LUND UNIVERSITY

Fullskaliga släckförsök med olika vattendimsystem i container 50 m³ i Karlskrona 26/8 - 29/8 1996

Andersson, Petra; Holmstedt, Göran

1996

Link to publication

Citation for published version (APA):
Andersson, P., & Holmstedt, G. (1996). *Fullskaliga släckförsök med olika vattendimsystem i container 50 m³ i Karlskrona 26/8 - 29/8 1996*. (LUTVDG/TVBB--3089--SE; Vol. 3089). Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University.

Total number of authors:
2

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Fullskaliga släckförsök med olika vattendimsystem i container 50 m^3 i Karlskrona 26/8 - 29/8 1996

Petra Andersson
Göran Holmstedt

ISSN 1102-8246
ISRN LUTVDG/TVBB--3089--SE

Brandforsk projekt nr. 630-961

Keywords: watermist, halonreplacement, extinguishment

© Copyright Institutionen för brandteknik
Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet, Lund 1996

Omslag: Maria Andersen

Layout: Petra Andersson

Figurer: Petra Andersson

Department of Fire Safety Engineering · Lund Institute of Technology · Lund University

Adress/Address	Telefon/Telephone	Telefax	E-post/E-mail
Box 118 /John Ericssons väg 1	046 - 222 73 60	046 - 222 46 12	
S-221 00 LUND	+46 46 222 73 60	+46 46 222 46 12	Petra.Andersson@brand.lth.se

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Inledning	3
Utförande	3
Resultat Twinfluid	8
Resultat Högtryck	30
Resultat Överhettat	51
Diskussion	91

Sammanfattning

Försök har gjorts för att utvärdera möjligheten att använda vattendimsystem som ett "total flooding" system. Försöken utfördes i en "tvåvåningscontainer" på Lindholmen i Karlskrona, containern var 4.9 m hög, 4.3 m lång och 2.4 m bred (50.6 m^3). Tre olika vattendimsystem (ett twinfluidsystem, ett högtryckssystem och ett med överhettat vatten) testades mot olika brandscenarier bestående av en kabelbrand, en spraybrand samt metanol och heptanbål av varierande storlek.

Vid försöken registrerades temperatur, tryck, syrgaskoncentration och mängden vatten (g/m^3) som svävar i luften som funktion av tiden i ett antal mätpunkter. Även mängden vatten som fallit ut på golv och 2 m upp i rummet efter försöket mättes. Med hjälp av mätningen bestämdes tid till släckning samt hur vattenkoncentrationen byggs upp och fördelas i brandrummet.

Försöksresultaten visade:

- Systemen betedde sig mer som punktskydd ("sprinkler") än som total flooding.
- Den uppmätta vattenmängden på golvet och 2 m upp i rummet var ojämnt fördelad för samtliga släcksystem.
- Det byggdes inte upp några släcknade koncentrationer av vatten i form av ånga och svävande små droppar i någon mätpunkt. Det krävs ca 150 g vatten / m^3 luft för att släcka diffusionsbränder men det mättes som mest upp 80 g/m^3 i försöken.
- "Dolda bränder" som inte direkt träffades av sprayen från något munstycke var svåra att släcka eller kunde ej släckas.
- Kabelbranden och spraybranden var lätta att släcka jämfört med pölbränder av heptan och metanol.
- Dimensioneringsregler blir svåra att skapa eftersom släckresultatet blir väldigt scenarioberoende.
- Risk för brännskador för oskyddad hud uppstår för systemet med överhettat vatten.
- Tryckvariationerna i brandrummet var små.

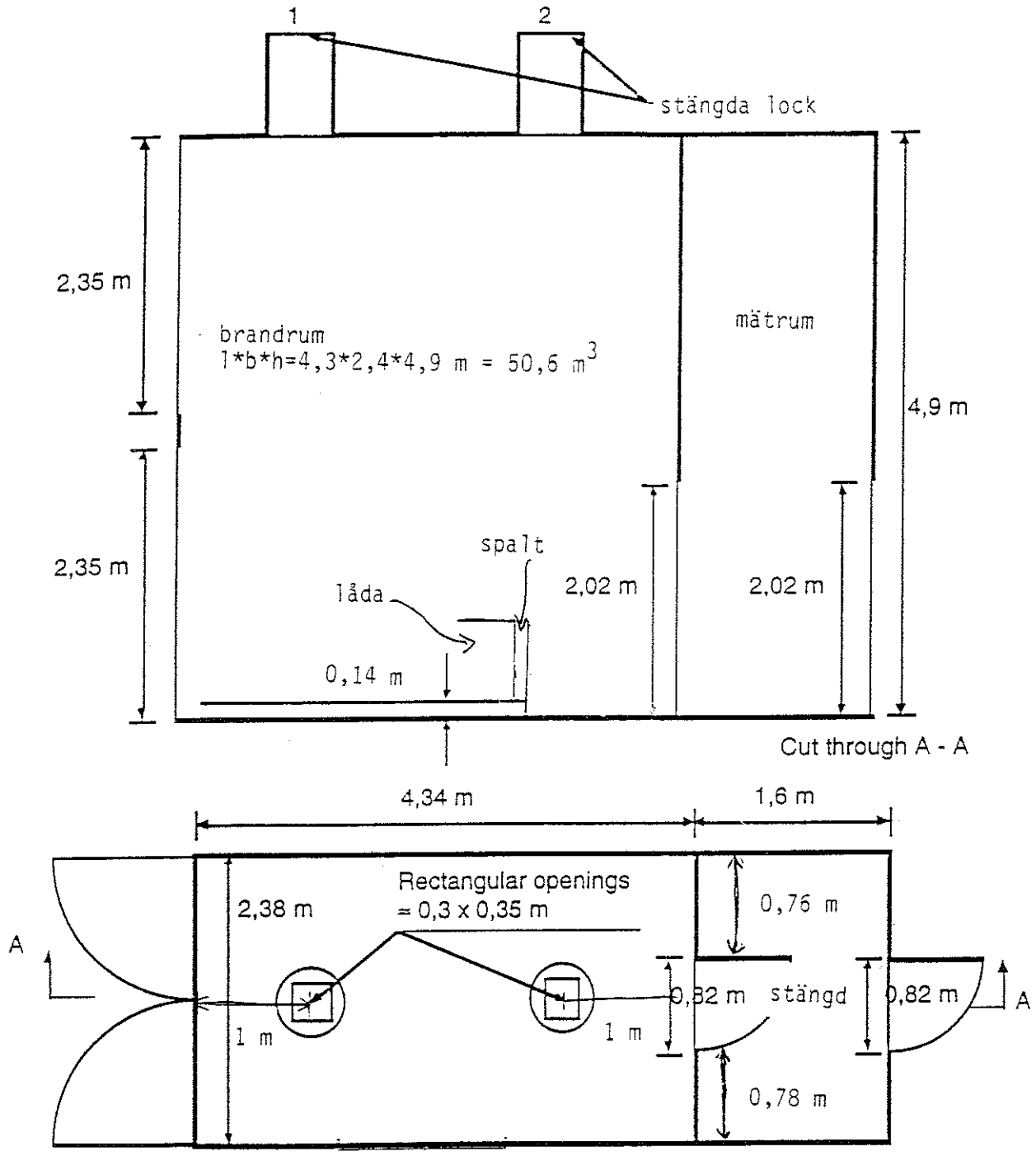
Inledning

Försöken utfördes för att utvärdera möjligheten att använda vattendimsystem som ett "total flooding" system. Försöken utfördes i en "tvåvåningscontainer" på Lindholmen i Karlskrona, containern var 4.9 m hög, 4.3 m lång och 2.4 m bred (50.6 m^3). Tre olika vattendimsystem (ett twinfluidsystem, ett högtryckssystem och ett med överhettat vatten) testades mot lite olika brandscenarier. Under försöken registrerades syrekoncentrationen 2 m ovan golv i containern för att se så att bränderna inte självslocknade. Vidare mättes trycket i rummet. Temperaturen mättes på flera olika höjder i rummet samt så mättes temperaturen ovanför varje brandkälla för att se när bränderna slocknade. Dessutom fanns det i rummet fem fuktighetsmätare utplacerade som registrerar g vatten svävande i luften i form av droppar som är <15µm samt i ångfas / m^3 luft. Nära munstyckena i släcksystemen fanns det en tryckmätare.

Utförande

Brandrum

Brandrummet bestod av två containrar placerade ovanpå varandra där tak respektive golv tagits bort så att vi endast har ett brandrum 4.3*2.4*4.9 (l*b*h). I taket finns det en lucka 0.3*0.35 m som kan öppnas och stängas. Ena kortsidan av containern bestod av fyra portar, under förbrinntiden var de båda där nere öppna. Vidare var containern inte helt tät på grund av lite små hål upptagna för munstycken och mätinstrument. Den sammanlagda öppningsytan var 3 dm^2. I rummet hade en låda 0.8*0.6*0.6 m placerats, ena väggen i lådan saknades, vidare placerades en extra vägg bakom den hela mittersta väggen i lådan så att en spalt bildades. En skiss av brandrummet kan ses i figur 1 på nästa sida.



Figur 1. Skiss på brandrummet.

Släcksystem

Tre olika sätt att producera vattendimma testades. Det ena var ett så kallat twinfluid system där kväve och vatten blandades innan släckmediet delades upp till de olika munstyckena. Det andra var ett högtrycksystem och det tredje var ett system som använder sig av överhettat vatten.

Brandkällor

Som bränsle användes främst Heptan och Metanol, vidare hade vi en kabelbrand.

Bränderna placerades enligt följande.

Scenario A och B

ett heptanbål 10 cm i diameter placerades i spalten, ett heptanbål 10 cm i diameter placerades i lådan. På icke portkortsidan placerades en heptanspraybrand (0.5 g/s) och en lodrät kabelbrand 2*6 oklassade 5 m långa kablar. Kabelbranden antändes med ett heptanbål 20 cm i diameter. I ena porthörnan placerades ett heptanbål 10 cm i diameter. På väggen ca 1.5 m från portarna placerades ett heptanbål 10 cm i diameter 2 m ovan golv samt ett 4.5 m ovan golv. Ungefär mitt på golvet placerades ett heptanbål 20 cm i diameter.

Scenario C

Alla Heptanbål byts mot dito metanolbål, ingen kabelbrand och ingen spraybrand.

Scenario D

Ett enda stort (dia 0.8 m) heptanbål på golvet.

Mätsystem

Följande mätsignaler registrerades

PODkanal	Signal
1	Tryck i rummet, mbar
2,3	Fuktmätning ca 3.5 m ovan golv, 2: vaisalatemperatur, 3: g/m^3
4,5	Fuktmätning ca 2 m ovan golv, 4: vaisalatemperatur, 5: g/m^3
6,7	Fuktmätning ickeport hörna, 6: vaisalatemperatur, 7: g/m^3
8,9	Fuktmätning spalten, 8: vaisalatemperatur, 9: g/m^3
10,11	Fuktmätning lådan, 10: vaisalatemperatur, 11: g/m^3
12	Temperatur utanför fuktmätare 2,3 dvs 3.5 m ovan golv
13	Temperatur utanför fuktmätare 4,5 dvs 2 m ovan golv
14	Temperatur utanför fuktmätare 10,11 dvs i lådan
15	Temperatur utanför fuktmätare 8,9 dvs i spalten
16	Temperatur utanför fuktmätare 6,7 dvs i ickeport hörnan

17	Syrekoncentrationen ungefär 2 m ovan golv
21-24	Temperatur på Gustav (hudsimulator)
25-28	Temperatur vid Kabelbrand, 25: 0.5 m från tak, 28: 1 m ovan golv
29	Temperatur vid Spraybrand
30	Temperatur ovan spaltbranden
31	Temperatur ovan lådbranden
32	Temperatur ovan takbranden
33	Temperatur ovan "mellan"branden
34	Temperatur ovan branden i porthörnan
35	Temperatur ovan branden mitt på golvet
36-40	Temperaturträd, 36: 0.1 m från tak, 37: 0.3 m från tak, 38: 0.7 m från tak, 39: 1.5 m från tak och 40: 3 m från tak

Dessutom placerades 8 plastmuggar 0.5 m från väggen i längsled på golvet. 6 muggar hängdes jämnt fördelade på tvärsled i containern ungefär mitt i på 2 m höjd. På längsled 2 m ovan golv ungefär mitt i hängdes 9 muggar jämnt fördelade. Alla muggar vägdes efter varje försök för att ge en uppfattning om vattenfördelningen i rummet.

Fuktmätarna registrerar mängd vatten i gas och vätskefas i luften. De droppar som tas med i mätningen är i storleksordningen <15µm.Droppar i denna storleksordning följer luftströmmar mycket bra och har därför en möjlighet att fylla upp ett utrymme utan att fastna på väggar och golv. Genom att anta att vi har 100% luftfuktighet när vi har utlöst systemet (små droppar har väldigt kort livslängd så det är inget dåligt antagande) kan vi beräkna hur mycket som är i vätskefas eftersom vi även mätte temperaturen precis utanför fuktmätarna. Denna korrektion är speciellt viktig i fallet med överhettat vatten.Vid rumstemperatur 20°C motsvarar 100% luftfuktighet 17 g vatten/ m^3 luft. Vid släckning av diffusionsflammor behövs det ca 150 g vatten i vätskefas per m3 luft, är vattnet i ångfas krävs det det dubbla.

Syrekoncentrationen mättes 2 m ovan golv för att kontrollera så att syretillförseln var tillräcklig till bränderna. Ovanför varje brand (för kabel och spraybrand vid sidan om) sattes ett termoelement för att registrera när branden slocknade.

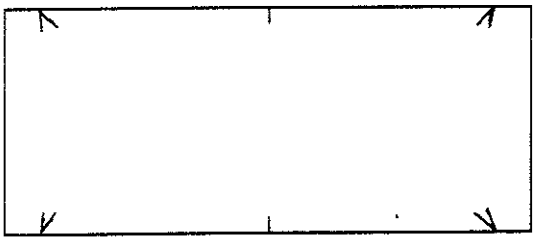
Systemet med överhettat vatten kan orsaka brännskador på människa. Därför konstruerades en människosimulator kallad Gustav. När temperaturen på huden på en människa överstiger 74°C i mer än en sekund blir det brännskador på huden. Gustav består av ett blodomlopp (vatten 37°C i plastslang) samt "hud", huden består av plast med samma termiska egenskaper som människans hud.

Resultat

Nedan redovisas resultaten av försöken för de olika släcksystemen i tur och ordning. Varje typ av släcksystem redovisas för sig. För varje släcksystem redovisas varje scenario för sig. Sist ges för varje släcksystem några kommentarer.

Twinfluidsystemet

Twinfluidsystemet består av ett rörsystem vari en blandning av kväve och vatten transporteras fram till munstyckena. En viktig parameter att variera i twinfluid-system är blandningsförhållandet mellan kväve och vatten. Vidare går det att variera påföringstiden. I de följande försöken applicerades vatten och kväve i 15 s följt av en paus på 15 s, sedan sattes sytemet igång igen i 15 s. Fyra försök utfördes, nedan redovisas var och ett av försöken i tur och ordning. I samtliga försök användes 2*8+4 munstycken placerade enligt figur 2 i två plan. Det vill säga, det satt 2 munstycken ca 50 cm från varje hörna och mitt på långsidorna satt det ett munstycke. Det övre planet var 0.5 m från tak och det nedre 1 m ovan golv.

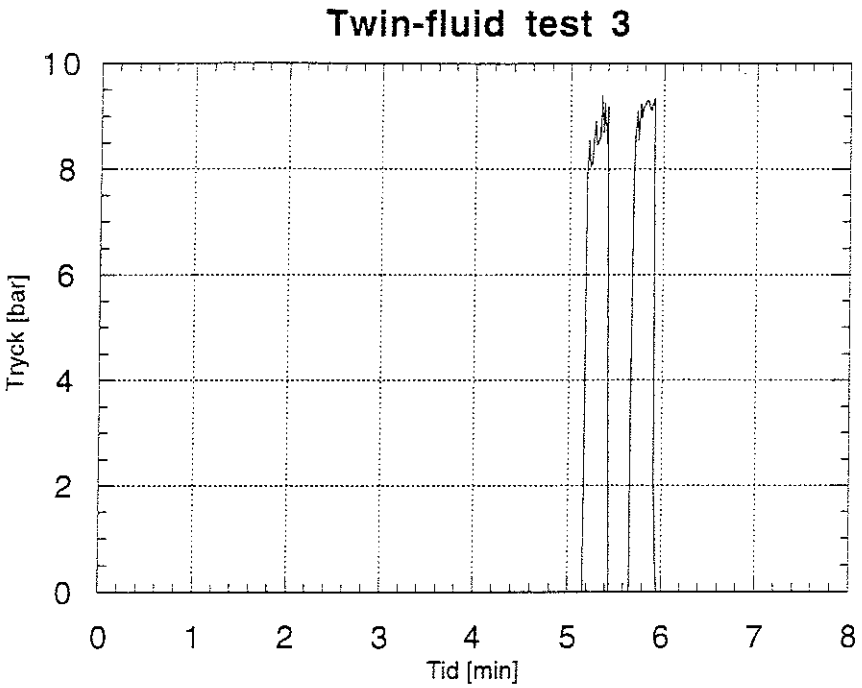


Figur 2. Placering av munstycken för twinfluidsystemet sett ovanifrån.

Försök 1 Twinfluidsystemet, scenario A

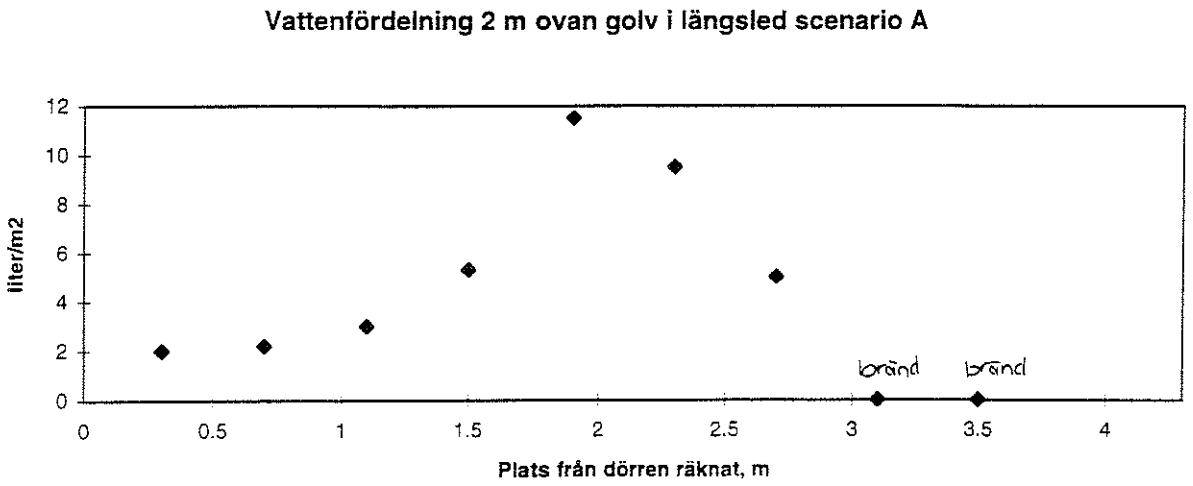
Bränder, 6 stycken heptanbål, kabelbrand och spraybrand. Kommentar: spraybranden blev lite väl kraftig på grund av läckage vid munstycket.
Släckmedia, 118 liter vatten, 12 bars tryck i 2*15 s med 15 s uppehåll blandas med 2 m^3 kväve (20 bar a 100 liter) vilket ger ett medelflöde på 236 liter/minut när systemet är igång och en vatten/kväve blandning på 50.6 kg vatten / kg kväve.

Nedan ges resultaten av alla mätningar i tur och ordning. Först ges trycket i vatten/kväve-ledningarna. Därefter visas vattenfördelningen i rummet. Trycket i rummet följer därefter. Sist redovisas temperaturerna vid bränderna, temperaturträdet, syrekoncentrationen samt tid till släckning.

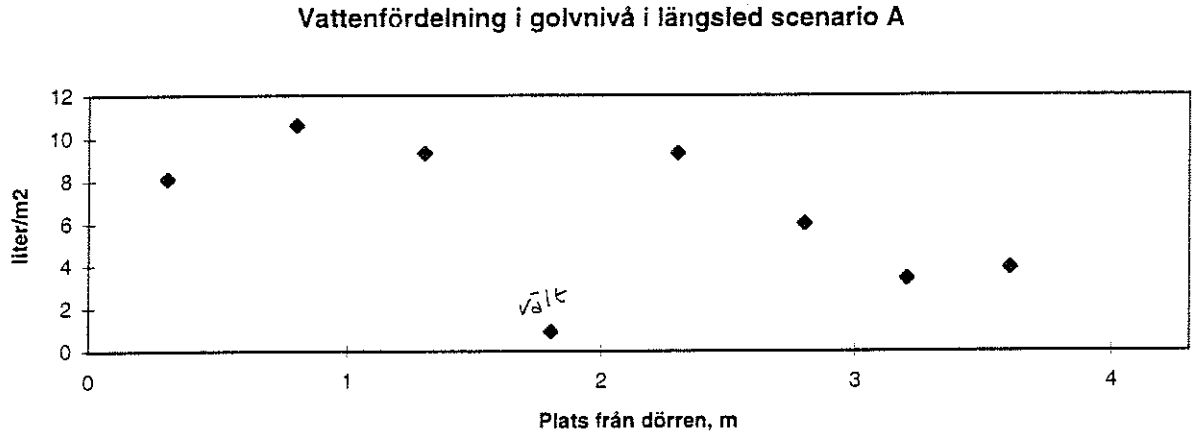


Figur 3 Tryck i ledningarna nära ett munstycke scenario A.

I figur 3 ges trycket i ledningen nära ett munstycke. Man ser här tydligt de två 15 sekunders intervallen som systemet är igång samt trycket ca 9 bar.
Nedan ses resultatet av muggvägningen i scenario A. Alla de tvärsgående muggarna smälte tyvärr då de satt uppe i rökgaslagret. Som synes har vi en topp i längsled där uppe ungefär mitt i rummet, mugg 8 och 9 brann upp pga spraybranden. Nere på golvet var vattenfördelningen något jämnare, mugg 4 hade tyvärr vält.

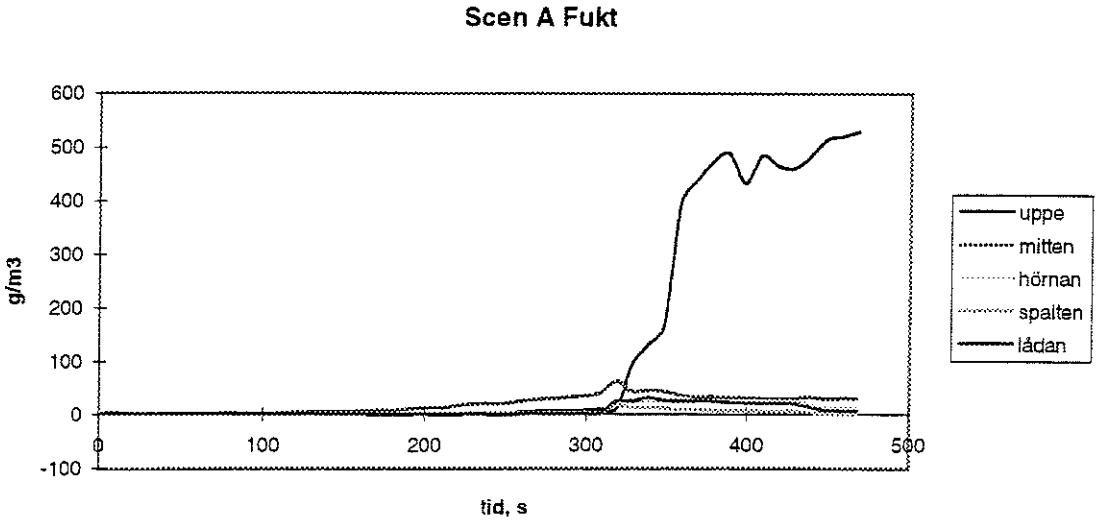


Figur 4 Resultat av muggvägning längs containern 2 m ovan golv



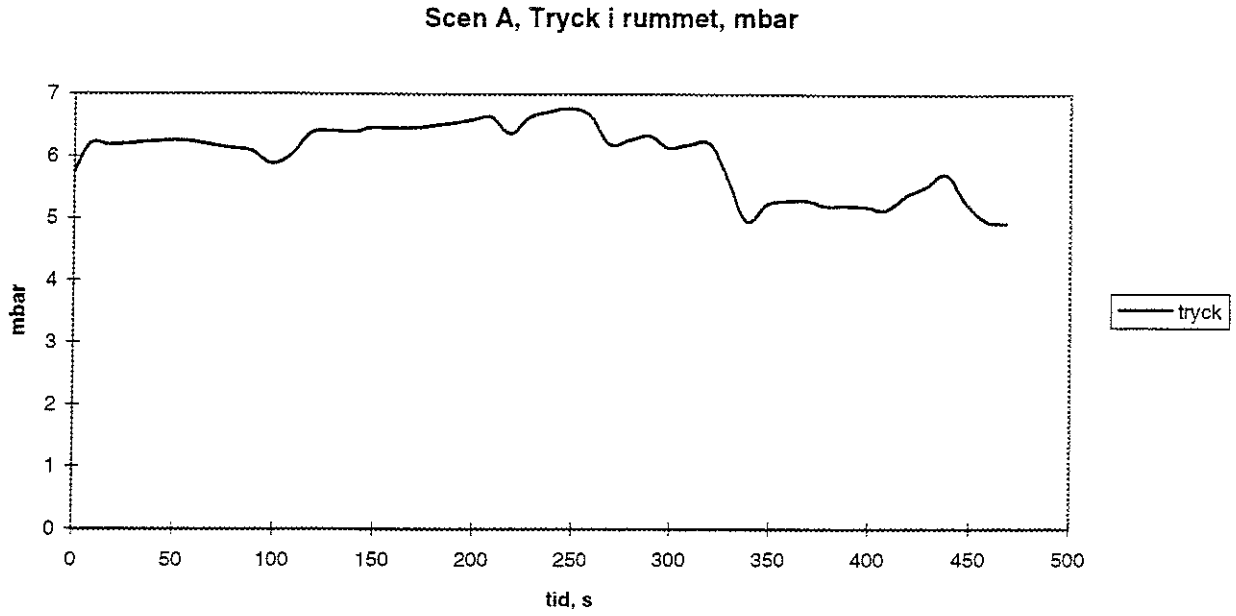
Figur 5. Resultat av muggvägning längs containern på golvet

I figur 6 nedan ses mängden vatten i luften i g/m3. Mätaren placerad en bit upp i rummet tycks ha råkat ut för en direktträff och sen inte lyckats återställa sig ordentligt. Antagligen har vatten samlats ovanpå mätaren och sedan runnit ner till hålet genom vilket luftprovet tas. Luftprov tages dock horisontellt för att endast fånga de små dropparna (< 15µm), som är intressanta i total flooding applikationer.



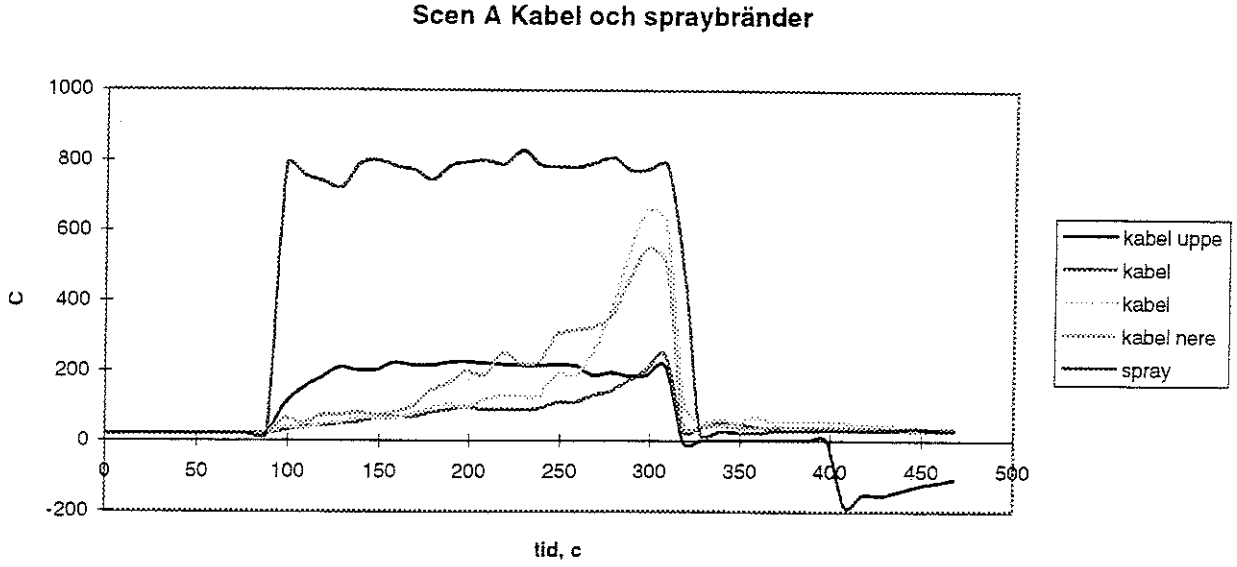
Figur 6. Fuktmätning scenario A

Nedan i figur 7 ges trycket i rummet, som synes var det inga som helst problem med för högt tryck i rummet.

