



Statens vegvesen

LETTBETONG I TUNNELHVELV

Brannprøving

Lettbetongelementer - Væretunnelen

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr: 2399





Statens vegvesen

TEKNOLOGI-RAPPORT nr. 2399

Tittel

LETTBETONG I TUNNELHVELV Brannprøving Lettbetongelementer - Væretunnelen

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: 22 07 35 00

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Finn Fluge

Dato:

2005-07-13

Saksbehandler

Finn Fluge

Prosjektnr:

601355

Kontrollert av

Harald Buvik/Kjersti Kvalheim Dunham

Antall sider og vedlegg:

3/3

Sammendrag

Som ledd i utviklingen av tunnelhvelv i lettbetong er det gjennomført brannprøving av 5 lettbetongelementer. Prøveelementene er fremstilt med samme betong som er benyttet ved produksjonen av tunnelementene til Væretunnelen på E6 nord for Trondheim. Til de to referanseprøvene er det imidlertid brukt betong uten tilsetning av pp-fiber.

Rapporten sammenstiller målte karakteristiske betongegenskaper som trykkfasthet og densitet samt registreringer fra brannprøvingen.

Brannprøvingen viste at prøveelement av betong med pp-fiber motsto 120 minutters branneksponeering uten skader, mens referanseprøvene ved samme eksponering fikk betydelige avskallinger.

Tunnelementene benyttet i Væretunnelen har svært tilfredsstillende brannmotstand.

Generelt bekrefter forsøkene at tilsetning av pp-fiber i betongen har en gunstig effekt som øker brannmotstanden.

Summary

As part of the development of tunnel elements of lightweight concrete five test elements have been tested against fire. The test elements were manufactured using the same concrete mix as designed for production of tunnel elements to be installed in the Være tunnel, located on E6 north of Trondheim. Two test elements, used as test reference, were manufactured without adding pp-fibres to the concrete.

The report comprise recorded characteristic concrete properties as compressive strength and density and recordings from the fire tests.

The fire tests show that concrete containing pp-fibres resist 120 minutes exposure without giving any damages, while the reference elements showed considerable concrete spalling on the exposed side.

Hence, the tunnel elements used in the Være tunnel have sufficient fire resistance.

Emneord:

Tunnelhvelv, lettbetong, brann, brannprøving, pp-fiber, betongegenskaper

Innhold

- 1. Brannprøving av lettbetongelementer - Væretunnelen**

- 2. Vedlegg 1.
Materialsammensetning og materialegenskaper**

3 lettbetongelementer støpt 11/10-04
Rapport fra Ølen Betong AS
 - Prøvedata fra produksjonskontroll
 - Trykkfasthet og densitet bestemt på borkjerner**Rapport fra Statens vegvesen – Sentrallaboratoriet**
 - Trykkfasthet og densitet bestemt på borkjerner
2 lettbetongelementer støpt 26/10-04
Rapport fra Ølen Betong AS
 - Prøvedata fra produksjonskontroll

- 3. Vedlegg 2.
Rapport 103010.57 A-C Sintef NBL
Branntesting av lettbetongelementer med 2 kg/m³ pp-fiber.**
 - Støpt: 11/10-04**
 - Prøvet: 28/10, 29/10 og 1/11-04**

- 4. Vedlegg 3.
Rapport 103010.57 D og E Sintef NBL
Branntesting av lettbetongelementer uten pp-fiber.**
 - Støpt: 26/10-04**
 - Prøvet: 10/12-04 og 14/1-05**

1. Brannprøving av lettbetongelementer – Væretunnelen

Som ledd i utviklingen av tunnelhvelv i lettbetong er det branntestet 5 lettbetongelementer ved Sintef NBL. Elementene har dimensjoner 1300 x 1300 x 200 mm og er fremstilt samtidig og med av betong som ble benyttet ved produksjon av tunnelementene til Væretunnelen på E6 nord for Trondheim.

Rapporten sammenstiller karakteristiske verdier for materialsammensetning og betongegenskaper samt registreringer fra brannprøvingen.

Materialsammensetning

Lettbetongen benyttet til fremstilling av prøvestykkene er i utgangspunktet den samme for alle testelementene. For tre av elementene, merket A, B og C, er betongen tilsatt 2 kg/m³ pp-fiber av typen DUOMIX, mens de to referanseelementene, merket D og E, er fremstilt med betong uten pp-fiber tilsetning.

Testelementene ble støpt i to omganger med 14 dagers mellomrom

Elementene A, B og C, med pp-fiber, ble støpt	11/10-04
Elementene D og E, referanse uten pp-fiber, ble støpt	26/10-04

Materialeegenskaper

Vedlegg 1 viser prøvedata fra produksjonskontrollen ved Ølen Betong AS samt måling av trykkfasthet og densitet på betongkjerner boret ut fra en 200 mm tykk plate støpt av samme betong samtidig med testelementene 11/10-04.

Betong støpt **11/10.04** ga ved 28 døgn

Ølen Betong AS		
terning 100 mm	terningfasthet	20,8 MPa
middel av 2 prøver	densitet	1.410 kg/m ³
syylinder Ø95 x 200 mm	syylinderfasthet	18,2 MPa
middel av 2 prøver	densitet	1.350 kg/m ³
Sentrallaboratoriet, Statens vegvesen		
syylinder Ø95 x 200 mm	syylinderfasthet	13,4 MPa
middel av 4 prøver	densitet	1.310 kg/m ³

Betong støpt **26/10.04** ga ved 28 døgn

Ølen Betong AS		
terning 100 mm	terningfasthet	19,1 MPa
middel av 2 prøver	densitet	1.390 kg/m ³

Brannprøving

Brannprøvingen ble utført i pilotovn med 1000 x 1000 mm² som brannekspont flat. Prøvingen var basert på ISO 834 med tid/temperaturkurve karakteristisk for en Hydrokarbon brann. Under prøvingen viste det seg at ovnen ikke hadde tilstrekkelig kapasitet og det oppsto derfor en del avvik fra kravene i ISO 834. Prøvingen er rapportert i etterfølgende Vedlegg 2 og 3.

Vedlegg 2: Branntesting av lettbetongelementer med 2 kg/m³ pp-fiber

Testelement A ble eksponert i 60 minutter
Testelement B ble eksponert i 100 minutter
Testelement C ble eksponert i 120 minutter

Ved avsluttet prøving kunne det ikke, for noen av elementene, påvises endringer på ueksponert side. På eksponert side ble det for alle elementene observert en svak fargeforandring. Det var ingen avskalling, men antydning til noen små riss. Samlet sett var elementene ubeskadiget.

Vedlegg 3: Branntesting av lettbetongelementer uten pp-fiber

Testelement D ble eksponert i 120 minutter.
Det kunne ikke påvises visuelle endringer på ueksponert side. På eksponert side er det registrert betydelige avskalling, 120 – 155 mm. Armeringen var synlig over nesten hele den eksponerte flaten.

For testelementet E ble prøvingen avsluttet etter 30 minutter. Kraftig avskalling på den eksponerte side førte til at det på elementkanten oppsto en lokal avskalling og direkte åpning inn i ovnen. Ingen visuelle endringer på ueksponert side ble observert, men det var jevn avskalling over hele den eksponerte flaten.
Avskalling ved avsluttet prøving var 55 mm.

Konklusjon

Ved å tilsett lettbetongen 2 kg/m³ pp-fiber, DUOMIX, økes betongens brannmotstand i vesentlig grad. Brannforsøkene viser at tunnelementene benyttet i Væretunnelen har tilfredsstillende brannegenskaper.

Vedlegg 1

Materialsammensetning og materialegenskaper

3 lettbetongelementer støpt 11/10-04

Rapport fra Ølen Betong AS

- **Prøvedata fra produksjonskontroll**
- **Trykkfasthet og densitet bestemt på borkjerner**

Rapport fra Statens vegvesen – Sentrallaboratoriet

- **Trykkfasthet og densitet bestemt på borkjerner**

2 lettbetongelementer støpt 26/10-04

Rapport fra Ølen Betong AS

- **Prøvedata fra produksjonskontroll**

Prøvestykker for dokumentasjon av betongegenskaper

Prøvedato: 11.10.2004 kl. 13.30

Delmaterialer:

	pr. m ³	pr. m ³
	Bør	Er
Industrisement	400	400
Silika	20	20
Leca 2 - 4, tørr	190	191
Leca 4 - 10, tørr	140	141
Finsand 0 - 8	490	502
Vann	175	179
Mape air	0,5	0,5
Mape LWA	3	3
Mape pump oil	3	3
RN - 15	7	7,1
PP - fiber	2	2

Fersk betong, prøveresultater:

Slump:	180
Utbredelses mål:	370
Densitet - fersk:	1,41
Temperatur	19

Herdet betong, prøveresultater:

Betongterninger, 100 x 100 x 100, totalt 8 stk.

	Densitet	Gjennomsnitt	Fasthet	Gjennomsnitt
1 døgn (2 stk.)	1,404 - 1,41	1,41	14,85 - 14,85	14,85
3 døgn (2 stk.)	1,39 - 1,40	1,395	15,56 - 16,28	15,92
7 døgn (2 stk.)	1,41 - 1,42	1,415	17,68 - 19,1	18,39
28 døgn (2 stk.)	1,41 - 1,41	1,41	21,14 - 20,46	20,8

Betongsyndere, Ø95 x 200, totalt 8 stk.

