkspenning i betong er forbundet med økt risiko for avskalling (5). Elementene var kraftig armert i endene for å ta opp og fordele oppspenningskreftene og hindre oppsprekking grunnet oppspenningen. En slik opprissing vil ikke bli lik fra element til element, og ville dermed skape ulike testbetingelser. Ingen av elementene fikk opprissing som følge av oppspenningen.



**Figur 2 Kulvertelementene (K60, K30 og K20), dimensjoner i mm**

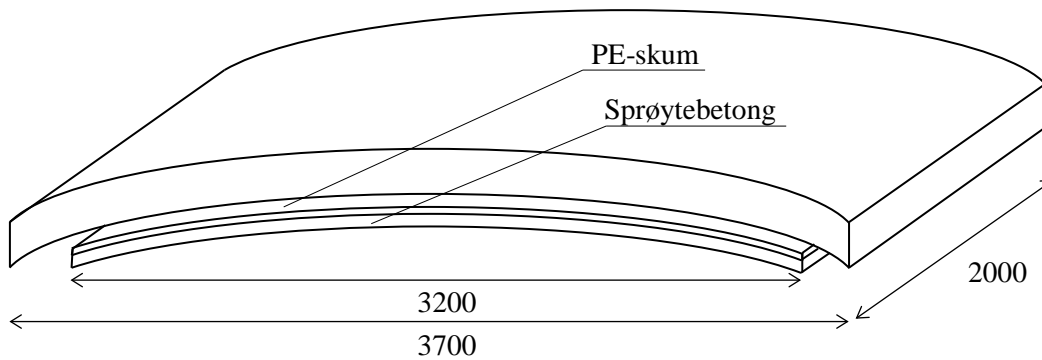
### 3.2.2 Testelementer av sprøytebetong

Det ble produsert testelementer av sprøytebetong med tre ulike geometrier; plane elementer av nettarmert sprøytebetong i to ulike tykkelser og ett krumt element.

Det krumme referanselementet av sprøytebetong besto av nettarmert sprøytebetong, PE-skum og opphengsbolter som beskrevet i Statens vegvesens håndbok 163 *Vann- og frostsikring i tunneler*, se figur 3. Sprøytebetongtykkelse (8 cm) og nettarming var tilsvarende det som brukes i reelle vann- og frostsikringskonstruksjoner. Ett tunnelveggelement av betong (lengde 3,7 m, bredde 2 m og 0,2 m tykkelse) representerer selve berget og brukes som opplegg for plater av PE-skum og sprøytebetong (lengde 3,2 m og bredde 2 m). PE-skummet og armeringsnett ble montert under betongelementets konkave side vha. seks opphengsbolter. Ingen av testelementene hadde skjøter i PE-skummet.

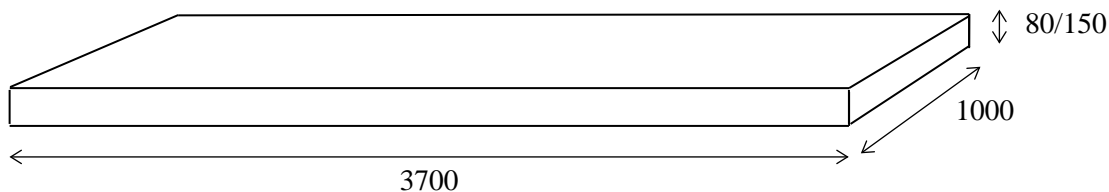
Utforming av de krumme elementene muliggjorde å teste to elementer parallelt på en horisontal testovn.





**Figur 3 Krumt element (Kr), dimensjoner i mm**

De to enkle variantene av testelementene av sprøytebetong er plane og består av nettarmert sprøytebetong, se figur 4. Det tynneste plane elementet har lik tykkelse (8 cm) og armering som sprøytebetongen i det krumme referanseelementet. Den tykkere varianten, 15 cm, er dobbeltarmert. Utformingen til de enkle testelementene av sprøytebetong muliggjorde å teste fire elementer parallelt på en horisontal testovn.



**Figur 4 Plane elementer av sprøytebetong (S8 og S15), dimensjoner i mm**

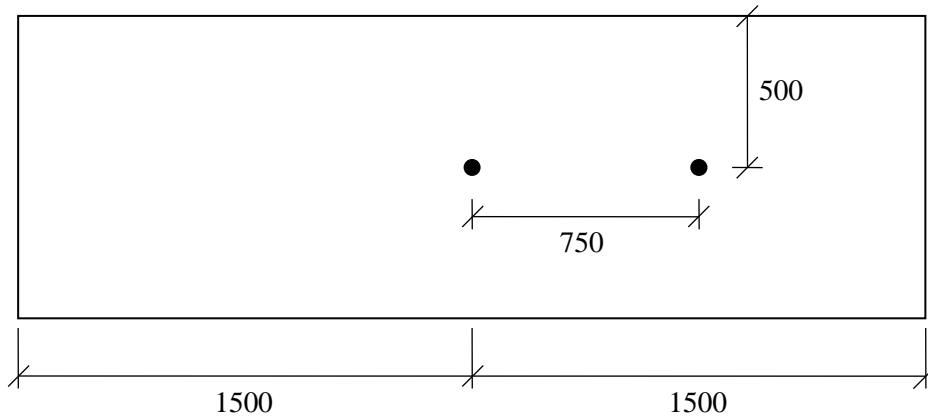
### 3.3 Instrumentering av testelementene for temperaturmåling

Alle testelementene av konstruksjonsbetong og de krumme elementene av sprøytebetong var utstyrt med termotråder for å registrere temperaturutviklingen under brannprøving. Termotrådene ble montert av Tunnel- og betongseksjonen før betongstøp/-sprøyting.

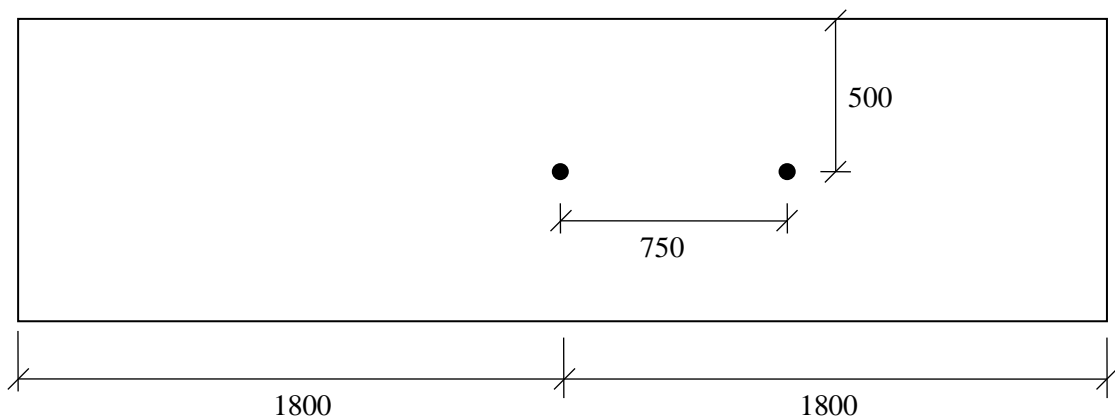
I alle testelementene av konstruksjonsbetong ble det montert termotråder i to punkter slik figur 5 og 6 viser. I hvert av punktene ble det montert termotråder i fem sjikt:

- Sjikt 1: I overflaten på brannbelastet side
- Sjikt 2: 5 mm inn i betongen fra brannbelastet side
- Sjikt 3: 10 mm inn i betongen fra brannbelastet side
- Sjikt 4: 100 mm inn i betongen fra brannbelastet side
- Sjikt 5: I overflaten på ueksponert flate

Termotrådene i sjikt 1-4 var montert på en tynn trepinne som ble stripset fast i armeringen før støp, se figur 9. Trådene ble ført ut på ueksponert side av testelementet. Termotråden i sjikt 5 ble montert av SINTEF NBL på betongoverflaten før brannprøving.



**Figur 5 Målepunkter for temperatur i veggelementene av konstruksjonsbetong, dimensjoner i mm**



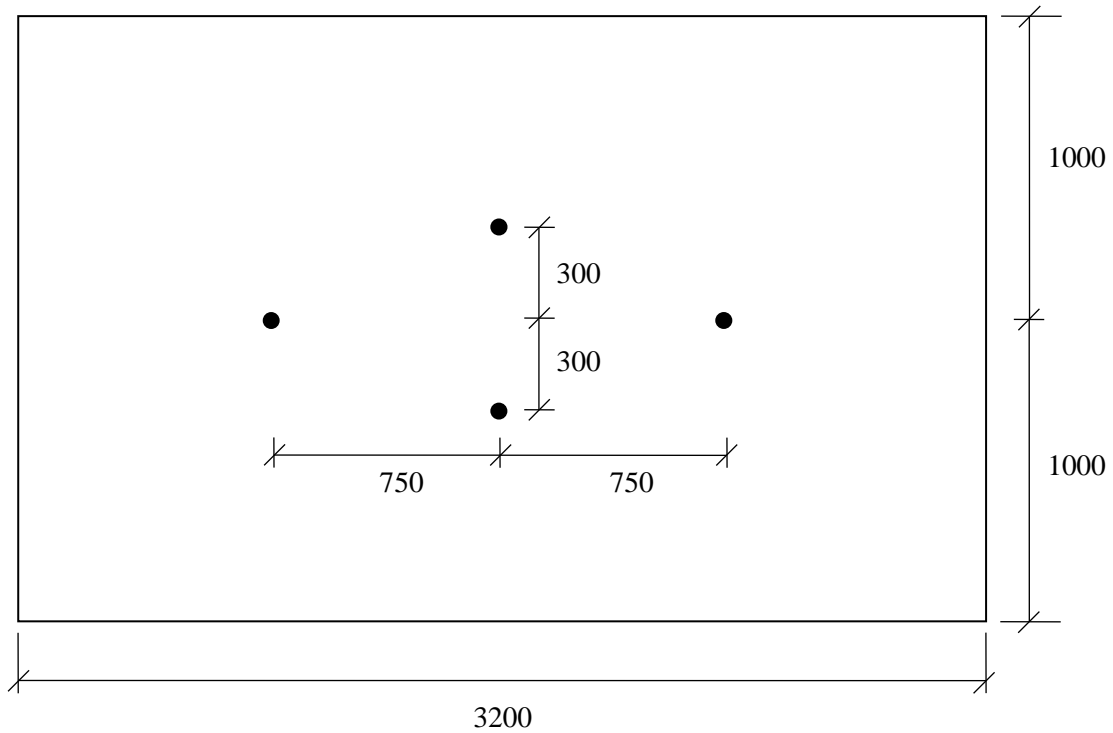
**Figur 6 Målepunkter for temperatur i kulvertelementene av konstruksjonsbetong, dimensjoner i mm**

For testelementene av sprøytebetong, ble det kun montert termotråder i de krumme elementene. Termotrådene ble montert i fire punkter, se figur 7. I hvert av punktene ble det montert termotråder i to sjikt (se figur 8):

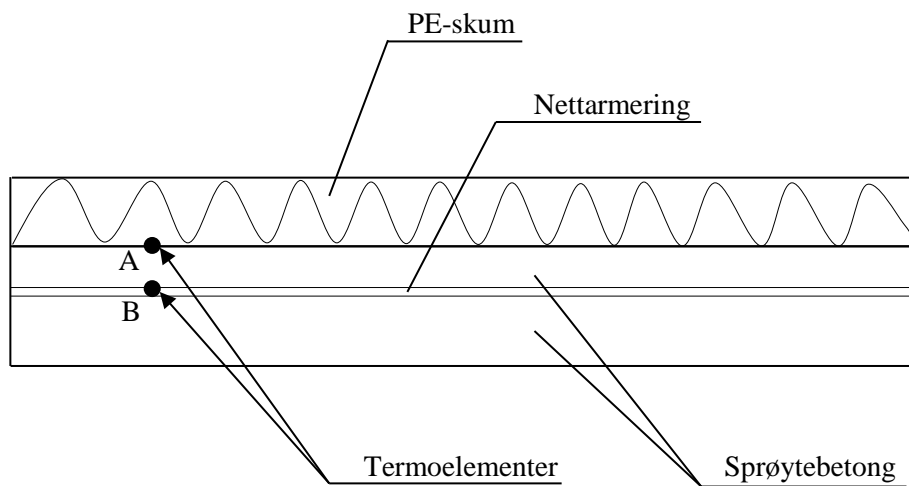
Sjikt 1: mellom PE-skum og sprøytebetong (80 mm ned i sprøytebetongen fra brannbelastet side)

Sjikt 2: 30 mm ut fra PE-skum (50 mm inn i sprøytebetongen fra brannbelastet side).

Termotråden i sjikt 1 ble festet til PE-skummet ved hjelp av vevtape og betongplugg (betongstoler/spioner), mens termotråden i sjikt 2 ble stripset fast til nettarmeringen. Se figur 10. Termotrådene ble ført ut i ett punkt i PE-skummet til luftrommet mellom PE-skum og tunnelementet av betong.



**Figur 7 Målepunkter for temperatur i sprøytebetongen, krumt element. Dimensjoner i mm.**



**Figur 8 Termotråder ble plassert i to sjikt, krumt element. Dimensjoner i mm.**



**Figur 9** Ferdig monterte termotråder i testelement av konstruksjonsbetong før støping

**Figur 10** Ferdig monterte termotråder i et krumt testelement av sprøytebetong før sprøyting

### 3.4 Betongfuktighet

Fuktinnhold kan påvirke en rekke egenskaper i betongen under en brannpåkjenning, inkludert avskalling. For å sikre at testelementene hadde like testbetingelser var det viktig å sørge for at betongen hadde likt fuktinnhold i alle testelementene som skulle sammenlignes, og at fuktinnholdet i hvert enkelt testelement var homogent. Et høyt vanninnhold i betong er forbundet med avskalling ved brannbelastning (5) og ved å la betongen testes med et høyt vanninnhold ville en få en klarere indikasjon på om PP-fiberen hadde en effekt.

Betongen ble derfor hindret i å utveksle vann med omgivelsene under herdning, ved at den ble pakket inn i plast etter avforming / ferdig sprøyting. Ved å gjøre dette sikret man like testbetingelser samtidig som man fikk en betong med høy betongfuktighet. Den beskyttende plasten ble fjernet rett før testelementene ble montert på testovn, og det ble tatt ut betongbiter for bestemmelse av betongens fuktinnhold.

### 3.5 Undersøkte betongegenskaper

Betongene ble dokumentert ved at luft og synk for den ferske betongen ble undersøkt. Trykkfasthet og densitet ble målt på herdnet betong. I tillegg ble det utført tykkelsesmålinger på et utvalg av de krumme testelementene av sprøytebetong etter brannbelastning.

Undersøkelser, målinger og observasjoner gjort under branntestene er gitt i Statens vegvesen rapporter nr. 84.

## 4 Prøving av fersk og herdnet betong

### 4.1 Prøving av fersk betong

Det ble utført synkmål og luftmåling av fersk betong. Synk og luft ble utført iht. prosedyrene 14.622 og 14.625 i Statens vegvesens håndbok 014 *Laboratorieundersøkelser*.

### 4.2 Prøving av herdnet betong

Det ble målt trykkfasthet og densitet på utstøpte terninger av konstruksjonsbetong og av basis sprøytebetong (sprøytebetong uten akselerator). Alle fasthetsresultater er et snitt av to 100 mm terninger. Trykkfasthet og densitet for herdnet betong ble testet iht. prosedyrene 14.631 og 14.632 i håndbok 014. Densiteten ble målt på de terningene som ble trykktestet.