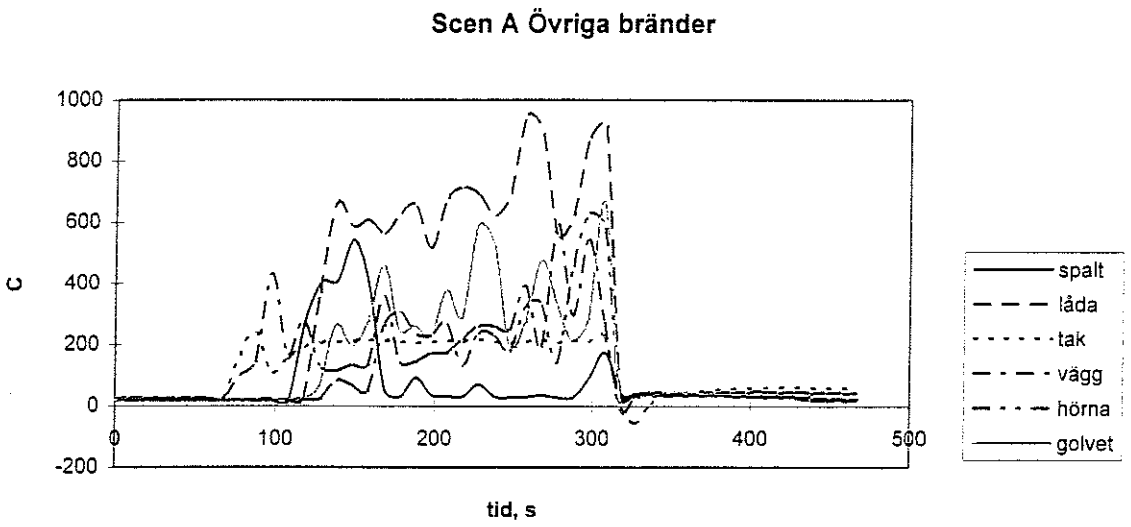


Figur 7 Tryckuppbyggnad i rummet

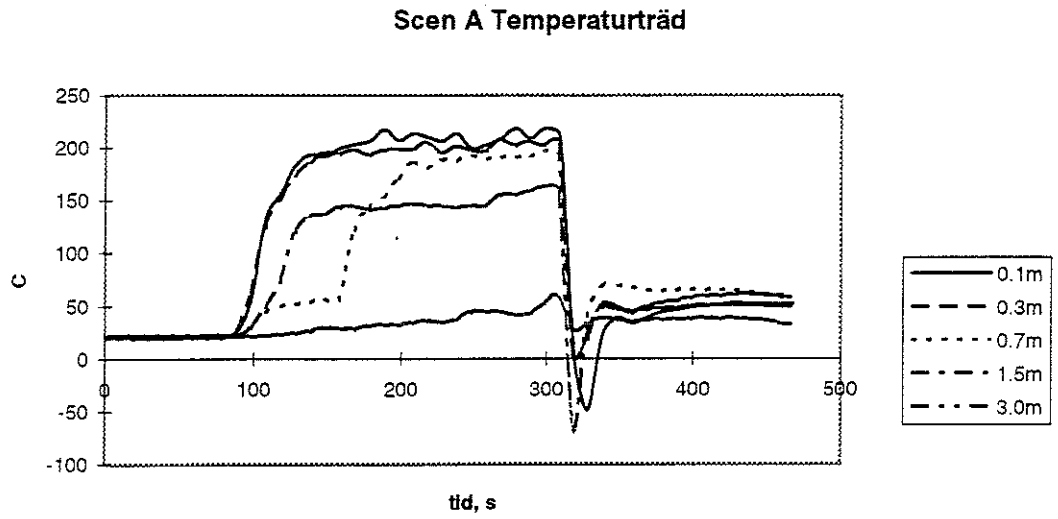
I figurerna 8 och 9 ges temperaturena ovanför de olika bränderna. I figur 10 ses temperaturträdet, med 0.1 m avses 0.1 m från tak.



Figur 8. Temperatur kabel och spraybrand



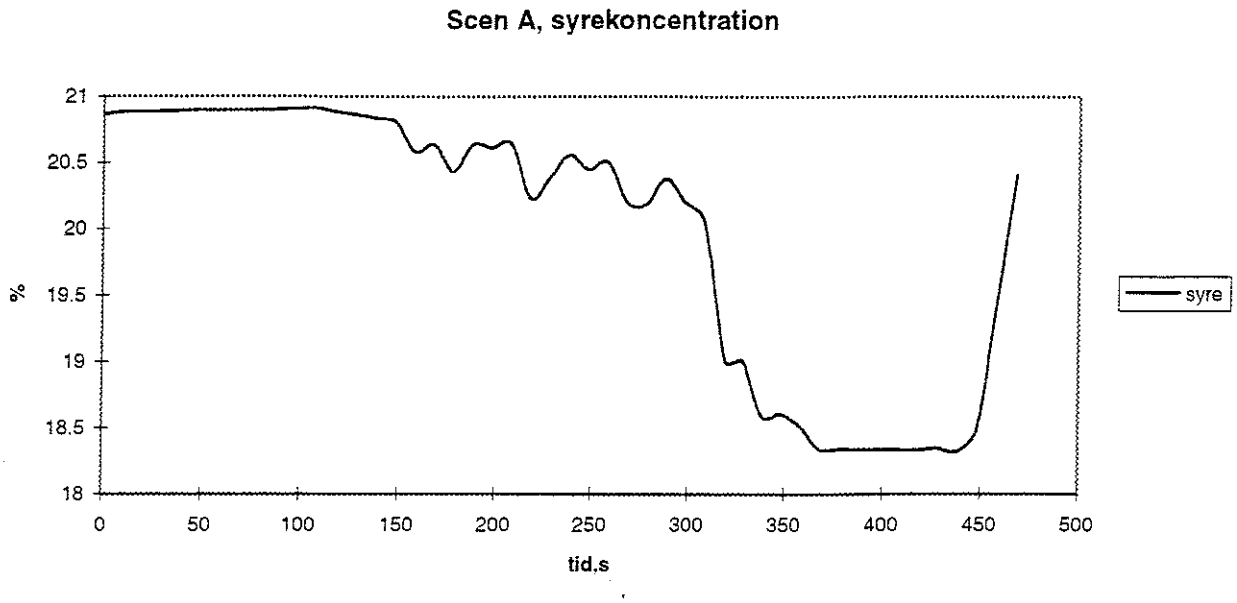
Figur 9. Temperatur övriga bränder.



Figur 10. Temperaturträd.

Studerar man figur 9 och 10 ser man att takbranden går upp i temperatur en kort stund för att sedan nästan genast gå ner igen och följa rökgaslagrets temperatur. Detta tyder på att takbranden slocknade långt innan systemet utlöstes, antagligen pga syrebrist. Även branden i spalten ser lite misstänkt ut, men antagligen har termoelementet kommit ur position.

Vi mätte syrekoncentrationen på 2 m höjd just för att se till så att bränderna inte slocknade pga syrebrist, mätresultatet ses i figur 11. Där ser man att syreminskningen kom när systemet utlöstes. I tabell 1 ses tid till släckning från utlösning av systemet för de olika bränderna. Alla bränder släcktes direkt vid utlösningen utom takbranden som slocknade av syrebrist långt innan systemet hade utlösts.



Figur 11. Syrekoncentrationen scenario A

Tabell 1. Tid till släckning, scenario A twinfluid

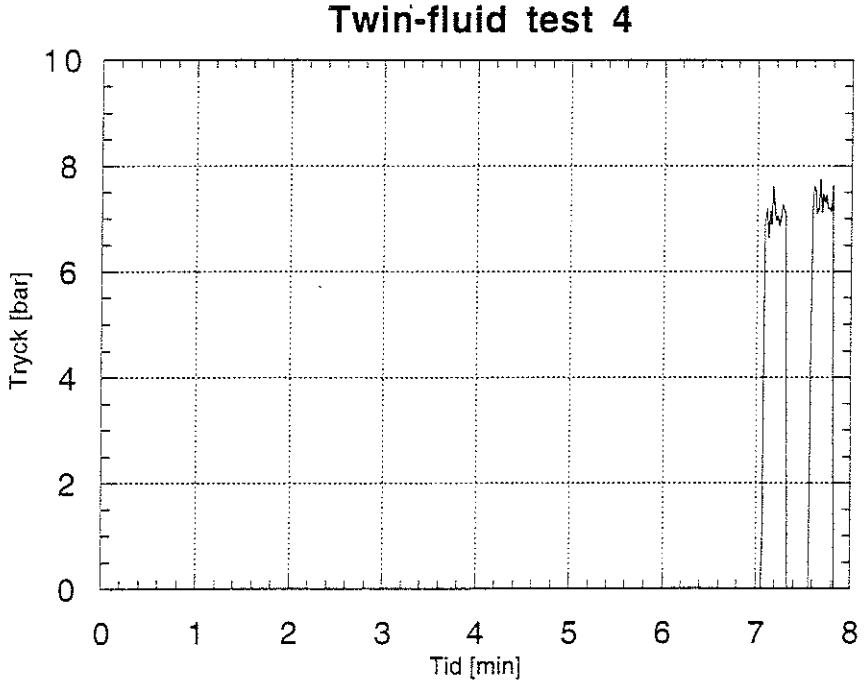
Brand	Tid till släckning efter start av släckmedelspåföring
kabel	< 10s
spray	< 10 s
spalt	< 10 s
låda	< 10 s
tak	slocknade innan släckmedelspåföring
vägg	< 10 s
hörna	< 10 s
golv	< 10s

Försök 2 Twinfluidsystemet, scenario B

Bränder, 6 stycken heptanbål och kabelbrand. Ingen spraybrand.
Släckmedia, 63.7 liter vatten, 10.5 bars tryck i 2*15 s med 15 s uppehåll blandas med 4.5 m^3 kväve (90 bar 50 liter) vilket ger ett medelflöde på 127.4 liter vatten/minut när systemet är igång och en vatten/kväve blandning på 12.2 kg vatten per kg kväve.

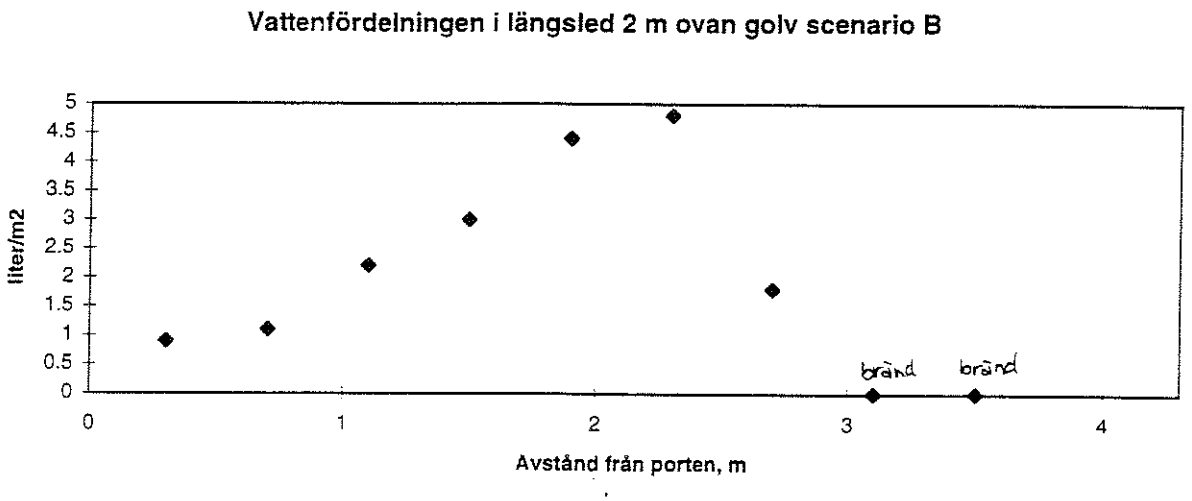
Liksom för försök 1 redovisas här trycket i vatten/kväve-ledningen följt av vattenfördelningen i rummet. Därefter följer trycket i rummet, temperturen vid de olika bränderna samt temperturträdet. Sist redovisas syrekoncentrationen samt tid till släckning.

I figur 12 ses trycket vid munstyckena, vi ser där att trycket i detta försök är lägre än i försök 1, ca 7 bar i detta försök mot 9 bar i försök 1.

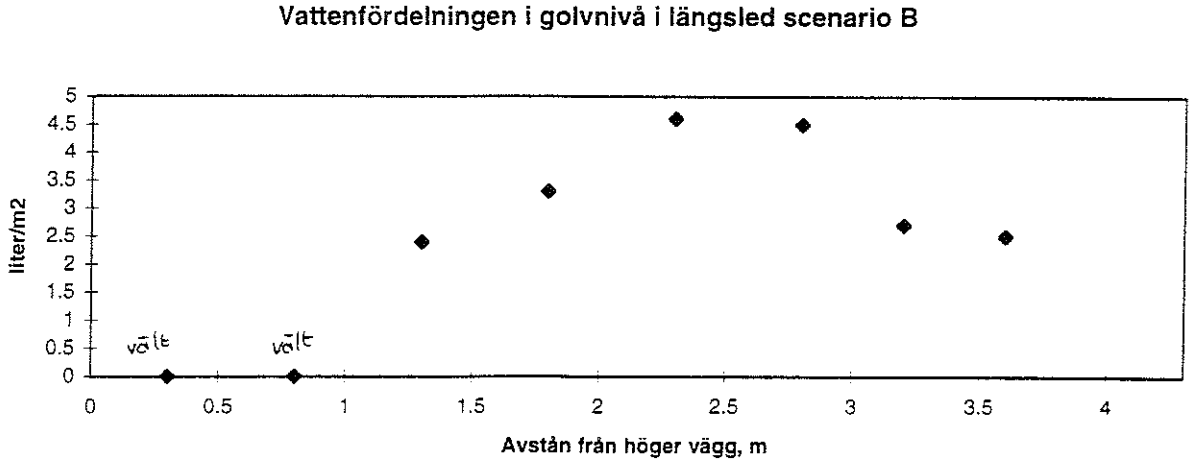


Figur 12. Tryck i ledningarna nära munstyckena scenario B.

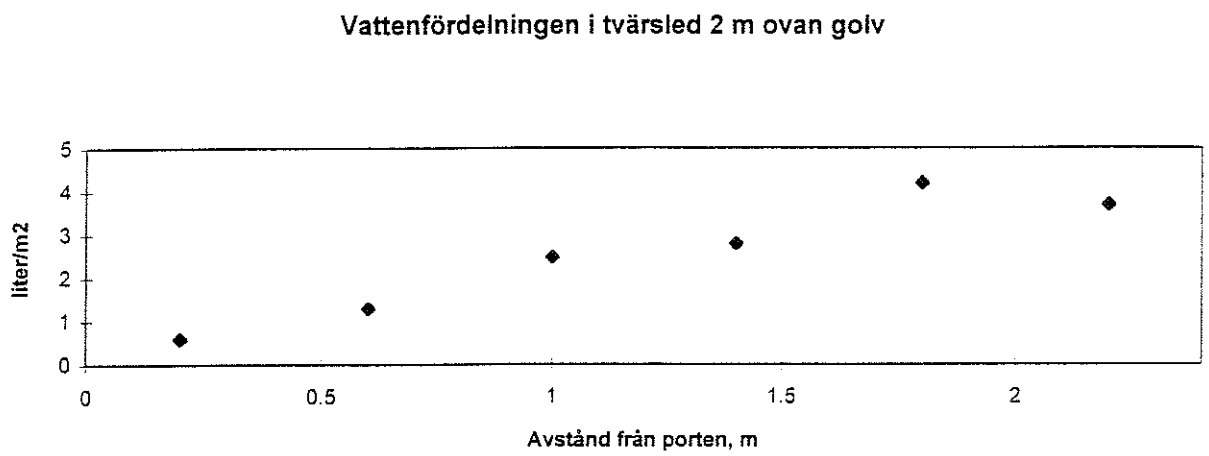
Även vid detta försök genomfördes en "muggvägning". Resultatet ses nedan i figur 13-15. De tvärsgående muggarna hade nu flyttats ner under rökgaslagrets nivå och smälte därför ej. Två muggar brändes dock av kabelbranden och två av muggarna på golvet hade vält. I tvärsled ser man en viss sned fördelning. På längden en bit upp finns en klar topp i mitten, i golvnivå är det jämnare.



Figur 13. Vattenfördelning längsled 2 m ovan golv

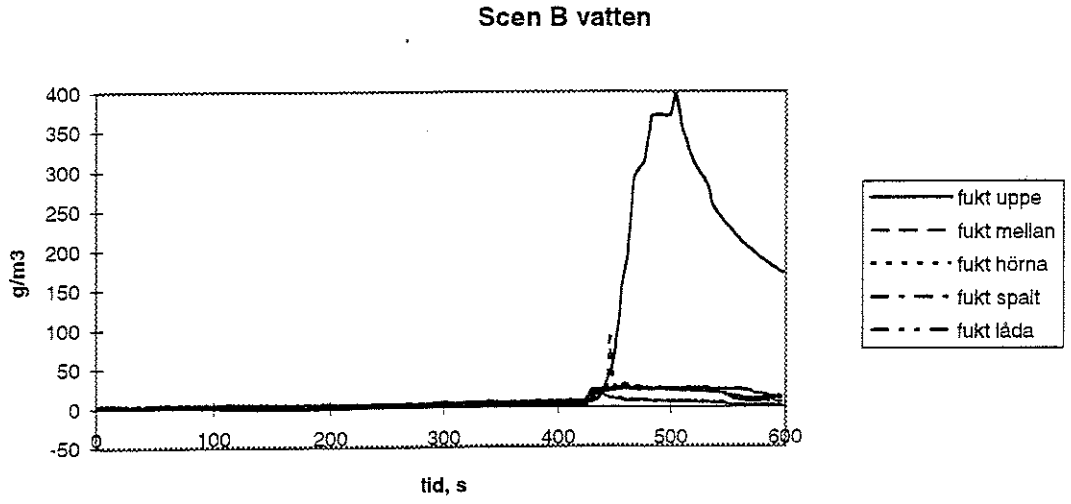


Figur 14. Vattenfördelning längsled på golvet

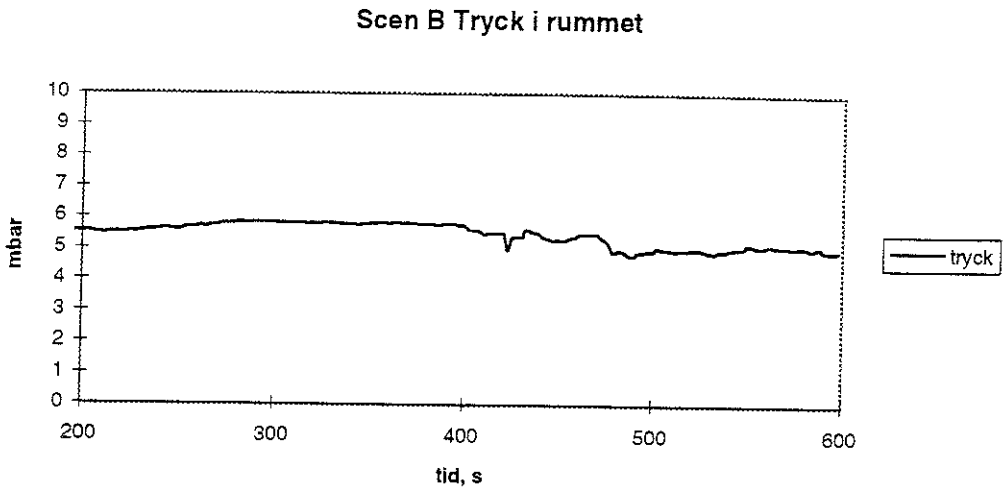


Figur 15. Vattenfördelning tvärsled 2 m ovan golv

I figur 16 ges resultatet av fuktmätningen, även vid detta försök drabbades mätaren där uppe av en direktträff men lyckades börja återställa sig under försöket.
I figur 17 ges trycket i rummet, även vid detta försök var det inte några problem med höga eller låga tryck i rummet.

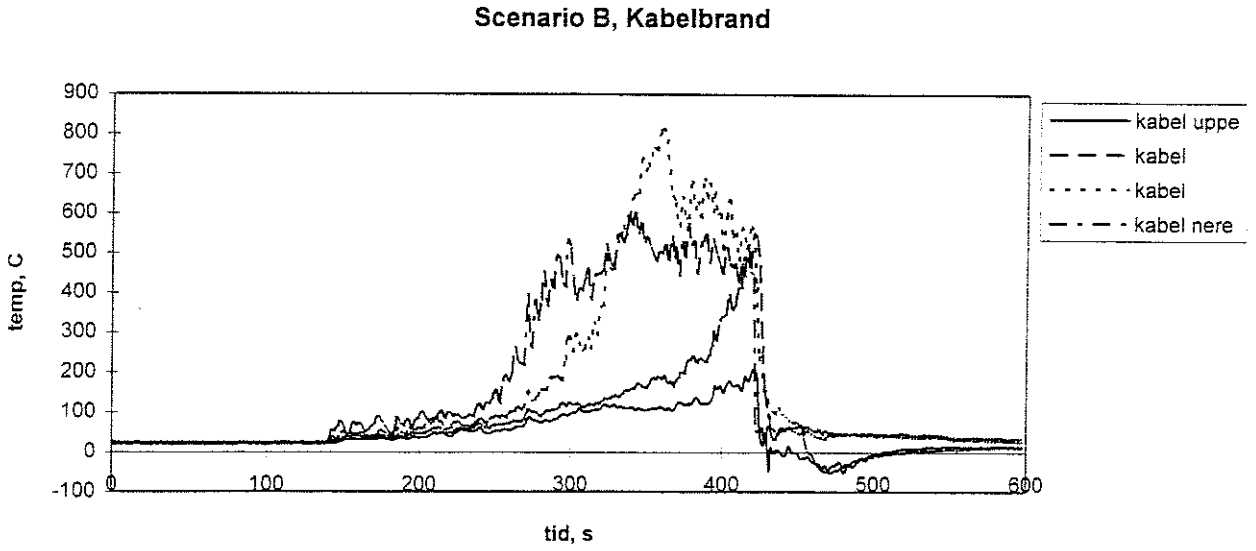


Figur 16. Fuktmätning scenario B.

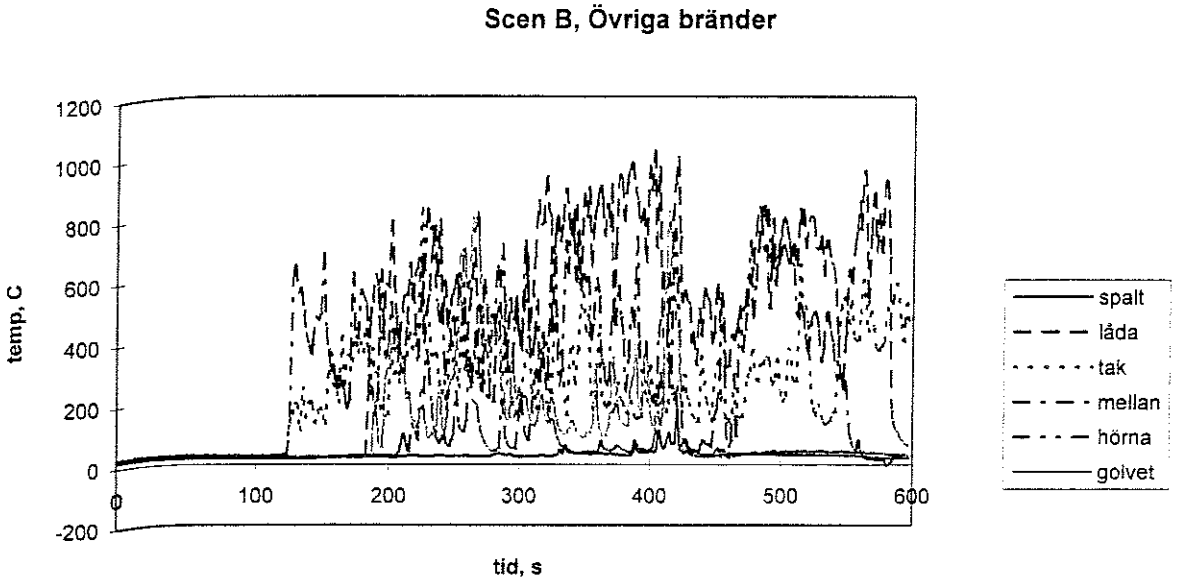


Figur 17. Tryckuppbyggnad i rummet.

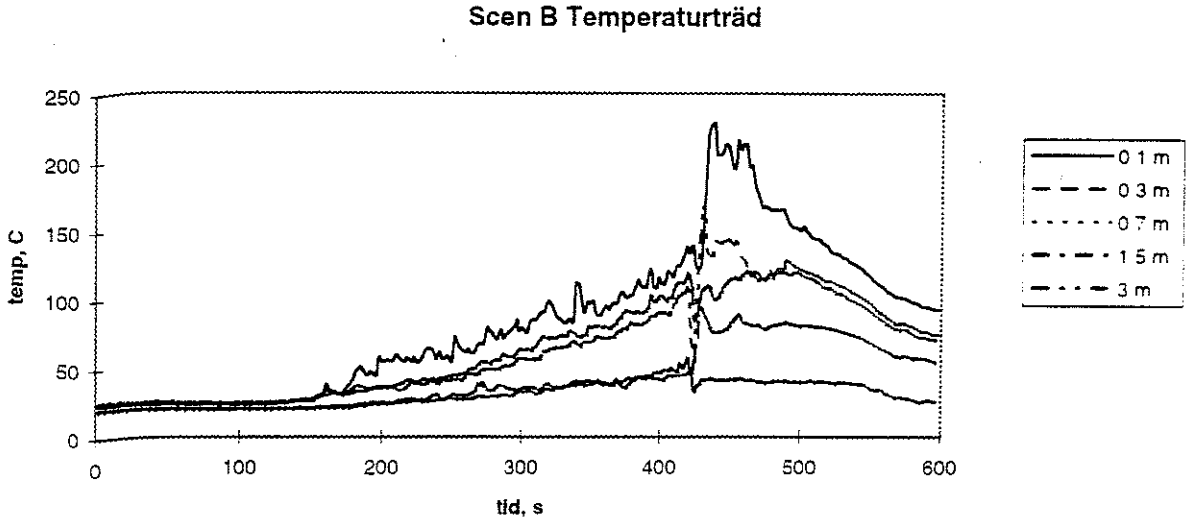
I figur 18 och 19 ses temperaturerna vid bränderna. Ur figurerna ser vi att kabelbranden släcktes direkt medan bränderna i lådan, i porthörnan och i taket inte släcktes. I figur 20 ges temperaturträdet och i figur 21 syrekoncentrationen. I tabell 2 ges tid till släckning för de olika bränderna.



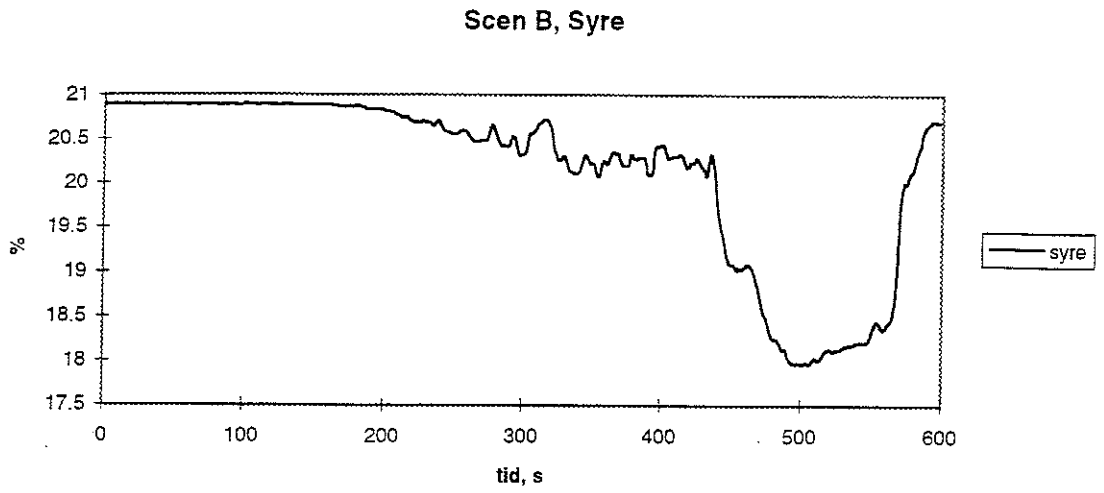
Figur 18 Temperatur vid kabelbranden.



Figur 19. Temperatur övriga bränder



Figur 20. Temperaturträd scenario B



Figur 21. Syrekoncentrationen scenario B

Tabell 2. Tid till släckning försök 2 twinfluid, scenario B

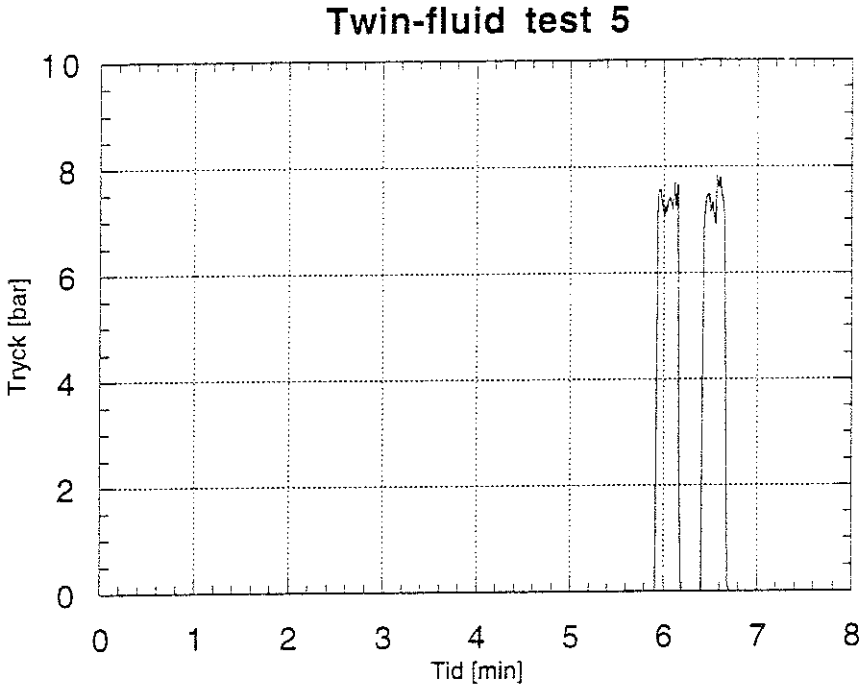
Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckn
kabel	< 10s
spray	< 10 s
spalt	< 10 s
låda	släcktes ej
tak	släcktes ej
vägg	30 s
hörna	släcktes ej
golv	< 10s

Försök 3 Twinfluidsystemet, scenario C

Bränder, 6 stycken metanolbål och kabelbrand.