Formel = Mpa / 0,68

	Densitet	Gjennomsnitt	Fasthet	Gjennomsnitt
1 døgn (2 stk.)	1,35 - 1,35	1,35	9,74 - 11,04	10,39
3 døgn (2 stk.)	1,36 - 1,35	1,36	14,70 - 13,52	14,11
7 døgn (2 stk.)	1,34 - 1,35	1,35	15,58 - 17,68	16,63
28 døgn (2 stk.)	1,35 - 1,35	1,35	17,64 - 18,70	18,17

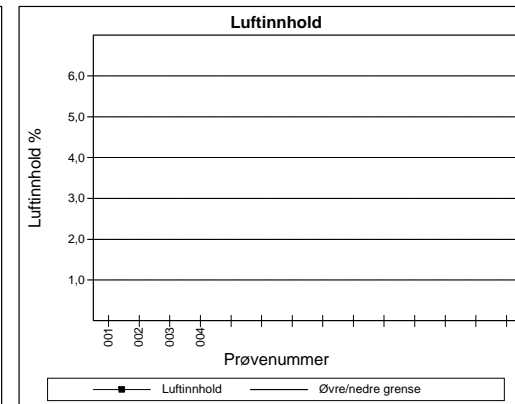
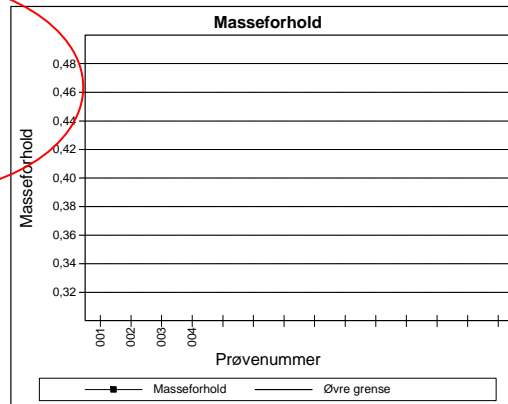


Samlerapport Betong

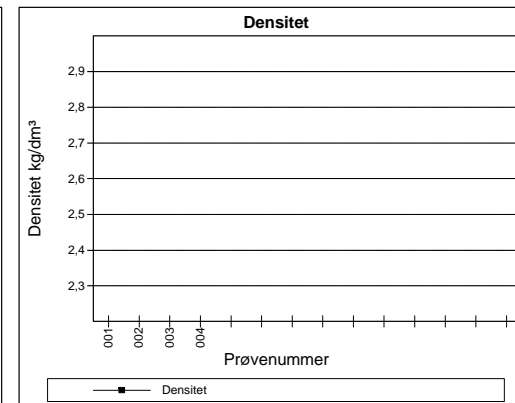
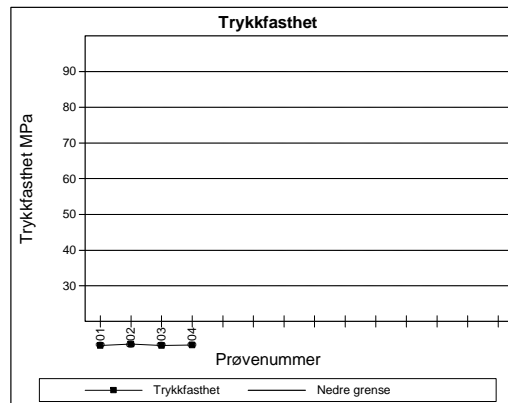
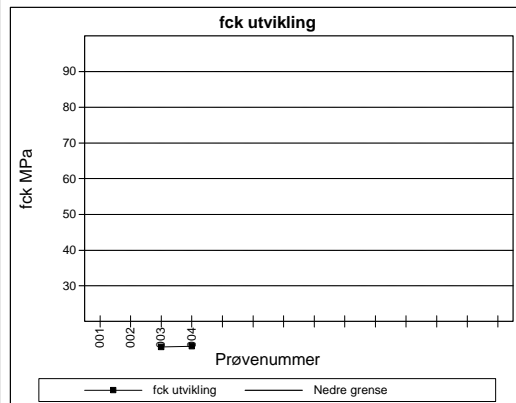
Prøvningslaboratorium: #LABNAV# #LABADRESSE#

Oppdragnr	N040009	Navn	Dokumentasjon av Lett betong	Reseptnr		Entreprenør	
Vegprosjektnr	102406	Navn	FOU FRYSE/TINEFORSØK	Fashetsklasse		Leverandør	
Kundenr	N002	Navn	Vegdirektoratet	Kravsett		Dato	

Prøve nr	støpe dato	elemnt kode	Luft innh	Bet temp	Luft temp	m	28d MPa	Dens kg/dm ³
001	20041011						13,30	1,31
002	20041011						13,70	1,32
003	20041011						13,30	1,32
004	20041011						13,40	1,32
Gjennomsnitt			0,0	0	0	0,00	13,43	1,32
Standardavvik			0,0	0	0	0,00	0,19	0,01
Karakteristisk fasthet fck (MPa)							13,05	



Antall undermålere=0



Resept lettbetong, prøvestøp uten pp - fiber 26.10.04

Prøven støpt kl. 11.30

Delmaterialer:

	pr. m ³	pr. m ³
	Bør	Er
Industrisement	400	405
Silika	20	21
Leca 2 - 4, tørr	190	191
Leca 4 - 10, tørr	140	140
Finsand 0 - 2	490	495
Vann	150 - 155	160
Mape air	0,5	0,5
Mape LWA	3	3
Mape pump oil	3	3
RN - 15	6 - 10	5
PP - fiber	0	0

Fersk betong, prøveresultater:

Slump:	190
Utbredelses mål:	380
Densitet - fersk:	1,38
Temperatur	17

Herdet betong, prøveresultater:

Betongterninger, 100 x 100 x 100, totalt 6 stk.

	Densitet	Gjennomsnitt	Fasthet	Gjennomsnitt
16 timer				
1 døgn (2 stk.)	1,38 - 1,38	1,38	13,43 - 12,72	13,07
3 døgn				
7 døgn (2 stk.)	1,40	1,40	17,68 - 19,10	18,39
28 døgn (2 stk.)	1,38 - 1,40	1,39	17,68 - 20,46	19,07

Vedlegg 2.

**Prøvingsrapport 103010.57 A – C Sintef NBL
datert 2004-11-09**

**Branntesting av tre lettbetongelementer
med 2 kg/m³ pp-fiber**

Støpt: 11/10-04

Prøvet: 28/10, 29.10 og 1/11-04

TITTEL / PRØVNINGSMETODE

Tre småskala branntester av betongskiller, basert på ISO 834:1975, men med Hydrokarbon brannkurve.

PRODUKTNAVN

Støpebetong med polypropylen fiber.

OPPDRAGSGIVER(E)

 Statens Vegvesen Vegdirektoratet
 Postboks 8142 Dep.
 0033 Oslo

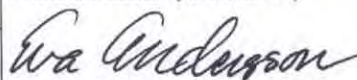
OPPDRAGSGIVERS REF.

Harald Buvik


PROSJEKT NR.

103010.57 A-C

PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)


 Eva Andersson

GODKJENT AV (NAVN, STILLING SIGN.)


 Per Arne Hansen, Fagansvarlig

ELEKTRONISK FARKIVKODE

I:\PRO\103010\57\Rapport Vegvesen pilot.doc

RAPPORT DATO

2004-11-09

PRØVINGSDATOER

2004-10-28/29 og 2004-11-01

ANTALL SIDER (INKL.VEDLEGG)

15

SAMMENDRAG

Testene ble utført vertikalt i NBL's pilotovn, med et eksponert areal på 1000 x 1000 mm. Intensjonen var å dokumentere ytelse og isolasjonsevnen for betongelementer med polypropylen fiber for ulik testlengde. Prøvestykkene var eksponert med Hydrokarbon brannkurve. Alle skillene var produsert med 2 kg polypropylen fiber /m³ betong. Tykkelsen på prøvestykkene var 200 mm.

Testene var basert på ISO 834 med tid/temperatur kurven karakteristisk for en Hydrokarbon brann (HC) beskrevet i ISO 834-3 (*EN 1363-2 Fire Resistance Tests*).

TESTRESULTATER

Test	Varighet av test (min)	Midlere temp (°C) på uekspont side		Midlere temp stigning (°C) på uekspont side	
		45 min	testslutt	45 min	testslutt
A	60	19	19	0	1
B	101	19	22	1	4
C	120	18	24	0	6

Det ble ikke registrert avskalling på eksponert side av prøvestykkene etter test.

The results presented in this test report may only be quoted in full.

Excerpts may be quoted only with the written permission of Norges brann tekniske laboratorium as (Norwegian Fire Research Laboratory).

The test results referred to in this report relate only to the items tested.

Test reports from Norges brann tekniske laboratorium as (Norwegian Fire Research Laboratory) form the basis of fire technical classifications, certifications and approvals.

KLASSIFISERING

Ikke relevant.

BEMERKNINGER / AVVIK:

En småskala test er ikke i henhold til minimumskravene for dimensjoner beskrevet i ISO 834. De ytre dimensjonene på prøvestykkene var 1300 x 1300 x 200 mm.

Prøvestykkene kom prefabrikkert og kondisjonert til testlaboratoriet. Materialer og kondisjonering er beskrevet på side 11.

Trykket inne i ovnen overskred avviksgrensene beskrevet i ISO 834 i løpet av testene.

Midlere temperatur i ovnen var utenfor avviksgrensene beskrevet i ISO 834 i løpet av testene.

Hensikten med testen var å evaluere motstanden for betongavskalling ved brann mot betongelementene. NBL er derfor av den oppfatning at ingen av de ovenfor nevnte avvik hadde noen avgjørende innvirkning på testresultatenes gyldighet.

Brannbelastningen var i henhold til tid/temperatur kurven for Hydrokarbon brann (HC). Hydrokarbon kurven er beskrevet i ISO 834-3 og i *EN 1363-2 Fire Resistance Tests*.