SINTEF NBL utførte tykkelsesmålinger på et utvalg av testelementene av sprøytebetong etter brannprøving. Målingene ble utført i områder uten avskalling, se Statens vegvesen rapporter 84, vedlegg II.

### 4.3 Små testelementer og reserve prøvestykker

Det ble støp ut mindre elementer under produksjonen av konstruksjonsbetong. Dette var uarmerte betongplater med dimensjon 600x600x100 mm. I alt ble det støp ut 16 små elementer, 4 av hver betongsammensetning. Det ble videre støp ut sylindere med dimensjon  $\varnothing 100 \times 200$  mm av både konstruksjonsbetong og av basis sprøytebetong. Det er foreløpig ikke fastsatt noe testprogram for disse prøvestykkene.

## 5 Resultater

### 5.1 Registreringer og målinger av fersk betong

#### 5.1.1 Produksjon av testelementer av konstruksjonsbetong

Utstøping av testelementene av konstruksjonsbetong gikk over to dager i mars 2010. Produksjonen skjedde innendørs under ordnede forhold i Ølen Betongs elementfabrikk i Sveio.

Det ble målt luft og synk for hver blanding. Tabell 6 gjengir gjennomsnittlige resultater, i vedlegg III finnes en full oversikt over ferskbetongmålinger på konstruksjonsbetong. All betong hadde generelt en noe stiv konsistens, og krevde god komprimering. I den første blandingen av KB25 og KB32 var betongen litt stivere enn antatt, og SP-stoff doseringen ble økt i de resterende blandingene. Synkmål for betongsammensetningene var fra 130 til 175 mm og luftinnholdet var stabilt. KB0 betongen hadde høyere luftinnhold og gjennomsnittlig mindre synk sammenlignet med betongsammensetningene med PP-fiber.

**Tabell 6 Gjennomsnittlig resultater fra ferskbetongmålinger, konstruksjonsbetong.**

Betegnelse betong	Produksjonsdato	Luft [%]*	Synk [mm]**
KB0	23.3.2010	5,8 (5,4-6,0)	141 (115-160)
KB18	23.3.2010	4,3 (3,9-4,7)	163 (150-175)
KB25	24.3.2010	5,1 (4,8-5,2)	149 (135-160)
KB32	24.3.2010	4,6 (4,5-4,8)	152 (140-170)

\* Gjennomsnittlig luft over 5 blandinger (6 blandinger for KB0)

\*\* Gjennomsnittlig synk over 5 blandinger (6 blandinger for KB0)

For å sikre mot blanding av ulike fibertyper i testelementene, ble en blanding mellom fiberskiftene brukt til å rense blanderen. Denne betongen ble ikke brukt i noen av testelementene, men ga informasjon om i hvilken grad de ulike PP-fibertypene påvirket vannbehov og luft i betongen. Dette er kommentert i vedlegg III.

### 5.1.2 Produksjon av testelementer av sprøytebetong

Testelementer av sprøytebetong ble produsert i august 2011. Utføring av sprøytebetong gikk over en periode på to uker, der selve sprøytingen ble utført over seks dager. En detaljert tidsplan over utførelse kan finnes i vedlegg IV. Produksjonen foregikk utendørs på Mapeis Shotcrete Testcenter i Nord-Odal, og under sprøyting var det blandede værforhold.

Betongblanderen på testsenteret hadde en kapasitet på ca. 0,5 m<sup>3</sup>, og det ble til sammen produsert mer enn 26 m<sup>3</sup> betong. Det ble utført måling av luft og synk på betongen for hver betongsammensetning, men ikke for hver blanding, se tabell 7. Til tross for at fiberen med diameter 18 µm skal ha vært behandlet med luftdempende olje hadde SB18 betongen et relativt høyt luftinnhold, 6,5 %. Synkmål for alle betongsammensetningene varierte fra 150 til 210 mm.

**Tabell 7 Ferskbetongmåling, basis sprøytebetong**

Betegnelse betong	Produksjonsdato	Luft [%]	Synk [mm]
SB0	18.8.2011	5,7	190
	19.8.2011	-	150
	19.8.2011	-	240
	22.8.2011	-	160
SB25	22.8.2011	3,8	210
	24.8.2011	-	210
SB32	24.8.2011	3,8	200
SB18	26.8.2011	6,5	170
	29.8.2011	6,5	190

Under sprøyting av de enkle elementene ble forskalingsformene stilt opp på skrå, i 15–25° posisjon fra vertikalen. For S15 elementene som var dobbeltarmerte, ble det øverste armeringsnettet montert først etter at det nederste var sprøytet inn. I utgangspunktet var det ment å sprøyte forsiktig til ønsket tykkelse var oppnådd. Dette viste seg i praksis å være vanskelig, og en ble nødt til å trekke av elementene for å unngå for stort avvik fra ønsket tykkelse og for å minimere variasjon i tykkelse i ett og samme element. Forskalingsformene viste seg å være noe svake og usolide, noe som førte til vindskjeve elementer, se figur 11. Det var en del sår i elementene og enkelte ståldetaljer og kanter var ikke sprøytet godt inn, se figur 12. Dette var selvfølgelig uheldig, men vi mener at det ikke har hatt signifikant betydning for testelementenes respons ved brannekspesjonering.



**Figur 11** Vindskjeve testelementer av sprøytebetong montert på testovn før brannprøving



**Figur 12** Sår i testelementene tyder på at mye prell ble sprøytet inn i formene

Utføring av sprøytebetong i de krumme elementene gikk i tre omganger. Det ble sprøytet direkte på PE-skummet, og det gikk minst en dag mellom hvert lag. Mapei valgte selv tykkelse på de enkelte lagene. Som for de enkle testelementene av sprøytebetong viste det seg å være vanskelig å oppnå spesifisert tykkelse, og det ble gjort forsøk på å trekke av for å minimere avvik fra beskrevet tykkelse som var 80 mm med en toleranse for enkeltpunkter på +30 mm/-10 mm. Det ble utført tykkelsesmålinger på et utvalg av de krumme testelementene etter brannprøving, se avsnitt 5.4.

Under sprøyting sto de krumme elementene oppreist, hvilende på langsiden, se figur 17 og 18. Før sprøyting ble tunnelementet av betong dekket til for ikke å bli tilgriset med sprøytebetong.

## 5.2 Densitet

Resultatene fra måling av densitet er vist i tabell 8. De rapporterte densitetene er gjennomsnitt for to terninger.

**Tabell 8 Målt densitet konstruksjonsbetong og basis sprøytebetong [kg/m<sup>3</sup>]**

Type betong	Produksjonsdato	Betegnelse betong	Alder, døgn	
			7	28
Konstruksjonsbetong	23.3.10	KB0	2360	2360
	23.3.10	KB18	2360	2360
	24.3.10	KB25	2350	2360
	24.3.10	KB32	2350	2360
Basis sprøytebetong	18.8.11	SB0		2260
	26.8.11	SB18		2230*
	22.8.11	SB25		2280
	24.8.11	SB32		2270

\* Densitet etter 31 døgn

## 5.3 Trykkfasthet

Resultatene fra trykkfasthetsmålingene er vist i tabell 9. De rapporterte trykkfasthetene er gjennomsnitt for to terninger.

**Tabell 9 Trykkfasthet konstruksjonsbetong [MPa]**

Type betong	Produksjonsdato	Betegnelse betong	Alder, døgn	
			7	28
Konstruksjonsbetong	23.3.10	KB0	47,5	65,0
	23.3.10	KB18	48,2	72,2
	24.3.10	KB25	48,9	71,1
	24.3.10	KB32	48,2	74,7
Basis sprøytebetong	18.8.11	SB0		63,0
	26.8.11	SB18		55,8*
	22.8.11	SB25		60,3
	24.8.11	SB32		54,0

\* Trykkfasthet etter 31 døgn



## 5.4 Betongtykkelse

Etter brannprøving ble det foretatt tykkelsesmålinger på de krumme elementene av sprøytebetong. SINTEF NBL utførte målingene i områder uten avskalling i nærheten av de fire punktene med monterte termoelementer, se Statens vegvesens rapporter nr. 84, vedlegg II. Toleranse for sprøytebetongtykkelse til testelementet var for enkeltpunkter +30 mm / - 10 mm. Som tabell 10 viser var tykkelsen jevnt over større enn beskrevet, men kun unntaksvis utenfor toleransen.

**Tabell 10 Tykkelse på sprøytebetongsjikt i krumme elementer**

Element- betegnelse	Nominell tykkelse [mm]	Akseptabel tykkelse i enkeltpunkter [mm]	Målt tykkelse [mm]			
			Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4
Kr 001	80	70-110	100	135	-	-
Kr 002			80	100	-	-
Kr 181			110	105	-	-
Kr 182			130	125	110	95
Kr 251			100	95	90	105
Kr 252			95	110	95	95
Kr 321			80	120	100	90
Kr 322			95	115	110	75

## 5.5 Bilder fra produksjonen

### 5.5.1 Konstruksjonsbetong



Figur 13 Kulvertelementer (K20) klare til støp



Figur 14 Støp av kulvertelementer (K20)



**Figur 15 Kulvertelementer (K20) ferdig støpt**

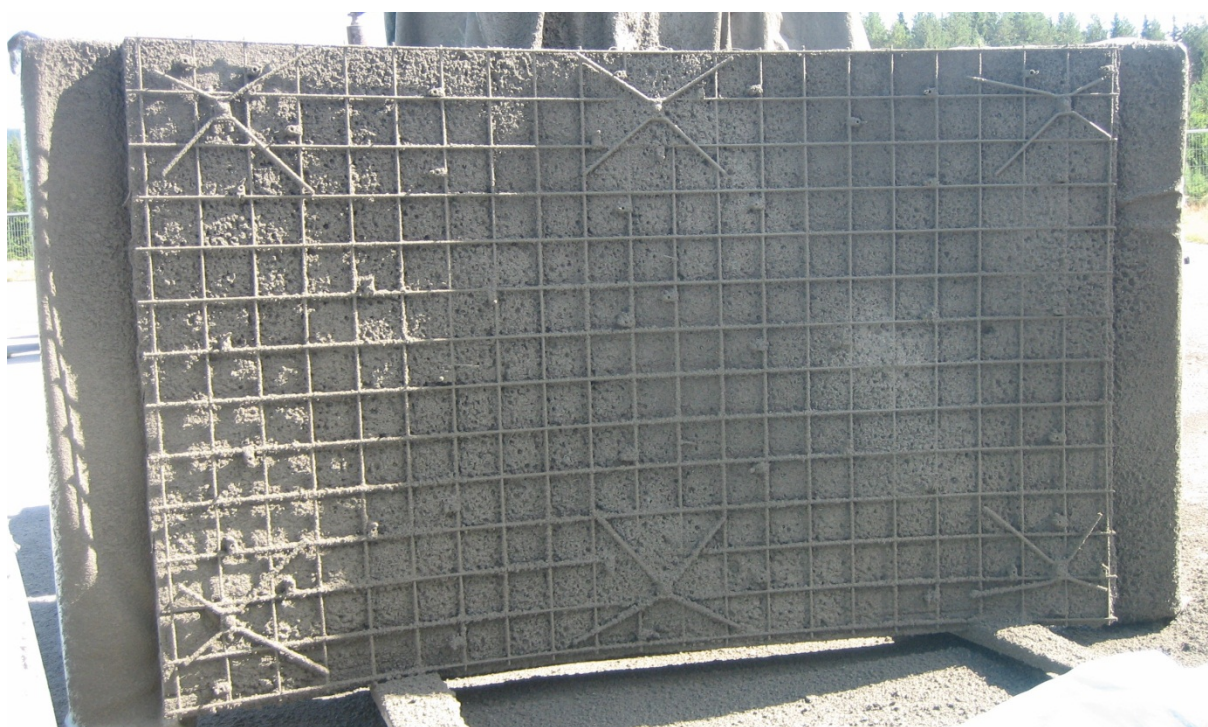


**Figur 16 Forseglede elementer etter avforming**

### 5.5.2 Sprøytebetong



**Figur 17** Krumt element før påføring av sprøytebetong



**Figur 18** Krumt element med ett lag sprøytebetong



**Figur 19** Sprøyting av et S15 element

## 6 Oppsummering

Rapporten beskriver produksjon av testelementer av betong som ble benyttet til brannforsøk med hydrokarboneksponering (HC-kurve) ved Norges branntekniske laboratorium (SINTEF NBL) i Trondheim. I alt ble det produsert 49 testelementer, derav 25 av konstruksjonsbetong og 24 av sprøytebetong. Det ble produsert testelementer med fire resepter av hver betongtype; med og uten mikro PP-fiber. Det var syv ulike geometrivarianter. Testelementer av konstruksjonsbetong ble produsert med fire ulike geometriske varianter, mens testelementene av sprøytebetong ble produsert med tre ulike geometriske varianter. Elementtypene "kulvertelement" av konstruksjonsbetong var utformet med tanke på oppspenning før brannprøving.

Produksjonen av testelementene av konstruksjonsbetong gikk over to dager i mars 2010. Det ble foretatt to prøveblandinger før elementene ble støpt ut, og produksjonen hos Ølen Betong gikk uten problemer. Produksjonen av testelementer av sprøytebetong var i august 2011. Det tok 6 dager å utføre sprøytebetongen.