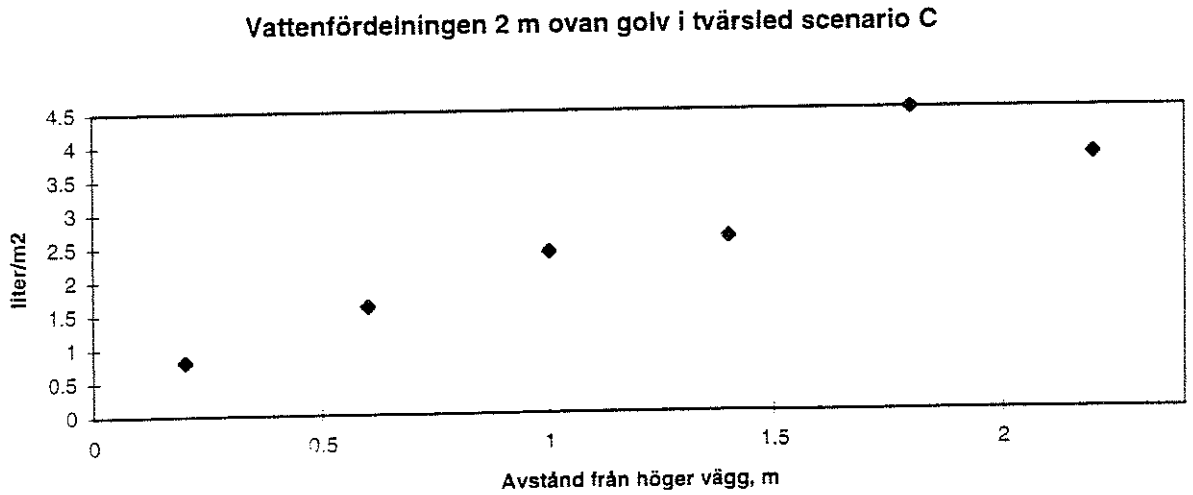
Släckmedia, 59.3 liter vatten, 10.5 bars tryck i 2*15 s med 15 s uppehåll blandas med 4.15 m^3 kväve (98, 110 - 60, 65) vilket ger ett medelvattenflöde på 118.6 liter vatten per minut när systemet är igångoch ett vatten/kväve förhållande på 12.3 kg vatten per kg kväve.

Liksom för försök 1 och 2 följer här resultaten av försöket i tur och ordning.

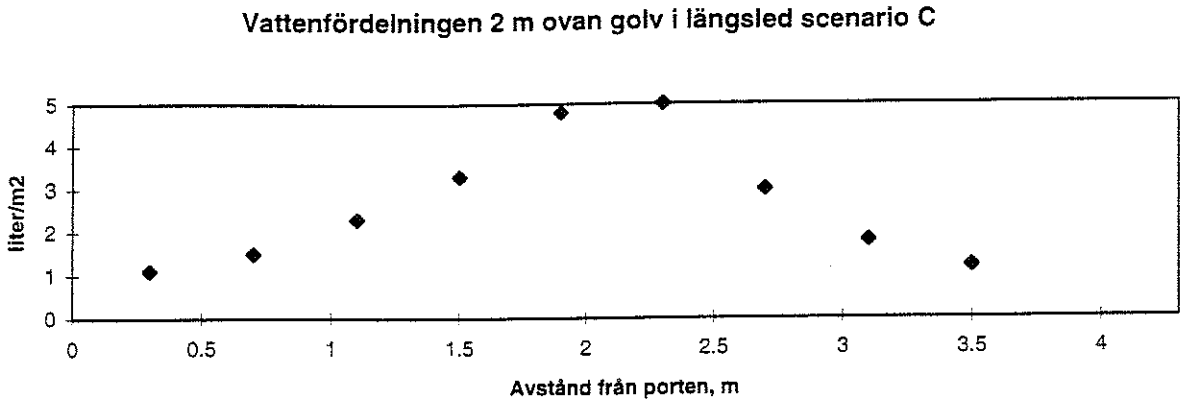


Figur 22. Tryck i ledningarna nära munstyckena scenario C

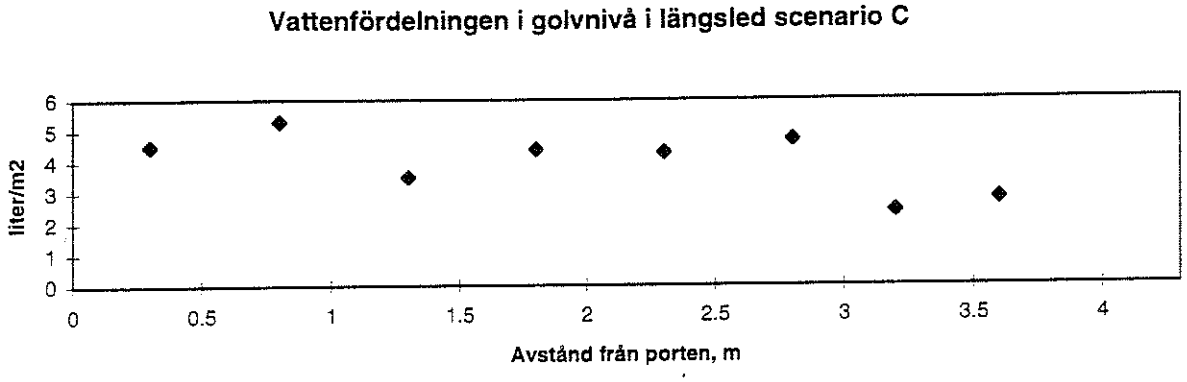
I figur 22 ovan ges trycket vid munstyckena, vi ser där att trycket är ungefär 7 bar när systemet är igång liksom det var i försök 2.
Ur vattenfördelningarna i figur 23-25 ser vi att vi har en försjutning åt ena långsidan. På 2 meters höjd har vi mest vatten i mitten i längsled medan det i golvnivå är något jämnare. I figur 26 ges resultatet av fuktmätningen, även i detta försök fick mätaren där uppe mycket vatten men återställdes sedan ganska snabbt.



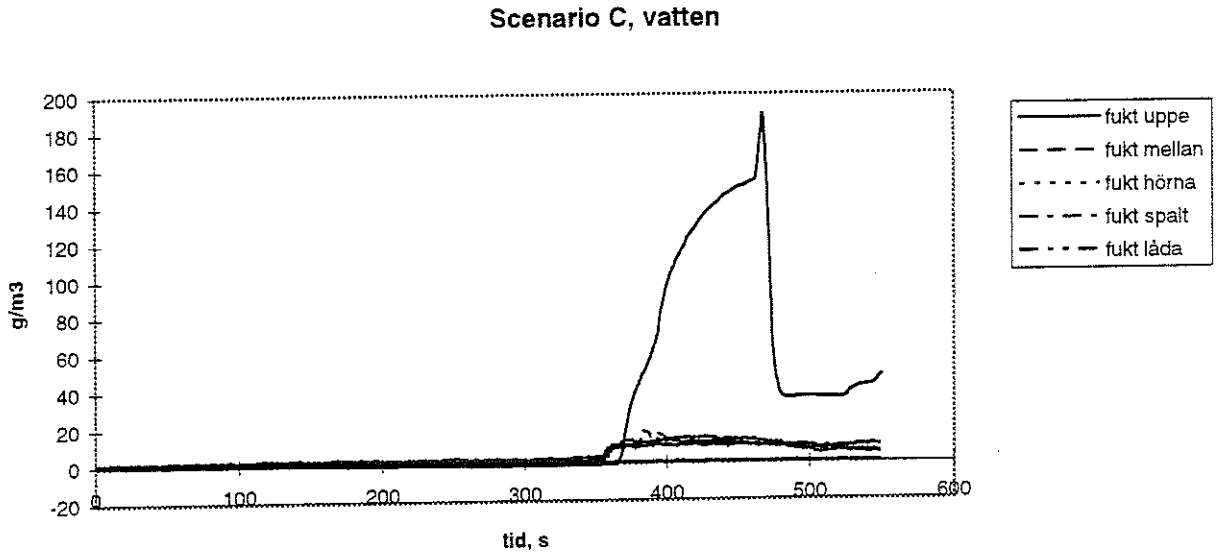
Figur 23. Vattenfördelning tvärsled 2 m ovan golv scenario C.



Figur 24 Vattenfördelning längsled 2 m ovan golv

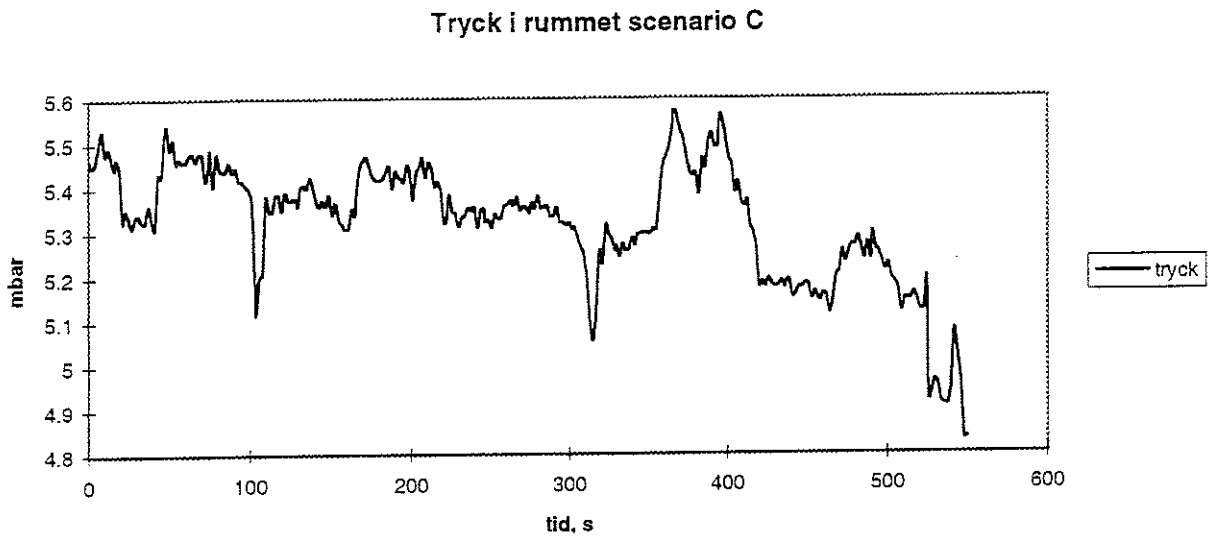


Figur 25. Vattenfördelningen i längsled i golvnivå.



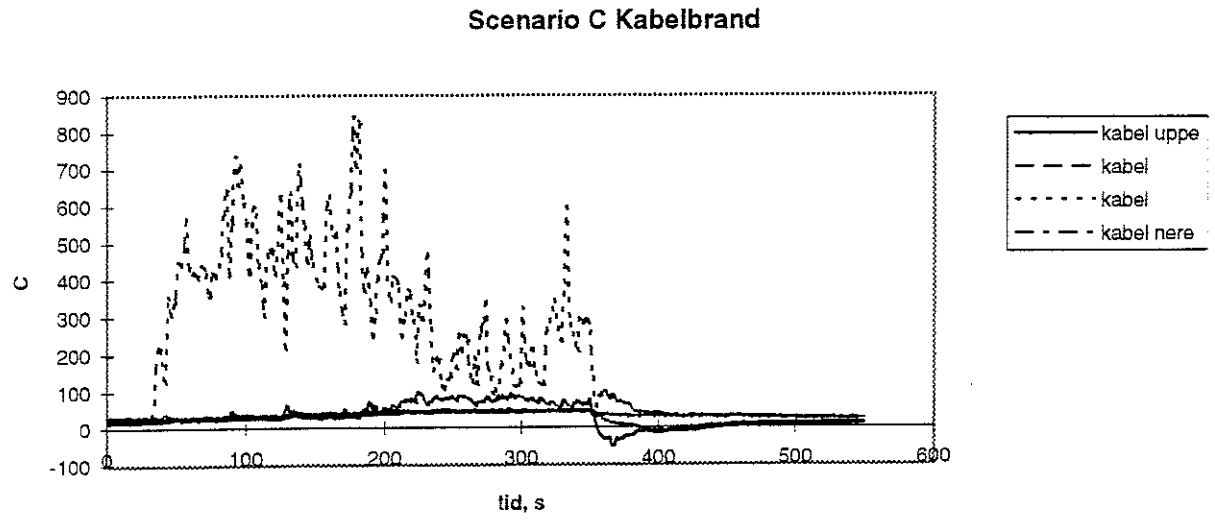
Figur 26. Vattenmätning scenario C

I figur 27 ges trycket i rummet. Observera den lilla skalan i figur 27 vilket innebär att det knappast är någon tryckökning alls.

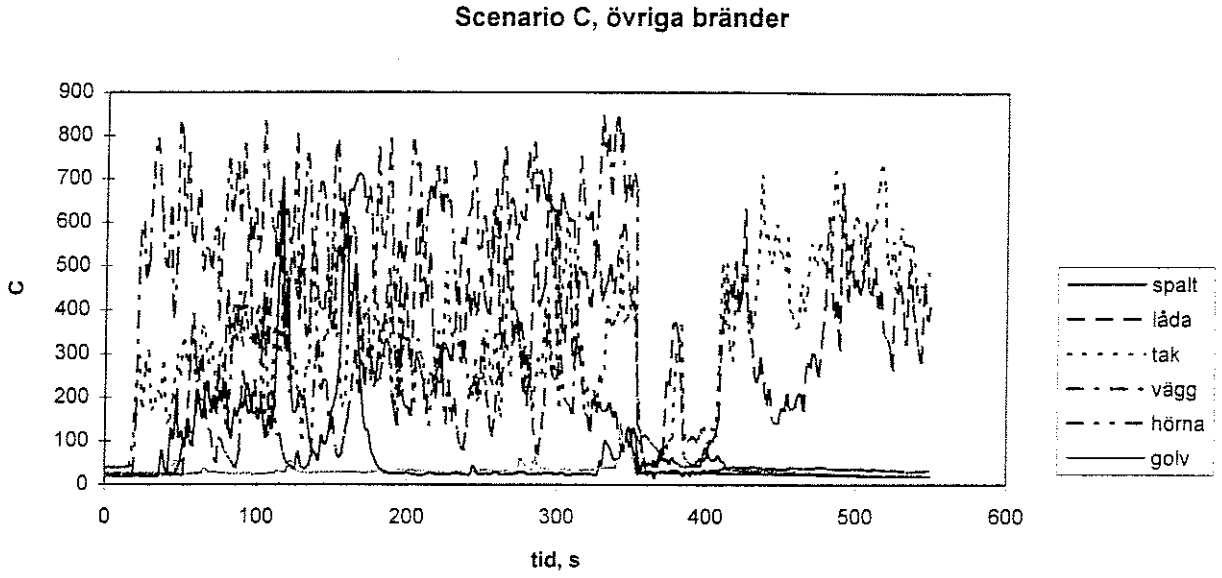


Figur 27. Tryckuppbyggnad i rummet, scenario C.

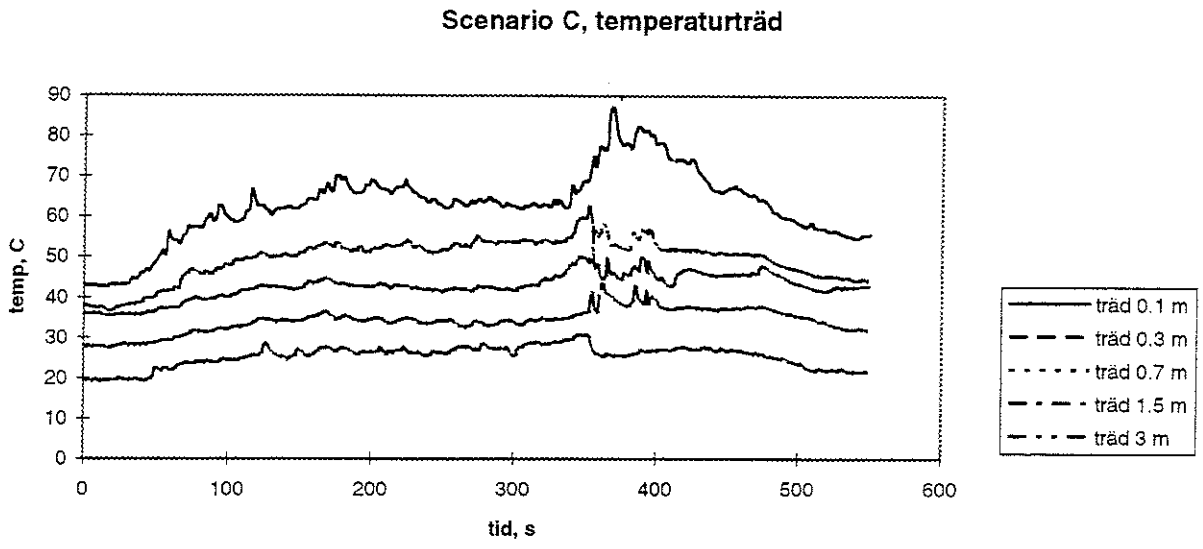
I figur 28 och 29 ses temperaturerna vid kabelbranden och de övriga bränderna. Takbranden och lådbranden släcktes inte. Hörnbranden och delar av kabelbranden släcktes något fördröjt. I figur 30 ses temperaturträdet och i figur 31 syrekoncentrationen. I tabell 3 visas tid till släckning för de olika bränderna.



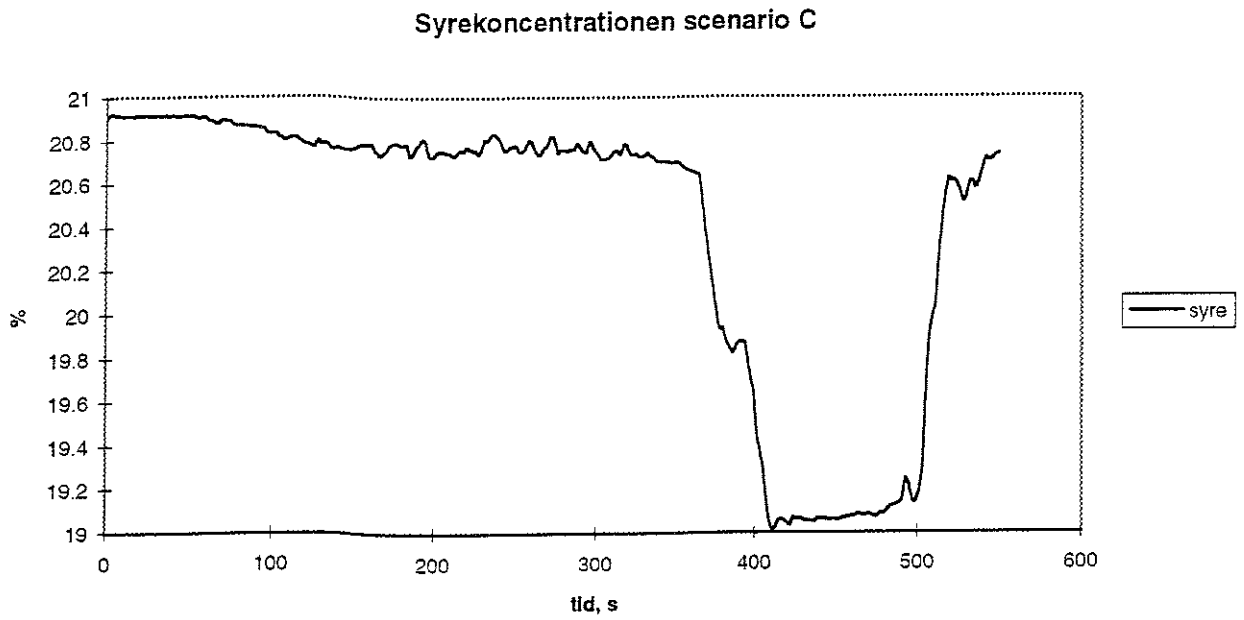
Figur 28. Temperatur vid kabelbranden scenario C



Figur 29. Temperatur övriga bränder scenario C



Figur 30. Temperaturträd scenario C.



Figur 31. Syrekoncentration scenario C.

Tabell 3. Tid till släckning, twinfluidsystemet försök 3, scenario C

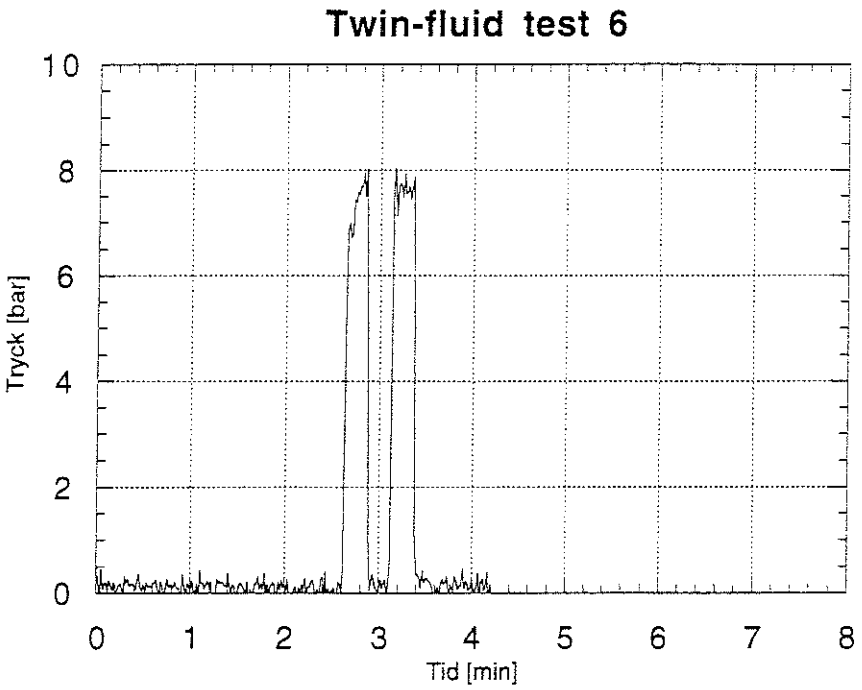
Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
kabel	< 10s
spalt	< 10 s
låda	släcktes ej
tak	släcktes ej
vägg	< 10 s
hörna	1 minut
golv	< 10s

Försök 4 Twinfluidsystemet, scenario D

Bränder, 1 stort heptanbål.

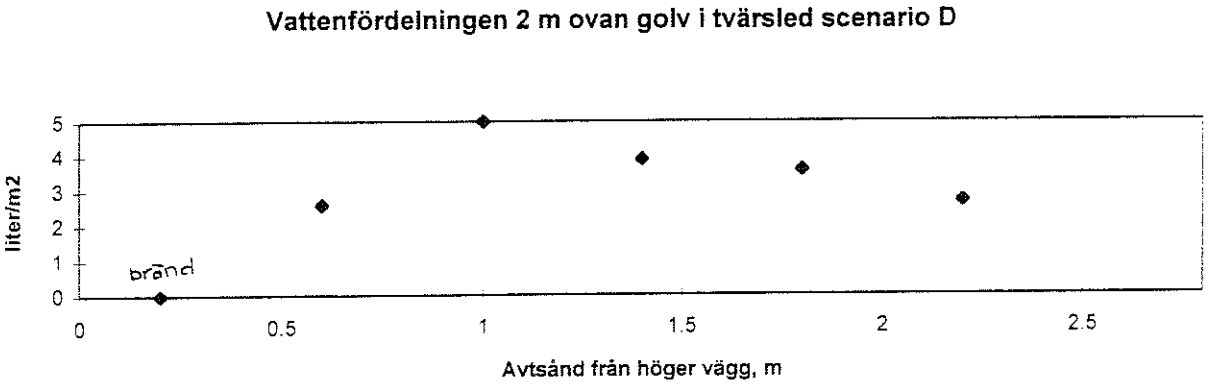
Släckmedia, 60.35 liter vatten 10.5 bars tryck i 2*15 s med 15 s uppehåll blandas med 5 m^3 kväve vilket ger ett medelvattenflöde på 120.7 liter/minut när systemet är igång och ett vatten/kväve förhållande på 10.4 kg vatten per kg kväve.

Nedan redovisas resultaten i tur och ordning på samma sätt som tidigare.

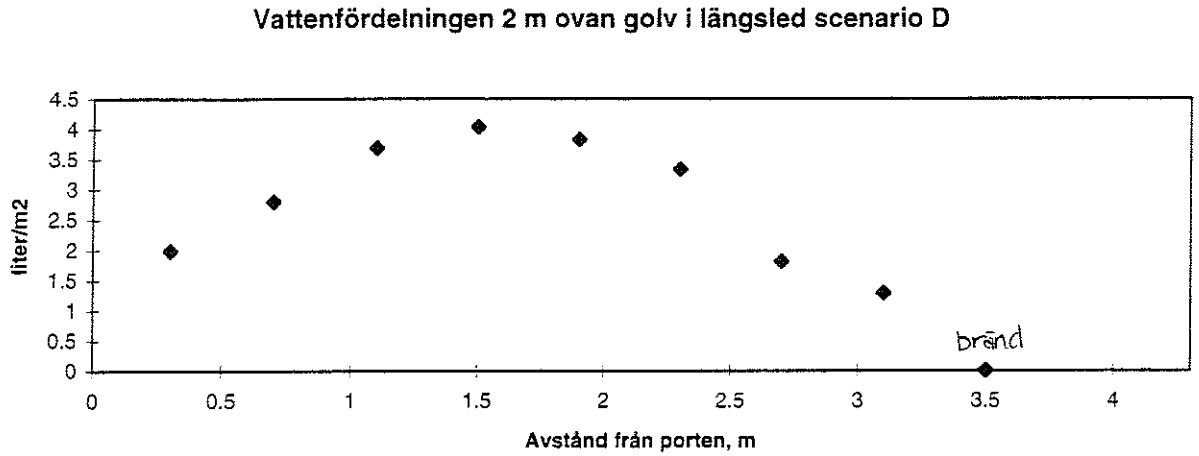


Figur 32. Tryck i vattenledningen nära ett munstycke, scenario D.

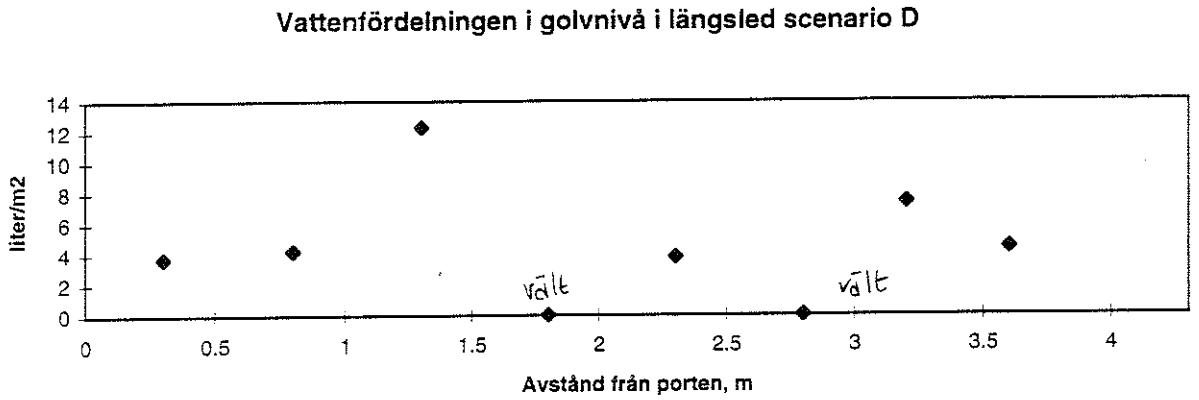
Ovan i figur 32 ses trycket nära ett munstycke, ca 7 bar.
Resultatet av muggvägningen ges i figur 33-34. Denna gav en ganska jämn fördelning i tvärsled. I längsled 2 m ovan golv har vi en topp i mitten. Resultatet av golvmuggvägningen är lite svårare att uttala sig om då två muggar välte och vi fick väldigt mycket vatten i ena muggen. I figur 36 ges kurvorna från fuktmätarna. av någon anledning fick vi en något förhöjd vattenhalt före utlösningen av systemet. Trycket i rummet ges i figur 37.



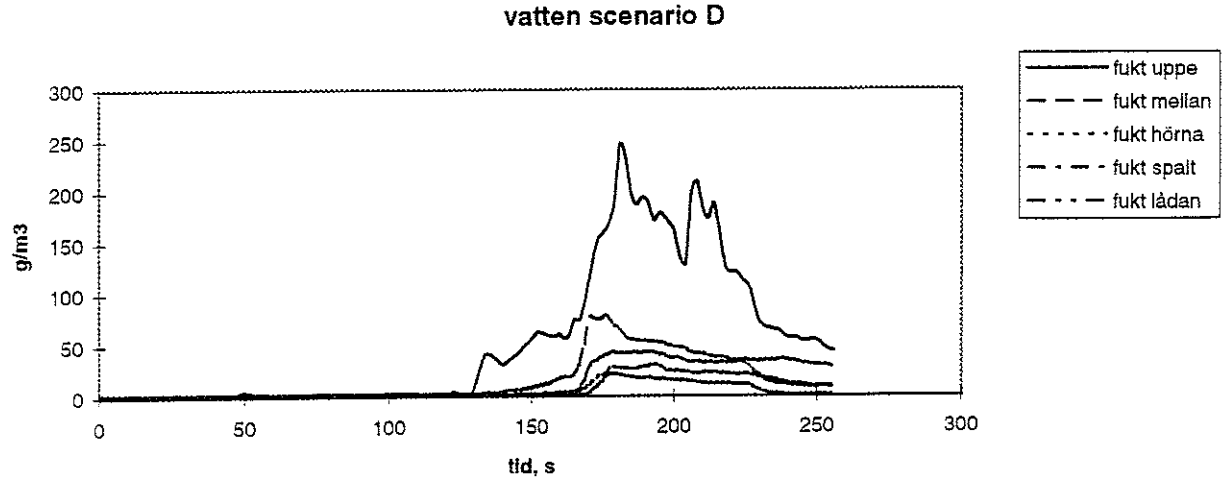
Figur 33. Vattenfördelning i tvärsled 2 m ovan golv.