INDEX

PRØVINGSRESULTATER	4
VISUELLE OBSERVASJONER UNDER OG ETTER PRØVING:	4
INSTRUMENTERING AV PRØVESTYKKET	5
PRESENTASJON AV TESTRESULTER:	6
FOTO:	8
OPPBYGGING	11
KONDISJONERING FØR TEST:	11
VEDLEGG I	1
PRØVINGENS UTFØRELSE	1
TESTSTANDARD	1
PRØVINGSOVN	1
PRESENTASJON AV TRYKK OG TEMPERATUR INNE I OVNEN:	3

PRØVINGSRESULTATER

Prøvingsresultatene er dokumentert i form av:

- ✓ visuelle observasjoner under og etter testen,
- ✓ temperaturmålinger utført på prøvestykket,
- ✓ fotografier tatt før, under og etter testen.
- ✓ trykk og temperatur inne i ovnen (Vedlegg I)

Visuelle observasjoner under og etter prøving:

Følgende observasjoner av prøvestykkene ble gjort under prøving. Etter avsluttet test ble prøvestykkene tatt bort fra ovnen for avkjøling og inspeksjon.

TEST A:

TID Min:sek	OBSERVASJONER UNDER TEST A
00:00	Start.
59:00	Det er ikke noen visuelle endringer på ueksponert side.
60:00	Stopp.

TEST B:

TID Min:sek	OBSERVASJONER UNDER TEST B
00:00	Start.
45:00	Noe fuktutslag på toppen av prøvestykket.
54:00	Sikkerhetssystemet stoppet ovnen grunnet for høy tempertur inne i ovnen.
60:00	Restart av ovnen, testen fortsetter som vanlig.
100:00	Det er ikke noen visuelle endringer på ueksponert side.
101:00	Stopp.

TEST C:

TID Min:sek	OBSERVASJONER UNDER TEST C
00:00	Start.
69:00	Noe fuktutslag på toppen av prøvestykket.
120:00	Stopp.

TEST A-C:

OBSERVASJONER ETTER TESTENE A - C	
Ueksponert side:	Det er ikke noen visuelle endringer på ueksponert side.
Eksponert side:	En svak farge forandring. Meget små sprekker, men ikke noen avskalling.

Temperatur i testhallen:

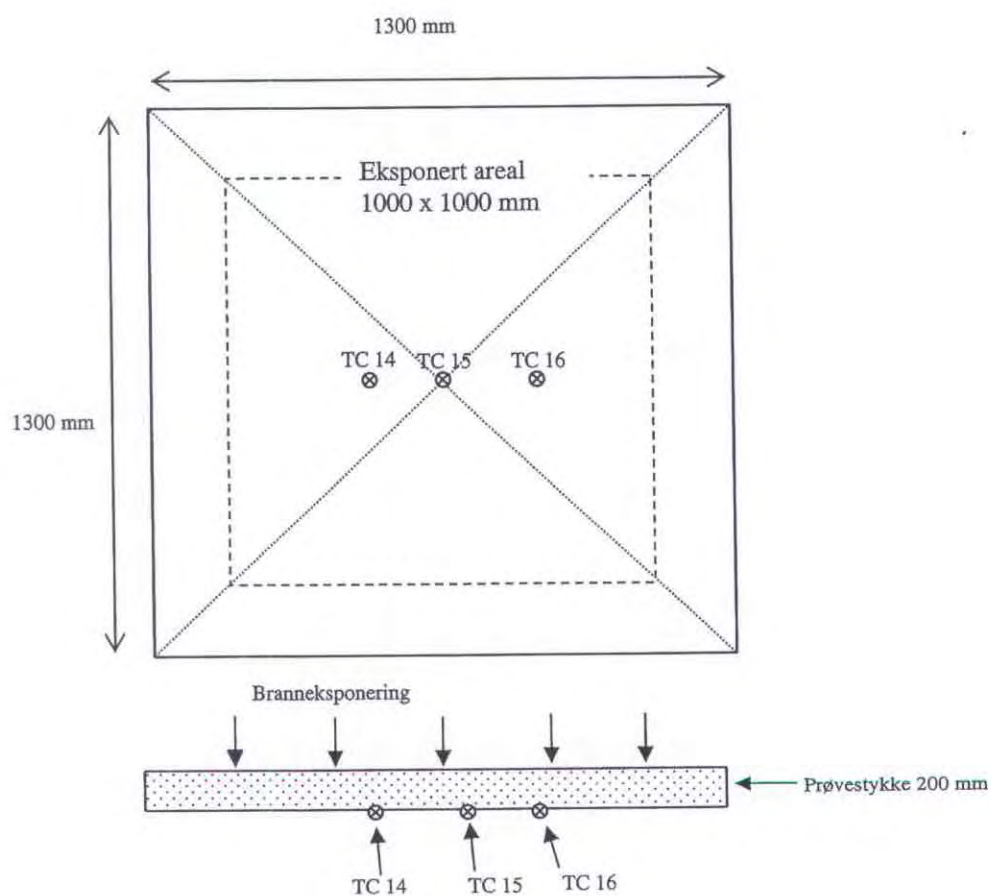
	Teststart	Stopp	Gjennomsnitt
TEST A	18 °C	19 °C	18 °C
TEST B	18 °C	21 °C	20 °C
TEST C	17 °C	20 °C	19 °C

Instrumentering av prøvestykket

Prøvestykket ble instrumentert i henhold til figur 1.

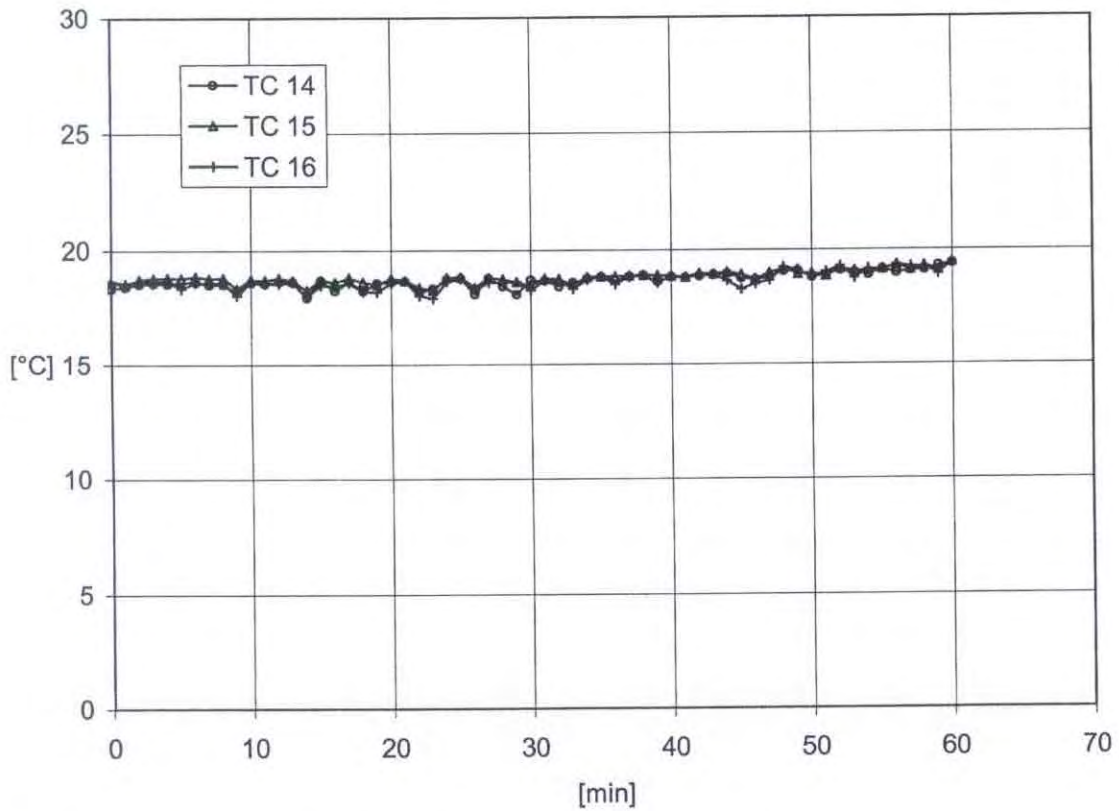
Plassering av målepunkt

Skissen i figur 1 viser målepunktene på ueksponert side av prøvestykket.