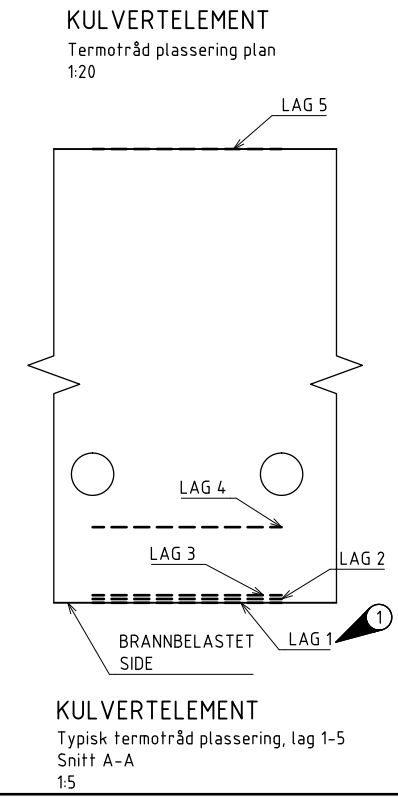
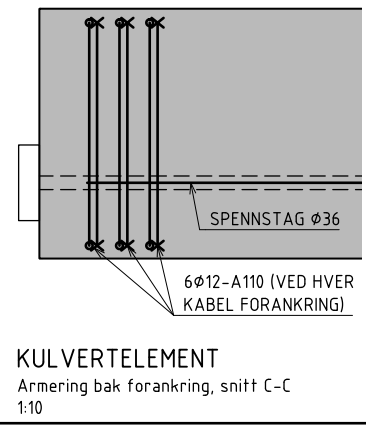
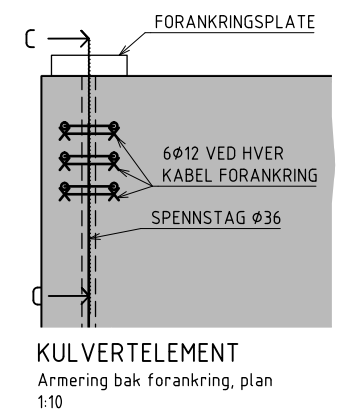
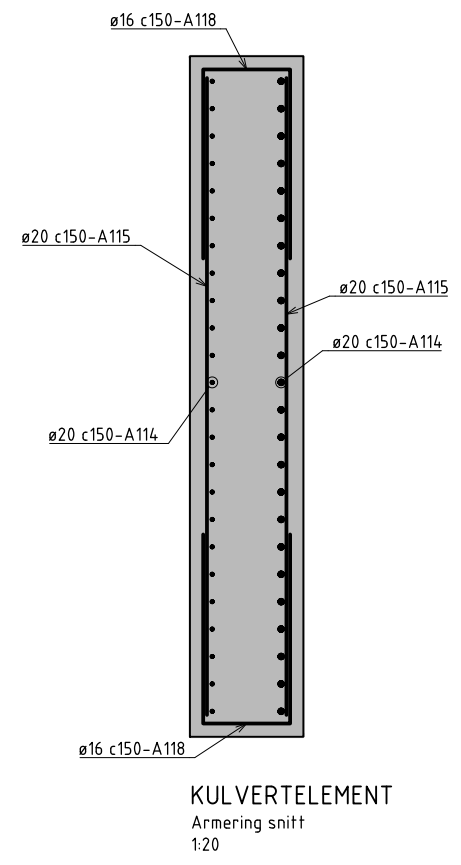
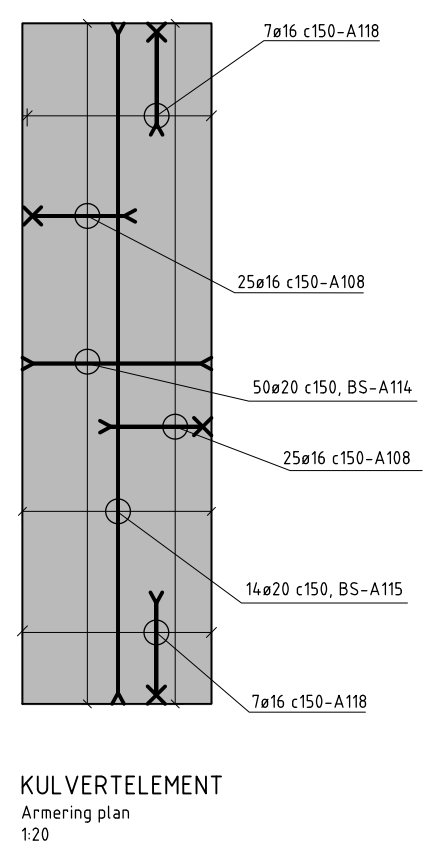
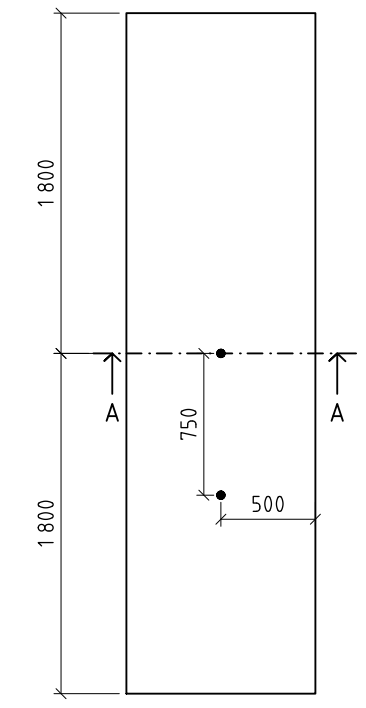
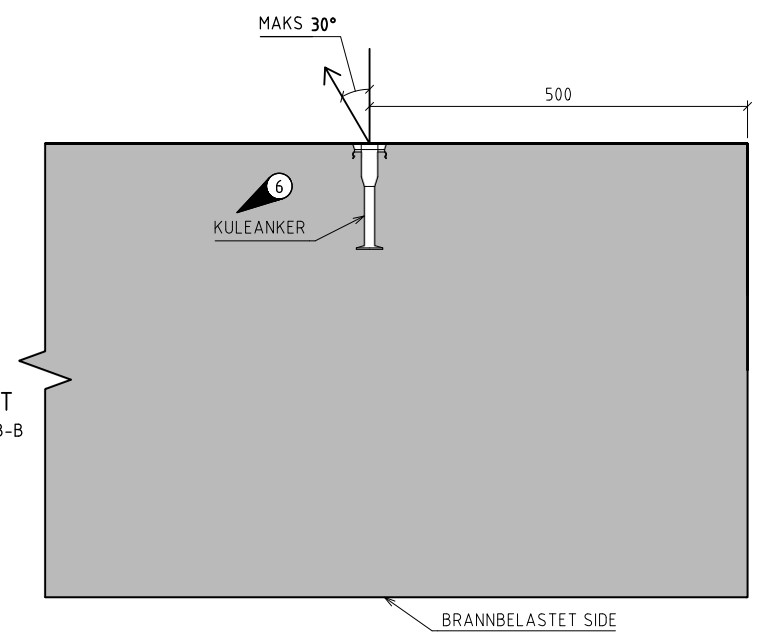
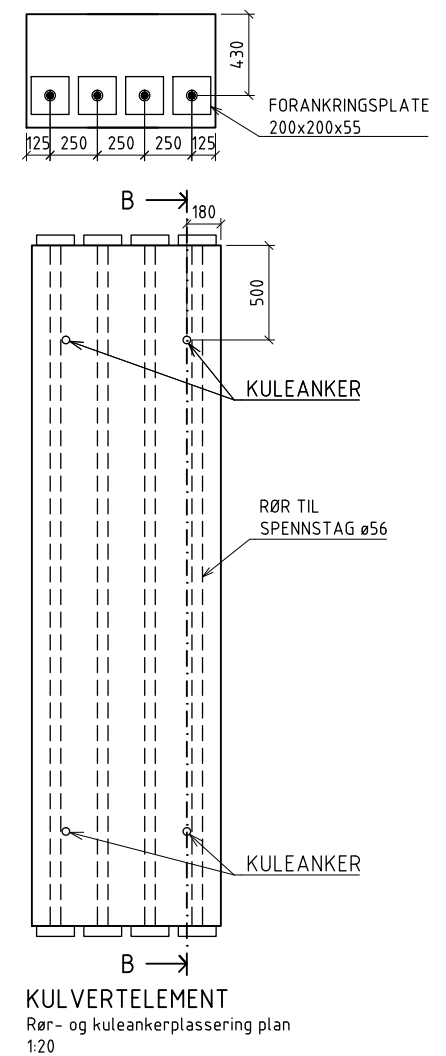
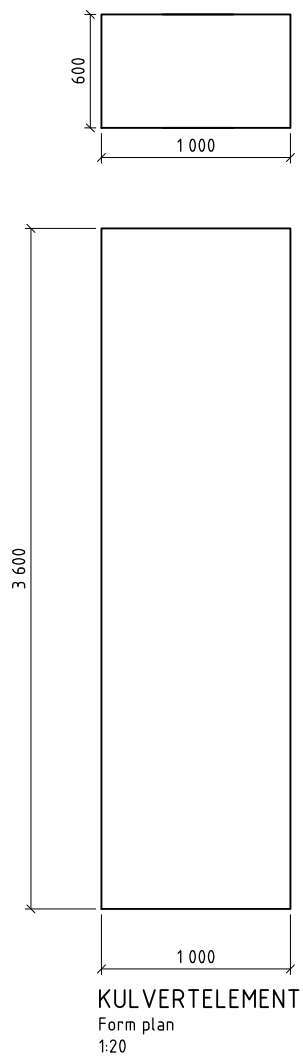
Alle elementene ble forseglet med plast etter avforming/ferdig sprøyting, og platen ble sittende på til rett før montasje på testovn hos SINTEF NBL.

## 7 Referanser

- (1) Carvel, R. (2005): "Fire protection in concrete tunnels", *The handbook of tunnel fire safety*, s. 110-126. London : Thomas Telford Ltd.
- (2) Kompen, R. og Andersson, E. (2003): *Statens vegvesens rapporter nr. 139: Brannprøving av sprøytebetong med ulike doseringer monofilament polypropylenfiber*. Oslo: Statens vegvesen.
- (3) Atkinson, T. (2005): "Growing international use of explosive spalling resistance technology". London: Underground Construction 2005 Conference & Exhibition, 26-27 oktober.
- (4) Larsen, C. K. (2007): *Teknologirapport nr. 2494: Prøving av brannbeskyttelse for betong - RWS brann - Prøvingsmetode*. Oslo: Statens vegvesen.
- (5) Khoury, G. A. (2000): "Effect of fire on concrete and concrete structures", Volume 2, Issue 4. *Progress in Structural Engineering and Materials*: John Wiley & Sons, Ltd.
- (6) Szoke, S. S. (2006): "Resistance to Fire and High Temperatures". *Significance of tests and properties of concrete & concrete-making materials*, s. 274-287: ASTM International.

## **VEDLEGG I Arbeidstegninger og bøyelister**

K:\50130\5013053\del\brann\Kul\Layout\_Armering\_kulvertelementer\_for\_brannesting\_Termotråd\_betonlementer\_for\_brannesting\_Hylseanker\_for\_betonlementer\_for\_brannesting\_Betonlementer\_for\_brannesting




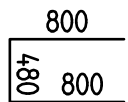
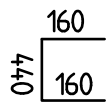
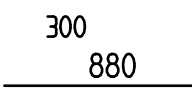
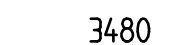
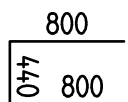
**BESTEMMELSER**

- 1 Elementene skal være utstyrt med termotråder i sjikt (fra brannbelastet side) 0, 5, 10, 100 mm og utvendig/overside av elementene, i to punkter.
- 2 Betong: Fasthetsklasse: B35  
Bestandighetsklasse: MF40  
Betongspesifikasjon: SV-40  
Standard FA sement med 4 % silika. D(maks) 16 mm,  
2 kg/m<sup>3</sup> pp-fiber.  
Overdekning: 60±15 mm
- 3 Armeringstoler i betong.
- 4 Armering B500NC.
- 5 Elementene spennes opp til 11 MPa
- 6 Congrip kuleanker 4-240 ( 4 stk)
- 7 Det skal benyttes totalt 4 stk spennstag ø36 med kapasitet S(02)=1099kN/stag
- 8 Oppspenningskraft S=0.8xS(02) etter låsing i jekk og forankring
- 9 Tillatt avvik fra teoretisk kabelplassering:  
Vertikalt: 10mm  
Horisontalt: 20mm
- 10 Oppspenningsrekkefølge: Kablene spennes opp symmetrisk om CL-element.
- 11 Forankringsplaten skal monteres vinkelrett på kablerørets senterlinje.