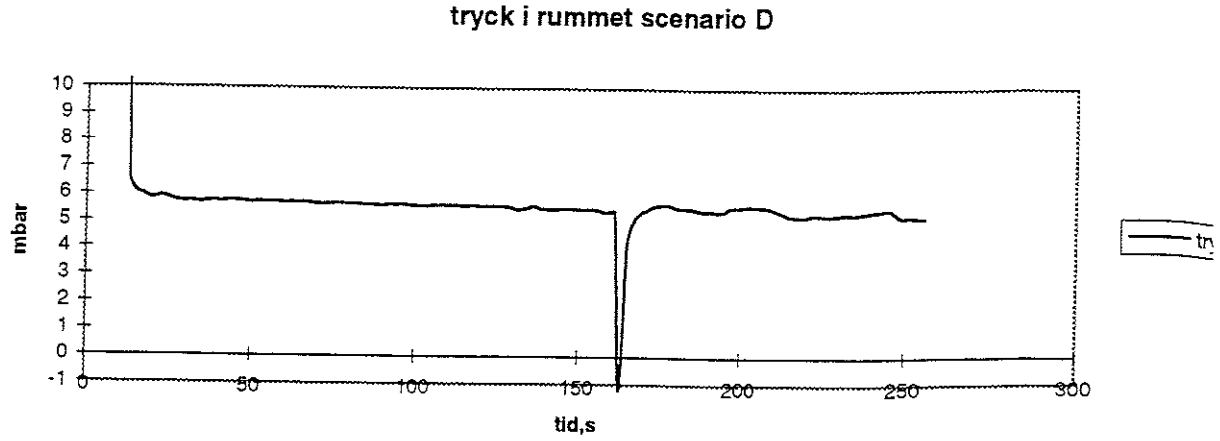
Figur 34. Vattenfördelning i längsled 2 m ovan golv.



Figur 35. Vattenfördelning i golvnivå längsled.

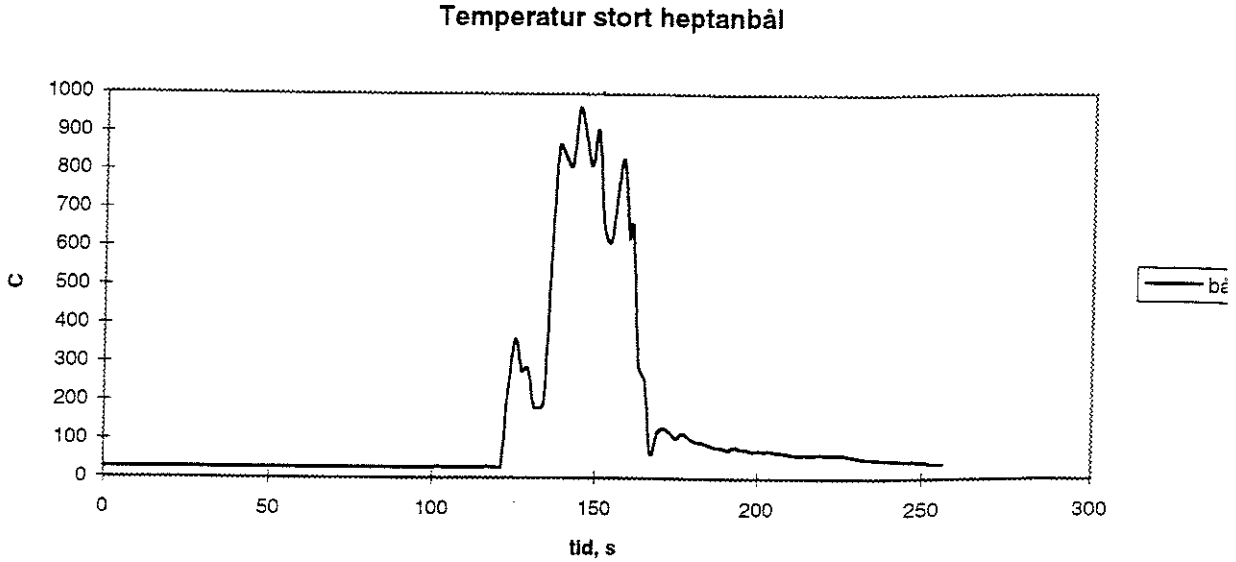


Figur 36. Fuktmätning scenario D.

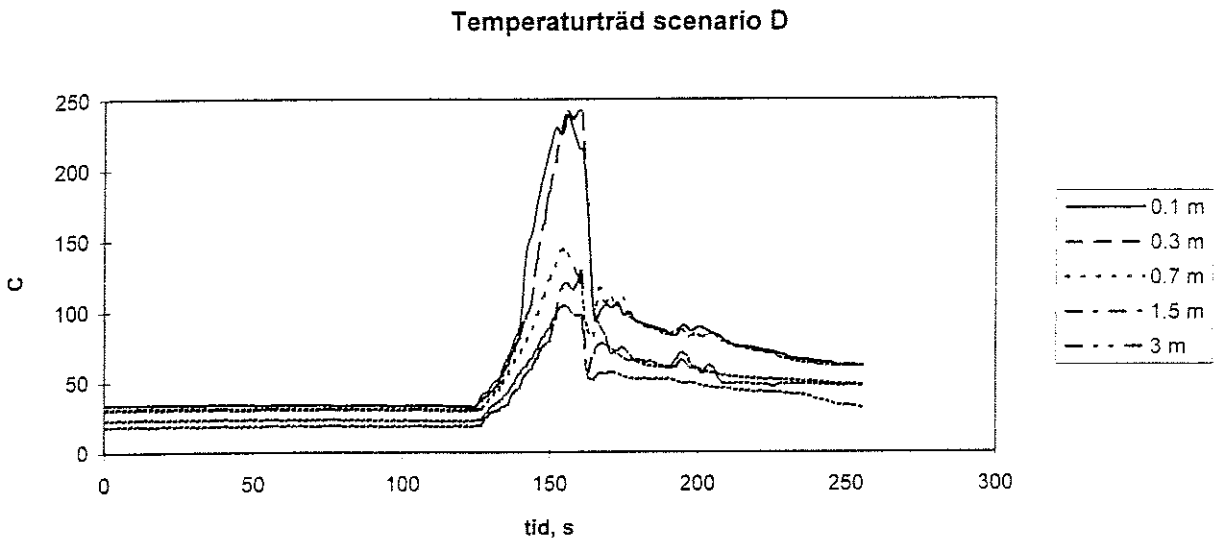


Figur 37. Tryck i rummet scenario D.

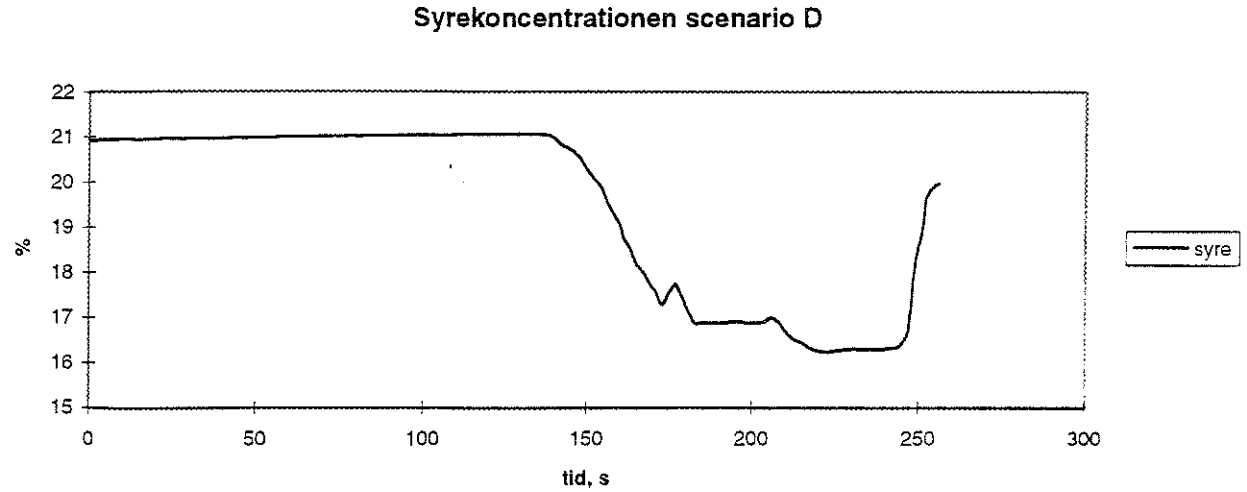
I figur 38 nedan ses temperaturen vid branden, vi ser att vi fick en omedelbar släckning när systemet utlöstes. I figur 39 ses temperaturträdet och i figur 40 ges syrekoncentrationen.



Figur 38. Temperatur ovan branden, scenario D.



Figur 39. Temperaturträd scenario D



Figur 40. Syrekoncentrationen scenario D.

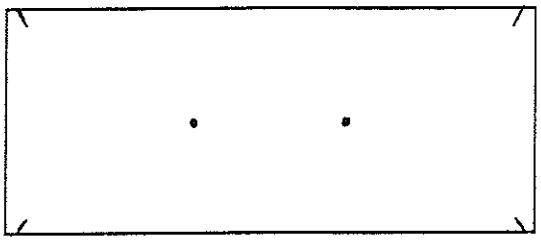
Kommentarer

Twin-fluid systemet hade främst problem med att släcka branden i lådan, i hörnan vid porten samt uppe vid taket. I alla scenarier användes många munstycken. I första försöket (scenario A) blev förhållandet vatten/kväve mycket större än avsett, i detta försök släcktes alla bränder, även branden i lådan, dock var ett av munstyckena riktat rakt in i lådan och släckningen får anses ha skett på direktträff från sprayen.

Genomgående var vattennivåerna i rummet för låga för att erhålla ett totalflooding system. De mätare som träffades direkt av en spray visade höga värden (t. ex mätaren ganska nära taket) medan övriga mätare visade låga värden. Detta tyder på att någon vattenkoncentration byggs inte upp i rummet utan släckning sker på grund av direktträff från sprayen. I vattenmängdskurvorna i texten har inte ångfasen tagits bort (17 g/m^3).

Högtrycks systemet

Högtryckssystemet alstar vattendimma genom att pressa vatten med högt tryck genom ett munstycke. Fyra försök utfördes, nedan följer en redovisning av vart och ett av försöken i tur och ordning. I samtliga försök användes 6 st munstycken placerade enligt figur 41, det vill säga det fanns två stycken munstycken i taket och ett i vardera hörnet ca 1 m ovan golv. Dock varierades vattenflödet i de olika munstyckena i försöken.



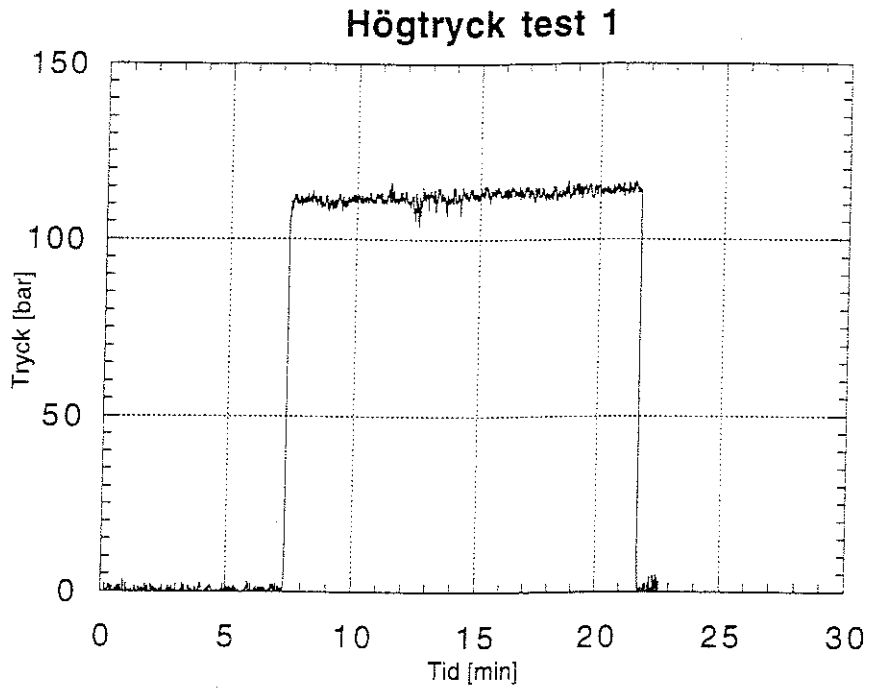
Figur 41. Placering av munstycken för högtrycks systemet sett ovanifrån.

Försök 1 Högtrycks systemet, scenario A utan spraybrand

Bränder, 6 stycken heptanbål och kabelbrand.
Släckmedia, 6 munstycken användes, 2 st i taket på vardera ca 12 l/min och 1 i vardera hörnet ca 1 m ovan golv på ungefär 5 l/min. Vattenflödesmätaren visade ca 55 l/min. Vatten applicerades i 15 min. Efter försökets slut visade vattenmätaren ett totalflöde på 780.5 liter vatten.

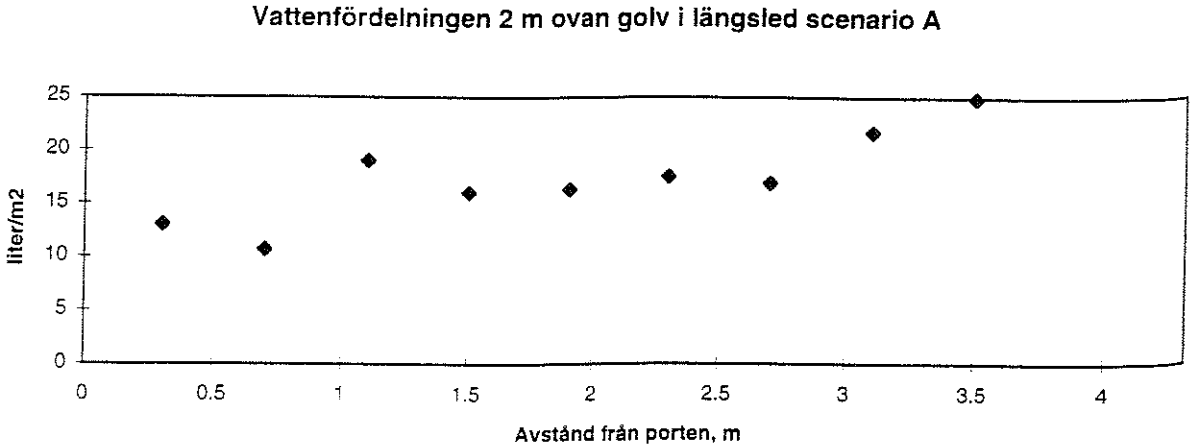
Nedan ges resultaten av alla mätningar i tur och ordning. Först ges trycket nära munstyckena i vattenledningen. Därefter visas vattenfördelningen i rummet. Trycket i rummet följer därefter. Sist redovisas temperaturerna vid bränderna, temperaturträdet, syrekoncentrationen samt tid till släckning.

Nedan i figur 42 ges trycket nära ett munstyckena i vattenledningarna. Därur framgår att trycket låg mellan 110 och 115 bar samt att appliceringstiden var 15 minuter.

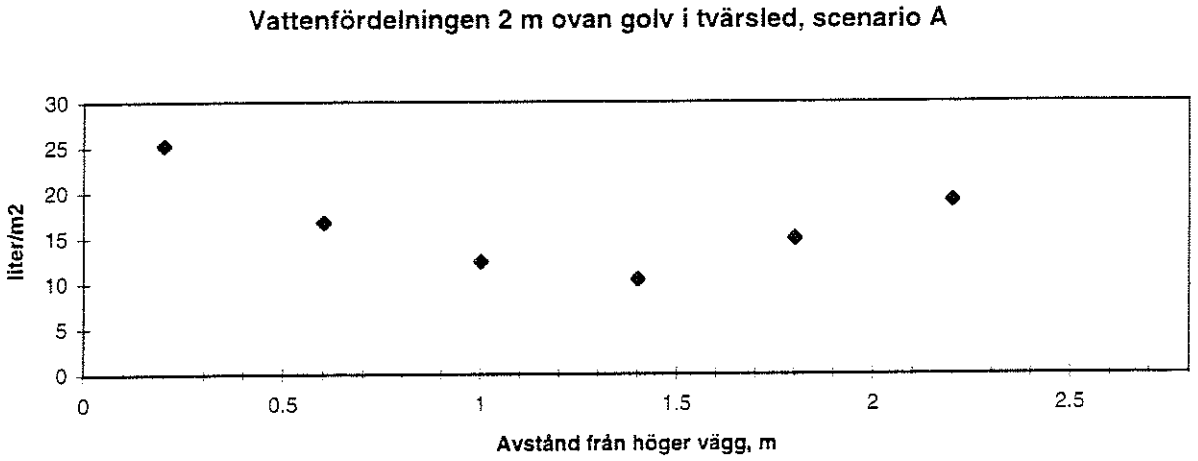


Figur 42. Tryck i vattenledningen nära ett munstycke scenario A.

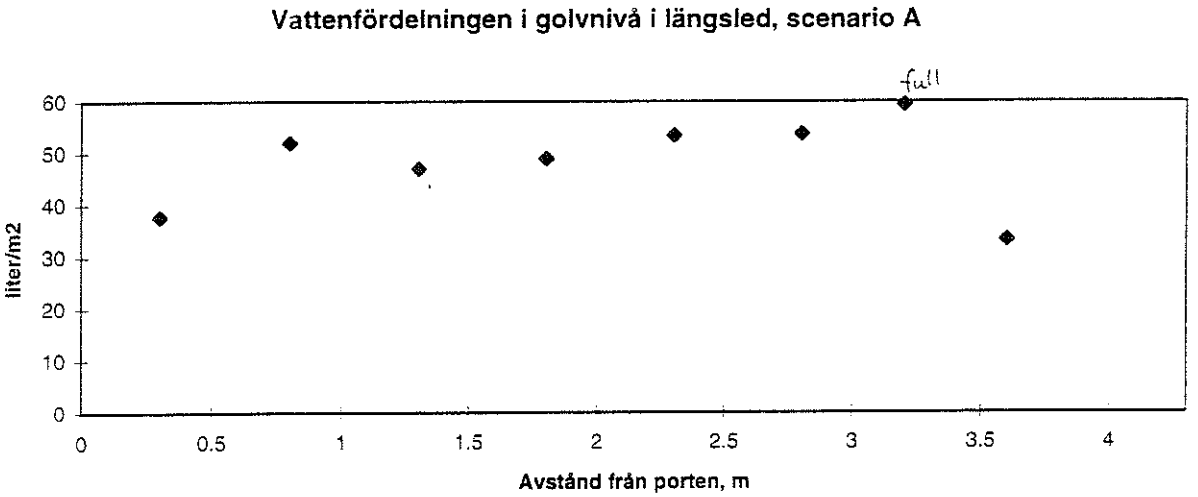
I figur 43-45 ses resultatet från muggvägningen i scenario A. Alla muggar hade klarat sig dock var en av muggarna på golvet överfull. Vattenfördelningen 2 m ovan golv visar på en topp i längsled längst bort från porten. I tvärsled ses en svacka i mitten. På golvet i längsled var fördelningen ganska jämn dock var vattentätheten något lägre i ändarna.



Figur 43. Vattenfördelning 2 m ovan golv i längsled.

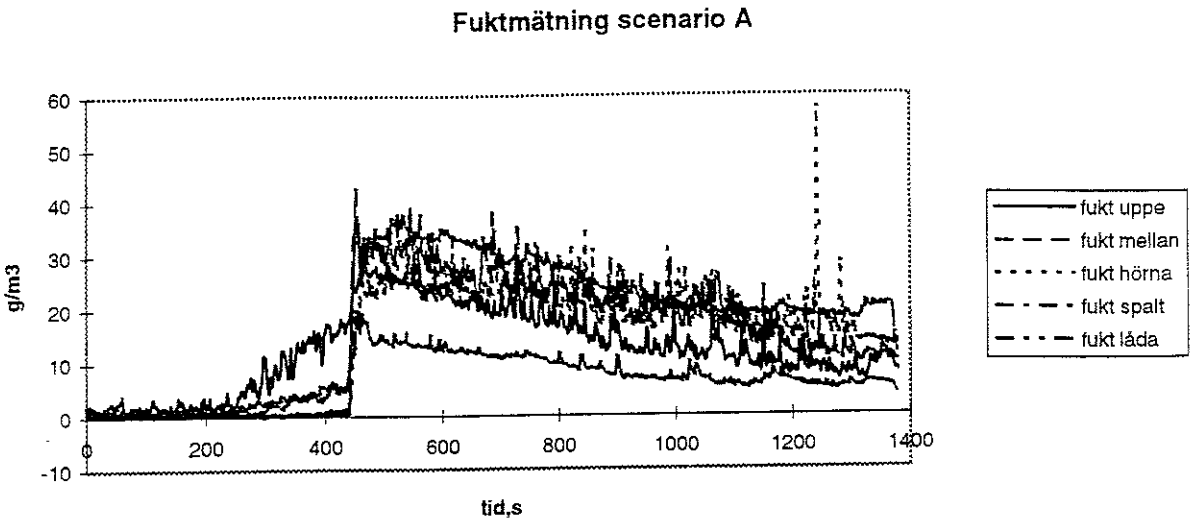


Figur 44. Vattenfördelning 2 m ovan golv i tvärsled.



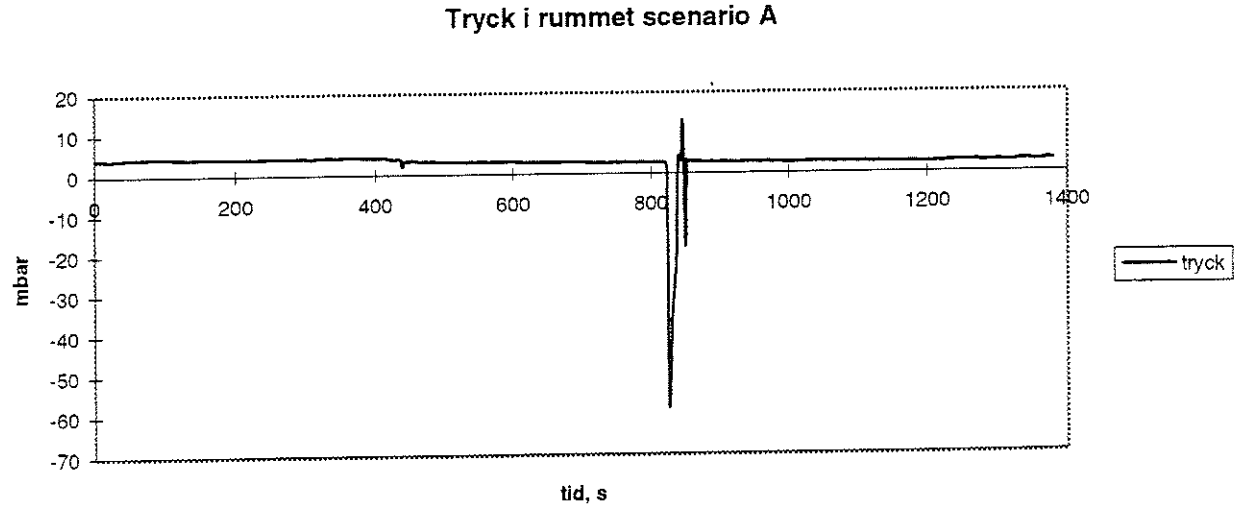
Figur 45. Vattenfördelning i längsled i golvnivå.

Nedan i figur 46 ges resultatet från mätningen av vatten i luften. Nivåerna är ganska jämna mätarna emellan förutom mätaren i spalten som har ett lägre värde, dock är skillnaden i nivåerna inom felmarginalen för mätarna. Genomgående är nivåerna alldeles för låga för att släcka med, det krävs ca 150 g vatten/m^3 luft för det.



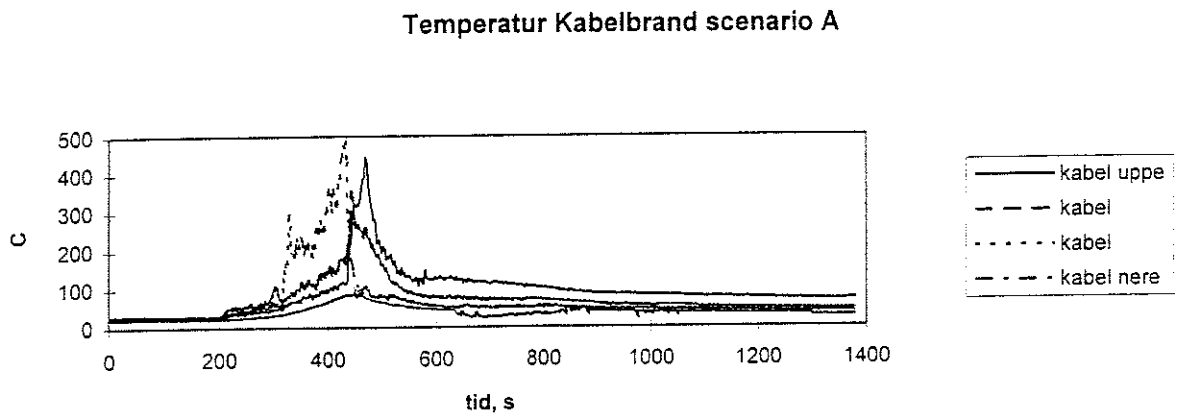
Figur 46. Vattenmätning scenario A.

Även trycket i rummet mättes, se figur 47, det är det lilla hacket strax efter 400 s som är utlösningen av systemet. Stora dippen strax efter 800 s kommer antagligen av att det kommit vatten på proben.

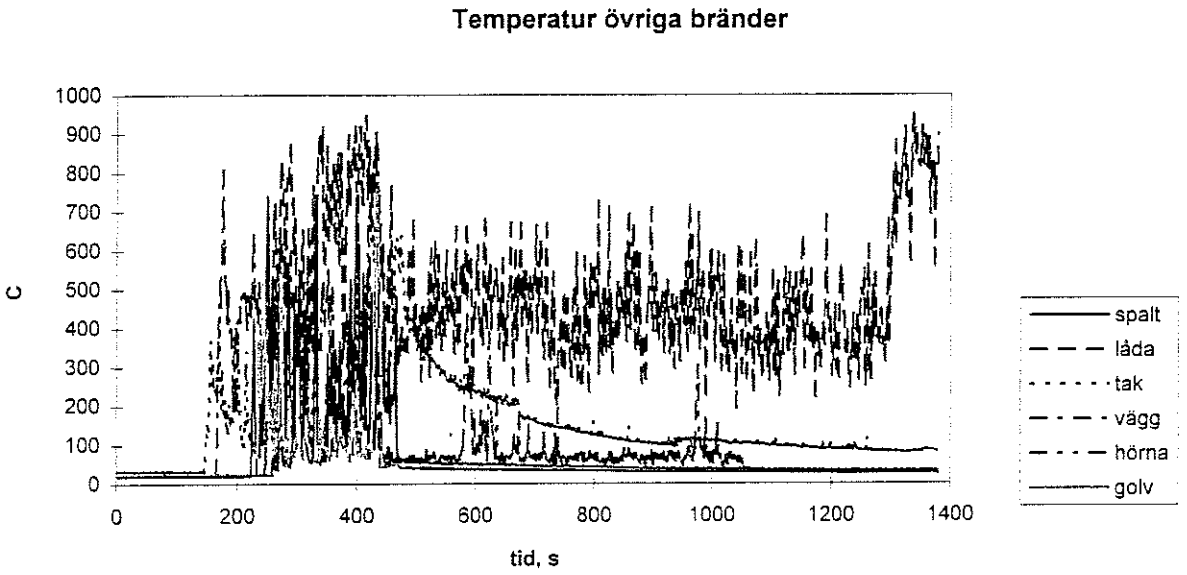


Figur 47. Tryck i rummet scenario A.

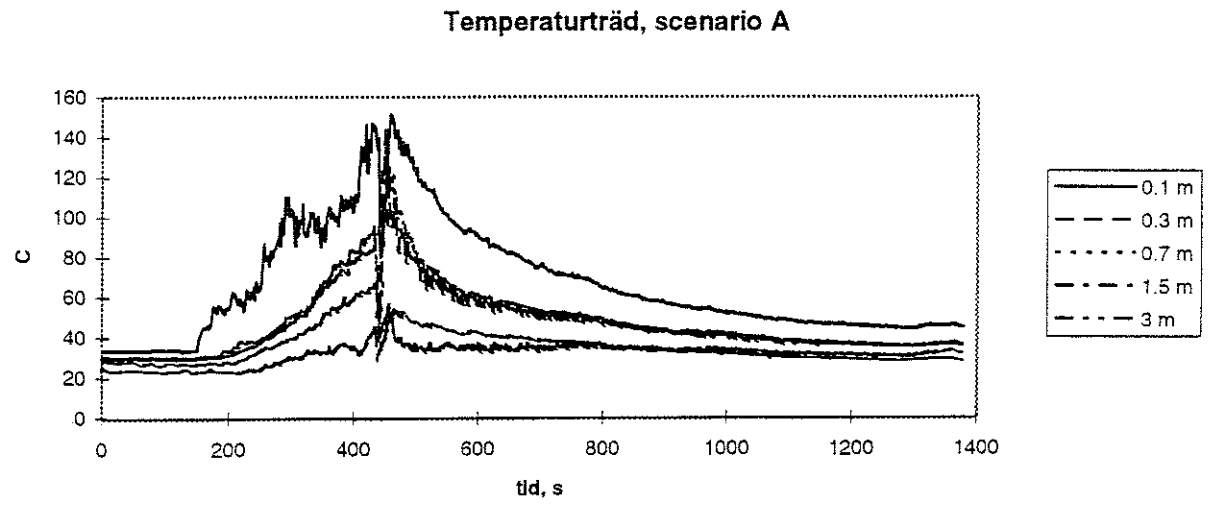
I figur 48 och 49 ges temperaturerna vid bränderna, observera att vi hade ingen spraybrand här. Ur dessa figurer ser vi att kabelbranden släcktes något fördröjt, övriga bränder utom den i hörnan och den i lådan släcktes direkt. Vi kan även avläsa när bränslet i hörnbranden tog slut. I figur 50 ses temperaturträdet och i figur 51 syrekoncentrationen.