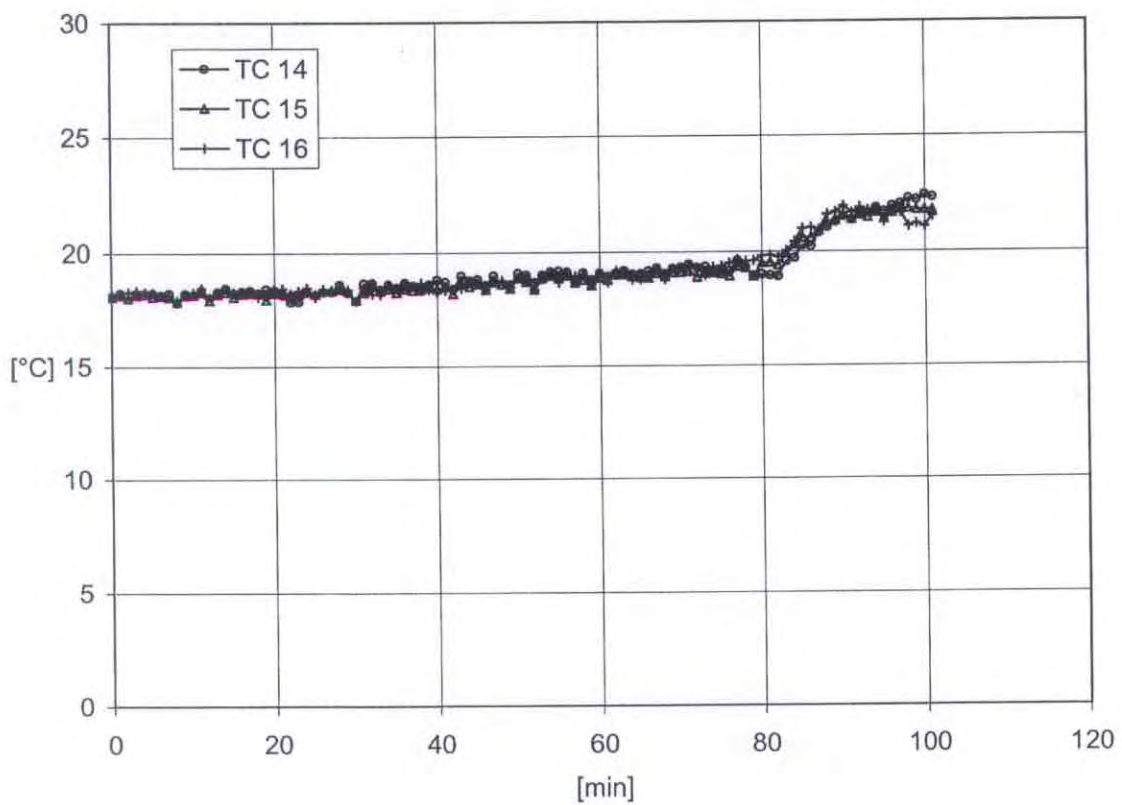


Figur 1 Skisse av prøvestykket (ikke i skala).

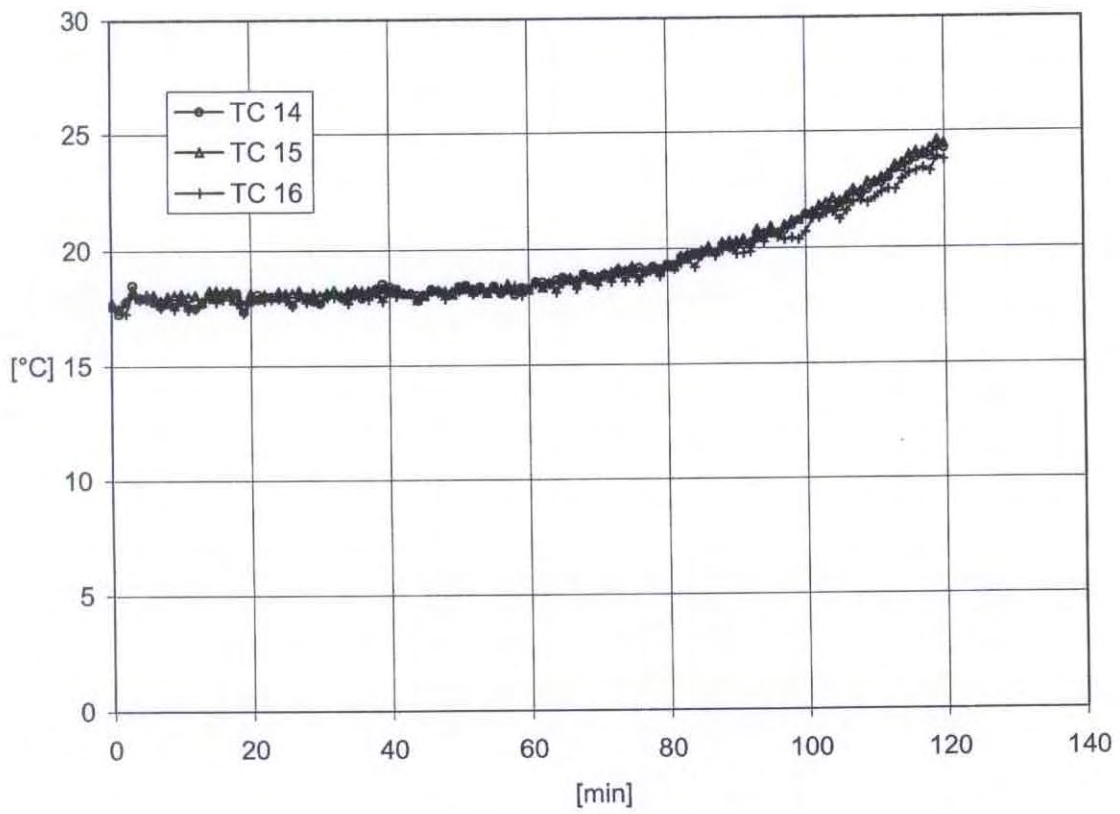
PRESENTASJON AV TESTRESULTER:



Figur 2 Test A: Temperaturmålinger på ueksponert side av prøvestykket.



Figur 3 Test B: Temperaturmålinger på ueksponert side av prøvestykket.



Figur 4 Test C: Temperaturmålinger på ueksponert side av prøvestykket.

FOTO:



Foto 1: Ueksponert side av prøvestykke A etter branntesten.

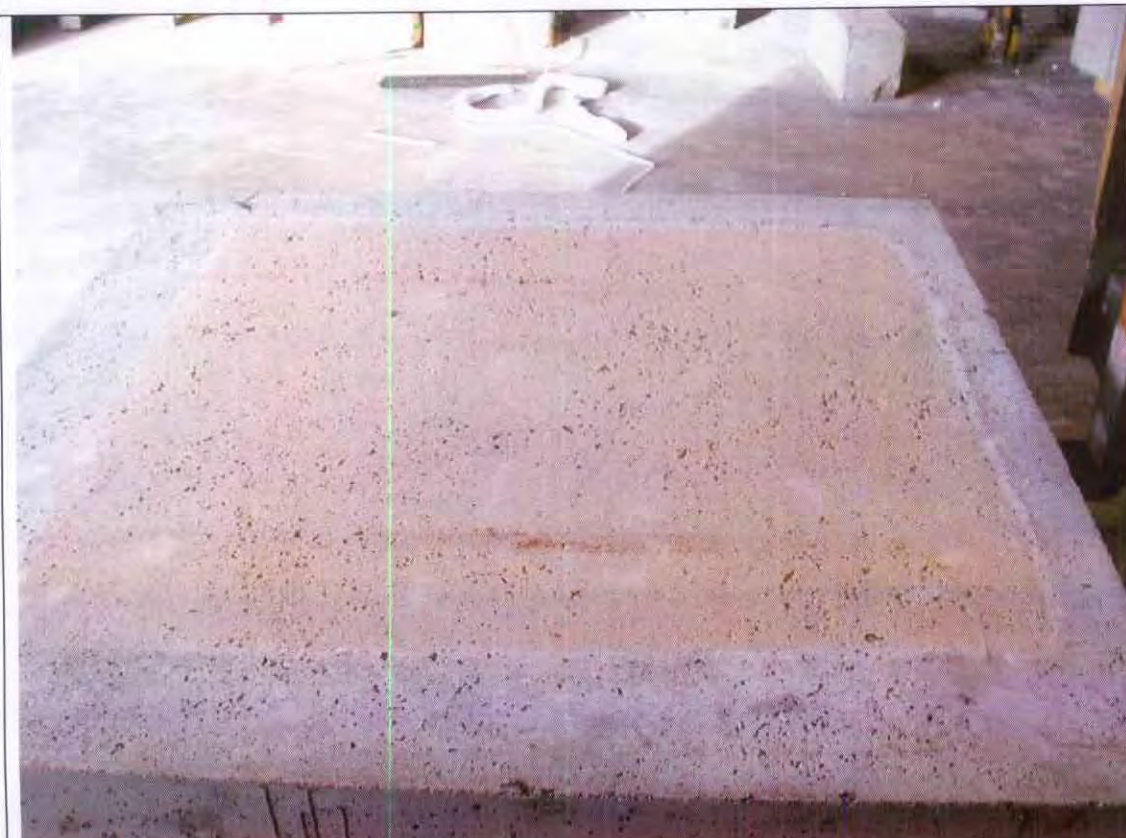


Foto 2: Eksponert side av prøvestykke A etter branntesten.



Foto 3: Ueksponert side av prøvestykke B etter brann testen.



Foto 4: Eksponert side av prøvestykke B etter brann testen.



Foto 5: Ueksponert side av prøvestykke C etter brann testen.



Foto 6: Eksponert side av prøvestykke C etter brann testen.

OPPBYGGING AV PRØVESTYKKET
Oppbygging

Test A: Prøvestykket var tilsatt 2 kg/m³ polypropylen fiber. Prøvestykket var eksponert iht. Hydrokarbon tid/temperatur kurve i 60 minutter. Prøvestykket var et støpt betongelement. Starttemperaturen i ovnen var 19°C.

Test B: Prøvestykket var tilsatt 2 kg/m³ polypropylen fiber. Prøvestykket var eksponert iht. Hydrokarbon tid/temperatur kurve i 101 minutter. Prøvestykket var et støpt betongelement. Starttemperaturen i ovnen var 25°C.

Test C: Prøvestykket var tilsatt 2 kg/m³ polypropylen fiber. Prøvestykket var eksponert iht. Hydrokarbon tid/temperatur kurve i 120 minutter. Prøvestykket var et støpt betongelement. Starttemperaturen i ovnen var 18°C.

Tabellene på side 12 mottatt fra oppdragsgiver, beskriver materialsammensetning og noen materialegenskaper.

YTRE MÅL AV PRØVESTYKKE NE: 1300 x 1300 x 200 mm (bxhxt).

Verifikasjon:

Prøvestykkene kom prefabrikkert og kondisjonert til brannlaboratoriet. Kondisjoneringen før test er beskrevet nedenfor.