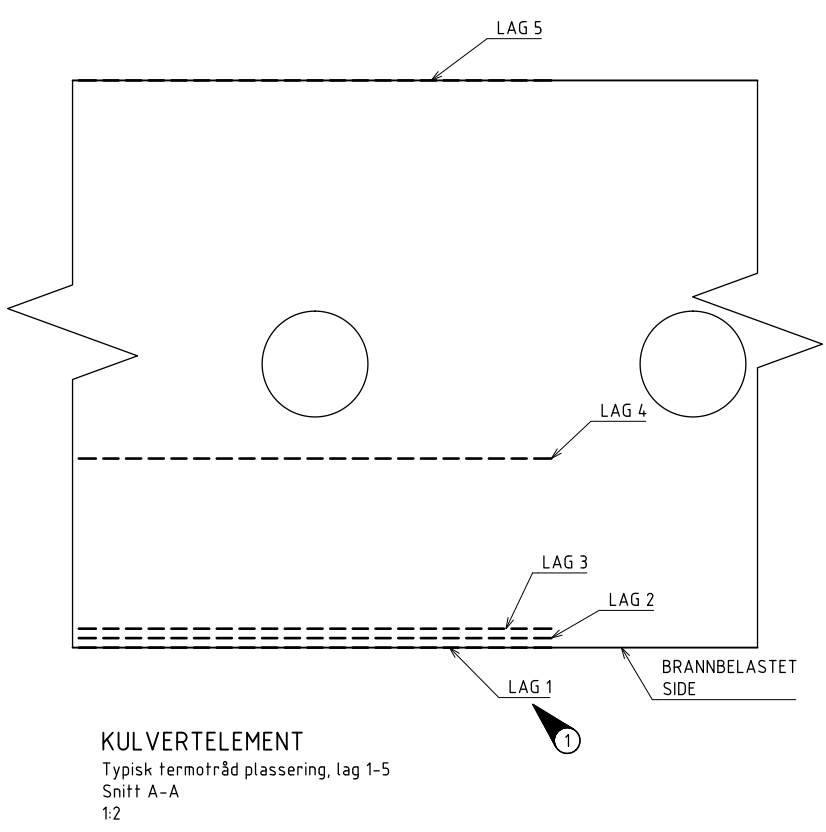
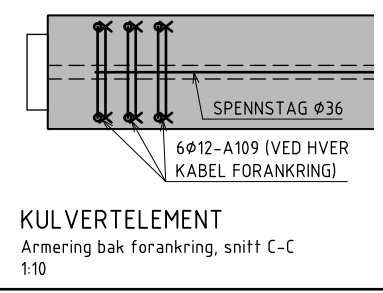
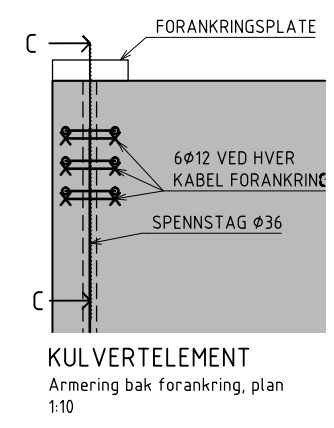
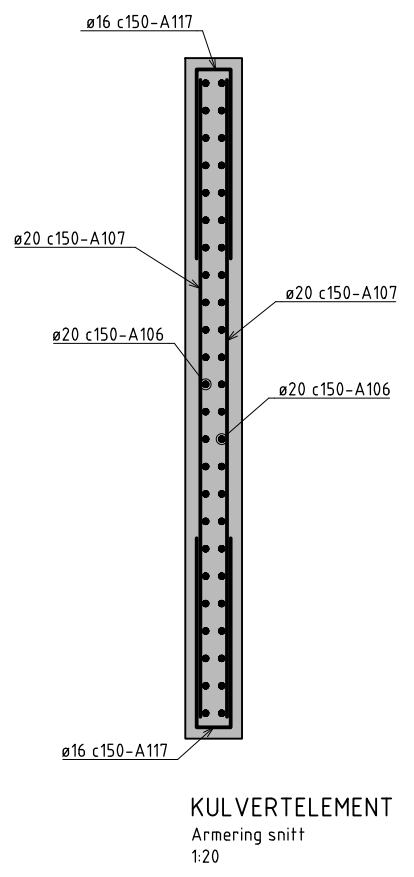
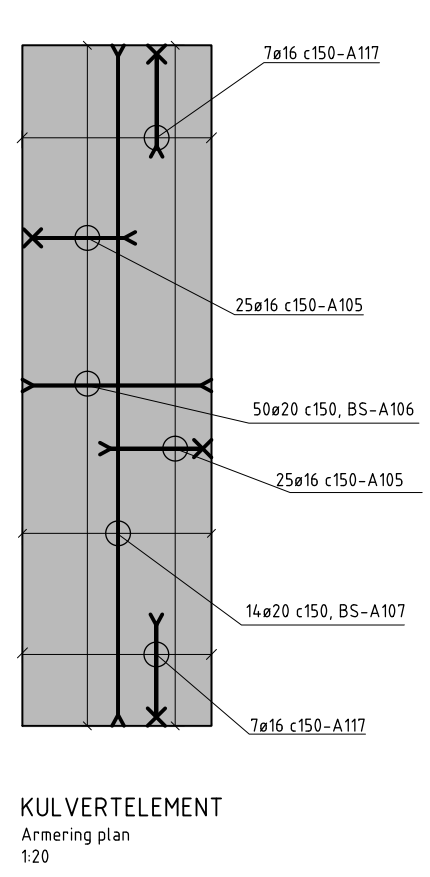
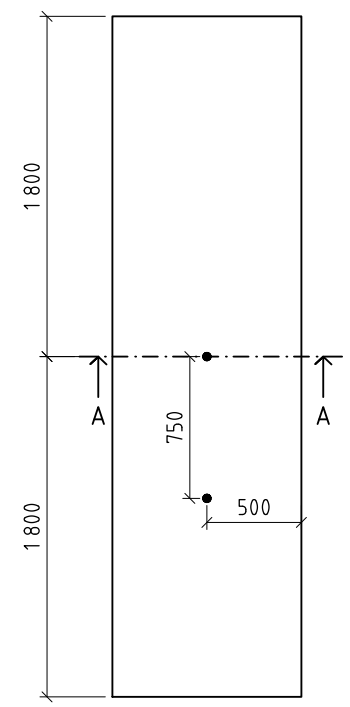
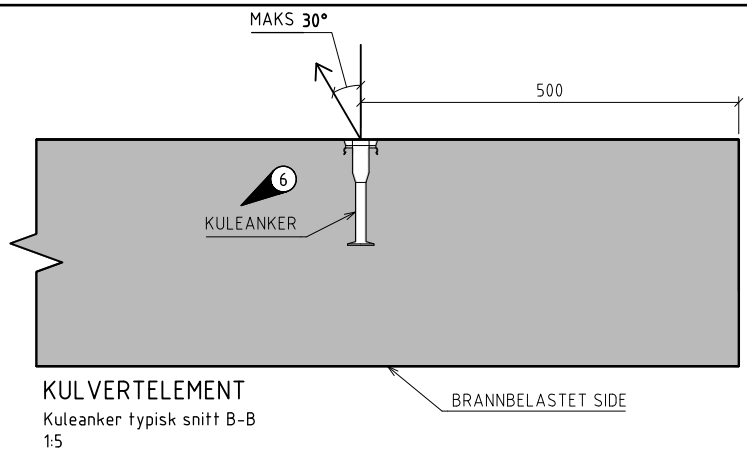
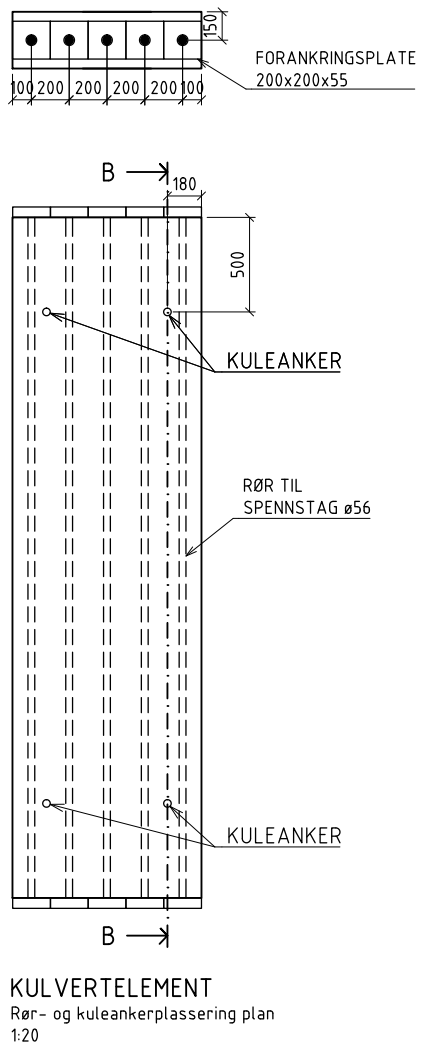
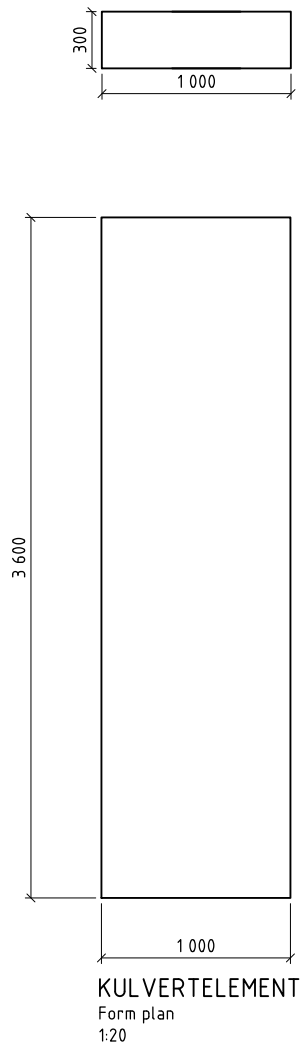
Rev	2010-10-27	Arbeids-tegning	ThSel	DB	JPH
Utsk av			Kontr av		
Tegnet av	ThSel	Date	2010-03-16		
Kontr.	DB				
<p><b>Stortens vegvesen</b></p> <p>Moderne vegtunneler</p> <p>Kulvertelementer av betong for brannesting, t=600</p> <p>Form- og armeringstegning</p> <p>Plassering av termotråd og kuleanker</p>					
Region sør			Prod. av Norconsult AS		5013053
K503					



Konstrukt%248r  	Oppdrags nr. 5013053	Dokumentnummer			
	Oppdrag Moderne vegtunneler	Tegningsnummer K503	Bøyleliste side	Rev.	
		Utarb. dato 2010-10-27	Utarb. av ThSel	Kontrollert av DB	
Konstruksjonsdel KULVERTELEMENT t=600	Stålkvalitet B500NC	Revidert dato	Revidert av	Rev. kontr. av	

Posnr.	Diam. (mm)	Lengde av hver slang (mm)	Ant. konstr. deler	Stenger per konstr.	Totalt anfall	Total lengde (m)	Skisse (mm)	Formkode	Dord. (mm)	Korr. (mm)	Rev.
								Merknad			
A108	16	2080	1	50	50	104.0					
A110	12	760	1	50	50	38.0					
A114	20	880	1	50	50	44.0					
A115	20	3480	1	14	14	48.7					
A118	16	2040	1	14	14	28.6					
Sum denne side		12		16		20					
Lengde (m)		38.0		132.6		92.7					
Vekt (kg)		34.2		212.2		231.8					


K:\50130\3013053\3013053\3013053\Armering\_kulvertelementer\_for\_brannesting.dwg - thsel - Ploitet: 02.11.2010 11:50:15 - LAYOUT: 300 - XREF = Armering\_betongelementer\_for\_brannesting, Termotråd\_betongelementer\_for\_brannesting, Hylseanker\_for\_betongelementer\_for\_brannesting, Forankringsplate\_for\_betongelementer\_for\_brannesting

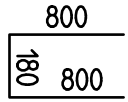
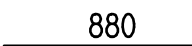
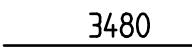
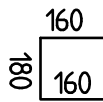
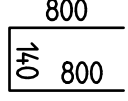


**BESTEMMELSER**

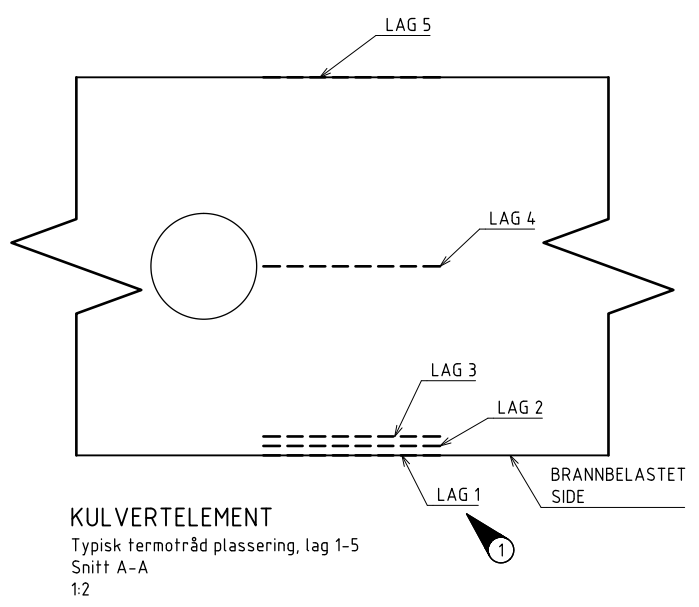
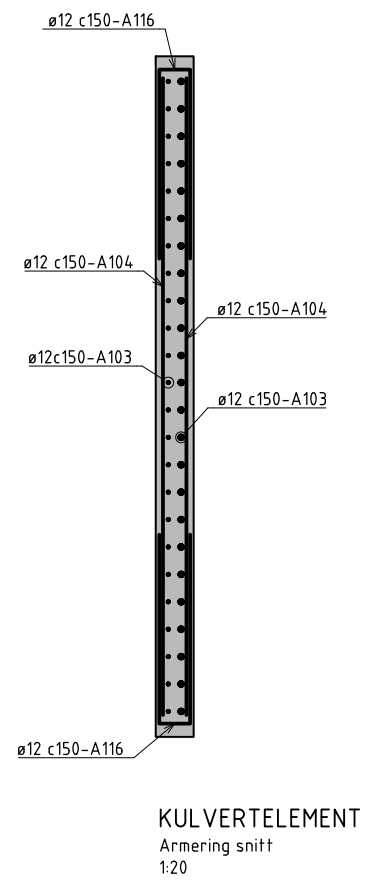
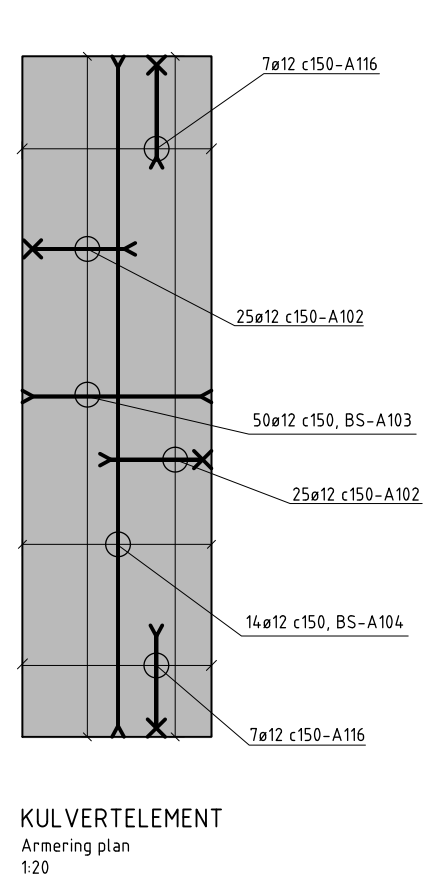
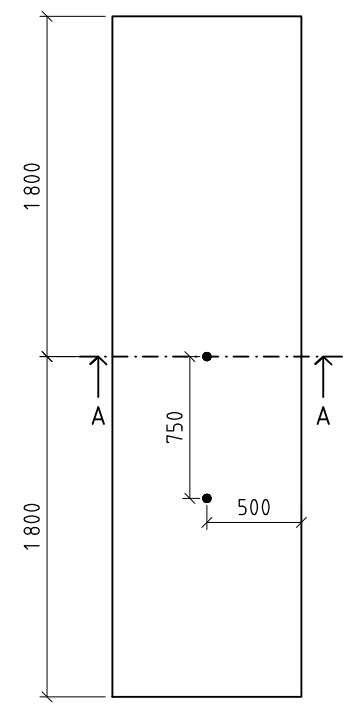
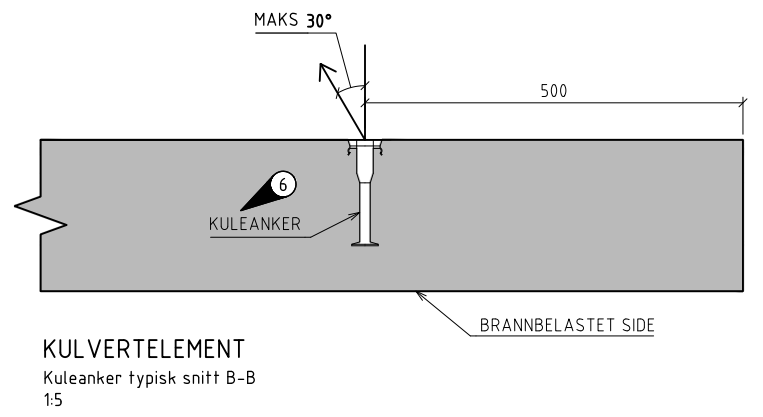
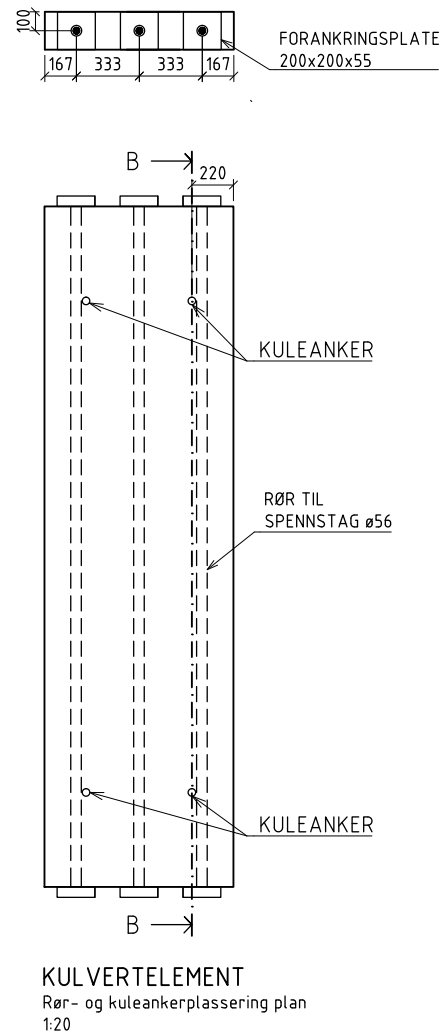
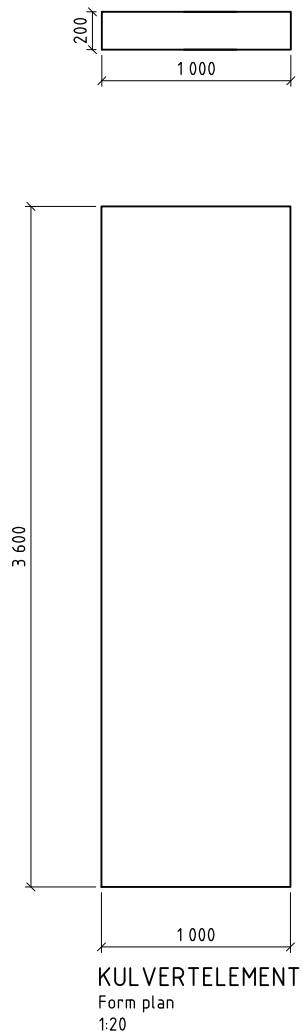
- Elementene skal være utstyrt med termotråder i sjikt (fra brannbelastet side) 0, 5, 10, 100 mm og utvendig/overside av elementene, i to punkter.
- Betong: Fasthetsklasse: B35  
Bestandighetsklasse: MF40  
Betongspesifikasjon: SV-40  
Standard FA sement med 4 % silika. D(maks) 16 mm,  
2 kg/m<sup>3</sup> pp-fiber.  
Overdekning: 60±15 mm
- Armeringstoler i betong.
- Armering B500NC.
- Elementene spennes opp til 11 MPa
- Congrip kuleanker 4-240 (4 stk)
- Det skal benyttes totalt 5 stk spennstag ø36 med kapasitet S(02)=1099kN/stag
- Oppspenningskraft  $S=0.8 \times S(02)$  etter låsing i jekk og forankring.
- Tillatt avvik fra teoretisk kabelplassering:  
Vertikalt: 10mm  
Horisontalt: 20mm
- Oppspenningsrekkefølge: Kablene spennes opp symmetrisk om CL-element.
- Forankringsplaten skal monteres vinkelrett på kabelrørets senterlinje.