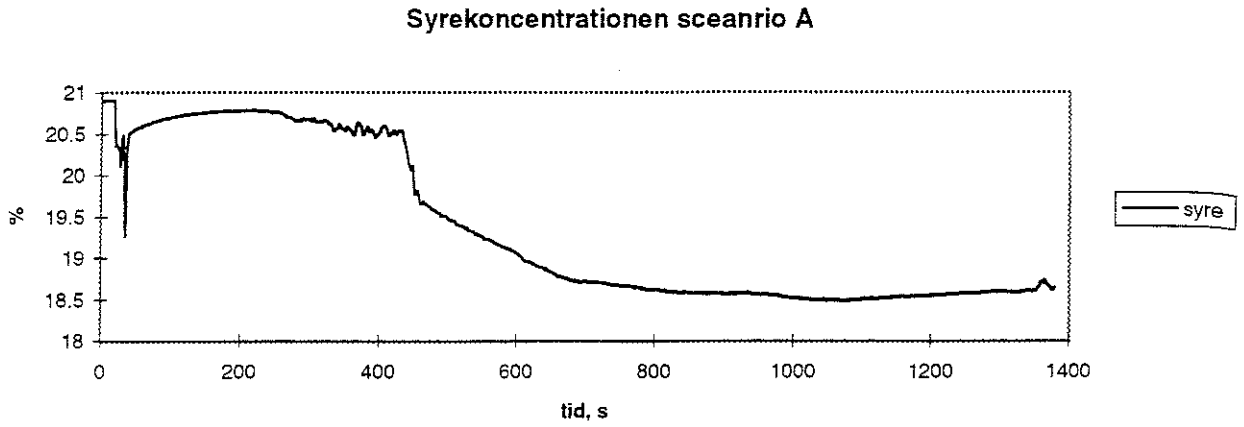
Figur 48. Kabelbrand scenario A.



Figur 49. Övriga bränder scenario A



Figur 50. Temperaturträd scenario A.



Figur 51. Syrekoncentration scenario A.

I tabell 4 ser vi tid till släckning för de olika bränderna. Efter försökets slut brann det i lådan, resten av bränderna var släckta. Dock var bålet i hörnan översvämmat med vatten så det var ingen egentlig släckning. Bålet mitt på golvet var också översvämmat men där fanns det heptan kvar i bålet så det får anses vara en ordentlig släckning. Branden i spalten, vid taket och på väggen hade släckts OK.

Tabell 4, Tid till släckning, högtryckssystemet scenario A

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
kabel	15 s
spalt	30 s
låda	släcktes ej
tak	1 minut
vägg	20 s
hörna	10 minuter, översvämning
golv	< 10s

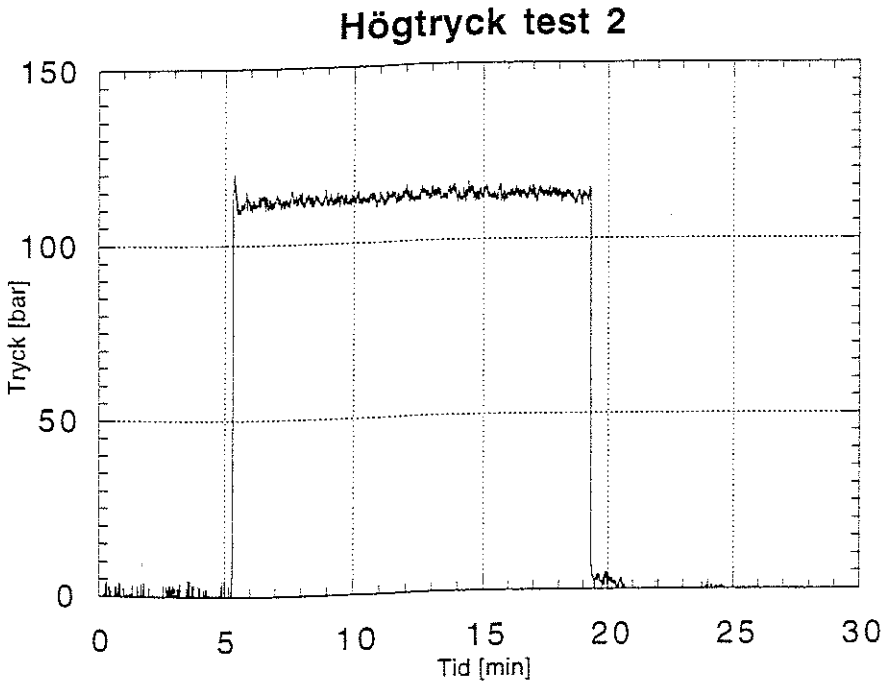
Försök 2 Högtrycks systemet, scenario B

Bränder, 6 st heptanbål, spraybrand och kabelbrand.

Släckmedia, 6 st munstycken användes, i taket satt två munstycken på vardera 7 l/min med en lite mindre droppstorlek. I hörnorna satt på samma sätt som i försök A ett munstycke på vardera 5 l/min. Vattenflödesmätaren visade ca 48 l/min. Vatten applicerades i 15 minuter. Efter försökets slut visade vattenmätaren på en total vattenåtgång på 672.5 liter.

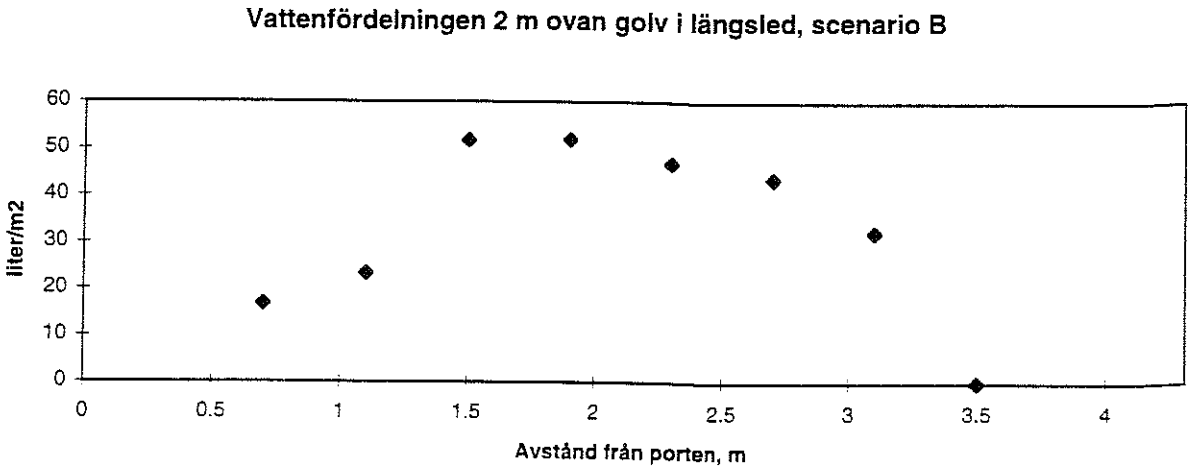
Liksom för försök 1 redovisas här trycket i vattenledningen nära ett munstycke följt av vattenfördelningen i rummet. Därefter följer trycket i rummet, temperturen vid de olika bränderna samt temperturträdet. Sist redovisas syrekoncentrationen samt tid till släckning.

I figur 52 ses trycket i vattenledningen nära munstycket, trycket ligger i det närmaste konstant på 110 bar. Vi ser dock att vi har inte haft vatten på i riktigt 15 minuter utan snarare 14 minuter.

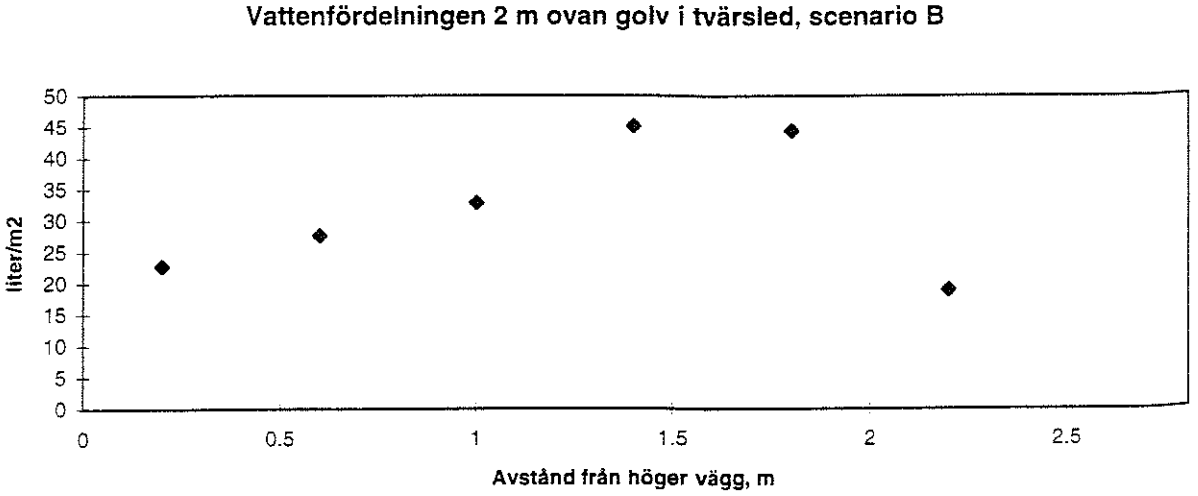


Figur 52. Tryck nära ett munstycke i vattenledningen scenario B.

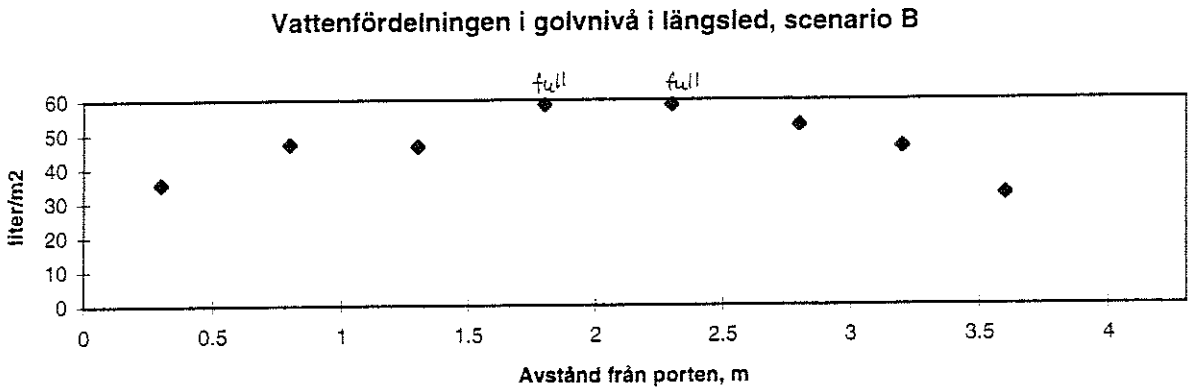
Nedan i figur 53-55 ges resultatet av muggvägningen, muggen närmast spraybranden brändes upp, två av muggarna var överfulla. I övrigt ser vi att i samtliga fall hade vi mest vatten i mitten. I figur 56 ser vi att även i detta försöket är vattenhalten ganska jämn mätarna emellan men det är för lågt för att släcka några bränder.



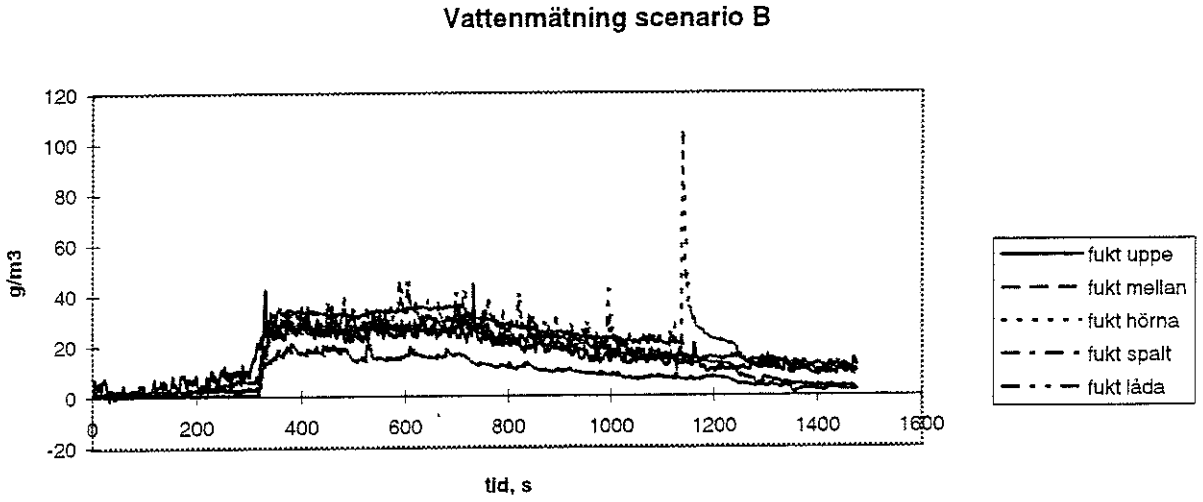
Figur 53. Vattenfördelning i längsled 2 m ovan golv.



Figur 54. Vattenfördelning i tvärsled 2 m ovan golv.

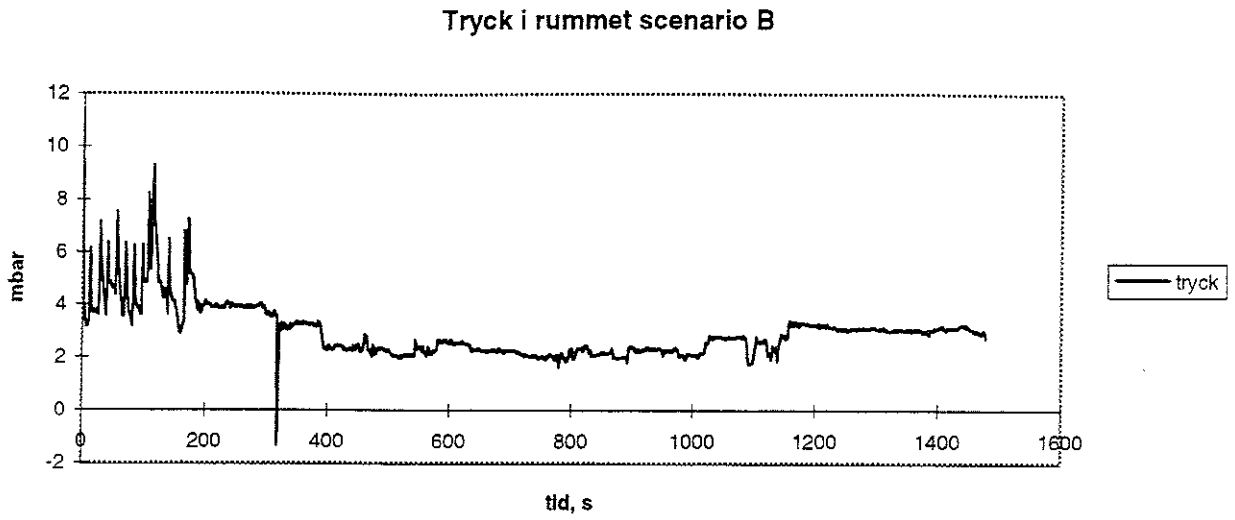


Figur 55. Vattenfördelning golvnivå längsled.

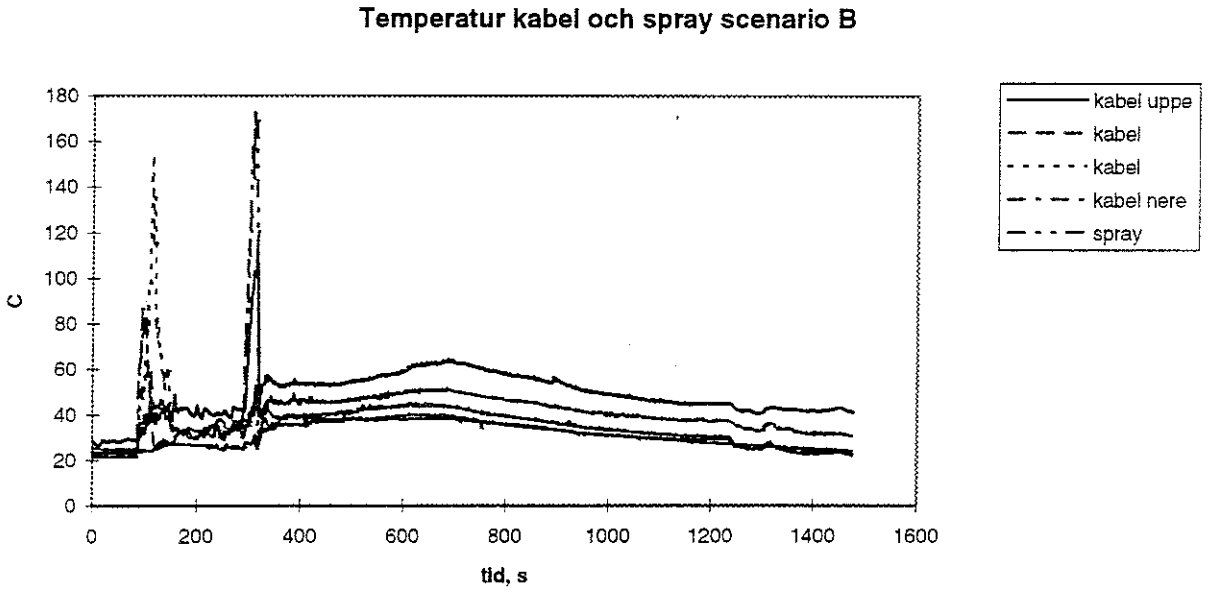


Figur 56. Vattenmätning scenario B.

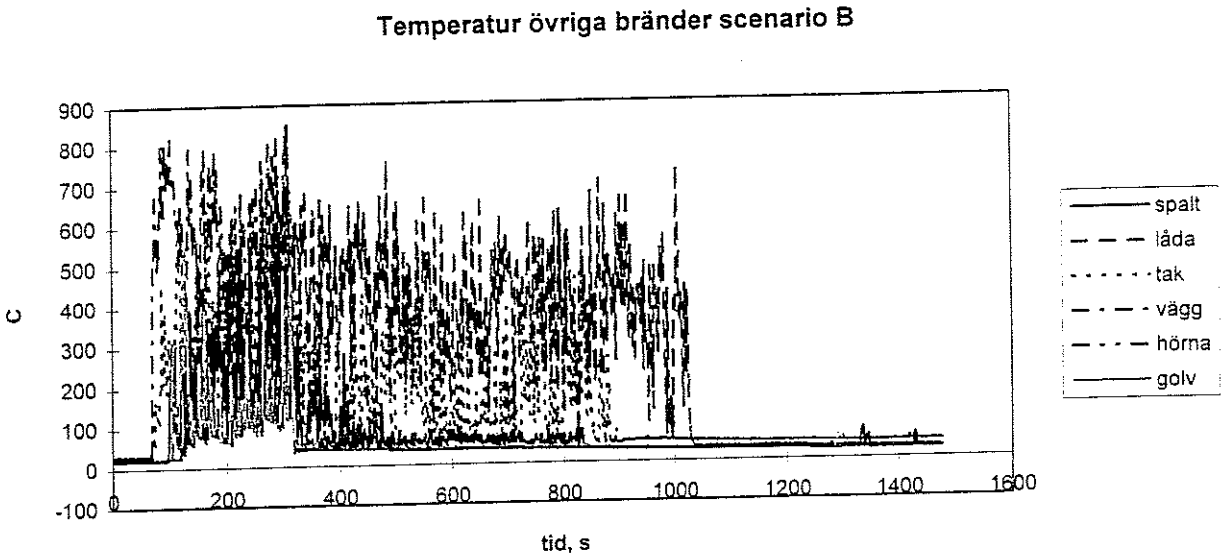
Trycket i rummet gjorde en liten dipp precis vid utlösning av systemet som ses i figur 57 men det är inga tryckskillnader att tala om. Ur temperaturerna vid bränderna i figur 58 och 59 ser vi att spraybranden, kabelbranden och branden på väggen släcktes direkt. Branden mitt på golvet släcktes efter ca 1 minut. Branden i spalten släcktes efter 3 minuter. Branden i hörnan släcktes efter 9 minuter och takbranden efter 10 minuter. Lådbranden släcktes efter 12 minuter. Efter försöket konstaterades att det fanns inget bränsle kvar i hörnbranden och i taket. Dvs riktiga släckningar var spray, kabel, mitt på golvet, lådan, spalten och väggen. I figur 60 ser vi temperaturträdet och i figur 61 syrekoncentrationen. I tabell 5 ges tid till släckning för de olika bränderna.



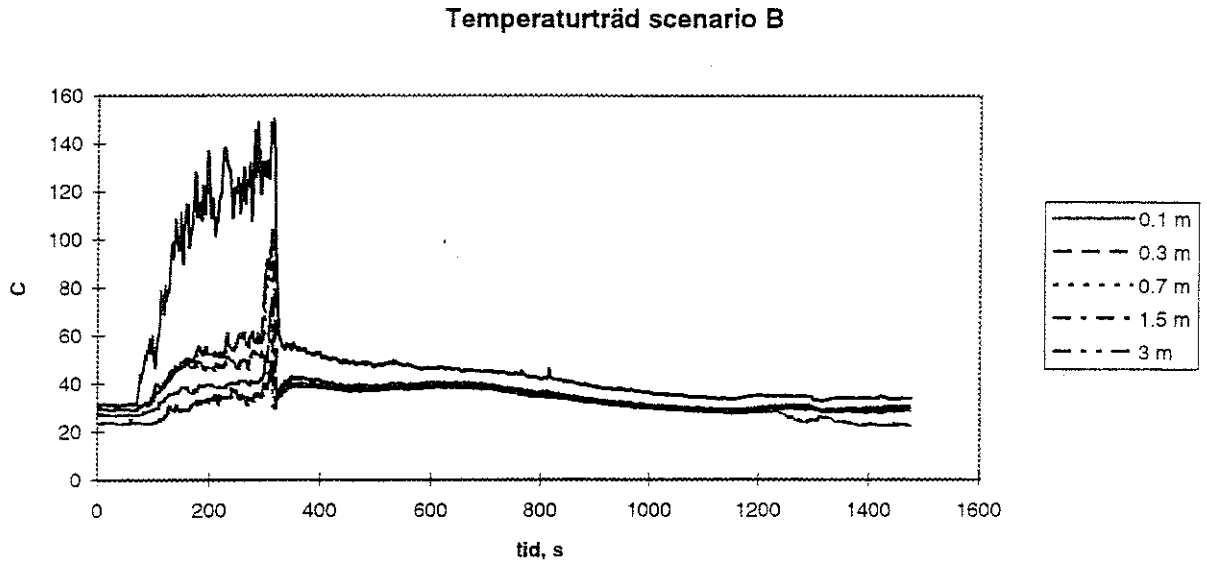
Figur 57. Tryck i rummet scenario B.



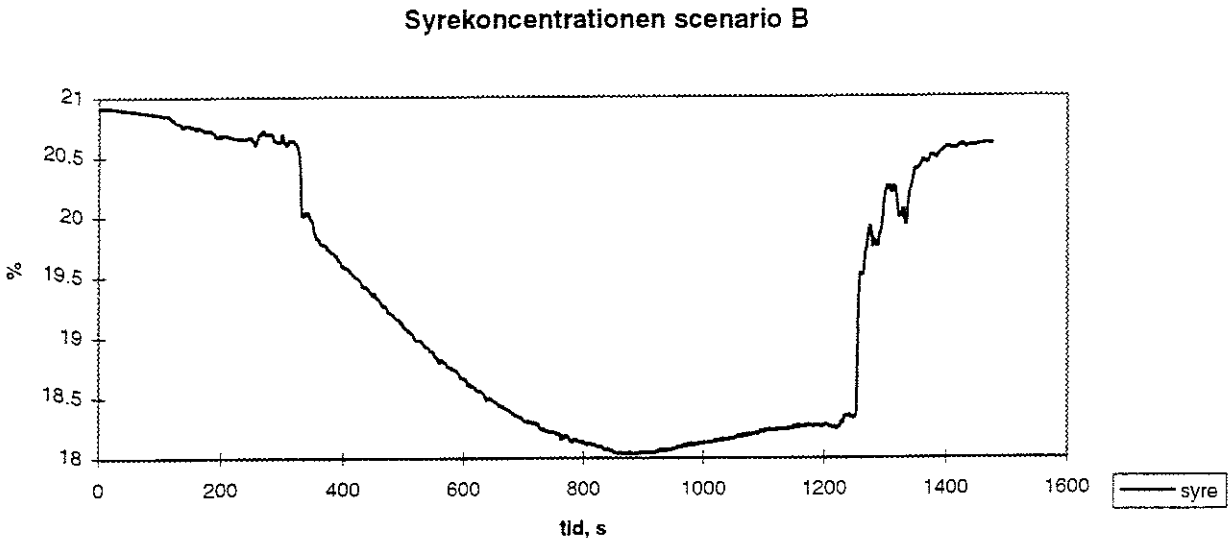
Figur 58. Temperatur kabel och spraybrand scenario B



Figur 59. Temperatur övriga bränder scenario B



Figur 60. Temperaturträd scenario B .



Figur 61. Syrekoncentrationen scenario B.

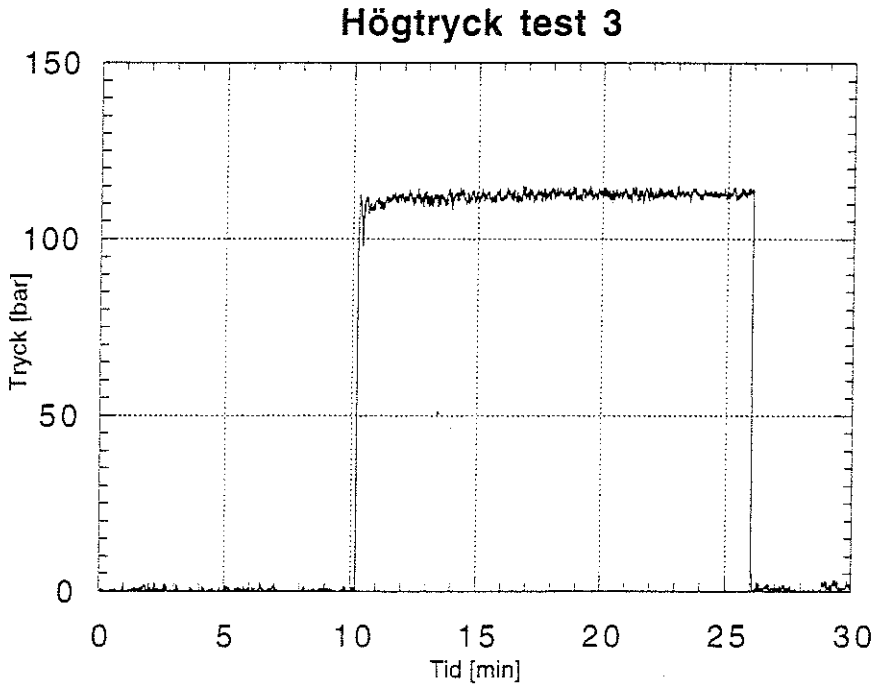
Tabell 5 Tid till släckning försök 2, scenario B

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
kabel	< 10s
spray	< 10 s
spalt	170 s
låda	720 s
tak	570 s, bränslet slut
vägg	< 10 s
hörna	510 s, bränslet slut
golv	45 s

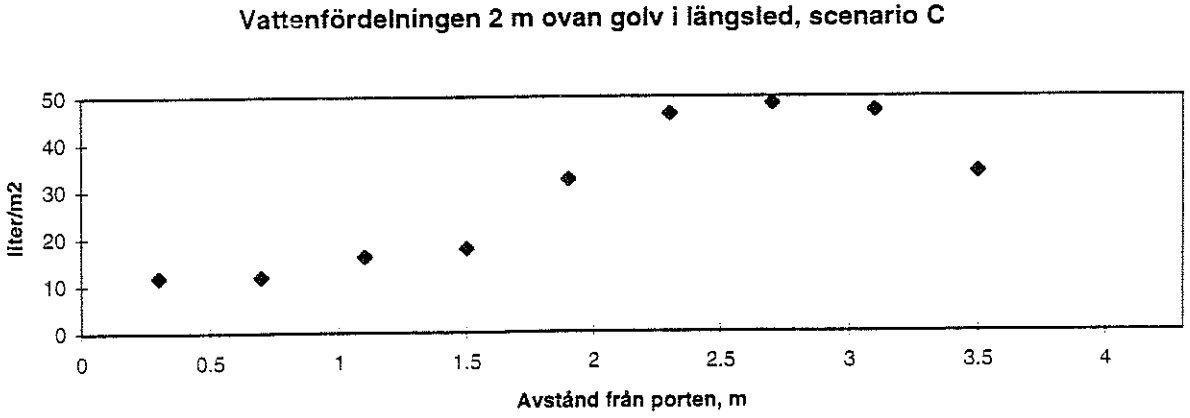
Försök 3 högtrycks systemet, scenario C kabelbranden ersatt av ett extrabål

Bränder, 7 st metanolbål, det sjunde bålet placerades där kabelbranden normalt sitter. Släckmedia, 6 st munstycken 2 st i taket a' 12 l/min och ett i vardera hörnet på ungefär 5 l/min vardera. Vattenflödesmätaren visade ungefär 54 l/min och en total vattenåtgång på 859 liter. Kommentar, ett plastspån hade delvis satt igen ett munstycke.