Produsent (-er) og produksjonssted

1. PRØVESTYKKE:
Betongelementene

PRODUKSJONSSTED:
Ølen Betong AS, Norge

2. ENKELTKOMPONENTER/BESLAG:
DUOMIX ® M6-16 polypropylen fiber
Betong

PRODUSENT OG PRODUKSJONSSTED:
Bekaert Norge A/S, Norge
Ølen Betong AS, Norge

Support og fastholdning:

Prøvestykkene var festet ved hjelp av stålstaver og skruetvinger til fremsiden av Pilot-ovnen.

Kondisjonering før test:

I følge kunden var prøvestykkene produsert 2004-10-11. Det er opplyst at prøvestykkene ble oppbevart i en temperert hall frem til forsendelse. De ankom NBL 2004-10-20, og ble lagret i testhallen fra ankomst til prøvedato.

Test A: 2004-10-28

Test B: 2004-10-29

Test C: 2004-11-01.

Valg av prøvestykke:


NBL var ikke involvert i utvelgelsen av materialene til testen.

Prøvestykker for dokumentasjon av betongegenskaper

Prøvedato: 11.10.2004 kl. 13.30

Delmaterialer:

	pr. m ³	pr. m ³
	Bør	Er
Industrisement	400	400
Silika	20	20
Leca 2 - 4, tørr	190	191
Leca 4 - 10, tørr	140	141
Finsand 0 - 8	490	502
Vann	175	179
Mape-air	0,5	0,5
Mape LWA	3	3
Mape pump oil	3	3
RN - 15	7	7,1
PP - fiber	2	2

	SINTEF
Norges branntekniske laboratorium as	
Oppdragsnr: 103010.57 A-C	
Vedlegg nr.: - Side 12 av 12	
Dato: 2004-11-09	
Sign: SN	

Fersk betong, prøveresultater:

Slump:	180
Utbredelses mål:	370
Densitet - fersk:	1,41
Temperatur	19

Herdet betong, prøveresultater:

Betongterninger, 100 x 100 x 100, totalt 8 stk.

	Densitet	Gjennomsnitt	Fasthet	Gjennomsnitt
1 døgn (2 stk.)	1,404 - 1,41	1,41	14,85 - 14,85	14,85
3 døgn (2 stk.)	1,39 - 1,40	1,395	15,56 - 16,28	15,92
7 døgn (2 stk.)	1,41 - 1,42	1,415	17,68 - 19,1	18,39
28 døgn (2 stk.)				

Betongsyndere, Ø95 x 200, totalt 8 stk.

Formel = Mpa / 0,68

	Densitet	Gjennomsnitt	Fasthet	Gjennomsnitt
1 døgn (2 stk.)	1,35 - 1,35	1,35	9,74 - 11,04	10,39
3 døgn (2 stk.)	1,36 - 1,35	1,36	14,70 - 13,52	14,11
7 døgn (2 stk.)	1,34 - 1,35	1,35	15,58 - 17,68	16,63
28 døgn (2 stk.)				

Vedlegg I

PRØVINGENS UTFØRELSE

Teststandard

Testen ble gjennomført i henhold til ISO 834: 1975. Se avvik på side 2.

Prøvestykkene ble testet med tid/temperatur kurven karakteristisk for Hydrokarbonbrann. Hydrokarbonbrannkurven er beskrevet i ISO 834-3 og *EN 1363-2 Fire Resistance Tests*.

Testen var gjennomført i laboratoriets småskala (Pilot) ovn, som beskrevet nedenfor. Prøvestykkene var festet vertikalt til ovnens fremside, som har et åpningsareal på ca 1000 x 1000 mm (bxh).

PRØVINGSOVN

Trykk og temperatur inne i ovnen ble registrert i løpet av testene og er presentert i dette vedlegg.

Dimensjon

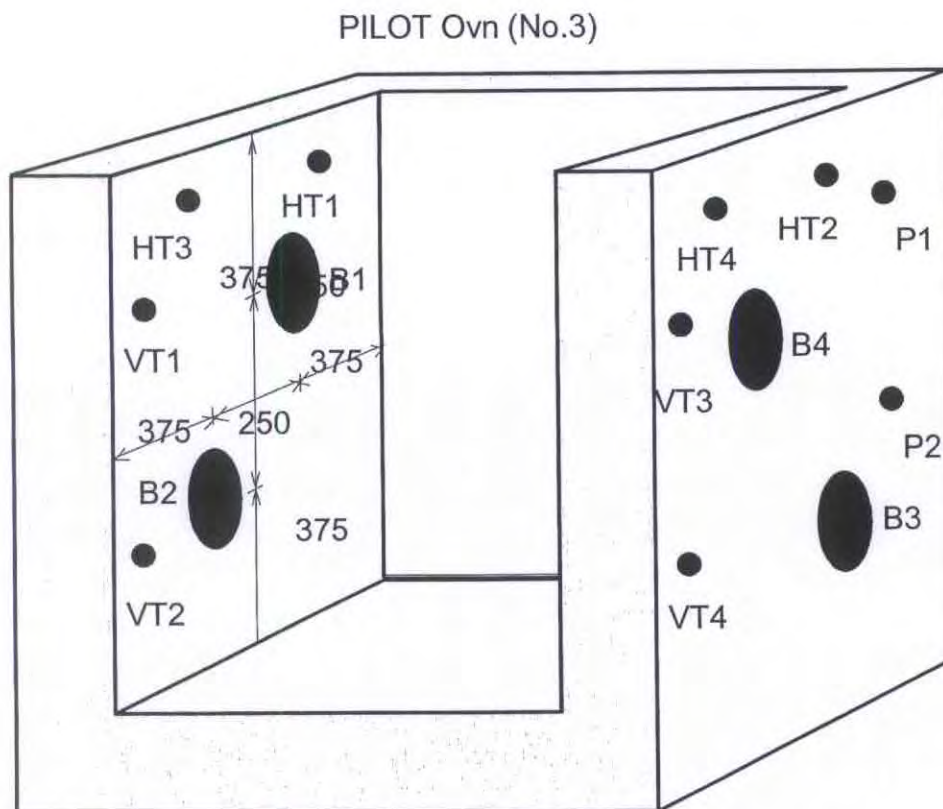
Ovnen har indre dimensjoner av 1000 x 1000 x 1000 mm (bxhxd).

Termoelementer

Ovnstemperaturen er målt med to kapslede (Ø6mm) termoelementer plassert 100 mm fra den eksponerte siden av prøvestykket.

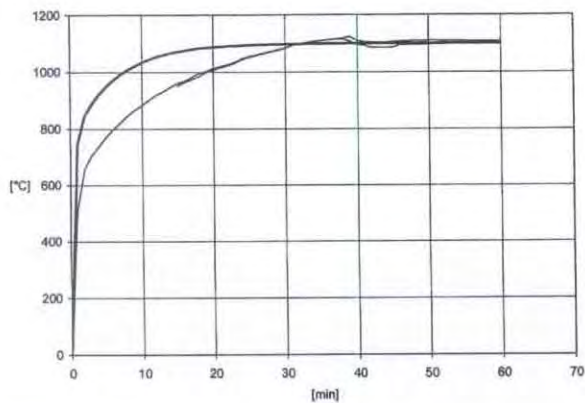
Trykk

Overtrykket mellom ovnen og omgivelsen ble målt 100 mm under ovnstaket.

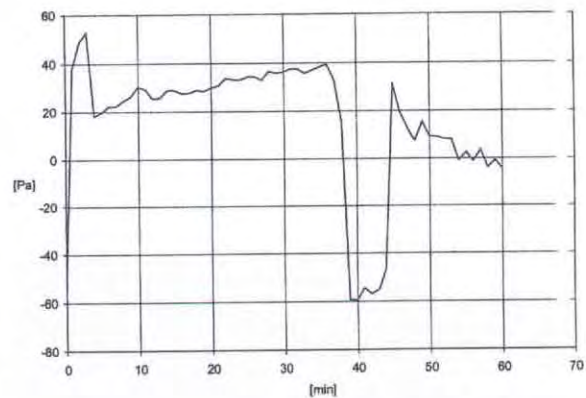


- B = Brennere
- P1 = Trykkmålere, horisontalt skille, 100 mm under prøvestykket
- P2 = Trykkmålere, vertikalt skille, 100 mm under prøvestykket
- VT = Ovnstermoelementer, vertikalt skille, 100 mm fra prøvestykket
- HT = Ovnstermoelementer, horisontalt skille, 100 mm fra prøvestykket

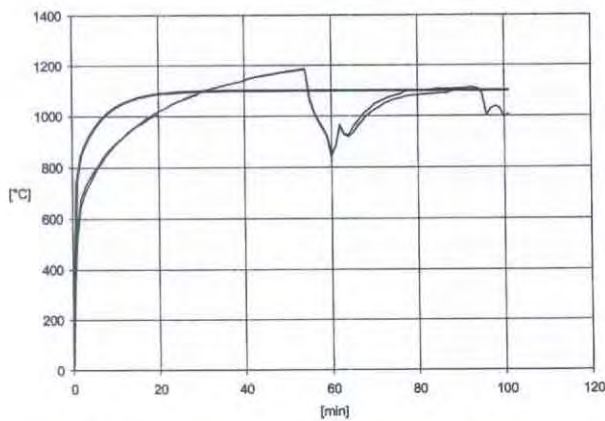
Figur I.1 Plassering av termoelementer og trykksensor inne i pilotovnen. Termoelementplasseringen VT1-VT4 ble benyttet. Målingene fra VT3 og VT4 er vist på den følgende siden.