Rev	2010-10-27	Arbeids-tegning	ThSel	DB	JPH
Utsk av			Kontr av		
Tegnet av	ThSel	Date	2010-03-16		
Kontr.	DB	Godkj./sign			
Saksnr:					
Bru nr:					
Arkiv ref:					
Målestokk som vist					
Dokument nr. Revisjon					
Region sør			Prod. av Norconsult AS		5013053
					<b>K502</b>

Konstrukt%248r		Oppdrags nr.	Dokumentnummer		
		5013053	Tegningsnummer K502	Bøyleliste side	Rev.
		Oppdrag Moderne vegtunneler		Utarb. dato 2010-10-27	Utarb. av ThSel
Konstruksjonsdel KULVERTELEMENT t=300		Stålkvalitet B500NC	Revidert dato	Revidert av	Rev. kontr. av

Posnr.	Diam. (mm)	Lengde av hver stang (mm)	Ant. konstr. deler	Stenger per konstr.	Totalt antall	Total lengde (m)	Skisse (mm)	Formkode	Dord. (mm)	Korr. (mm)	Rev.	
								Merknad				
A105	16	1780	1	50	50	89.0						
A106	20	880	1	50	50	44.0						
A107	20	3480	1	14	14	48.7						
A109	12	500	1	64	64	32.0						
A117	16	1740	1	14	14	24.4						
Sum denne side		12	16	20								
Lengde (m)		32.0	113.4	92.7								
Vekt (kg)		28.8	181.4	231.8								

K:\50130\5013053\del\brann\Arch\Layout\_Armering\_kulvertelementer\_for\_branntesting.dwg - thsel - Ploitet: 02.12.2010 11:51:15 - LAYOUT: 200 - XREF = Armering\_betonlementer\_for\_branntesting, Termotråd\_betonlementer\_for\_branntesting, Hyseanker\_for\_betonlementer\_for\_branntesting, Betonlementer\_for\_branntesting



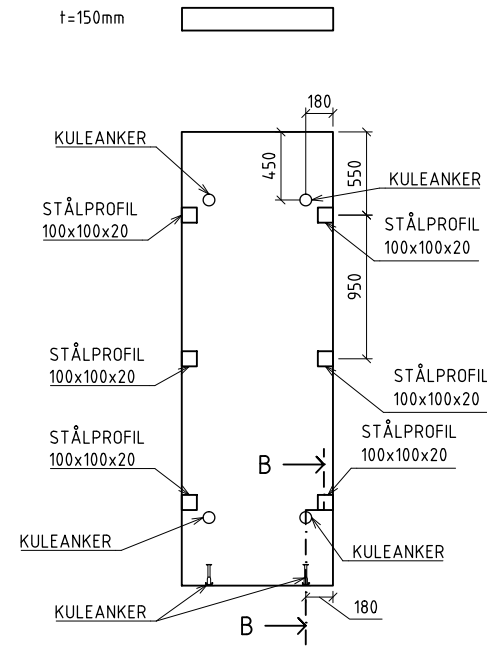
**BESTEMMELSER**

- 1 Elementene skal være utstyrt med termotråder i sjikt (fra brannbelastet side) 0, 5, 10, 100 mm og utvendig/overside av elementene, i to punkter.
- 2 Betong: Fasthetsklasse: B35  
Bestandighetsklasse: MF40  
Betongspesifikasjon: SV-40  
Standard FA sement med 4 % silika. D(maks) 16mm, 2 kg/m<sup>3</sup> pp-fiber.  
Overdekning: 40±5 mm
- 3 Armeringstoler i betong.
- 4 Armering B500NC.
- 5 Elementene spennes opp til 11 MPa
- 6 Congrip kuleanker 4-095 (4 stk)
- 7 Det skal benyttes totalt 3 stk spennstag ø36 med kapasitet S(02)=1099kN/stag
- 8 Oppspenningskraft S=0.8xS(02) etter låsing i jekk og forankring.
- 9 Tillatt avvik fra teoretisk kabelplassering:  
Vertikalt: 10mm  
Horisontalt: 20mm
- 10 Oppspenningsrekkefølge: Kablene spennes opp symmetrisk om CL-element.
- 11 Forankringsplaten skal monteres vinkelrett på kablerørets senterlinje.

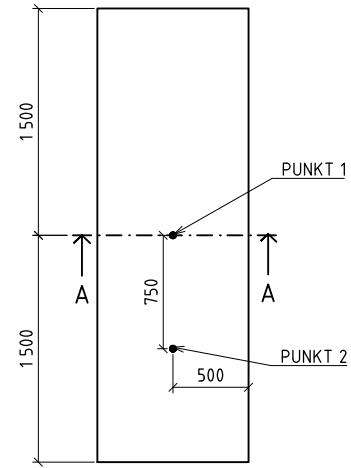
A	2010-10-27	Arbeids-tegning	ThSel	DB	JPH
Rev	Date	Revisjonen gjelder	Utørk av	Kontr. av	Godkj. av
			Tegnet av	ThSel	Date
			Kontr.	DB	2010-03-16
			Saksbehandler		
Moderne vegtunneler			Bruk nr:		
Kulvertelementer av betong for branntesting, t=200			Arkiv ref:		
Form- og armeringstegning			Målestokk som vist		
Plassering av termotråd og kuleanker			Dokument nr. Revisjon		
Region sør Prod. av Norconsult AS 5013053			K501		



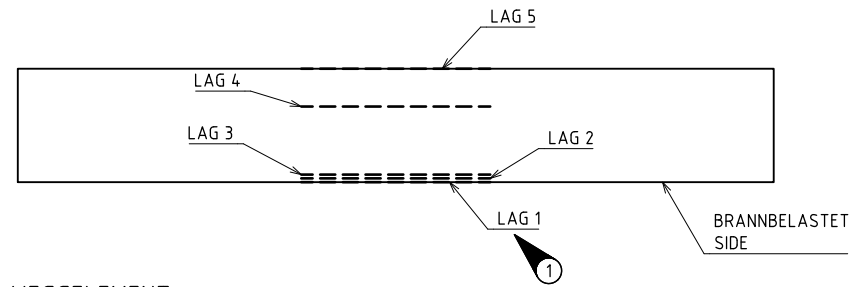
N:\501\30\5013053\del\brann\Arch\Layout\veggelmenter\_for\_branntesting.dwg - tshel - Plotref: 02.11.2010 11:53:20 - LAYOUT: Veggelmenter - XREF = Betongelmenter\_for\_branntesting, Armering\_betongelmenter\_for\_branntesting, Termotråd\_betongelmenter\_for\_branntesting, Armering\_betongelmenter\_for\_branntesting, Termotråd\_betongelmenter\_for\_branntesting, Hyseanker\_for\_betongelmenter\_for\_branntesting



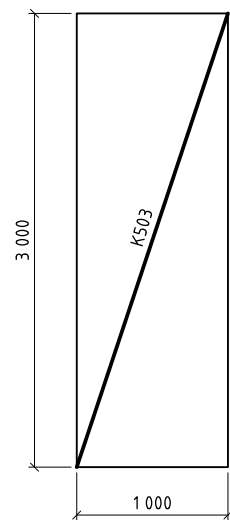
**VEGGELEMENT**  
Kuleankerplassering og stålprofil  
1:25



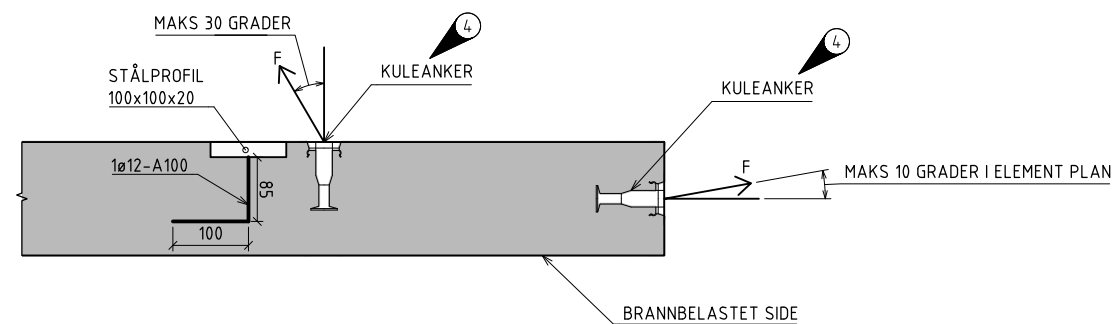
**VEGGELEMENT**  
Termotråd plassering  
Plan  
1:25



**VEGGELEMENT**  
Termotråd plassering, lag 1-5  
Snitt A-A  
1:5



**VEGGELEMENT**  
Form og armering  
1:25





**VEGGELEMENT**  
Kuleanker og stålprofil.  
Typisk snitt B-B  
1:5

**BESTEMMELSER**

- 1 Elementene skal være utstyrt med termotråder i sjikt (fra brannbelastet side) 0, 5, 10, 100 mm og utvendig/overside av elementene, i to punkter
- 2 Betong: Fasthetsklasse: B35  
Bestandighetsklasse: MF40  
Betongspesifikasjon: SV-40  
Standard FA sement med 4 % silika. D(maks) 16 mm,  
2 kg/m<sup>3</sup> pp-fiber.  
Overdekning: 45±5 mm
- 3 Dobbelarmert med armeringsnett K503, B500NA.  
Armeringstoler i betong.
- 4 Congrip kuleanker 2-120 (4 + 2 stk)

A	2010-10-27	Arbeids-tegning	ThSel	DB	JPH
Tegnet av			ThSel	Date	
Kontr.			DB	2010-02-18	
Godkj./sign					
<b>Statens vegvesen</b>					
Moderne veggelmenter					
Saks:					
Bru nr:					
Arkiv ref:					
Målestokk som vist					
Dokument nr. Revisjon					
Region sør			Prod. av Norconsult AS		5013053
					<b>K500</b>

Konstrukt%248r		Oppdrags nr. 5013053	Dokumentnummer		
		Oppdrag Moderne vegtunneler	Tegningsnummer K500	Bøyeliste side	Rev.
			Utarb. dato 2010-10-27	Utarb. av ThSel	Kontrollert av DB
Konstruksjonsdel VEGGELEMENT		Stålkvalitet B500NC	Revidert dato	Revidert av	Rev. kontr. av

Posnr.	Diam. (mm)	Lengde av hver stang (mm)	Ant. konstr. deler	Stenger per konstr.	Totalt antall	Total lengde (m)	Skisse (mm)	Formkode	Dord. (mm)	Korr. (mm)	Rev.
								Merknad			
A100	12	185	1	6	6	1.1					
Sum denne side		12	16	20							
Lengde (m)		1.1									
Vekt (kg)		1.0									