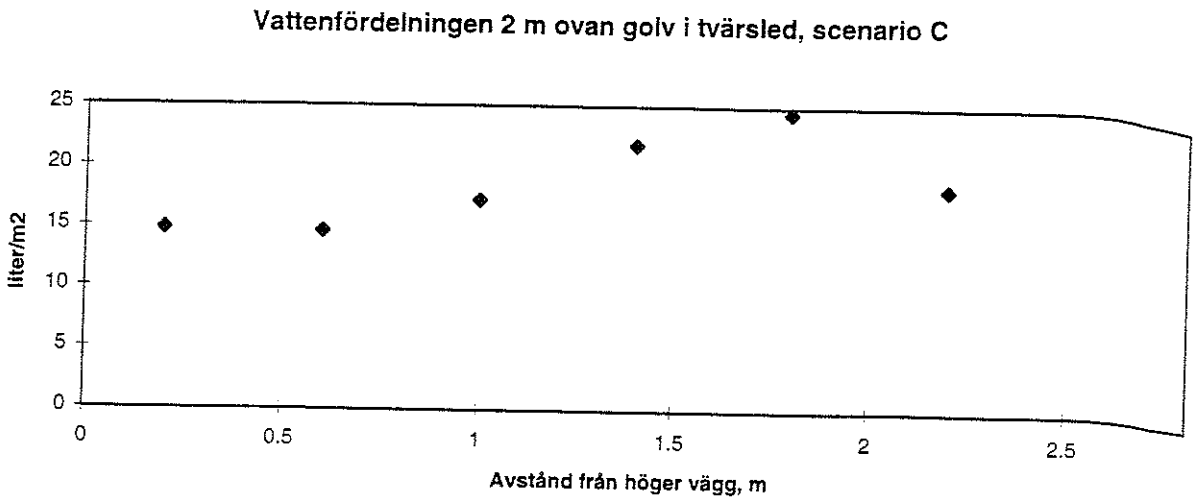
Liksom för försök 1 och 2 redovisas resultaten i tur och ordning nedan. Trycket i vattenledningen nära munstycket ses i figur 62. Vi ser där att vatten släpptes på i nära 16 minuter och trycket var ca 110 bar. Nedan i figur 63-65 ses resultatet från muggvägningen, av muggarna på golvet var 5 stycken överfulla men i övrigt var alla muggar OK. I längsled 2 m ovan golv har vi mest vatten längst bort från porten, i tvärsled är fördelningen ganska jämn. På golvet är fördelningen ganska jämn. I figur 66 ges resultatet av mätningen av vatten i luften. Även vid detta försök är vattennivåerna jämna men låga.



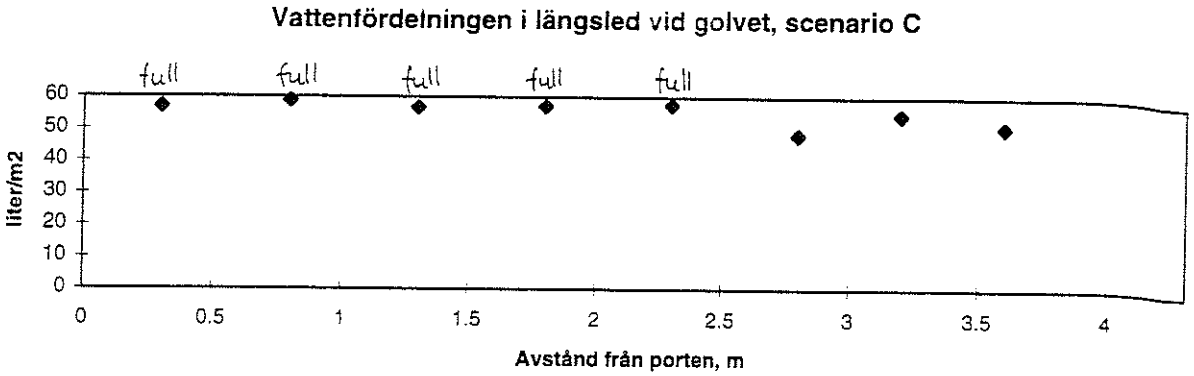
Figur 62. Tryck i vattenledningen nära ett munstycke.



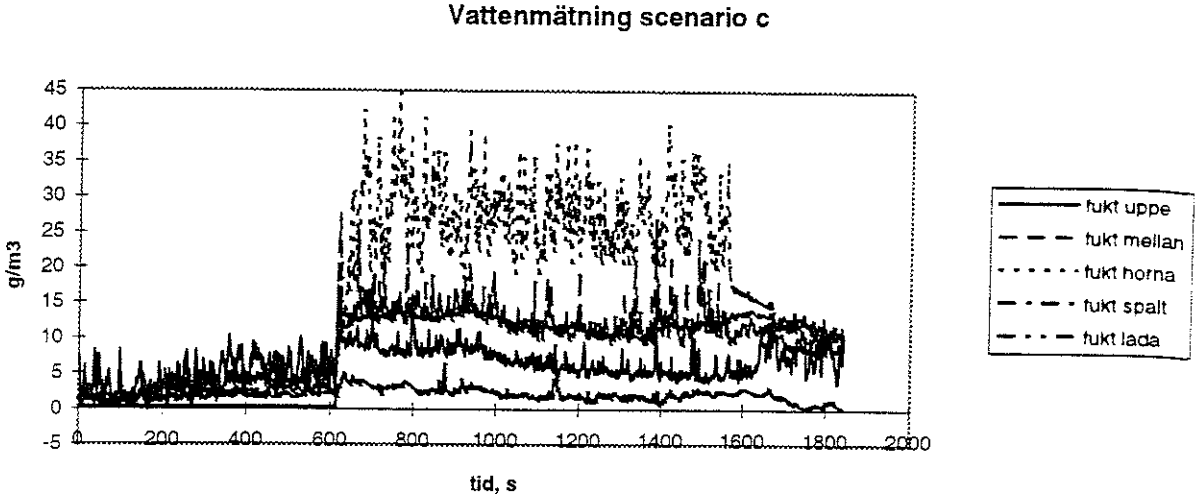
Figur 63. Vattenfördelningen i längsled 2 m ovan golv.



Figur 64. Vattenfördelningen i tvärsled 2 m ovan golv

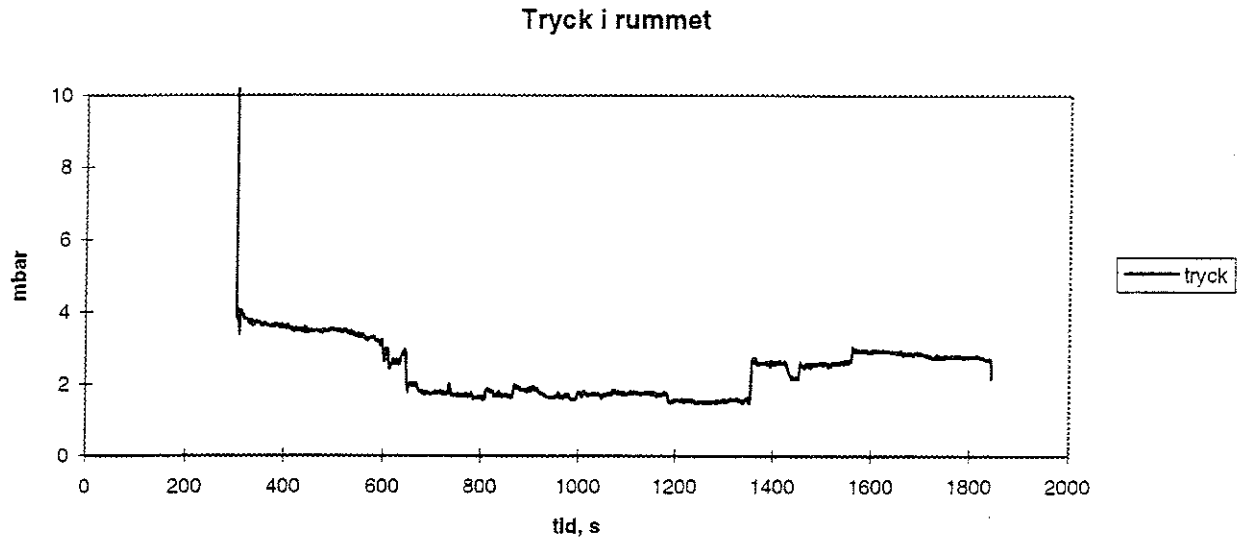


Figur 65. Vattenfördelningen i längsled i golvnivå.



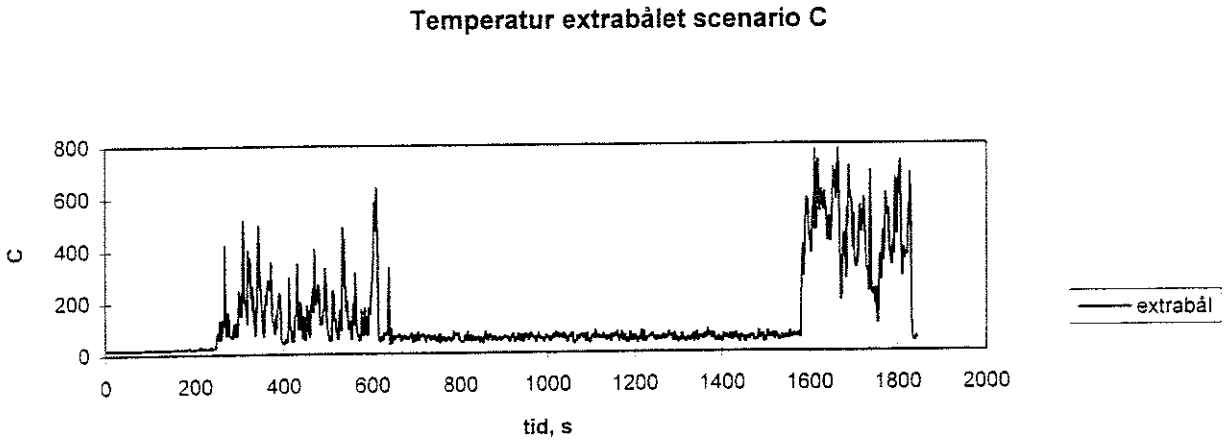
Figur 66. Vattenmätning scenario C.

I figur 67 ges trycket i rummet, piken i början beror på att mätaren inte var påslagen när mätningen började, men utlösning av systemet sker inte förrän strax efter 600s.

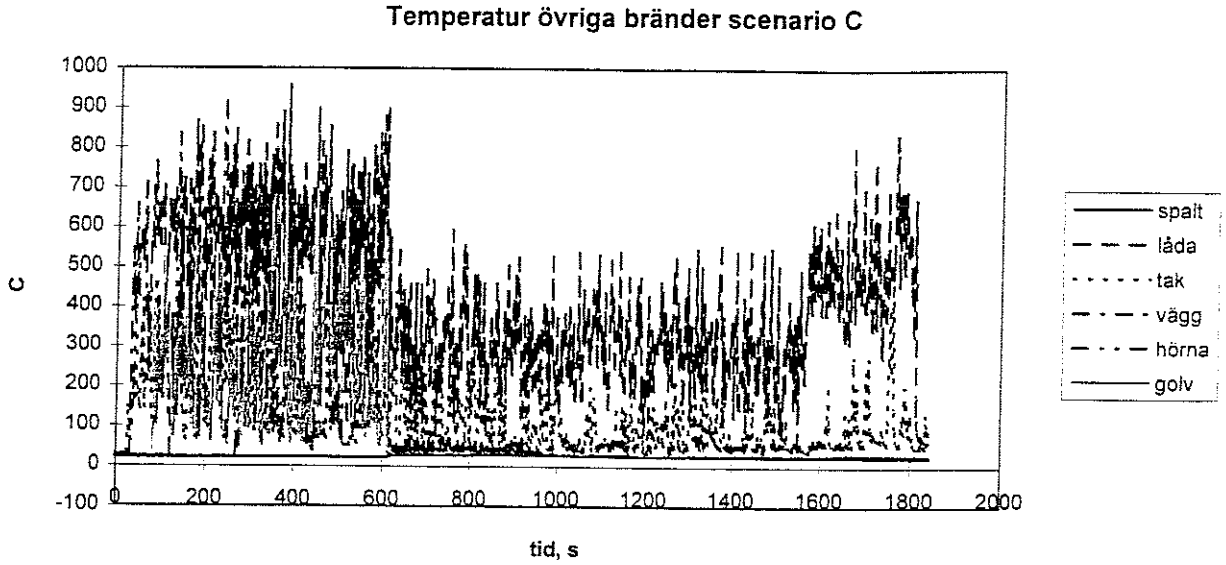


Figur 67. Tryck i rummet scenario C.

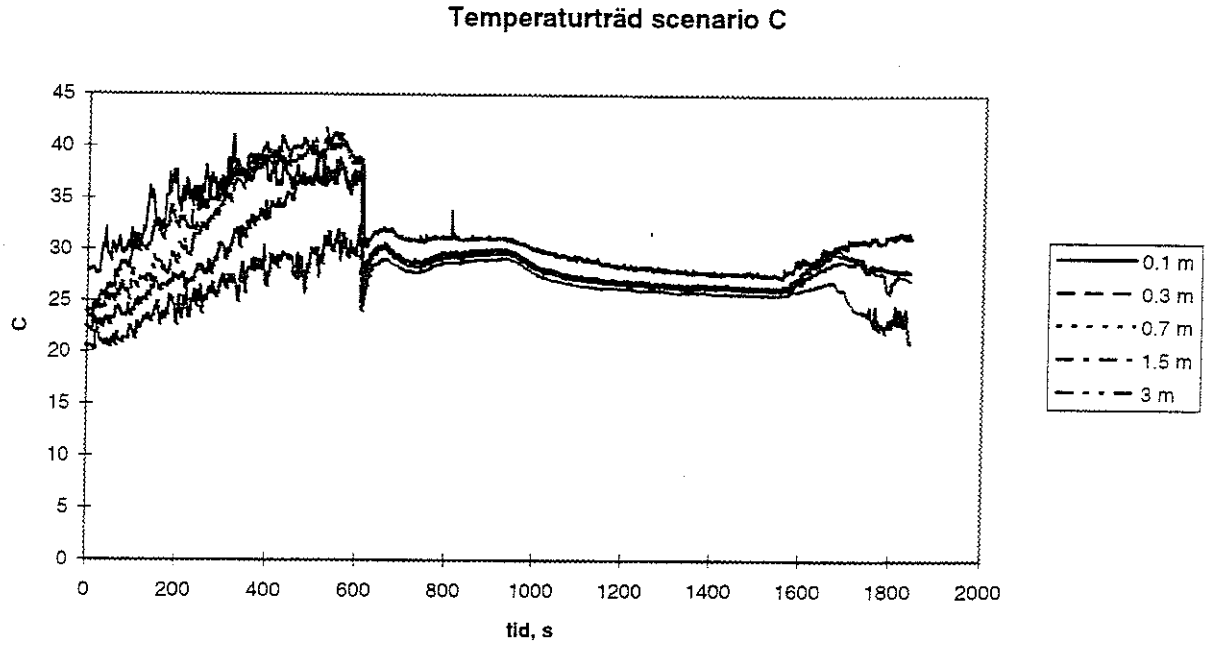
I figur 68 och 69 ges temperaturerna ovan bränderna. Vi ser i figur 68 att medan vattnet var på hölls temperaturen ovan extrabålet nere något men släckte inte branden. Figur 69 ger oss att branden i spalten och branden mitt på golvet släcktes direkt. Branden på väggen släcktes efter ca 1 minut. Bränslet i hörnbranden tog slut ca 6 minuter efter utlösning av systemet. Temperaturerna ovan takbranden samt lådbranden sänks något men branden fortsätter. I figur 70 ses temperaturträdet och i figur 71 syrekoncentrationen. Tid till släckning för de olika bränderna ges i tabell 6.



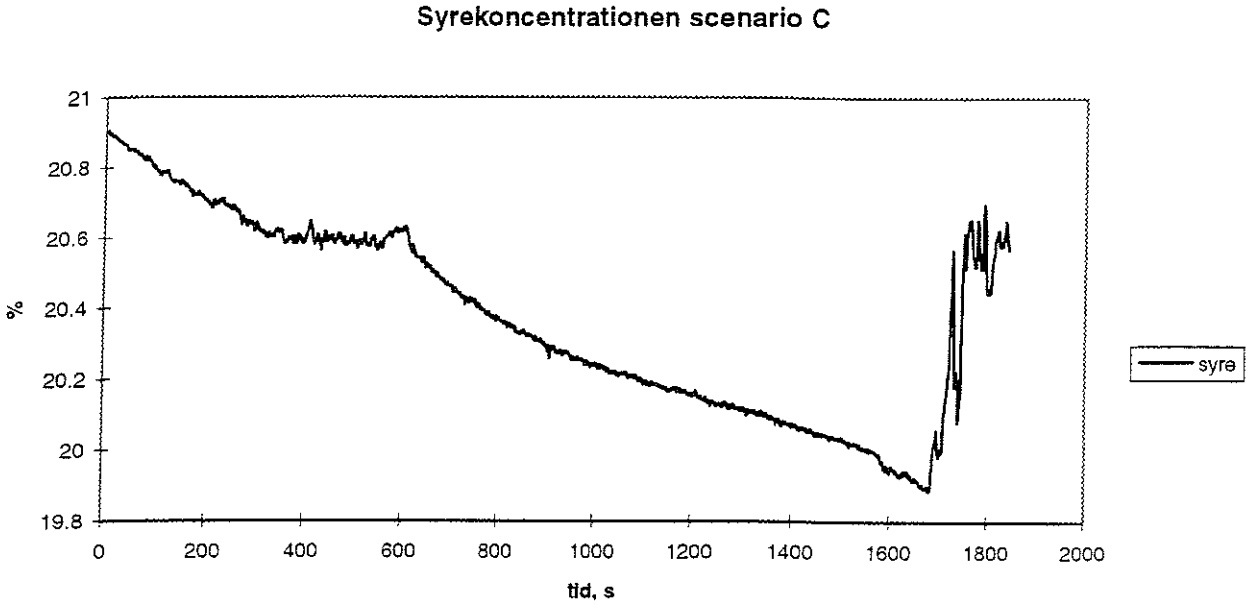
Figur 68. Temperatur ovan extrabålet scenario C



Figur 69. Temperatur övriga bränder scenario C.



Figur 70. Temperaturträd scenario C.



Figur 71. Syrekoncentrationen scenario C.

Tabell 6, tid till släckning försök 3

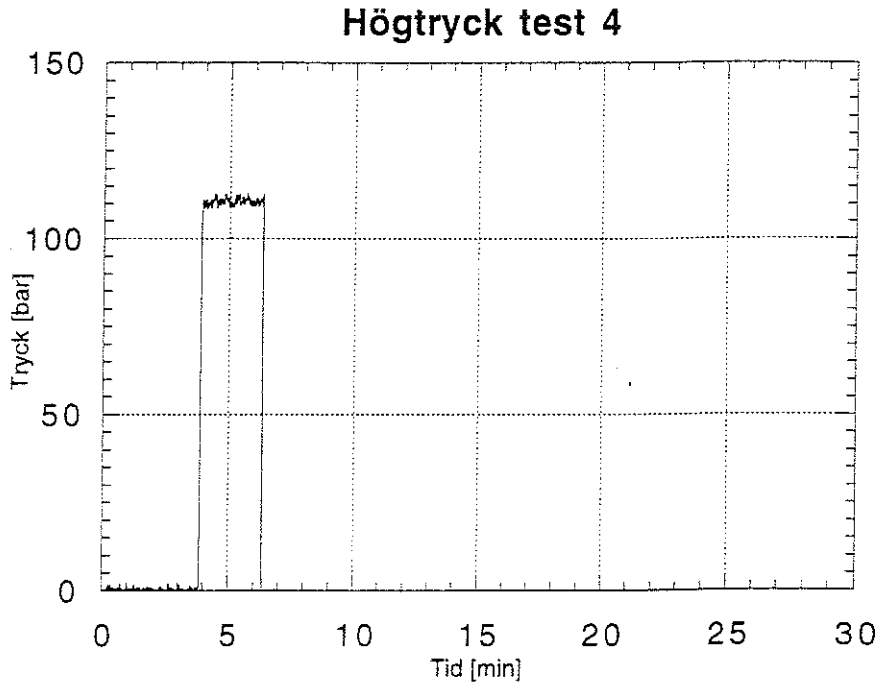
Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
extrabål	30 s
spalt	?, men hade släckts OK
låda	släcktes ej
tak	släcktes ej
vägg	45 s
hörna	6 minuter, utspädning
golv	< 10s

Försök 4 högtrycks systemet, scenario D

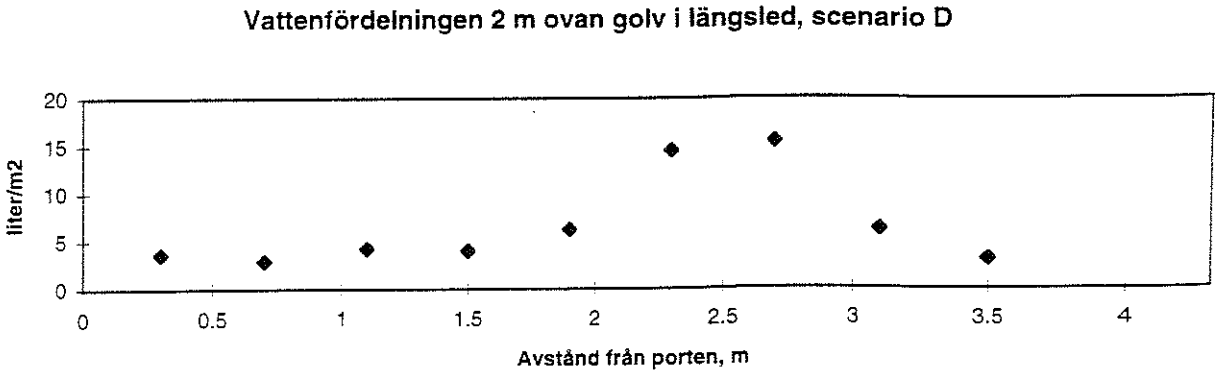
Bränder, ett stort heptanbål.

Släckmedia, 6 st munstycken användes, 2 st i taket på vardera 12 l/min och ett i vardera hörnet ca en meter ovan golv på ungefär 5 l/min.Vattenflödesmätaren visade ett totalflöde på 136.6 l, vatten applicerades ca 2.5 minuter vilket innebär ett medelflöde på ca 55 l/min.

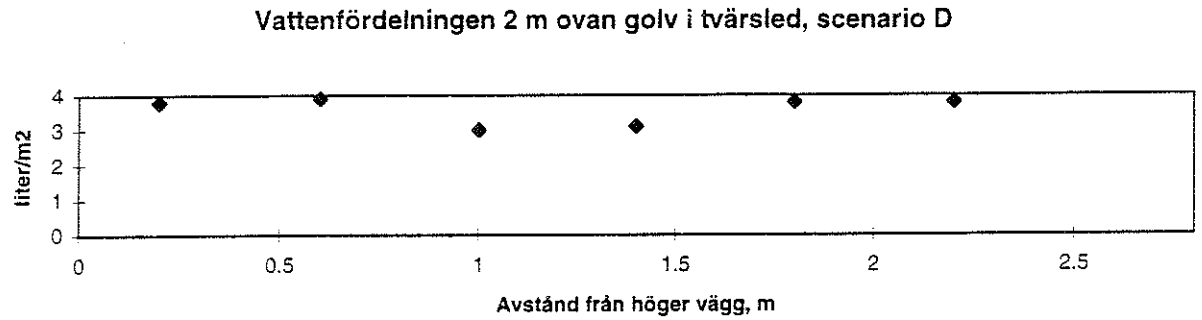
På samma sätt som tidigare redovisas resultaten i tur och ordning nedan. I figur 72 ges trycket, ca 110 bar, i vattenledningen nära ett munstycke. På muggfronten blev det inga "förluster" vid detta försöket, vattenfördelningen ges i figurerena 73-75 nedan. I tvärsled var vattenfördelningen jämn medan den varierade i längsled. I figur 76 ser vi att vattenmängden i luften var något högre än i tidigare försök men fortfarande för låg för att släcka med. I figur 77 ges trycket i rummet, som vanligt inga problem med för stora tryckvariationer. Ur kurvan i figur 78 ser vi att branden släcktes efter ca 30 s. Figur 79 och 80 ger temperaturträd respektive syrekoncentration.



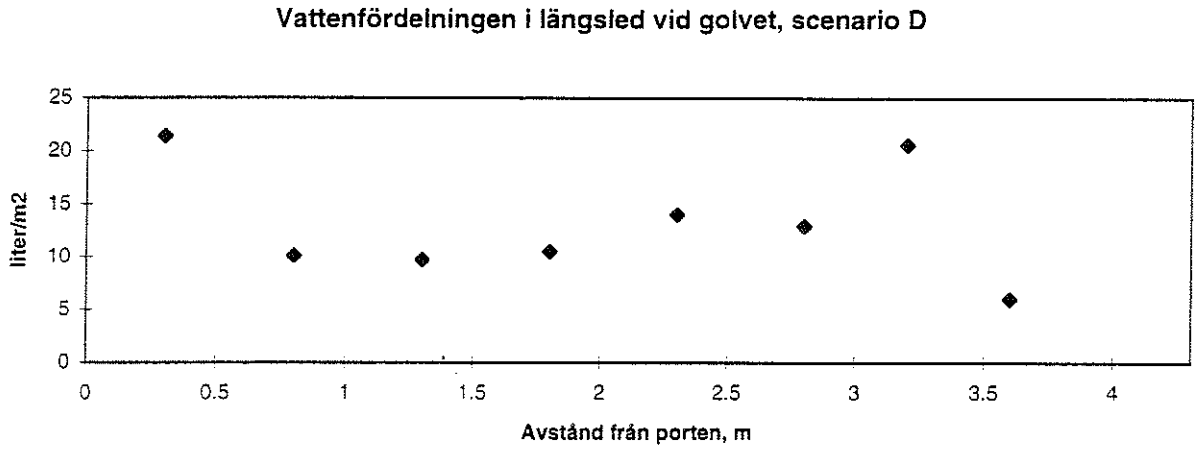
Figur 72. Tryck i vattenledningen nära ett munstycke scenario D.



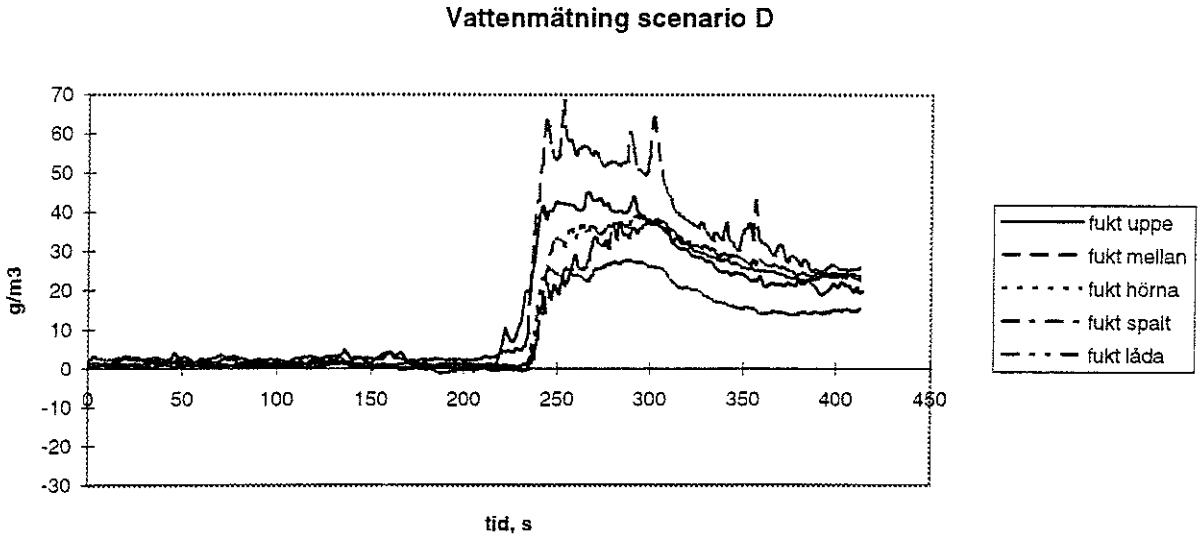
Figur 73. Vattenfördelning i längsled 2 m ovan golv scenario D.



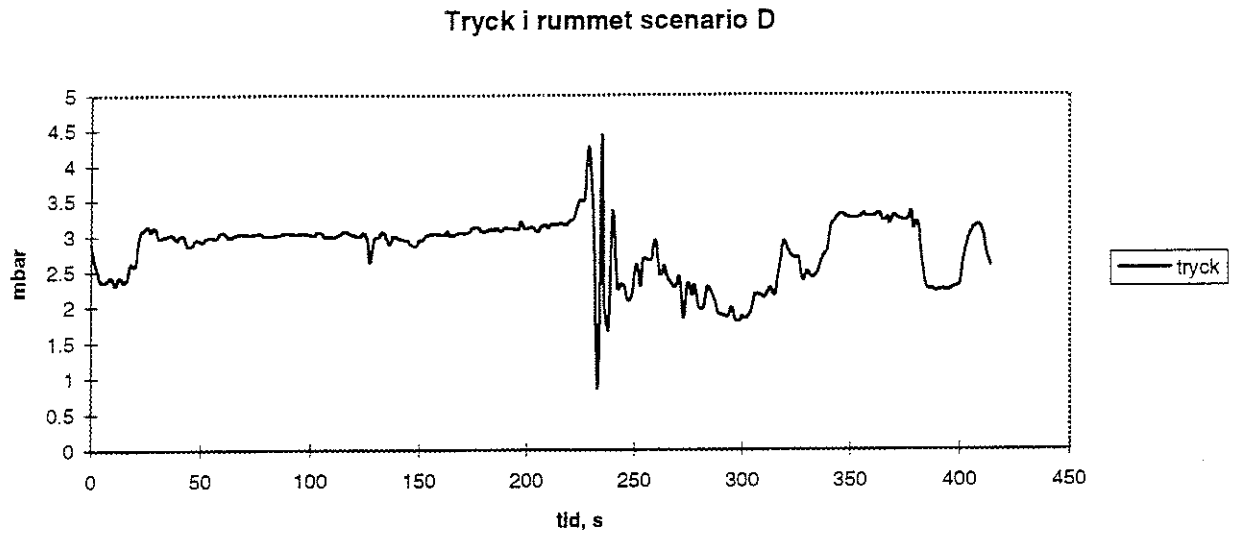
Figur 74. Vattenfördelningen i tvärsled 2 m ovan golv scenario D.