PRESENTASJON AV TRYKK OG TEMPERATUR INNE I OVNEN:


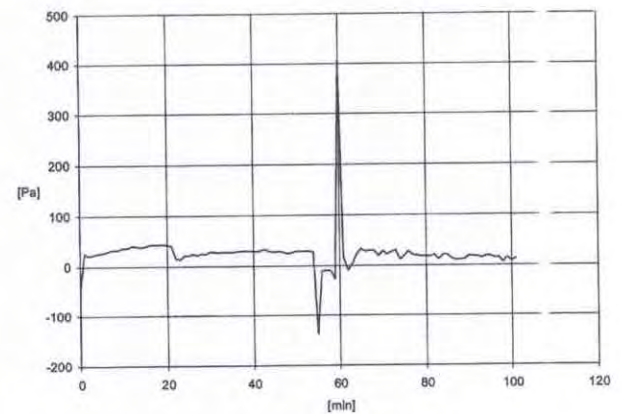
Figur I.2 Test A: Ovnstemperatur og hydrokarbon tid-temperatur kurve.



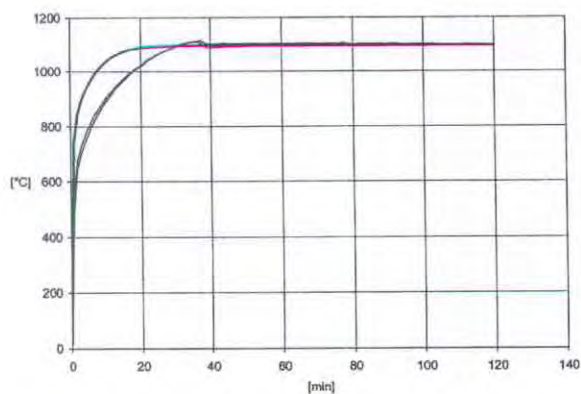
Figur I.3 Test A: Trykk inne i ovnen. Tilsiktet overtrykk: 20 Pa.



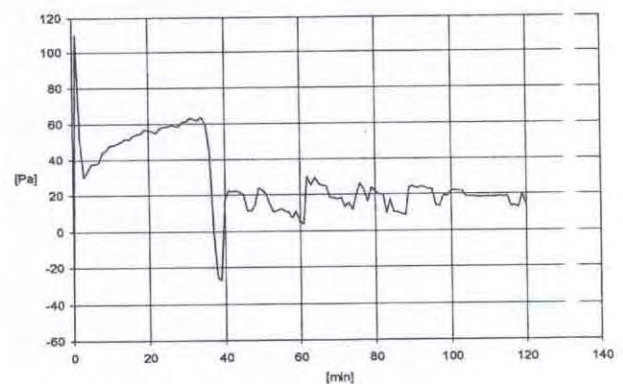
Figur I.4 Test B: Ovnstemperatur og hydrokarbon tid-temperatur kurve.



Figur I.5 Test B: Trykk inne i ovnen. Tilsiktet overtrykk: 20 Pa.



Figur I.6 Test C: Ovnstemperatur og hydrokarbon tid-temperatur kurve.



Figur I.7 Test C: Trykk inne i ovnen. Tilsiktet overtrykk: 20 Pa.

Vedlegg 3.

**Prøvingsrapport 103010.57 D og E Sintef NBL
datert 2005-01-27**

**Branntesting av to lettbetongelementer
uten pp-fiber.**

Støpt: 26/10-04

Prøvet: 10/12-04 og 14/1-05

Sak 2003/19260-8



SINTEF NBL as

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Tiller Bru, Tiller

Telefon: 73 59 10 78
Telefaks: 73 59 10 44
E-post: nbl@nbl.sintef.no
Internet: nbl.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 982 930 057 MVA

PRØVINGSRAPPORT

TITTEL / PRØVNINGSMETODE

To småskala branntester av betongskiller, basert på ISO 834:1975, men med Hydrokarbon brannkurve.

PRODUKTNAVN

Støpebetong.

OPPDRAGSGIVER(E)

Statens Vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep.
0033 Oslo

OPPDRAGSGIVERS REF.

Harald Buvik

PROSJEKT NR.

103010.57 D - E

ELEKTRONISK FARKIVKODE

I:\PRO\103010\57\Rapport 2 Vegvesen pilot.doc

PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)

Eva Andersson
Eva Andersson

GODKJENT AV (NAVN, STILLING SIGN.)

Mette Kristin Ulfnes
Mette Kristin Ulfnes, Fagansvarlig

RAPPORT DATO

2005-01-27

PRØVINGSDATOER

2004-12-10 og 2005-01-14

ANTALL SIDER (INKL. VEDLEGG)

12

SAMMENDRAG

Testene ble utført vertikalt i NBL's pilotovn, med et eksponert areal på 1000 x 1000 mm. Intensjonen var å dokumentere ytelse og isolasjonsevnen for betongelementer uten fiber tilsats. Prøvestykkene var eksponert med Hydrokarbon brannkurve. Tykkelsen på prøvestykkene var 200 mm.

Testene var basert på ISO 834 med tid/temperatur kurven karakteristisk for en Hydrokarbon brann (HC) beskrevet i ISO 834-3 (EN 1363-2 Fire Resistance Tests).

TESTRESULTATER

Test	Varighet av test (min)	Midlere temp (°C) på uekspont side		Midlere temp stigning (°C) på uekspont side	
		45 min	testslutt	45 min	testslutt
D	120	16	71	0	55
E	30*	**	18	**	4

*Testen ble avsluttet ved 30 minutter pga at avskallingen medførte en større åpning rett inn i ovnen.

** Testslutt var ved 30 minutter.

Resultatene fra denne prøvingen skal gjengis i sin helhet.
Ekstrakt av prøvingen kan kun gjengis etter skriftlig tillatelse fra SINTEF NBL as.

Prøvningsresultater gjengitt i denne rapporten gjelder kun for det prøvde objektet.

Prøvningsrapporter fra SINTEF NBL as danner grunnlaget for brann tekniske klassifiseringer, sertifiseringer og godkjenninger.

KLASSIFISERING

Ikke relevant.

BEMERKNINGER / AVVIK:

En småskala test er ikke i henhold til minimumskravene for dimensjoner beskrevet i ISO 834. De ytre dimensjonene på prøvestykkene var 1300 x 1300 x 200 mm.

Prøvestykkene kom prefabrikkert og kondisjonert til testlaboratoriet. Materialer og kondisjonering er beskrevet på side 9.

Trykket inne i ovnen overskred avviksgrensene beskrevet i ISO 834 i løpet av testene.

Midlere temperatur i ovnen var utenfor avviksgrensene beskrevet i ISO 834 i løpet av testene.

Hensikten med testen var å evaluere motstanden for betongavskalling ved brann mot betongelementene. Kurver i Vedlegg 1 viser til dels store avvik i forhold til tilsiktet kurve for temperatur og trykk i pilotovn. Når det gjelder trykk skyldes dette frigjøring av fukt fra prøvestykket. Dette kan også ha hatt betydning for temperaturutviklingen i ovnen. Trykkutviklingen i ovnen antas ikke å påvirke avskallingen, men betraktes som en konsekvens av denne. Med utgangspunkt i disse testene er det vanskelig å si hvor mye avviket i ovnstemperatur eventuelt påvirker avskallingsforløpet.

Brannbelastningen var i henhold til tid/temperatur kurven for Hydrokarbon brann (HC). Hydrokarbon kurven er beskrevet i ISO 834-3 og i *EN 1363-2 Fire Resistance Tests*.

INDEX

PRØVINGSRESULTATER	4
VISUELLE OBSERVASJONER UNDER OG ETTER PRØVING:.....	4
INSTRUMENTERING AV PRØVESTYKKET	5
PRESENTASJON AV TESTRESULTER:	6
FOTO:	7
OPPBYGGING.....	9
KONDISJONERING FØR TEST:.....	9
VEDLEGG I	1
PRØVINGENS UTFØRELSE.....	1
TESTSTANDARD	1
PRØVINGSOVN	1
PRESENTASJON AV TRYKK OG TEMPERATUR INNE I OVNEN:	3

PRØVINGSRESULTATER

Prøvingsresultatene er dokumentert i form av:

- ✓ visuelle observasjoner under og etter testen,
- ✓ temperaturmålinger utført på prøvestykket,
- ✓ fotografier tatt før, under og etter testen.
- ✓ trykk og temperatur inne i ovnen (Vedlegg I)

Visuelle observasjoner under og etter prøving:

Følgende observasjoner av prøvestykkene ble gjort under prøving. Etter avsluttet test ble prøvestykkene tatt bort fra ovnen for avkjøling og inspeksjon.

TEST D:

TID Min:sek	OBSERVASJONER UNDER TEST D
00:00	Start.
11:45	Avskalling begynner.
36:00	Fuktutslag på sidekantene.
64:00	Fuktutslag på ueksponert side.
72:00	TC 15 løsner pga av fuktutslaget.
75:00	TC 14 løsner pga av fuktutslaget.
76:00	TC 14 og 15 settes på plass igjen. Kokende vann kommer ut gjennom små hull i ueksponert side.
120:00	Stopp.

TEST D:

OBSERVASJONER ETTER TEST D	
Ueksponert side:	Det er ikke noen visuelle endringer på ueksponert side.
Eksponert side:	Noe ujevn avskalling, fra 0 til 15,5 cm. To lag med armering er synlig på ca halve arealet, avskallingsdybden er her mellom 12 og 15,5 cm. Et lag med armering er synlig over nesten hele det eksponerte arealet, avskallingsdybden er her mellom 5 og 9 cm. Overflaten har fått en farge forandring.

TEST E:

TID Min:sek	OBSERVASJONER UNDER TEST E
00:00	Start.
23:26	Kraftig oppsprekking av betongelementet. Kraftig avskalling begynner.
29:30	Avskallingen har medført til en større åpning rett inn i ovnen på venstre side.
30:00	Testen stoppes pga av åpning inn i ovnen.