+

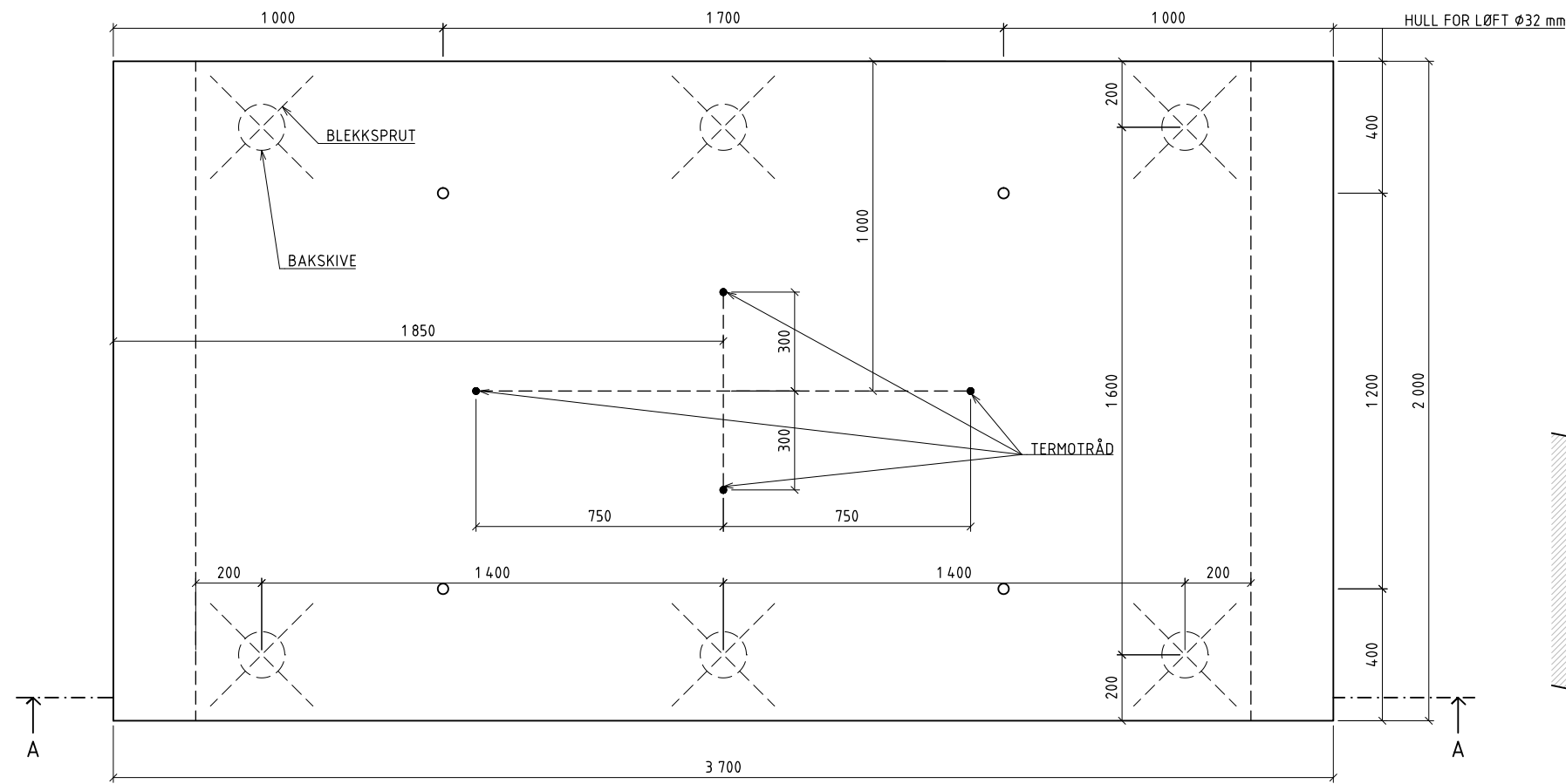
-

FORKLARINGER

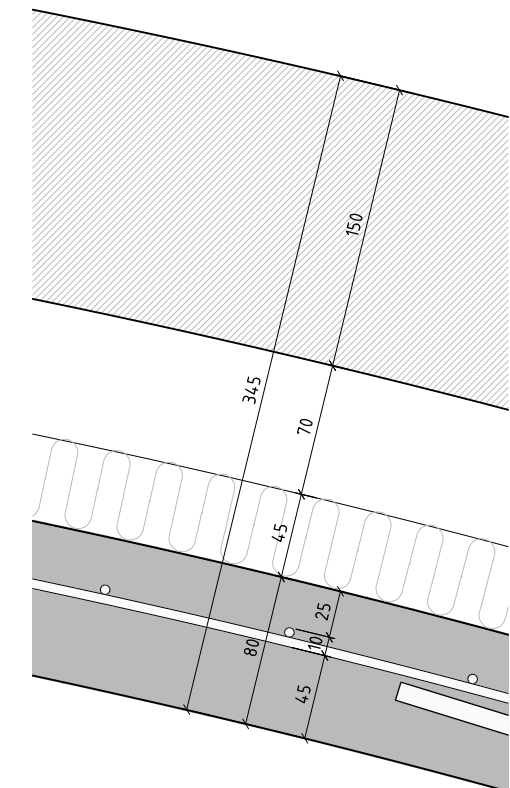
ANVISNINGER

1. Sprøytebetong: Fasthetsklasse: B35  
Bestandighetsklasse: M45  
2 kg/m<sup>3</sup> PP-fiber
2. Armeringsnett K-196
3. Armeringsplugger (spioner) plasseres med maks avstand 600x600 mm.
4. Termotråd monteres i 2 sjikt i 4 punkter, i nettarmering og i sjiktet mellom PE-skum og sprøytebetong.
5. Overdekning fra ytterste mutter ved bolter skal minimum være 25 mm. I tilfeller hvor bolten stikker mer enn 20 mm forbi mutter skal bolten kappes 5 mm utenfor mutter.

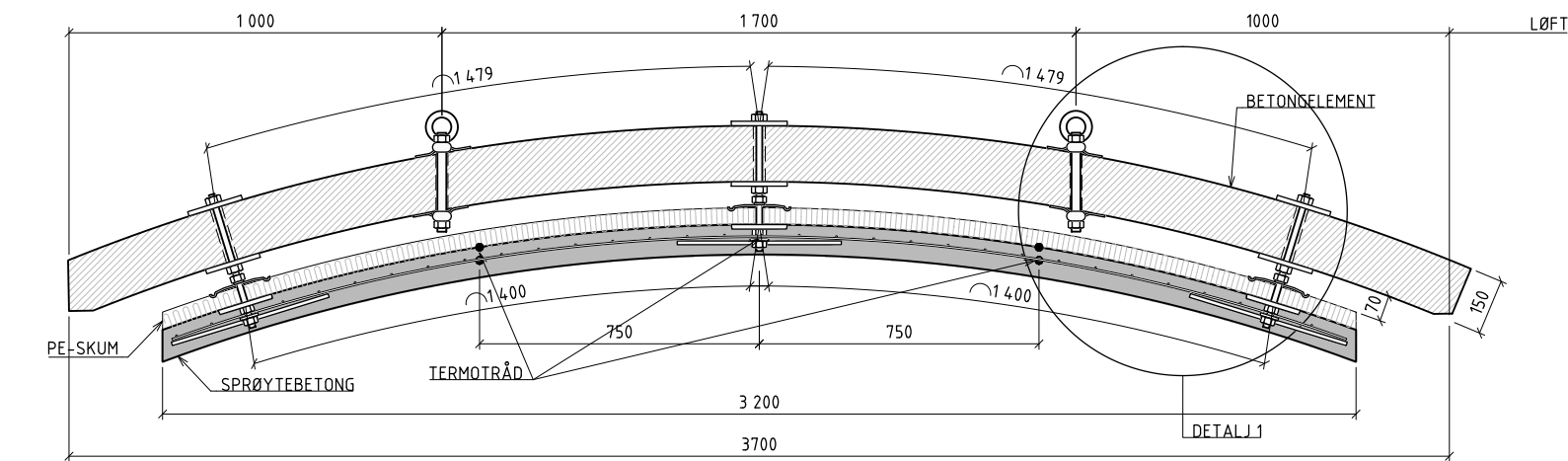
HENVISNINGER



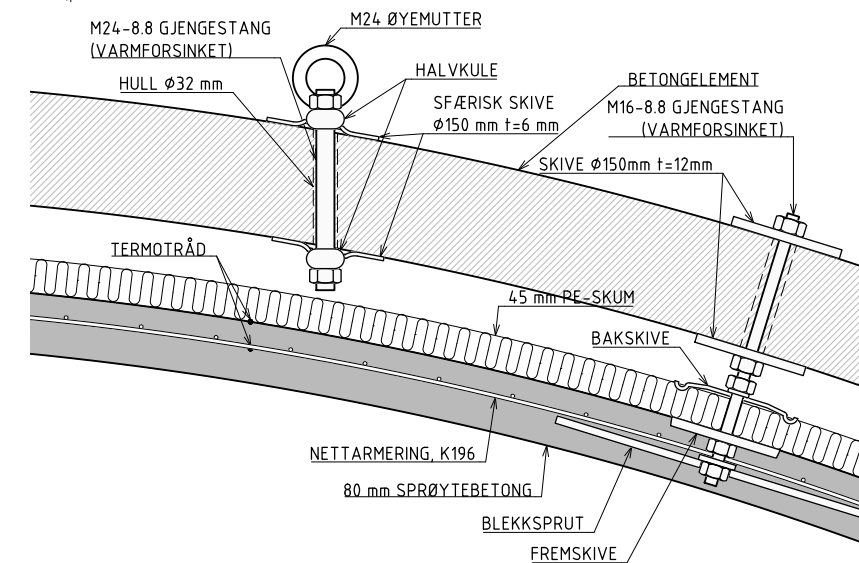
PLAN  
1:10



DETALJ 1  
1:2



SNITT A-A  
1:10



DETALJ 1  
1:5

C00	2011-05-27	Arbeidstegning	GaWil	JOB	JPH
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
			Tegnet av: GaWil	Date: 2011-03-18	
			K103		
Moderne veggtunneler Krumbetongelement av sprøytebetong for branntesting Form- og armeringstegning			Dokument nr. K103 Revisjon C00		
Region sør Prod. av Norconsult AS			5013053		

N:\5013053\dek\brann\Arch\K103\_krum\_beton\_sprøytebetongelement.dwg - gaWil - Plottet: 27.05.2011 08:58:05 - LAYOUT: Layout1 - XREF: A\_K\_Sprøytebetongelement

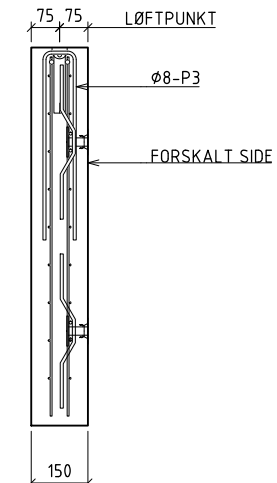
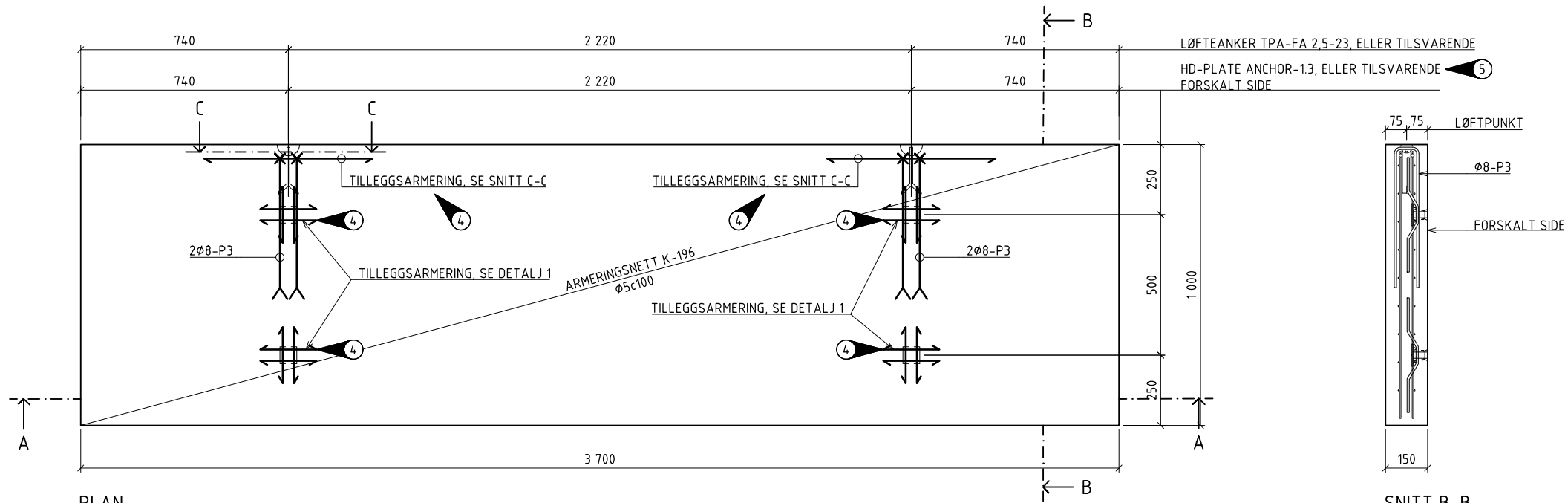


FORKLARINGER

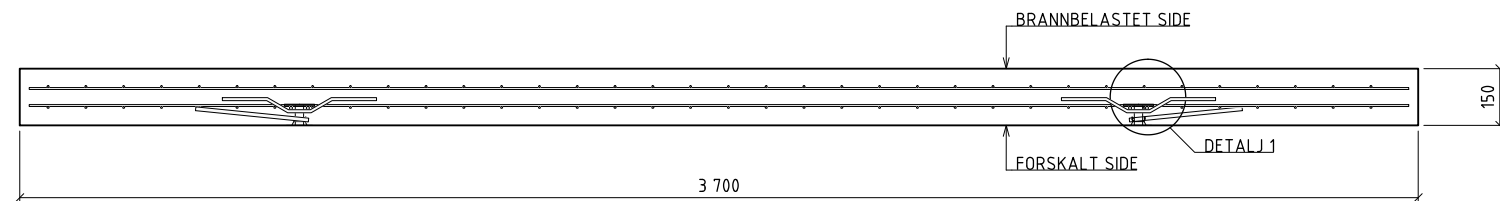
ANVISNINGER

- 1. Sprøytebetong: Fasthetsklasse: B35  
Bestandighetsklasse: M45  
2 kg/m<sup>3</sup> PP-fiber
- 2. Armeringsnett K-196
- 3. Armeringstoler i betong
- 4. Tilleggsarmering rundt løftepunkter iht. leverandør av plate- og løfteanker.
- 5. Halven HD-Plate Anchor. Order no. 0740.180-00001. Eller tilsvarende

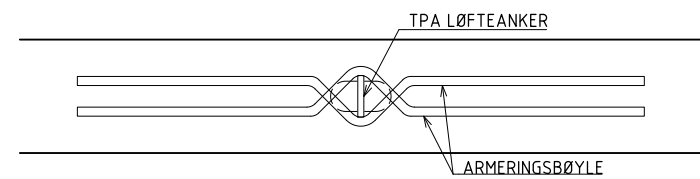
HENVISNINGER



SNITT B-B  
1:10

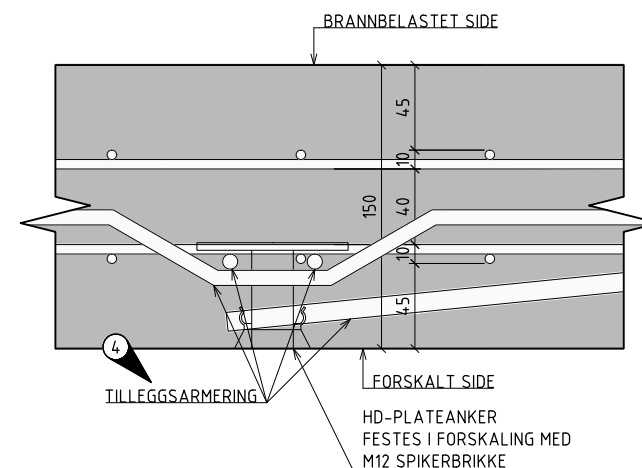


SNITT A-A  
1:10



SNITT C-C  
1:5

POS.	KVAL.	DIAM. mm	LENGDE mm	ANTALL	DOR. mm	MERKNAD
P3	B500NC	8	1030	8	20	



DETALJ 1  
1:2

C00	2011-05-27	Arbeidstegning	GaWil	JOB	JPH
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
		Tegnet av: GaWil		Date: 2011-03-18	
		Kontrollert av: GaWil		Date: 2011-03-18	
		Godkj. / sign:		Saksbehandler: Ståle Vægvær	
		Bruk nr.:		Arkiv ref.:	
		Målestokk: Som vist		Dokument nr.:	
		Region sør		Prod. av Norconsult AS	
		5013053		K102	
				C00	

FORKLARINGER

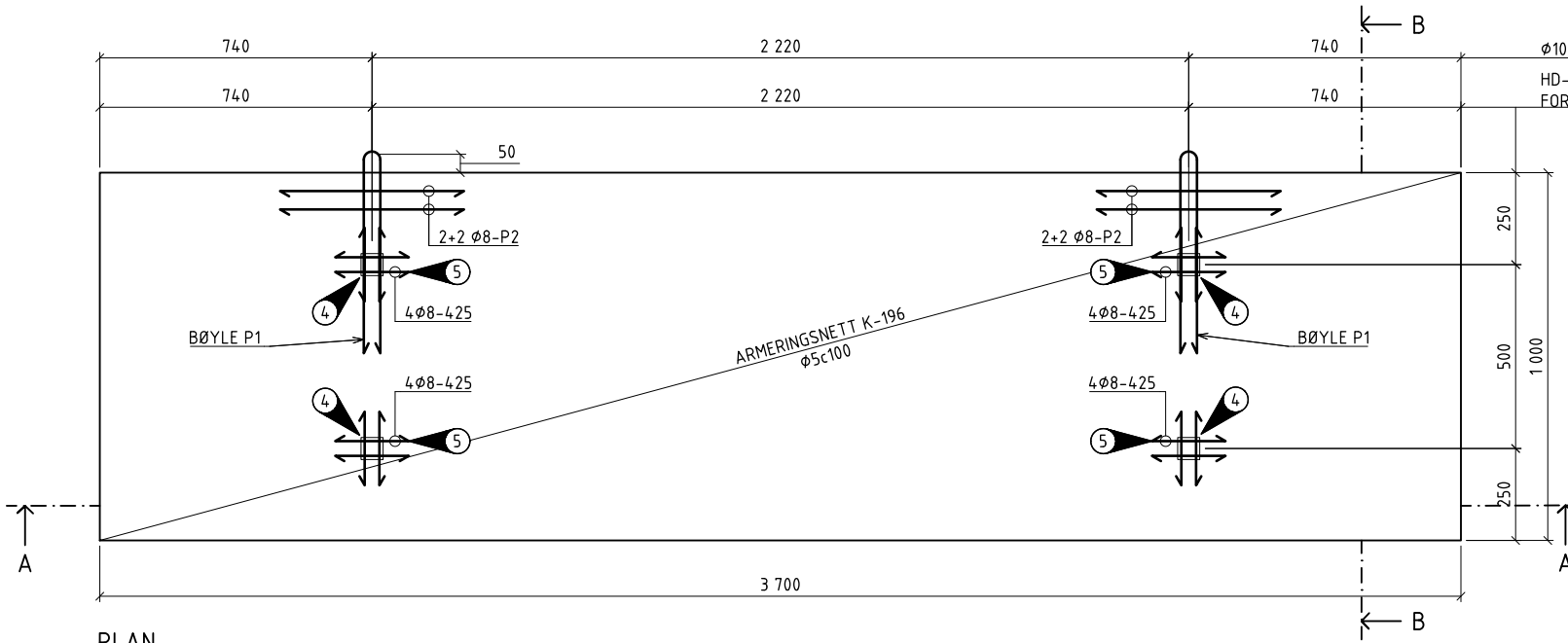
ANVISNINGER

- |                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| 1. Sprøytebetong: | Fasthetsklasse: B35          |
|                   | Bestandighetsklasse: M45     |
|                   | 2 kg/m <sup>3</sup> PP-fiber |