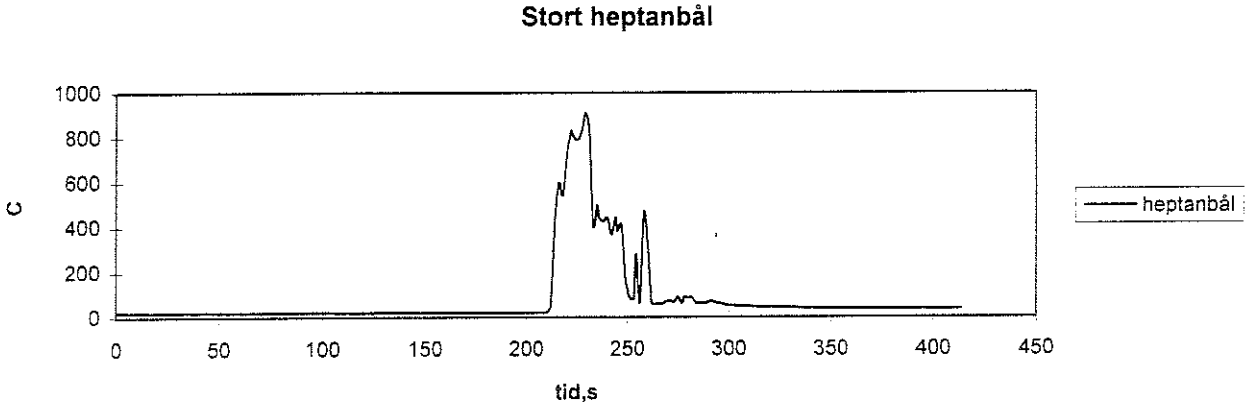
Figur 75. Vattenfördelningen i längsled i golvnivå scenario D.



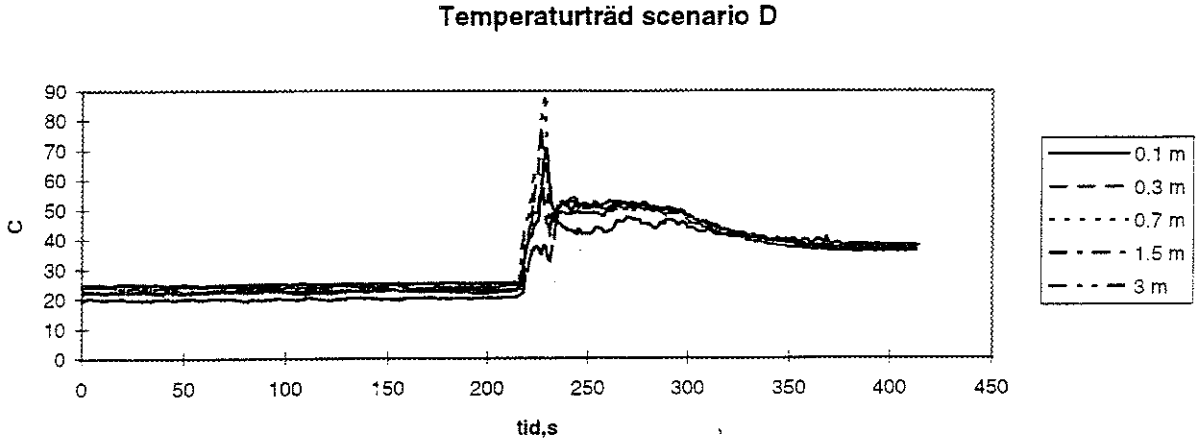
Figur 76. Vattenmätning scenario D.



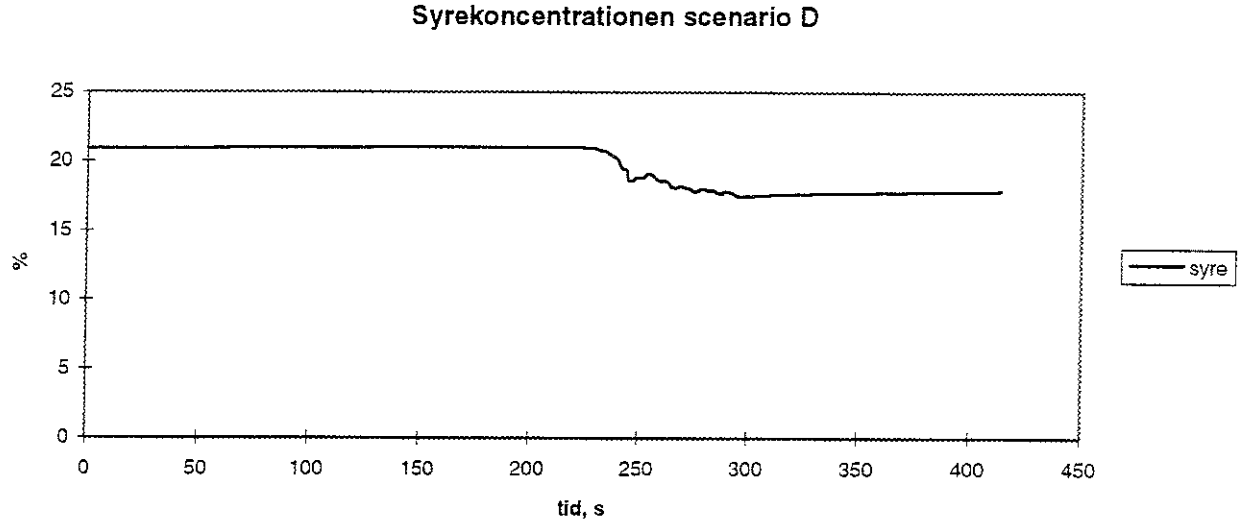
Figur 77. Tryck i rummet scenario D.



Figur 78. Temperatur ovan branden scenario D.



Figur 79. Temperaturträd scenario D.



Figur 80. Syrekoncentration scenario D.

Kommentarer

Högtryckssystemet fick genomgående en för låg vattentäthet i luften. Det använde vidare mycket vatten, det rann ut när man öppnade portarna. De bränder man släckte var på direktträff av sprayen. I ett par av försöken blev vattenfördelningen i rummet ojämn på grund av en plastbit som hade satt igen ett munstycke.

Överhettat vatten

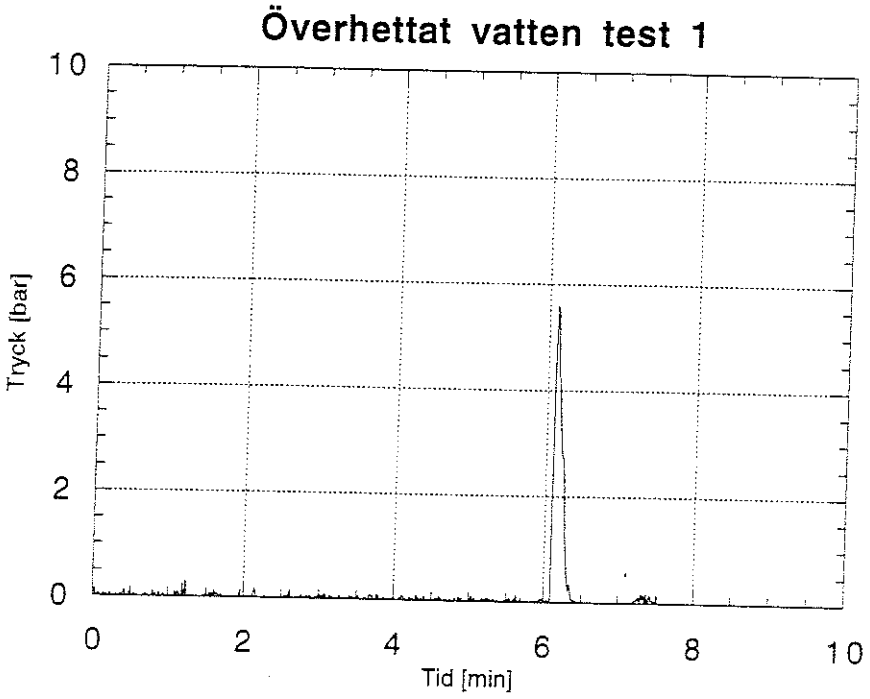
Nio försök utfördes, nedan redovisas försöken var och ett i tur och ordning. I alla försök var den stora tanken placerad i mätrummet däruppe. Munstycket stack då in på kortsidan i containern ca 20 cm , 50 cm från väggen, 3 m ovan golv. Den stora tanken rymmer 64 liter vatten upphettat till 130°C. I en del av försöken användes även den lilla tanken placerad i mätrummet där nere. Det munstycket stack då in ca 20 cm från kortsidan, 50 cm från andra väggen 1 m ovan golv. Båda tankarna trycksattes med 10 bar kväver, i försök nr 1 dock endast 5 bar. Munstyckena som användes var av lite olika typ. Ett munstycke, nedan kallat irländskt, består av en klump med många hål i, längst fram kan man antingen ha ett lite större hål (20 mm) eller inget hål alls (pluggat). Det andra munstycket kallas svamp, det består av en svampliknande kropp med hål i. Till dessa båda munstycken går det att spruta in ånga i munstycket. Vidare prövades så kallade grisaknorrar dvs Halonmunstycken. När man sprutar ånga in i svampen eller det irländska munstycket samt när man använder grisaknorrarna går det ej att mäta trycket i munstyckena. Vid dessa försök gjordes förutom de mätningar som gjordes för twinfluid och högtryckssystemet mätningar på en mänsklig simulator kallad Gustav. Gustav återger den temperatur en människa skulle få på oskyddad hud om den befann sig i brandrummet vid försöken.

Försök 1 överhettat vatten, inga bränder

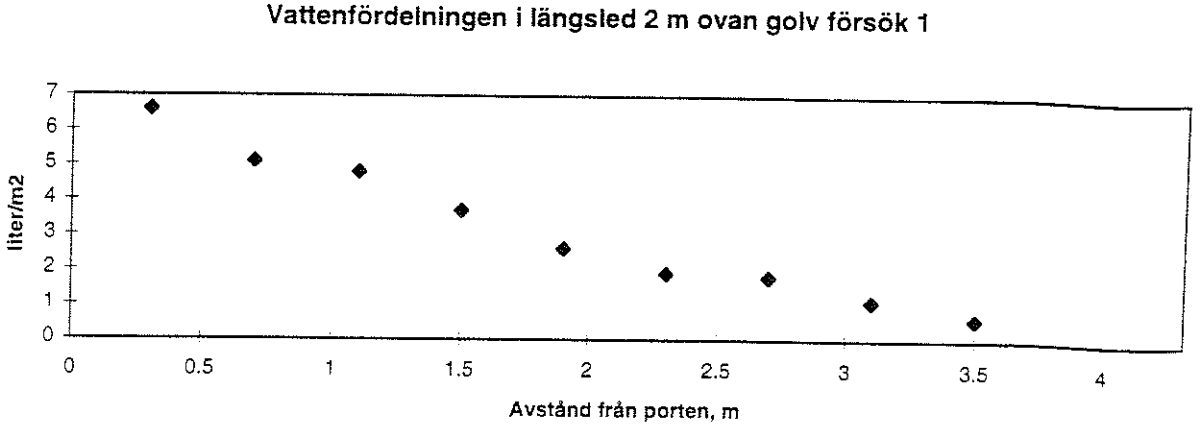
Ingen brand.
Släckmedia, stora tanken 130 °C (68.5 liter kallt vatten = ca 64 liter vatten), 5 bar, irländskt munstycke med 20 mm öppning.

Nedan följer resultaten av mätningarna i tur och ordning liksom för de andra släcksystemen. Först visas tryck i munstycket och vattenfördelningen i rummet samt trycket i rummet. Sedan ges temperaturen vid bränderna samt temperaturträdet och syrgaskoncentrationen. Därefter ges hudtemperturen på den mänskliga simulatorn "Gustav".

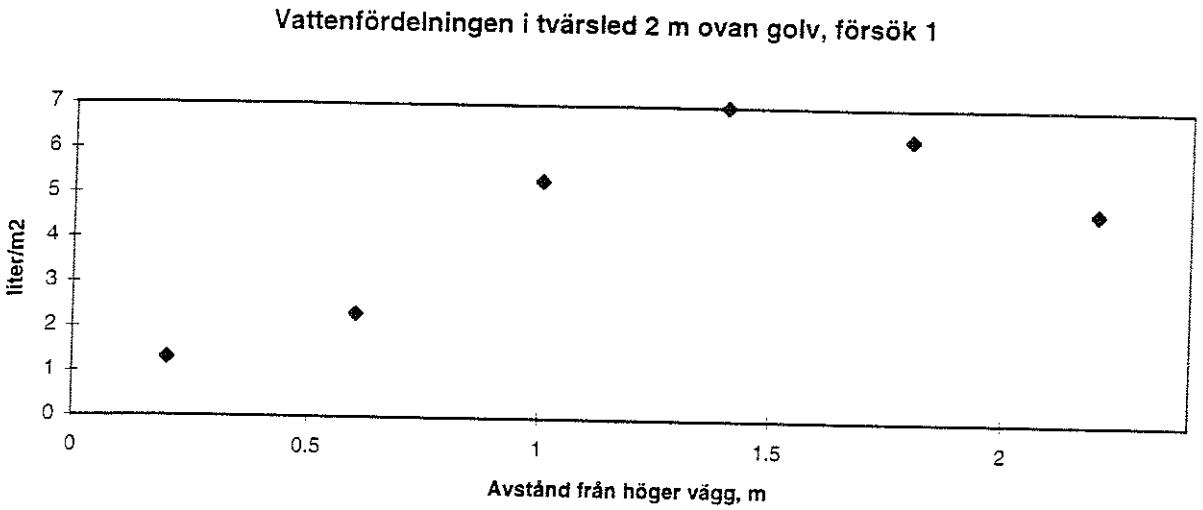
I figur 81 nedan ses trycket i munstycket. Även vid dessa försök genomfördes en så kallad muggvägning. Dock välte muggarna på golvet i regel och då de stod upp innehöll de inget vatten. Nedan i figur 82-83 ges resultatet av muggvägningen. Vi ser där att vi fick vattnet väl samlat borta vid porten dvs vi har en riktad stråle med stor rörelsemängd som tränger genom rummet.



Figur 81. Tryck i munstycket försök 1.

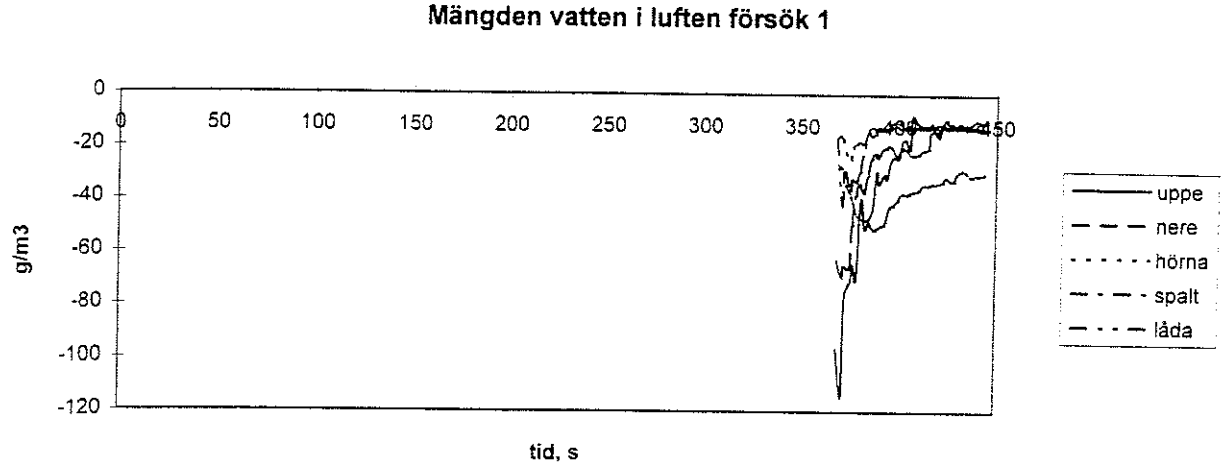


Figur 82. Vattenfördelningen i längsled 2 m ovan golv.



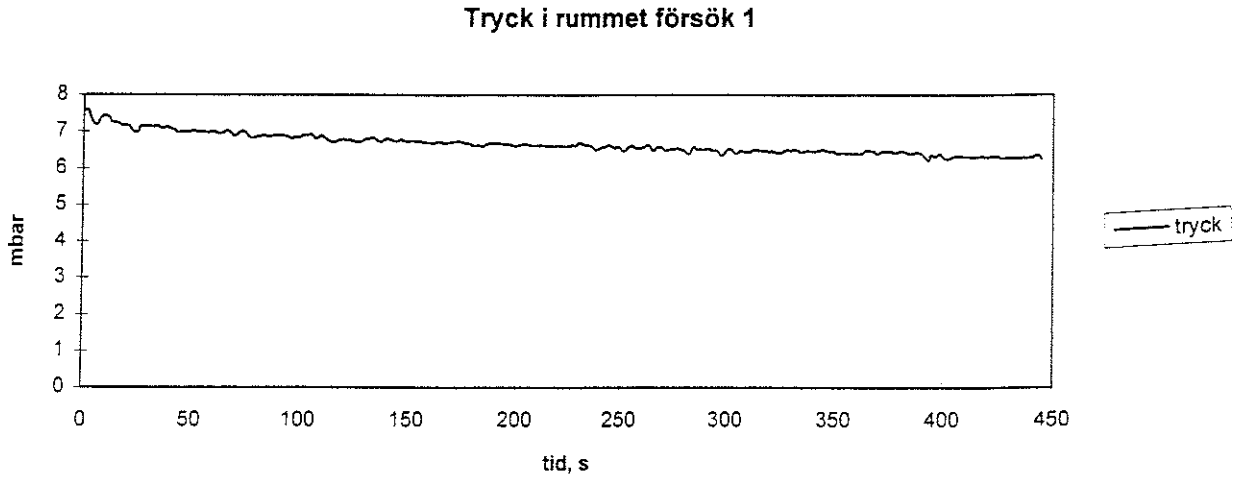
Figur 83. Vattenfördelningen i tvärsled 2 m ovan golv.

I figur 84 ges vattenmängden i luften, här har vi till skillnad från twinfluid och högtryckssystemet kompenserat för vattnet i ångfas. Dvs vi har från de uppmätta vattenkoncentrationerna tagit bort motsvarande 100% relativ fuktighet. Eftersom det är små vattendroppar vi har i systemet är livslängden för dessa mycket kort (<1s) och vattendropparna kommer snabbt att förångas tills att vi har 100% relativ luftfuktighet i rummet. Återstoden av vattnet kommer att vara kvar i form av vattendroppar. Vid de temperaturer vi får i rummet vid utlösning av släcksystemet kan 100% relativ luftfuktighet motsvara ganska höga vattenmägder (100-200 g/m^3). Vi ser i figur 84 att vi får negativa vattennivåer dvs att allt vattnet har förångats och vi har inga droppar svävande i luften.

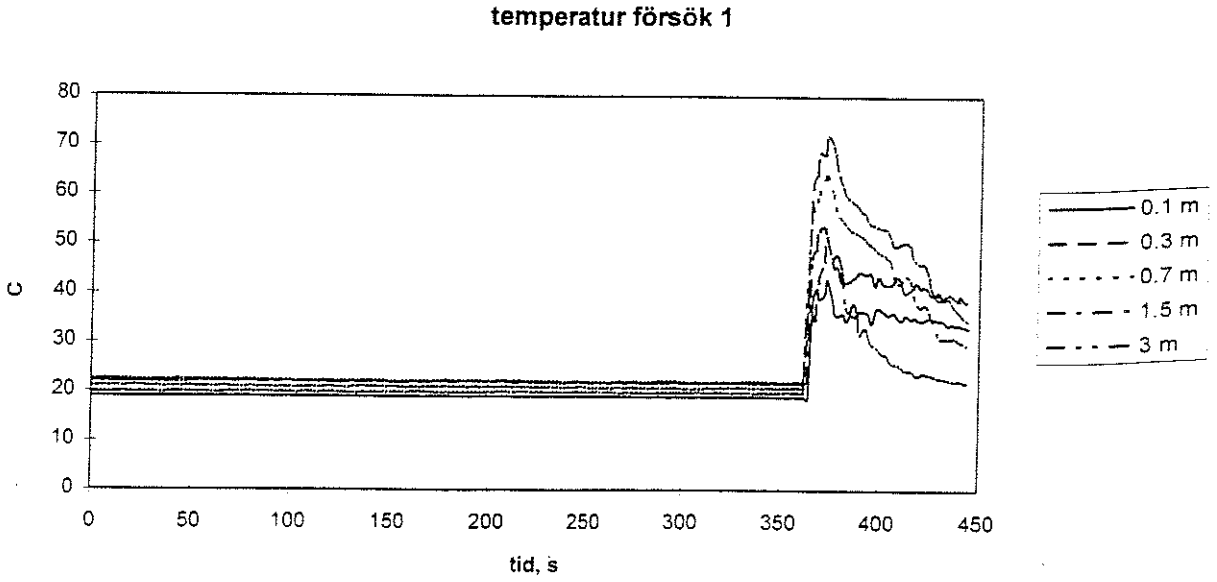


Figur 84. Vatten i luften försök 1.

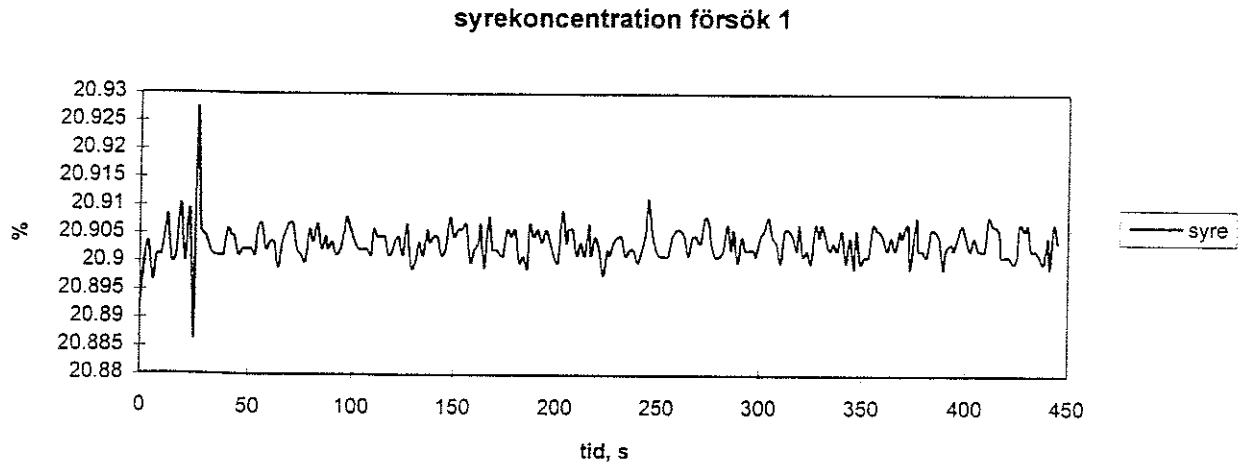
Trycket i rummet ges i figur 85, det var inga problem med tryckuppbyggnad i rummet. I figur 86 ser vi temperaturträdet, vi ser där att temperaturen i rummet stiger kraftigt när vi löser ut släcksystemet. I figur 87 ser vi syrekoncentrationen. I figur 88 ses hudtemperaturen på Gustav, det blev inga brännskador i detta fallet men Gustav stod en bra bit ifrån munstycket.



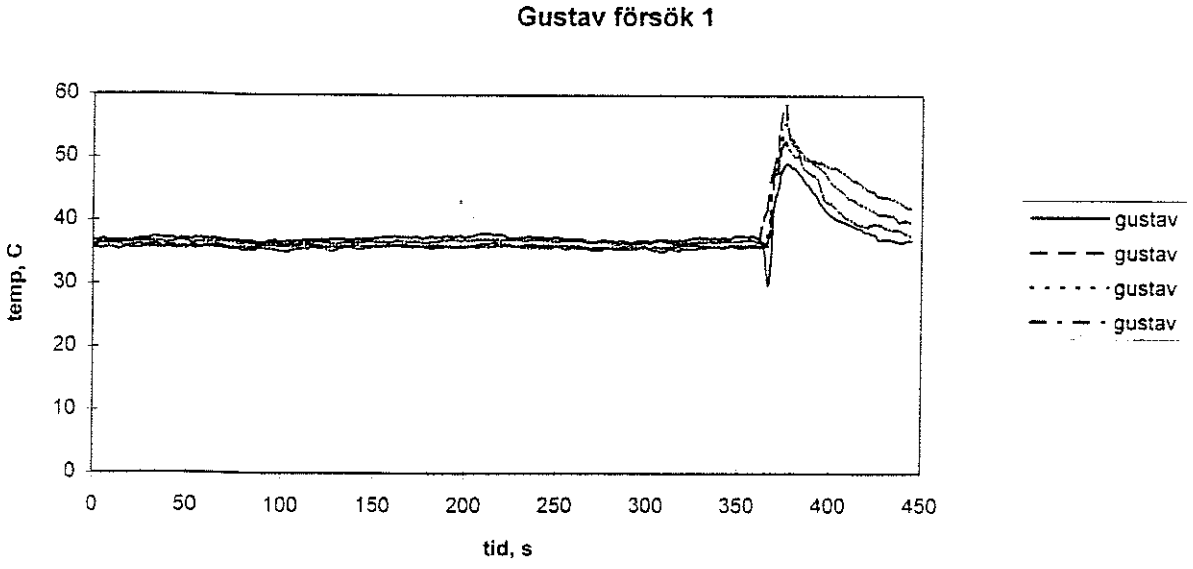
Figur 85. Tryck i rummet försök 1.



Figur 86. Temperaturträd försök 1.



Figur 87. Syrekoncentrationen försök 1.



Figur 88. Gustav försök 1.

Försök 2 överhettat vatten, scenario A utan kabel och spraybrand

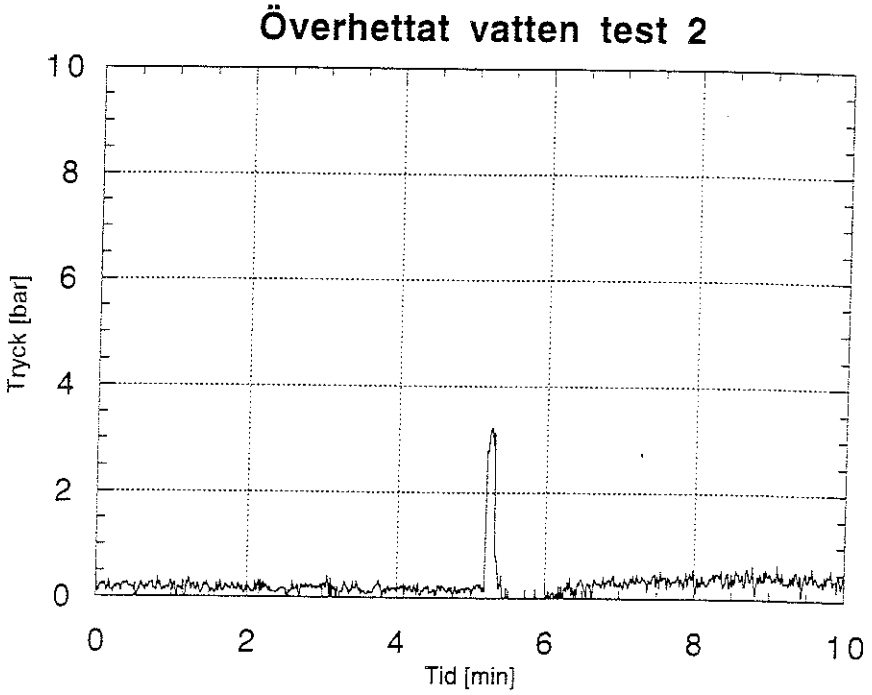
Bränder, 6 st Heptanbål.

Släckmedia, stora tanken (64 liter) vatten vid 135°C trycks ut med kväve på 10 bar.

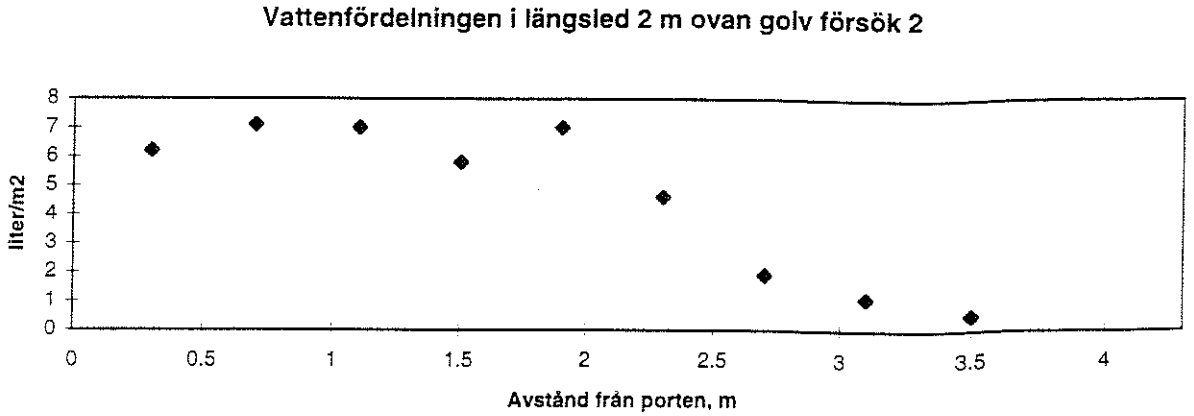
Munstycket är det irländska med ett hål på 20 mm.

Nedan ges resultaten i tur och ordning liksom för försök 1. Först ges tryck i munstycket samt vattenfördelningen i rummet. Därefter tryck i rummet samt temperaturerna vid bränderna och temperaturträdet. Sedan ges syrekoncentrationen och tid till släckning. Sist ges hudtemperaturen på Gustav.