TEST E:

OBSERVASJONER ETTER TEST E	
Uekspontert side:	Det er ikke noen visuelle endringer på uekspontert side.
Eksponert side:	Det er en jevn avskalling over hele det eksponerte arealet. Avskallingsdybden er ca 5,5 cm. Armeringen er synlig ved to plasser. Den venstre siden av elementet er helt oppsprukken.

Temperatur i testhallen:

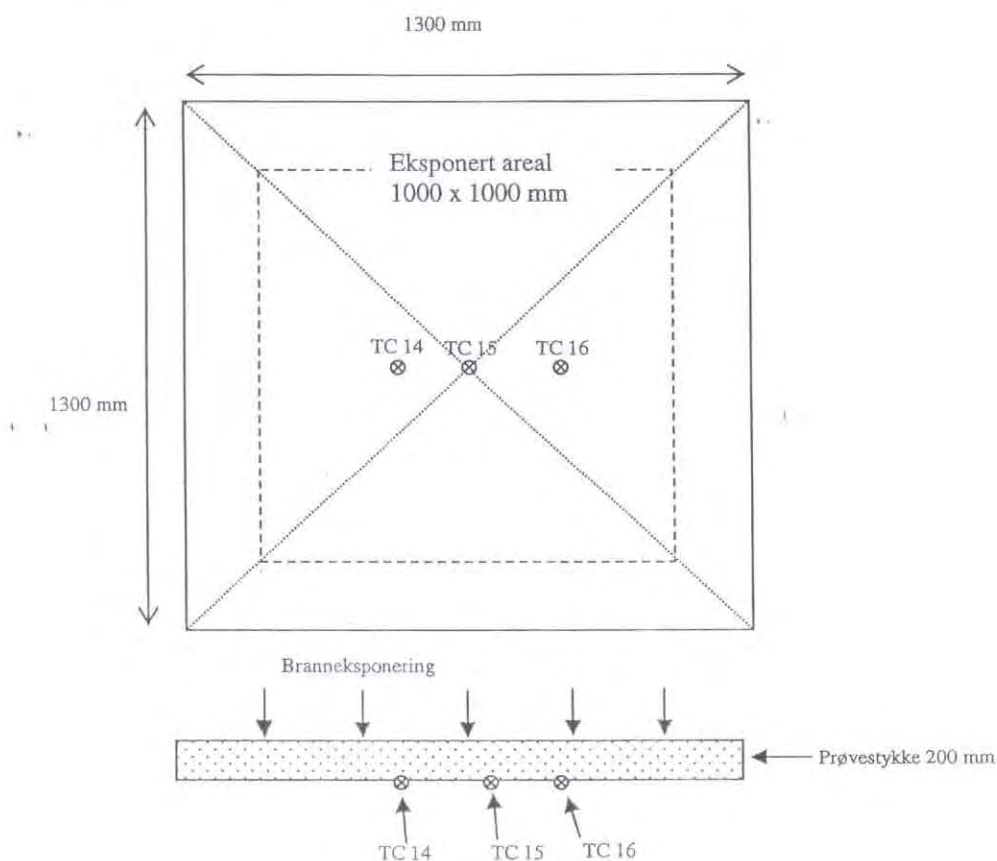
	Teststart	Stopp	Gjennomsnitt
TEST D	15 °C	17 °C	16 °C
TEST E	14 °C	20 °C	20 °C

Instrumentering av prøvestykket

Prøvestykket ble instrumentert i henhold til figur 1.

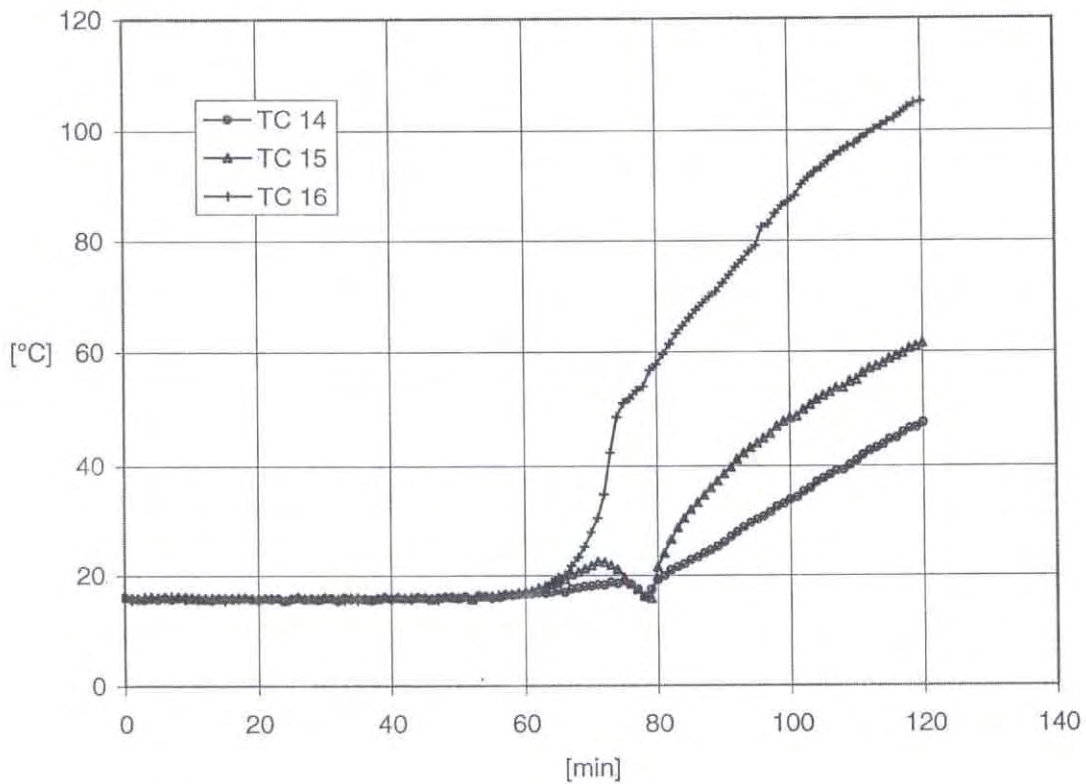
Plassering av målepunkt

Skissen i figur 1 viser målepunktene på uekspontert side av prøvestykket.

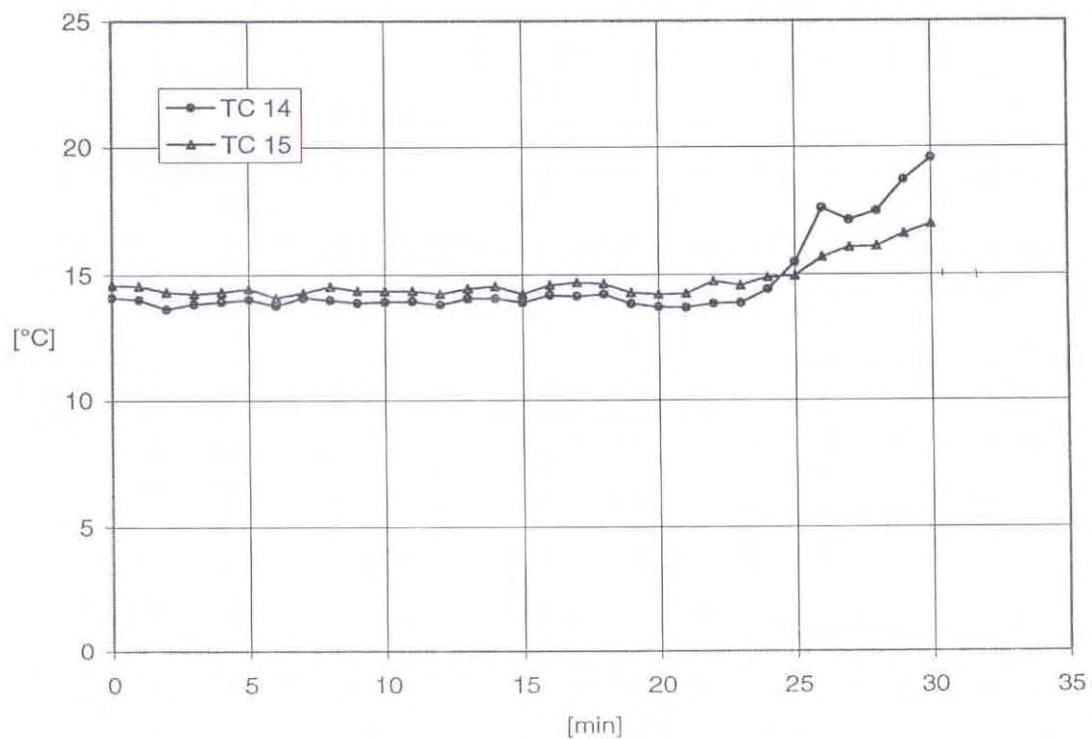


Figur 1 Skisse av prøvestykket (ikke i skala).

PRESENTASJON AV TESTRESULTATER:



Figur 2 Test D: Temperaturmålinger på ueksponert side av prøvestykket.



Figur 3 Test E: Temperaturmålinger på ueksponert side av prøvestykket.
TC 16 fungerte ikke.

FOTO:



Foto 1: Eksponert side av prøvestykke D etter brann testen.



Foto 2: Eksponert side av prøvestykke D etter brann testen.



Foto 3: Ueksponert side av prøvestykke E etter branntesten.



Foto 4: Eksponert side av prøvestykke E etter branntesten.

OPPBYGGING AV PRØVESTYKKET
Oppbygging

Test D: Prøvestykket var eksponert iht. Hydrokarbon tid/temperatur kurve i 120 minutter. Prøvestykket var et støpt betongelement. Starttemperaturen i ovnen var 16°C.