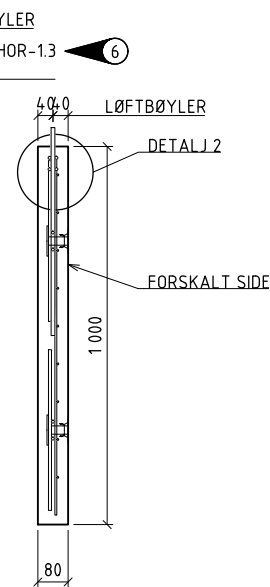
- Armeringsnett K-196
- Armeringstoler i betong

- ④ Ekstra sprøytebetong lokalt rundt løft for at sikre 45 mm overdekning
- ⑤ Tilleggsarmering iht. leverandør av plateanker.
- ⑥ Halven HD-Plate Anchor. Order no. 0740.180-00001. Eller tilsvarende

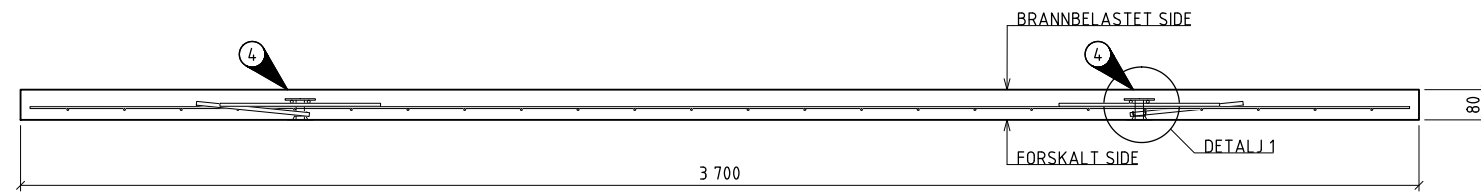
HENVISNINGER



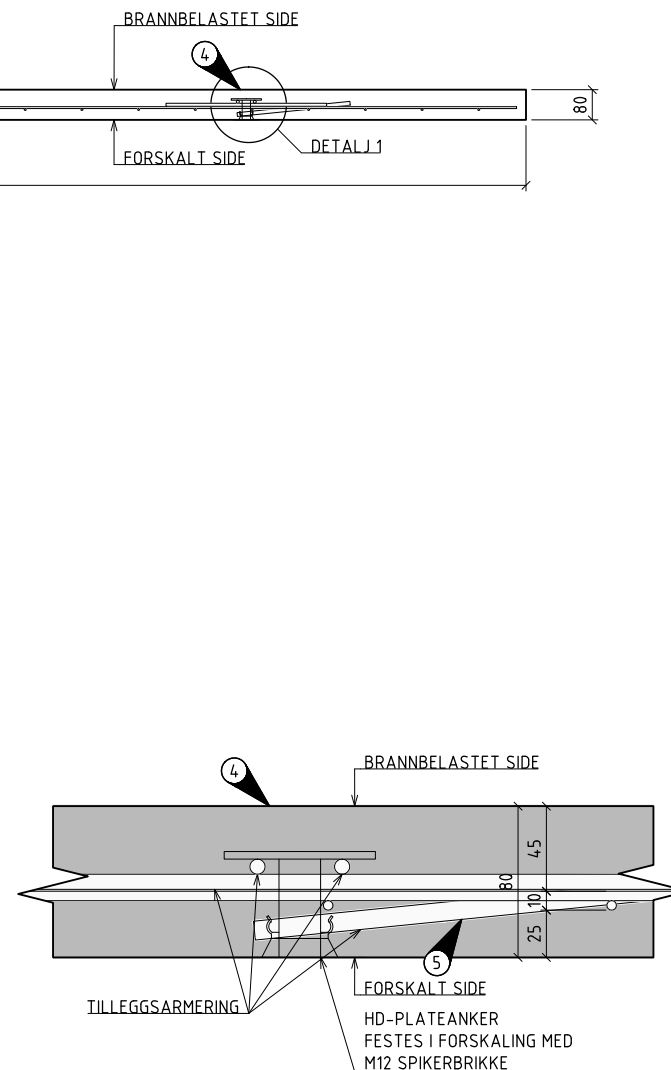
PLAN  
1:10



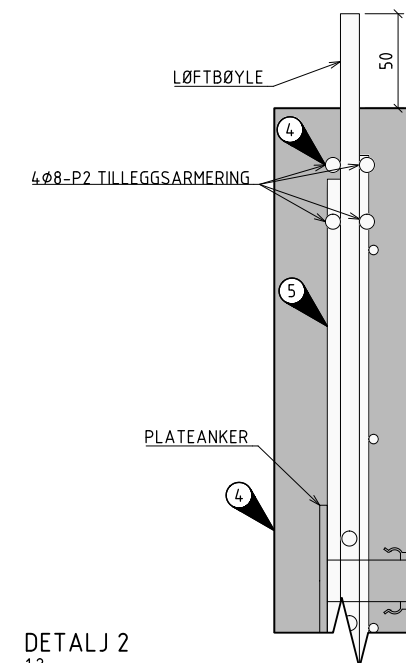
SNITT B-B  
1:10



SNITT A-A  
1:10



DETALJ 1  
1:2



DETALJ 2  
1:2

POS.	KVAL.	DIAM. mm	LENGDE mm	ANTALL	DOR mm	MERKNAD
P1	B500NC	10	1125	2	25	
P2	B500NC	8	580	8	20	

C00	2011-05-27	Arbeidstegning	GaWil	JOB	JPH
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
			GaWil		2011-03-18
			Tegnet av: GaWil Kontr.: Godkj./sign.: Saksb.: Bru nr.: Arkiv ref.: Målestokk: Som vist Dokument nr.: Revisjon:		
Moderne vegtunneler Enkelt element 1 av sprøytebetong for branntesting Form- og armeringstegning			K101 C00		
Region sør		Prod. av Norconsult AS	5013053		

## **VEDLEGG II Produktdatablader**



The Fibrin range of monofilament, polypropylene fibres reduce the occurrence of plastic shrinkage and plastic settlement cracking, whilst enhancing the surface properties and durability of hardened cementitious products. The fibres are extremely fine, single filaments, cut to lengths of 3,6,12 and 18mm, in accordance with maximum aggregate size considerations and surface appearance requirements. The fibres are coated with surfactant to improve initial dispersion and bond. Fibrin fibres are extremely fine and although slightly visible at the plastic stage, are not readily seen on the hardened surface.

#### Advantages & Benefits

- Reduced Plastic Shrinkage Cracks
- Reduced Plastic Settlement
- Reduced Bleeding
- Alternative to Crack Control Mesh with the appropriate design
- Reduced Water & Chemical Permeability
- Increased Abrasion Resistance
- Increased Impact Resistance
- Improved Freeze / Thaw Resistance

#### General Applications

- Internal Floor Slabs
- Concrete Buildings
- External Hard Standings
- Bridges
- Extruded Concrete
- Piling Concrete
- Water Retaining Structures
- Repair Materials
- Pattern Imprinted Concrete
- Precast Concrete
- Agricultural Areas
- Shotcrete / Gunite

#### Mixing Directions:

Fibres should ideally be added in the mixer at the batching plant; although in some instances this may not be possible and addition at site will be the only option. If mixing at a dry batch plant, fibres should be the first constituent in the truck, along with one third of the mixing water. After all the other ingredients have been added, including the remaining mixing water, the concrete should be mixed for a minimum of 70 revolutions at full speed to ensure uniform fibre dispersion. In the case of site mixing, a minimum of 70 drum revolutions is highly recommended.

#### Packing & Dispensing

Fibres are packed in the desired measured quantities in degradable paper bags. These bags should be added to the truck or plant mixer unopened. Please note that one bag of fibres is the required amount of product for one cubic metre of concrete. Bagged fibres are placed in boxes for ease of handling. Fibres can also be ordered in bulk quantities and packed in jumbo boxes or bulk sacks. Specifically designed fibre dosage machinery is available for larger projects.

#### Storage

Boxes of fibres must be stored on a clean surface, in dry conditions, under cover and away from the possibility of damage.

#### Health & Safety

Please read the specific ADFIL safety data sheet or consult ADFIL personnel.

#### Quality Assurance

Adfil's manufacturing plants operate within a strict ISO 9001:2008 Quality Assurance System and ISO 14001 Environmental Management System. The products are manufactured to exacting standards on the technologically advanced production packaging lines, which allows constant monitoring of quality. Quality audits are periodically conducted at our manufacturing plants

#### Technical Advice

The Technical Service Department of ADFIL Construction Fibres is available to assist you in the correct use of our products.

#### Specification

In order to ensure that you are not specifying a technically inferior product please ensure that your specification conforms to include the following:

- Material: 100% Virgin Polypropylene
- Fibre Length: 3,6,12 & 18mm
- Density: 910kg / m<sup>3</sup>
- Absorption: Nil
- Thermal Conductivity: Low
- Acid Resistance: High
- Design: Monofilament Fibre
- Surface: Coated for dispersion
- Colour: Natural
- Melt Point: 160 °c
- Electrical Conductivity: Low
- Alkali Resistance: 100%

#### Design Service

For all concrete floor design requirements please consult your ADFIL contact.

#### Total Solution Provider

ADFIL offers the Full Design and Construction Package. Our expertise and knowledge of the Construction Industry means that we can offer our customers bespoke solutions in terms of engineered proposals, concrete mix designs, bespoke packaging configurations, high standards of distribution and fibre dosage equipment.

## Polypropylen mikrofiber

### PRODUKTBESKRIVELSE

**PP-fiber M6** er en monofilament-propylenfiber med optimale mekaniske, fysiske og kjemiske egenskaper for bruk i mørtel og betong.

### KVALITETER

- Stor overflate pr mengde fiber (615 m<sup>2</sup> pr kg)
- Høy bindings-/ heftevne
- Ikke synlig på overflaten
- Ingen kjent helserisiko
- Kjemisk inaktive og bestandig
- Problemfri innblanding
- Lett å pumpe, ingen slitasje på rør og slanger
- 100 % alkali-resistent
- Angripes ikke av syrer eller løsemidler

### Betong

- Øket brannmotstand
- Reduserer faren for eksplosjonsartet avskalling
- Reduserer pulverisering av betong ned til en gjennomsnittsdypde på 2 cm
- Ved brann vil konstruksjonsarmeringen være beskyttet også i randsoner
- Reduserer kostnader til vedlikehold og gjenoppbygging etter brann til et minimum
- Reduserer forekomsten av mikrosprekker/riss pga av plastisk svinn
- Reduserer risikoen for "bleeding"
- Øker betongens tetthet
- Øker holdbarheten ved temperaturendringer
- Forbedrer betongens motstand mot slag, forhindrer skader på hjørner og kanter
- Reduserer skader ved avforming og under transport av elementer
- Raskere og bedre konstruksjon pga økt kohesjon (sammenholdning) i betongen

### Tilsetning

- **PP-fiber M6** kan tilsettes i tørre materialer eller i fersk betong i blanderen, eller den kan tilsettes direkte i automikseren
- Betong med **PP-fiber M6** kan pumpes og sprøytes

### Produsent:

Rescon Mapei AS  
Vallsetvegen 6, 2120 Sagstua, Norway  
Tlf: +47 62 97 20 00 Fax: +47 62 97 20 99  
post@resconmapei.no  
www.resconmapei.com

- Betong med **PP-fiber M6** reduserer betongens synk. Kombineres derfor med **Dynamon** superplastiserende stoffer
- Blandingstid:
  - I betongblanderen: normal blandetid er tilstrekkelig
  - I betongbil: blandingstiden økes med 1 minutt pr m<sup>3</sup> med høy hastighet på trommelen.

### Dosering

Normaldosering: 1 pose à 1 kg pr m<sup>3</sup>  
For ekstra brannsikring: inntil 2 poser  
Antall poser pr kartong: 20  
Antall kartonger pr pall: 30

**PP-fiber M6** er pakket i vannløselige poser.



### LAGRING OG HOLDBARHET

Må lagres tørt og beskyttet mot direkte sollys.

### VERNETILTAK

For helse-, miljø- og sikkerhetsinformasjon - se eget sikkerhetsdatablad. Sikkerhetsdatabladene 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 produktet. All ovenstående informasjon må likevel bli betraktet som retningsgivende og gjenstand for vurdering. Enhver som benytter produktet må på forhånd forsikre seg om at produktet er egnet for tilsiktet 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.

### TEKNISKE SPESIFIKASJONER

Materialtype:	Polypropylen
Vekt pr pose (kg):	1,0
Lengde (mm):	6 ± 1
Diameter (µm):	18 ± 3
Densitet (g/cm <sup>3</sup> ):	0,91
Antall fibre (mill/kg):	725
E-modul (N/mm <sup>2</sup> ):	3500 - 3900
Strekstyrke (N/mm <sup>2</sup> ):	300
Kjemisk reaksjon:	Inert
Smeltepunkt:	160-165 °C
Farge:	Hvit/gjennomsiktig
Emballasje:	Poser à 1 kg, 20 pr. kartong. Vannløselige
Lagring:	Lagres tørt



# Thrace Plastics Co.S.A.

PLASTIC TEXTILE & PACKAGING MATERIALS INDUSTRY

## TECHNICAL DATA SHEET

### TMIX concrete fibers

**TMIX-6 and TMIX-12** are high performance polypropylene multifilament **Class 1a microfibers** developed for crack control of concrete, which fulfil the requirements of the EU Construction Products Directive **89/106/EEC** and the specifications of the European Standard **BS EN 14889-2: 2006** (Attestation System 3: Table ZA.1). Are also high resistant to chemicals, have rounded shape and white color. There are specially engineered and manufactured for use in concrete, mortar or grout at a minimum recommended dosage rate of 0.9kg per cubic meter of concrete. **TMIX-6 and TMIX-12** specifications are described at the following table.

Properties	Method	Units	Value	TMIX-6	TMIX-12
<b>PHYSICAL PROPERTIES</b>					
Length	Optically	mm	Average	6 (±10%)	12 (±10%)
Diameter	Optically	µm	Average	25 (±10%)	25 (±10%)
Specific Gravity	Bibliography	g/cm <sup>3</sup>	Average	0.91	0.91
Melting point	ISO 11357-3	°C	Average	160-170	160-170
Ignition point	ISO 11357-3	°C	Average	570	570
Number of fibers per kg	Estimated	millions	Average	240	120
<b>MECHANICAL PROPERTIES</b>					
Linear Density	DIN EN ISO 13392	Dtex	Average	4.4 (±10%)	4.4 (±10%)
Tensile strength	EN ISO 2062	cN/tex	Average	40 (±10%)	40 (±10%)
		N/mm <sup>2</sup>	Average	400 (±10%)	400 (±10%)
Tensile elongation	EN ISO 2062	%	Average	25 (±10%)	25 (±10%)
Young modulus or Elasticity modulus	Evaluated	GPa	Average	1.6	1.6
Effect on consistence of concrete (900gr fibres/m <sup>3</sup> of concrete)	DIN EN 12350-3&4	VEBE time 10s		1.28s	1.26s
Consistence of the reference concrete	DIN EN 12350-3&4	VEBE time 7s		1.25s	1.25s
<b>FIBER CHARACTERISTICS</b>					
Composition type				PP	PP
Cross section area				round	round
Color type				white	white
UV stabilization				200kLy	200kLy
Chemical resistance				Excellent	Excellent

#### NOTES:

**ISSUED: 11/11/2009. Replace all prior versions**

Thrace Plastics Technical Fibers manufactured at one of Thrace Plastics facilities that have achieved ISO 9001:2000 certification for its systematic approach to quality. The conformance of all properties is under control by the implementation of a fully documented Quality Plan.

All the values presented in the above table are averages from standard tests and are, though not guaranteed. Thrace Plastics Technical Fibers reserve the right to alter product specifications at any time without prior notice. It is the responsibility of all users to satisfy themselves that the above data are current.

The information contained herein is furnished without charge or obligation and the recipient assumes all the responsibility for its use. Because conditions for use and handling may vary and are beyond our control, THRACE PLASTICS makes no representation about, and is not responsible or liable for, the accuracy or reliability of said information or performance of any product. Any specification, properties or applications listed herein are provided as information only in no way modify, amend, enlarge or create any warranty. Nothing contained herein is to be construed as permission or as any recommendation to infringe any patent.

**Charalambos Eleftheriadis**  
Quality Manager

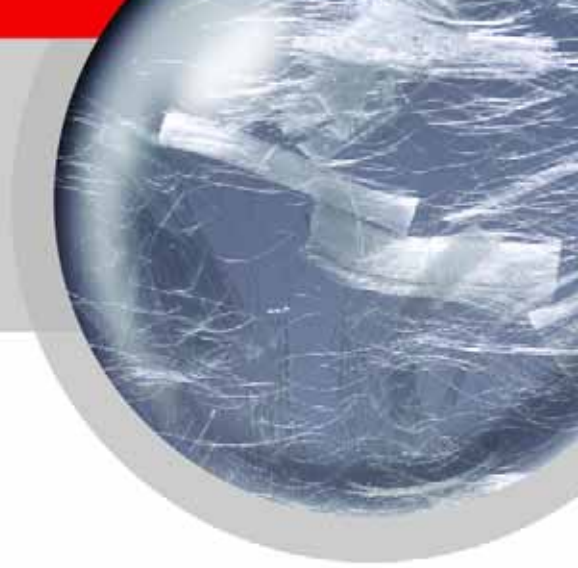


Notified Body No. 0780  
LGA Bautechnik GmbH



# FIBERMESH® I50

## PRODUCT DATA SHEET



### FIBERMESH® I50 SYNTHETIC FIBER

Fibermesh I50, formerly Stealth® e3®, micro-reinforcement system for concrete—100 percent virgin homopolymer polypropylene multifilament fibers containing no reprocessed olefin materials. Specifically engineered and manufactured in an ISO 9001:2000 certified facility for use as concrete reinforcement at an application rate of 1.0 to 1.5 lbs per cubic yard (.60 to .90 kg per cubic meter). UL Classified. Complies with National Building Codes and ASTM C III6/C III6M, Type III fiber reinforced concrete.

### ADVANTAGES

Non-magnetic • Rustproof • Alkali proof • Requires no minimum amount of concrete cover • Is always positioned in compliance with codes • Safe and easy to use • Saves time and hassle.

### FEATURES & BENEFITS

- Inhibits and controls the formation of intrinsic cracking in concrete
- Reinforces against impact forces
- Reinforces against abrasion
- Reinforces against the effect of shattering forces
- Reinforces against water migration
- Provides improved durability
- Reduces plastic shrinkage and settlement cracking
- Alternate system to traditional reinforcement when used for secondary (crack control) reinforcing in concrete

### PRIMARY APPLICATIONS

Applicable to all types of concrete which demonstrate a need for resistance to intrinsic cracking and improved water tightness and an aesthetic finish.

- Slabs-on-ground
- Stucco
- Slope paving
- Sidewalks
- Curbs
- Exposed aggregate
- Driveways
- Overlays & toppings

### CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES

Absorption	Nil	Melt Point	324°F (162°C)
Specific Gravity	0.91	Ignition Point	1100°F (593°C)
Fiber Length*	Graded	Thermal Conductivity	Low
Electrical Conductivity	Low	Alkali Resistance	Alkali Proof
Acid & Salt Resistance	High		

\*Also available in single cut lengths

### DO SPECIFY FIBERMESH I50 FIBERS:

- Reduced plastic shrinkage cracking
- Improved impact, shatter and abrasion resistance
- Reduced water migration and damage from freeze/thaw
- Improved durability
- Areas requiring non-metallic materials
- Concrete that needs an architectural finish

### DO NOT SPECIFY FIBERMESH I50 FIBERS:

- Crack control from external stresses
- Increasing joint spacing beyond ACI and PCA guidelines
- Decreasing thickness of slabs
- Replacing any moment or structural steel

# FIBERMESH® 150

## PRODUCT USE

**MIXING DESIGNS AND PROCEDURES:** Fibermesh® 150 micro reinforcing is a mechanical, not chemical, process. The addition of Fibermesh 150 multifilament fibers do not require any additional water or other mix design changes at normal rates. Fibermesh 150 fibers are added to the mixer before, during or after batching the other concrete materials. Mixing time and speed are specified in ASTM C 94.

**FINISHING:** Fibermesh 150 micro-reinforced concrete can be finished by any finishing technique. Exposed aggregate, broomed and tined surfaces are no problem.

**APPLICATION RATE:** The application rate for Fibermesh 150 fibers is 1.0 to 1.5 lbs per cubic yard (.60 to .90 kg per cubic meter). Note: .75 lbs per cubic yard (.44 kg per cubic meter) may be acceptable based on local building codes.

## GUIDELINES

Fibermesh 150 fibers should not be used to replace structural, load-bearing reinforcement. Fibermesh 150 fibers should not be used as a means of using thinner concrete sections than original design. Fibermesh 150 fibers should not be used to increase joint spacing past those dimensions suggested by PCA and ACI industry standard guidelines.

## COMPATIBILITY

Fibermesh 150 fibers are compatible with all concrete admixtures and performance enhancing chemicals, but require no admixtures to work.

## PACKAGING

Fibermesh 150 fibers are available in a variety of packaging options. Special packaging is available for full truckload addition. Fibermesh 150 fibers are packaged, packed into cartons, shrink-wrapped and palletized for protection during shipping.

## TECHNICAL SERVICES

Trained Propex Concrete Systems specialists are available worldwide to assist and advise in specifications and field service. Propex Concrete Systems representatives do not engage in the practice of engineering or supervision of projects and are available solely for service and support of our customers.

## REFERENCE DOCUMENTS

- ASTM C 94/C 94M Standard Specification for Ready-Mixed Concrete.
- ASTM C 1116/C 1116M Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete.
- ASTM C 1399 Standard Test Method for Obtaining Average Residual-Strength of Fiber-Reinforced Concrete.
- ASTM C 1436 Standard Specification for Materials for Shotcrete.
- ASTM C 1609/C 1609M Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading). Replaces ASTM C 1018.
- ACI 304 Guide for Measuring, Mixing, Transporting and Placing Concrete.
- ACI 506 Guide for Shotcrete.
- International Code Council (ICC) NER-414 Evaluation Report.



UL® Classified: Type Fibermesh 150. For use as an alternate or in addition to the welded wire fabric used in Floor-Ceiling D700, D800, D900 Series Designs. Fibers may also be used in Floor-Ceiling Design Nos. G229, G243, G256, G514. Fiber added to concrete mix at a rate of 1.0 lb of fiber for each cubic yard of concrete.

## SPECIFICATION CLAUSE

Use Fibermesh 150 only 100 percent virgin polypropylene multifilament fibers containing no reprocessed olefin materials and specifically engineered and manufactured in an ISO 9001:2000 certified facility for use as concrete secondary reinforcement. Application per cubic yard shall equal a minimum of 1.0 lb/yd<sup>3</sup> (.60 kg/m<sup>3</sup>). Fibers are for the control of cracking due to plastic shrinkage, plastic settlement and thermal expansion/contraction, lowered permeability, increased impact, abrasion and shatter resistance. Fiber manufacturer shall document evidence of ten year satisfactory performance history, ISO 9001:2000 certification of manufacturing facility, compliance with applicable building codes and ASTM C 1116/C 1116M, Type III fiber reinforced concrete. Fibrous concrete reinforcement shall be manufactured by Propex Concrete Systems, 6025 Lee Highway, Suite 425, PO Box 22788, Chattanooga, TN 37422, USA, tel: 423 892 8080, fax: 423 892 0157, web site: fibermesh.com.

**PROPEX**® | THE ADVANTAGE CREATORS.™  
CONCRETE SYSTEMS

**NORTH AMERICA**  
Propex Concrete Systems Corp.  
6025 Lee Highway, Suite 425  
PO Box 22788  
Chattanooga, TN 37422  
Tel: 800 621 1273  
Tel: 423 892 8080  
Fax: 423 892 0157

**INTERNATIONAL**  
Propex Concrete Systems Ltd.  
Propex House, 9 Royal Court, Basil Close  
Chesterfield, Derbyshire, S41 7SL.UK  
Tel: +44 (0) 1246 564200  
Fax: +44 (0) 1246 465201  
  
www.fibermesh.com

Fibermesh®, Novomesh®, Novocor®, ENDURO®, Fibercast® and e3® are registered trademarks of Propex Concrete Systems Corp.

THIS PUBLICATION SHOULD NOT BE CONSTRUED AS ENGINEERING ADVICE. WHILE INFORMATION CONTAINED IN THIS PUBLICATION IS ACCURATE TO THE BEST OF OUR KNOWLEDGE, PROPEX DOES NOT WARRANT ITS ACCURACY OR COMPLETENESS. THE ULTIMATE CUSTOMER AND USER OF THE PRODUCTS SHOULD ASSUME SOLE RESPONSIBILITY FOR THE FINAL DETERMINATION OF THE SUITABILITY OF THE INFORMATION AND THE PRODUCTS FOR THE CONTEMPLATED AND ACTUAL USE. THE ONLY WARRANTY MADE BY PROPEX FOR ITS PRODUCTS IS SET FORTH IN OUR PRODUCT DATA SHEETS FOR THE PRODUCT, OR SUCH OTHER WRITTEN WARRANTY AS MAY BE AGREED BY PROPEX AND INDIVIDUAL CUSTOMERS. **PROPEX SPECIFICALLY DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR ARISING FROM PROVISION OF SAMPLES, A COURSE OF DEALING OR USAGE OF TRADE.**

CS-509  
©2007 Propex Concrete Systems Corp.  
10/07



## VEDLEGG III Ferskbetongmåling

### Ferskbetongmålinger, konstruksjonsbetong

Betegnelse betong	Produksjons- dato	Blanding nr.	Luft [%]	Synk [mm]	Utbredelse [mm]	Brukt i element
KB0	23.3.2010	1	5,4	150		K30
		2	5,6	160		V15
		3	5,9	115		V15 + K60
		4	6,0	150		K60
		5	5,7	145		K60 + K20
		6	5,9	140		K20
		7	6,0	130		K20 + T10
KB18	23.3.2010	1	3,9	150		K30
		2	3,9	160		V15
		3	3,9	170		K60
		4	4,7	175		K60
		5	4,5	165		K20
		6	4,6	160		K20 + T10
		7*	2,6	275	670	-
KB25	24.3.2010	1	5,0	155		K30
		2	5,2	160		V15
		3	4,8	150		K60
		4	4,9	145		K60
		5	5,2	135		K20
		6	5,2	150		K20 + T10
		7*	2,8	225	-	-
KB32	24.3.2010	1	4,5	140		K30
		2	4,5	160		V15
		3	4,7	170		K60
		4	4,6	150		K60
		5	4,8	150		K20
		6	4,5	140		K20 + T10
		7*	3,0	230	450	-

\* blanding uten PP-fiber

Kommentar knyttet til «renseblandingen» uten fiber:

For alle fibertypene ser en av målingene på samme betong med og uten fiber (ellers identisk sammensetning):

- Fibrene øker vannbehovet (reduserer synken med ca. 100 mm)
- Fibrene øker luftinnholdet med ca. 2 % i luftinnhold

Det er variasjoner mellom fibertypene, men i og med at målingene kun er gjort på en blanding, er det ikke lagt vekt på disse forskjellene. Et mer grundig forsøk må til dersom en ønsker å undersøke forskjeller i påvirkning av vannbehov og luftinnhold for den enkelte fibertype.

**Ferskbetongmålinger, basis sprøytebetong**

<b>Betegnelse betong</b>	<b>Dato</b>	<b>Luft [%]</b>	<b>Synk [mm]</b>
SB0	18.8.2011	5,7	190
	19.8.2011		150
	19.8.2011		240
	22.8.2011		160
SB25	22.8.2011	3,8	210
	24.8.2011	-	210
SB32	24.8.2011	3,8	200
SB18	26.8.2011	6,5	170
	29.8.2011	6,5	190

## VEDLEGG IV Fremdrift, produksjon av testelementer av sprøytebetong

Element	Betegnelse betong	Produksjonsdato					
		18.8. 2011	19.8. 2011	22.8. 2011	24.8. 2011	26.8. 2011	29.8. 2011
S 8 001	SB0	x					
S8 002		x					
S15 001			x				
S15 002			x				
Kr 001		1. lag	x				
		2. lag		x			
		3. lag			x		
Kr 002		1. lag	x				
		2. lag			x		
		3. lag				x	
S8 181	SB18					x	
S 8 182						x	
S15 181							x
S15 182							x
Kr 181		1. lag				x	
		2. lag					x
		3. lag					
Kr 182		1. lag				x	
		2. lag					x
		3. lag					
S8 251	SB25			x			
S8 252				x			
S15 251					x		
S15 252					x		
Kr 251		1. lag			x		
		2. lag				x	
		3. lag					x
Kr 252		1. lag			x		
		2. lag				x	
		3. lag					x
S8 321	SB32				x		
S8 322						x	
S15 321					x		
S15 322					x		
Kr 321		1. lag				x	
		2. lag					x
		3. lag					
Kr 322		1. lag				x	
		2. lag					x
		3. lag					



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

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**