Test E: Prøvestykket var eksponert iht. Hydrokarbon tid/temperatur kurve i 30 minutter. Prøvestykket var et støpt betongelement. Starttemperaturen i ovnen var 14°C.

Tabellene på side 10 mottatt fra oppdragsgiver, beskriver materialsammensetning og noen materialeegenskaper.

YTRE MÅL AV PRØVESTYKKE NE:

1300 x 1300 x 200 mm (bxhxt).

Verifikasjon:

Prøvestykkene kom prefabrikkert og kondisjonert til brannlaboratoriet. Kondisjoneringen før test er beskrevet nedenfor.

Produsent (-er) og produksjonssted

1. PRØVESTYKKE:

Betongelementene

PRODUKSJONSSTED:

Ølen Betong AS, Norge

2. ENKELTKOMPONENTER/BESLAG:

Betong

PRODUSENT OG PRODUKSJONSSTED:

Ølen Betong AS, Norge

Innfesting og fastholdning:

Prøvestykkene var festet ved hjelp av stålstaver og skruetvinger til fremsiden av Pilot-ovnen.

Kondisjonering før test:

I følge oppdragsgiver var prøvestykkene produsert 2004-10-26. Det er opplyst at prøvestykkene ble oppbevart i en temperert hall frem til forsendelse. De ankom NBL 2004-11-01, og ble lagret i testhallen fra ankomst til prøvedato.

Test D: 2004-12-10

Test E: 2005-01-14

Valg av prøvestykke:

NBL var ikke involvert i utvelgelsen av materialene til testen.

Vedlegg I

PRØVINGENS UTFØRELSE

Teststandard

Testen ble gjennomført i henhold til ISO 834: 1975. Se avvik på side 2.

Prøvestykkene ble testet med tid/temperatur kurven karakteristisk for Hydrokarbonbrann. Hydrokarbonbrannkurven er beskrevet i ISO 834-3 og *EN 1363-2 Fire Resistance Tests*.

Testen var gjennomført i laboratoriets småskala (Pilot) ovn, som beskrevet nedenfor. Prøvestykkene var festet vertikalt til ovnens fremside, som har et åpningsareal på ca 1000 x 1000 mm (bxh).

PRØVINGSOVN

Trykk og temperatur inne i ovnen ble registrert i løpet av testene og er presentert i dette vedlegg.

Dimensjon

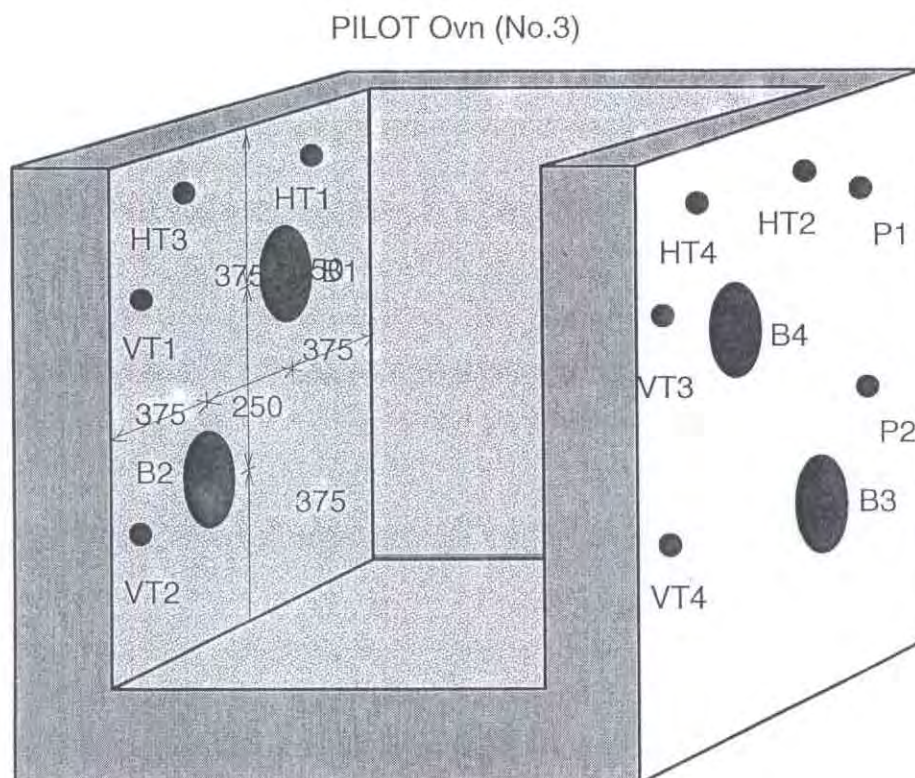
Ovnen har indre dimensjoner av 1000 x 1000 x 1000 mm (bxhxd).

Termoelementer

Ovnstemperaturen er målt med to kapslede (Ø6mm) termoelementer plassert 100 mm fra den eksponerte siden av prøvestykket.

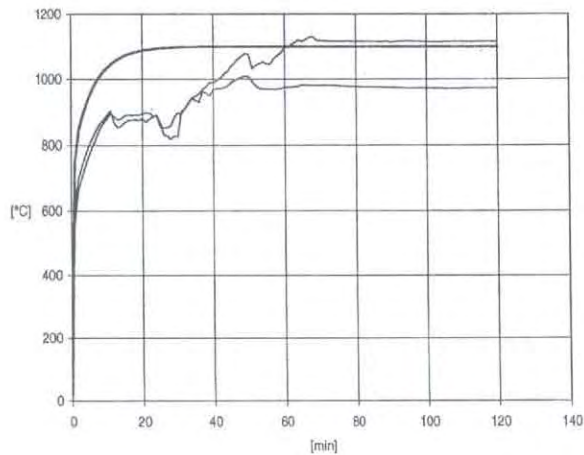
Trykk

Overtrykket mellom ovnen og omgivelsen ble målt 100 mm under ovnstaket.

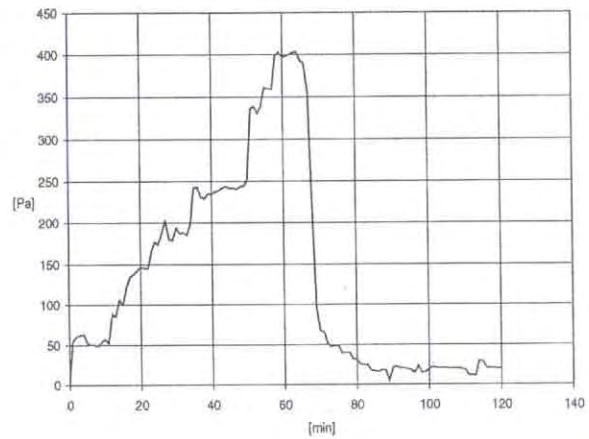


- B = Brennere
- P1 = Trykkmålere, horisontalt skille, 100 mm under prøvestykket
- P2 = Trykkmålere, vertikalt skille, 100 mm under prøvestykket
- VT = Ovnstermoelementer, vertikalt skille, 100 mm fra prøvestykket
- HT = Ovnstermoelementer, horisontalt skille, 100 mm fra prøvestykket

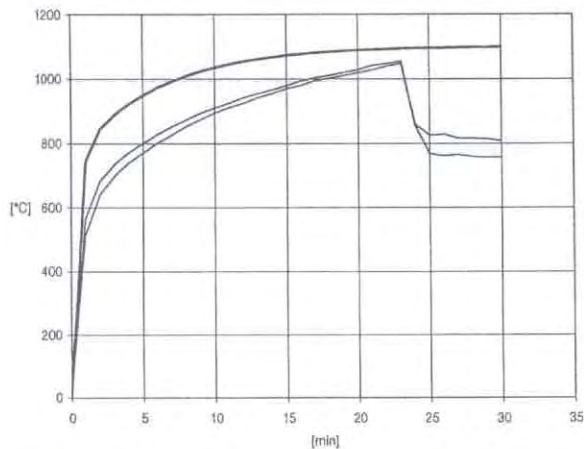
Figur I.1 Plassering av termoelementer og trykksensor inne i pilotovnen. Termoelementplasseringen VT1-VT4 ble benyttet. Målingene fra VT3 og VT4 er vist på den følgende siden.

PRESENTASJON AV TRYKK OG TEMPERATUR INNE I OVNEN:


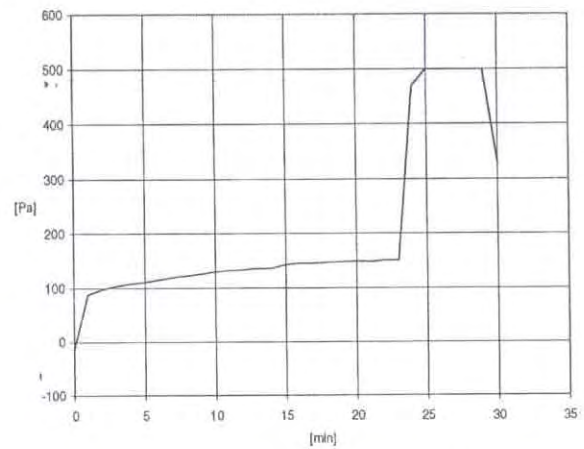
Figur I.2 Test D: Ovnstemperatur og hydrokarbon tid-temperatur kurve.



Figur I.3 Test D: Trykk inne i ovnen. Tilsiktet overtrykk: 20 Pa.



Figur I.4 Test E: Ovnstemperatur og hydrokarbon tid-temperatur kurve.



Figur I.5 Test E: Trykk inne i ovnen. Tilsiktet overtrykk: 20 Pa.



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (47) 22 07 35 00
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005