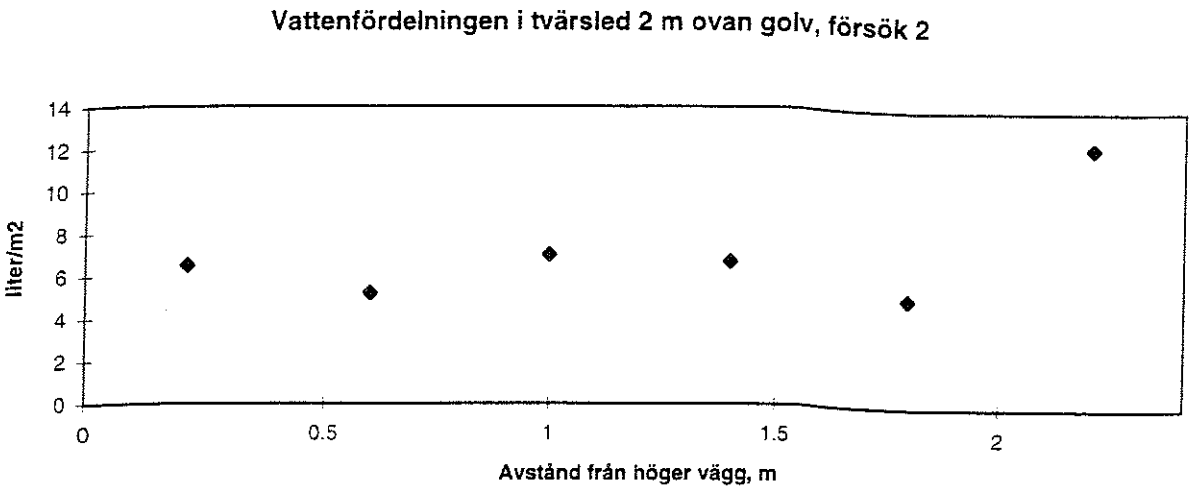
Nedan i figur 89 ges trycket i munstycket ca 3 bar vilket verkar vara en aning lågt med tanke på att kvävgastrycket var 10 bar. I figur 90-91 ges vattenfördelningen, liksom i försök 2 får vi mycket vatten borta vid porten.



Figur 89. Trycket i munstycket försök 2

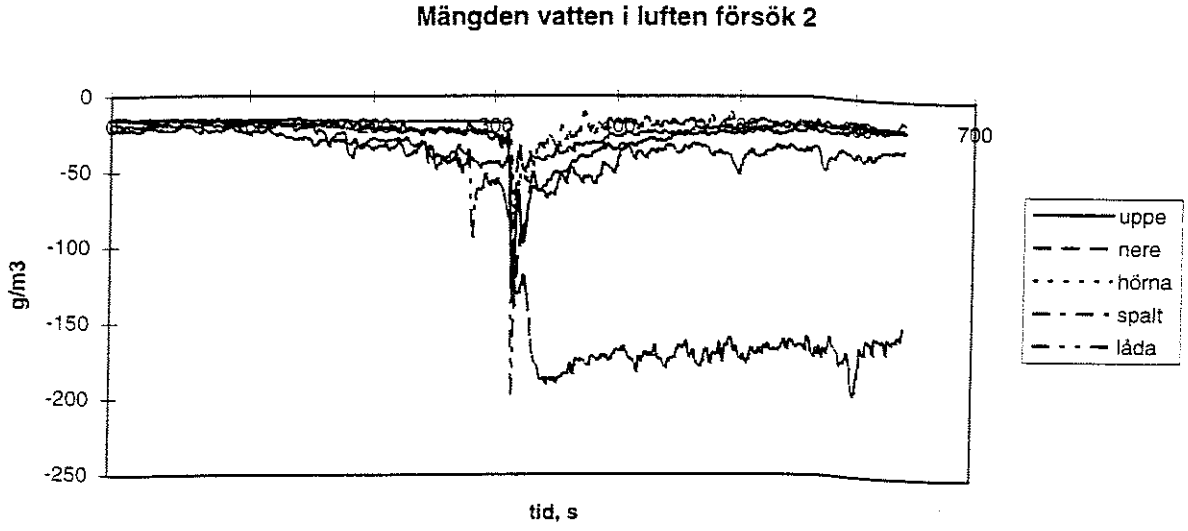


Figur 90. Vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled.

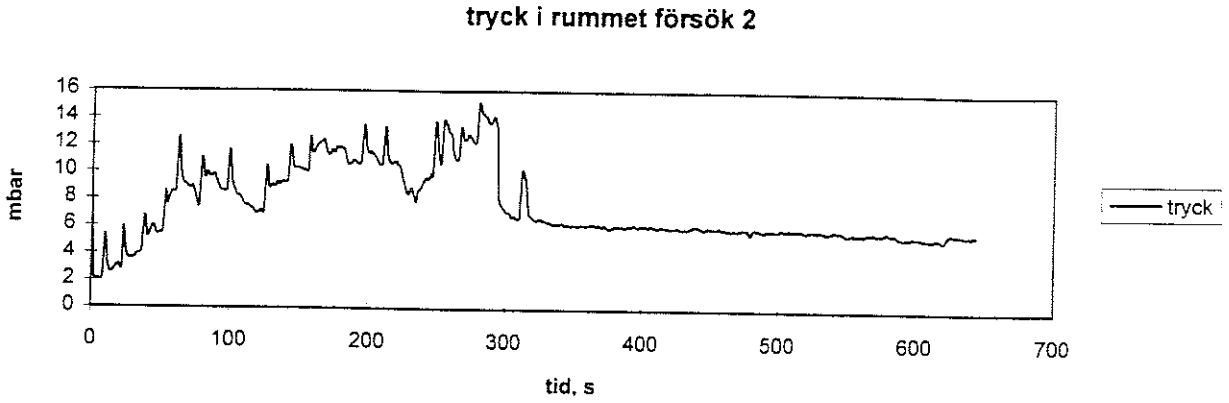


Figur 91. Vattenfördelningen 2 m ovan golv i tvärsled.

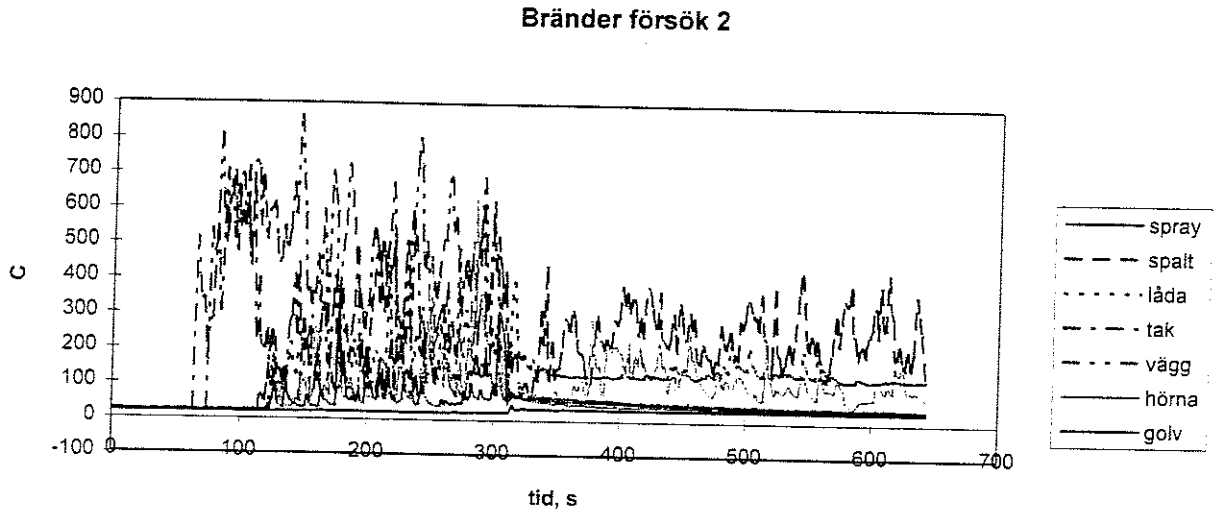
I figur 92 ses mängden vatten i luften, vi har även vid detta försök negativa vattennivåer när vi har tagit bort det vatten som är i ångfas. Figur 93 visar trycket i rummet, kurvan ser ganska märklig ut i början men det är spiken strax efter 300 s som är tryckstegringen pga utlösningen av släcksystemet. Temperaturen ovanför bränderna ges i figur 94, vi ser där att branden i taket, på väggen och mitt på golvet släcktes direkt medan branden i spalten, i lådan och i hörnan släcktes inte. I figur 95 ses temperaturträdet. Syrekoncentrationen ges i figur 96. I tabell 7 ges tid till släckning. I figur 97 ser vi hudtemperaturen på Gustav.



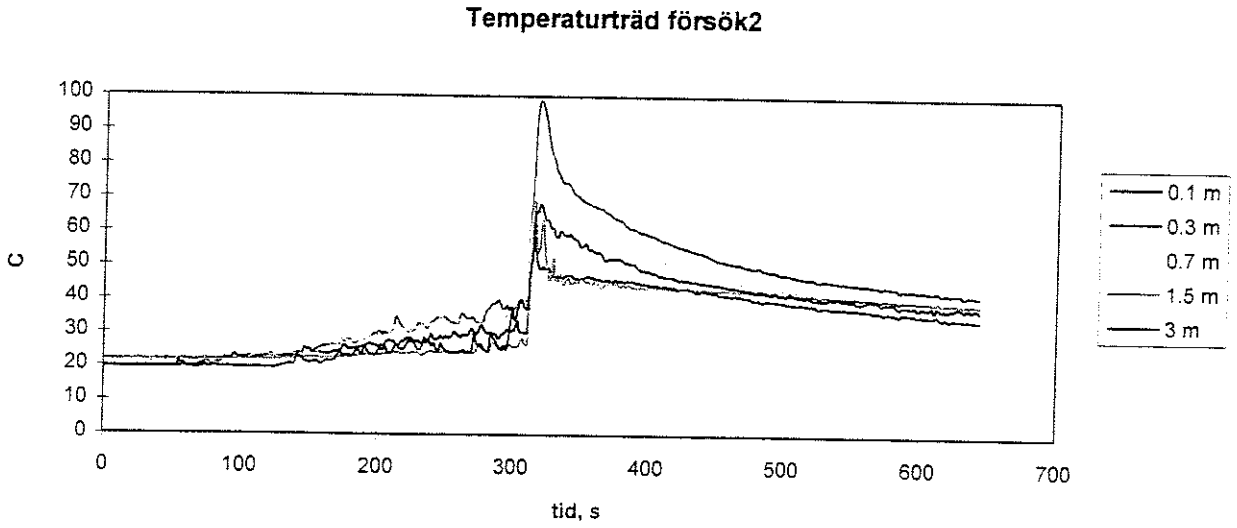
Figur 92. Vatten i luften försök 2.



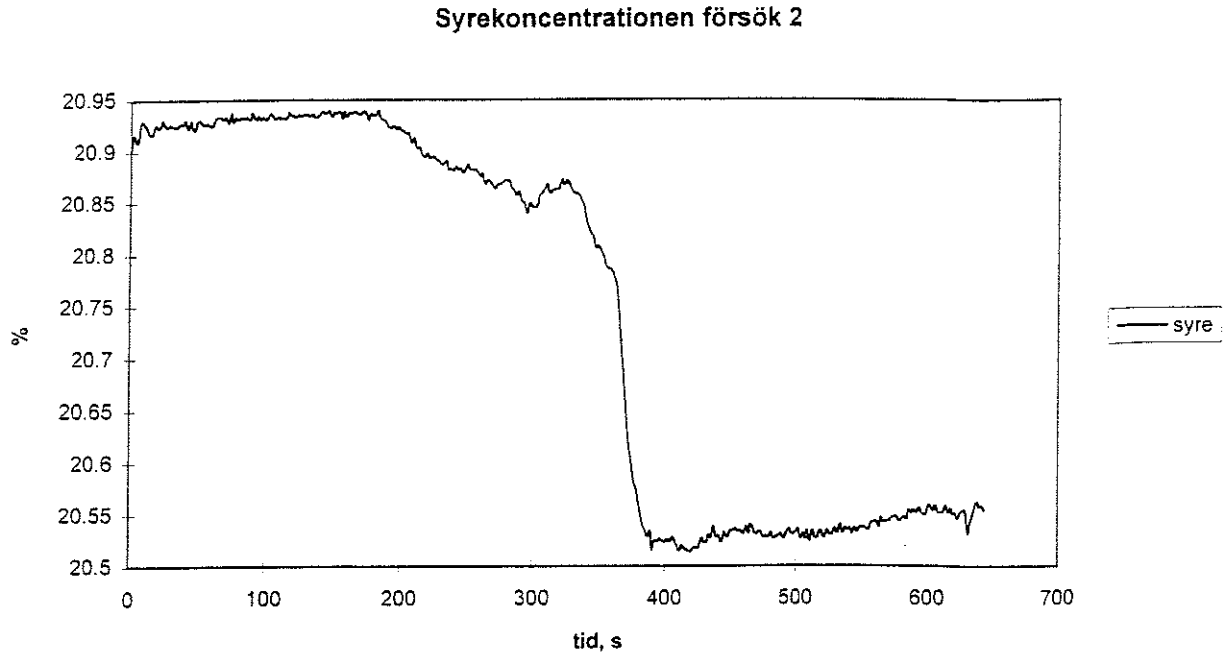
Figur 93. Tryck i rummet försök 2



Figur 94. Temperaturen ovan heptanbränderna i försök 2.



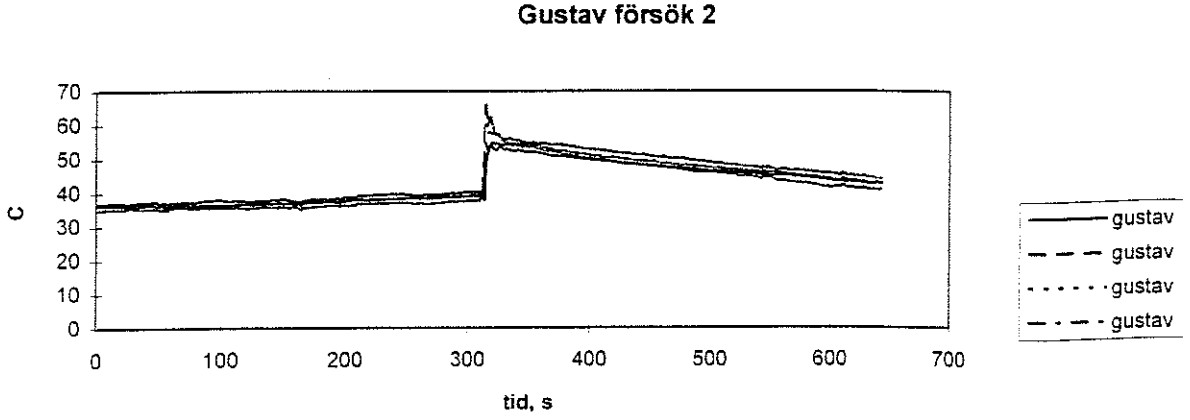
Figur 95. Temperaturträd försök 2.



Figur 96. Syrekoncentrationen i rummet försök 2.

Tabell 7, tid till släckning försök 2 överhettat vatten

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
spalt	släcktes ej
låda	släcktes ej
tak	< 10s
vägg	< 10 s
hörna	släcktes ej
golv	< 10s



Figur 97. Gustavs hudtemperatur försök 2.

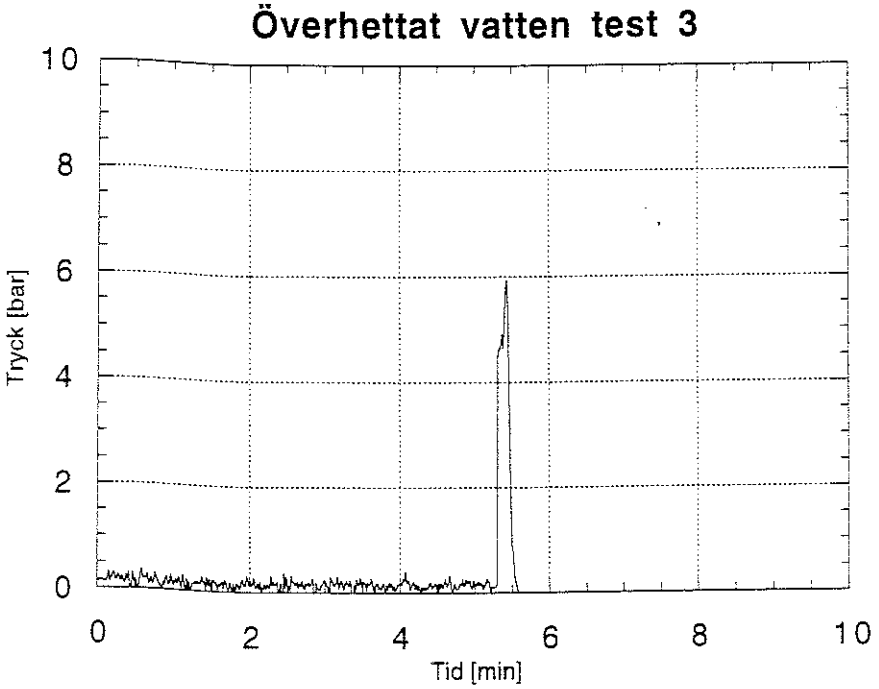
Försök 3 överhettat vatten scenario A utan kabel och spraybrand

Bränder, 6 st heptanbränder.

Släckmedia, stora tanken (64 liter) 134° C 10 bar Irländskt munstycke med pluggat hål.

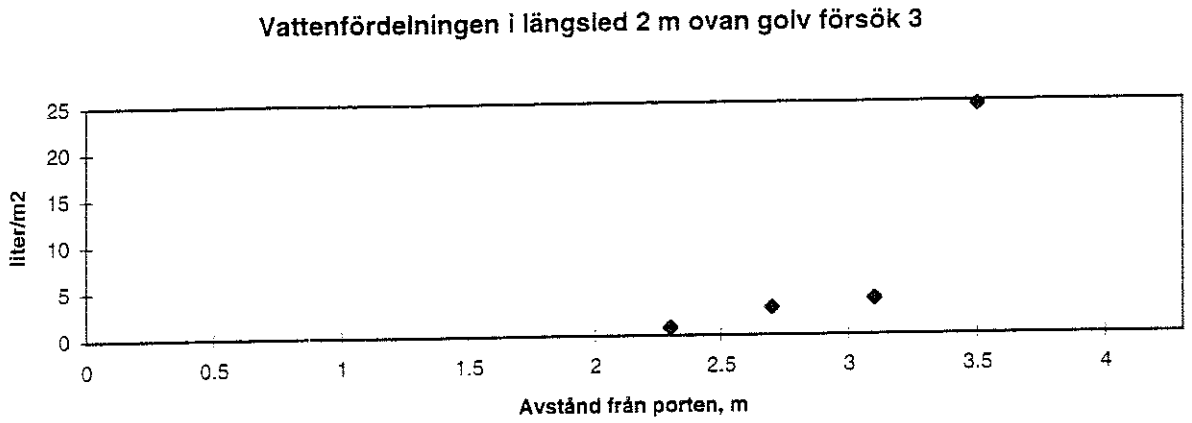
Liksom för försök 1 och 2 ges nedan resultaten i tur och ordning. Först ges tryck i munstycket samt vattenfördelningen i rummet. Därefter tryck i rummet samt temperaturerna vid bränderna och temperaturträdet. Sedan ges syrekoncentrationen och tid till släckning. Sist ges hudtemperaturen på Gustav.

Nedan i figur 98 ges trycket i munstycket.



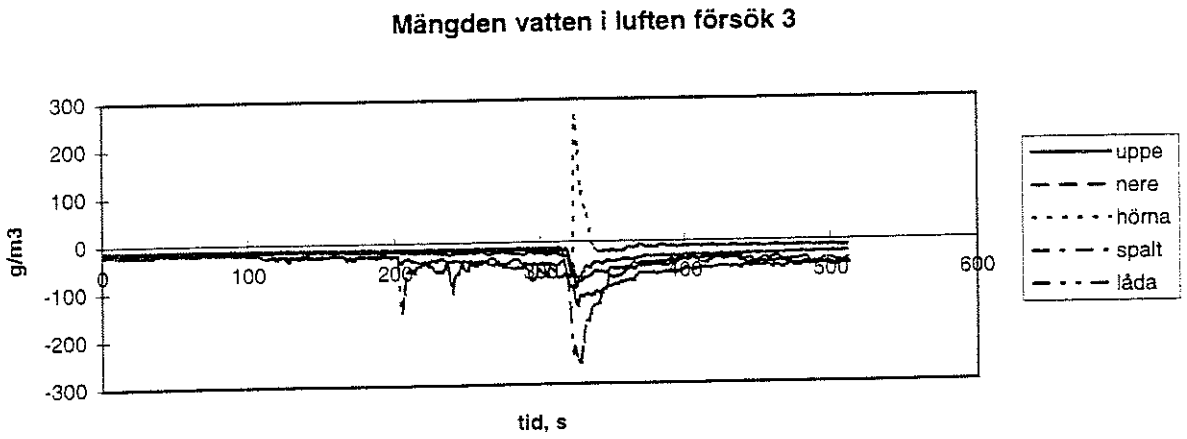
Figur 98. Trycket i munstycket försök 3.

Även i detta försök mättes vattenfördelningen med hjälp av muggar, dock fick vi inget i det stora flertalet muggar, (inget i alla muggar på tvären, inget i hälften av de på längden) vi fick endast vatten i de fyra muggarna närmast munstycket. Nedan i figur 99 ses fördelningen i dessa fyra muggar.

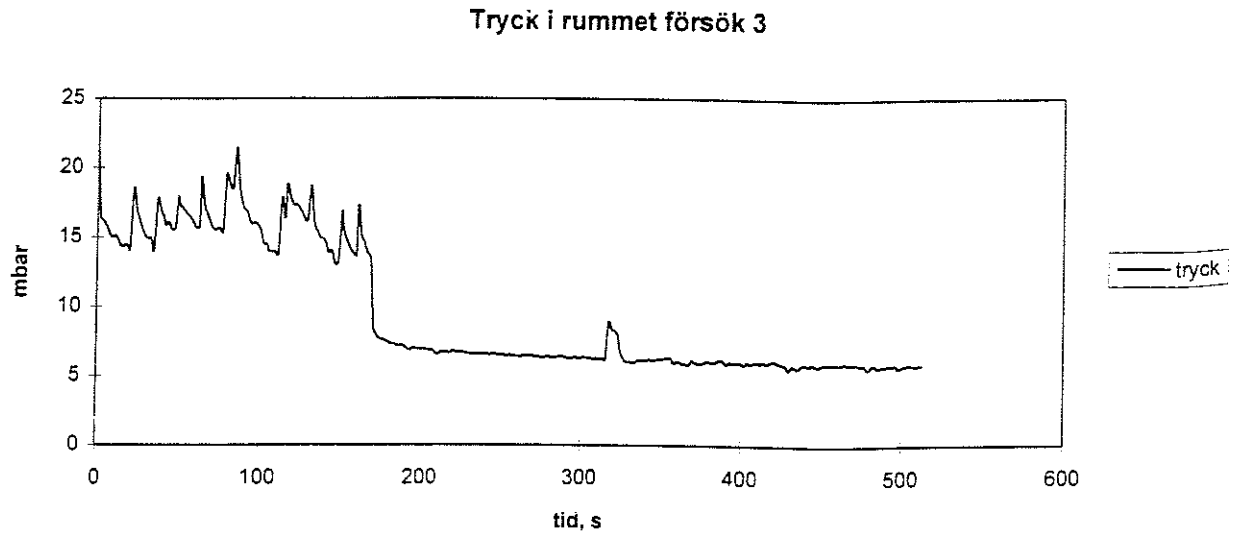


Figur 99. Vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled försök 3.

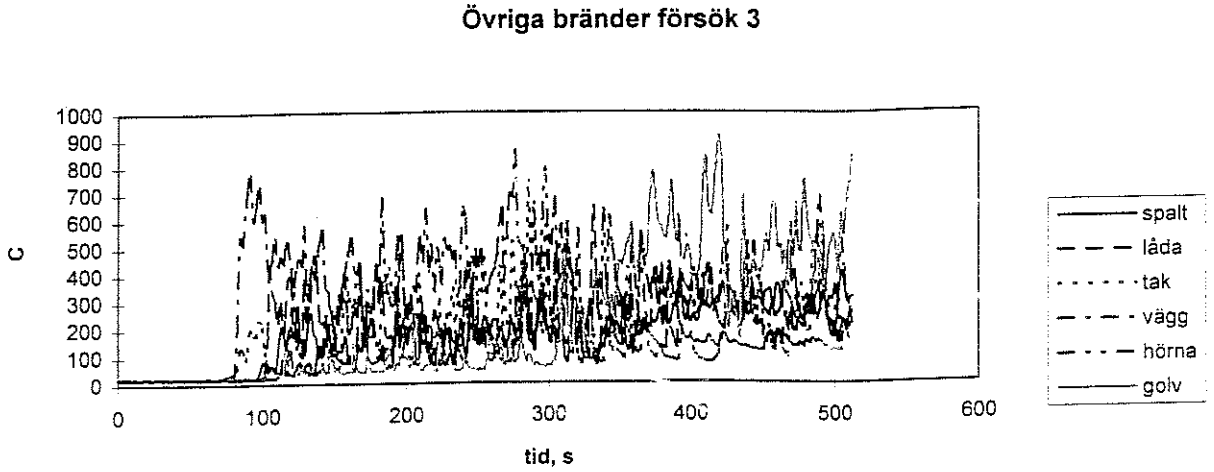
I figur 100 ges mängden vatten i luften, även i detta försök fick vi negativa vattennivåer.I figur 101 ses trycket i rummet. I figur 102 ser vi att inte en enda brand släcktes. Temperaturträdet ges i figur 103. Syrekoncentrationen i rummet ses i figur 104. I tabell 8 ges tid till släckning. I figur 105 ser vi att Gustav har drabbats av brännskador, brännskador fås nämligen vid en hudtemperatur av 74° C i mer än 1 sekund. Detta trots att vi inte hade placerat Gustavsensorerna särskilt nära munstycket, ca 1 m och däröver ifrån.



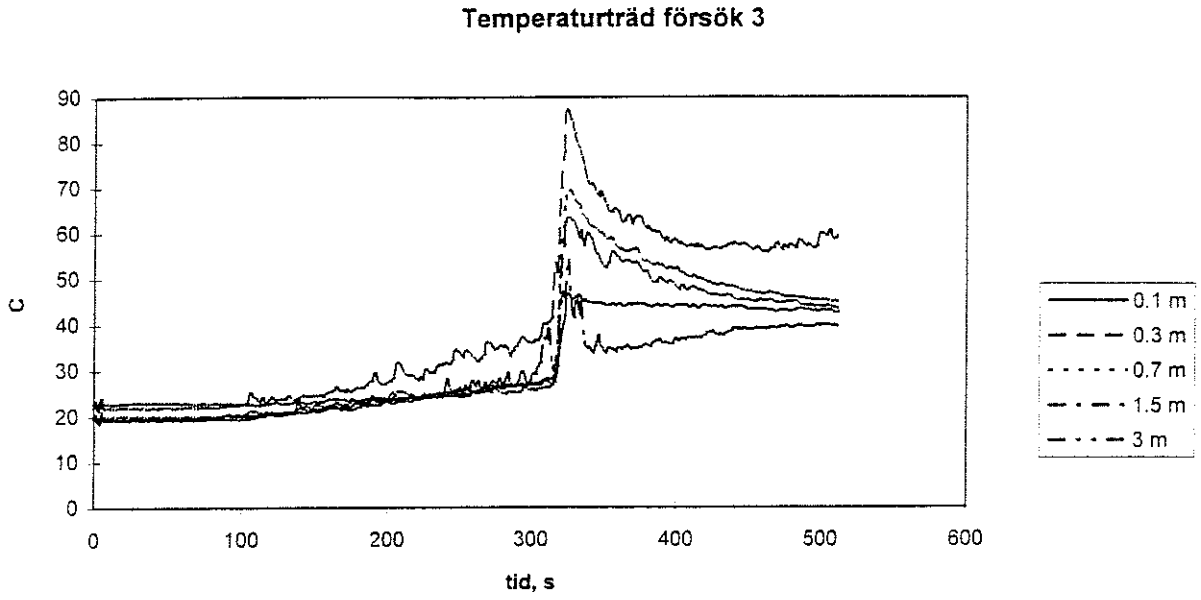
Figur 100. Vatten i luften försök 3.



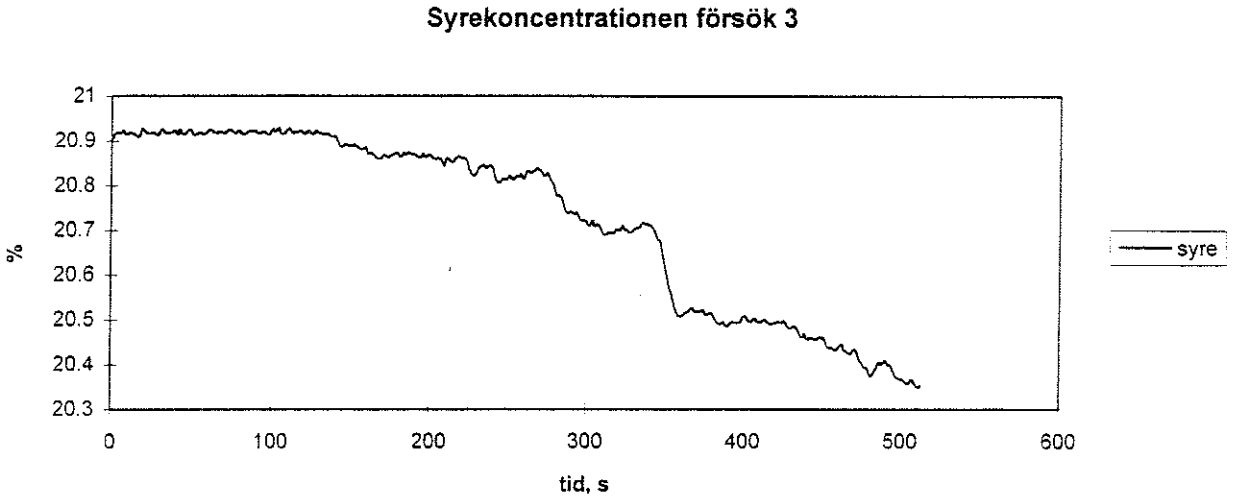
Figur 101. Tryck i rummet försök 3.



Figur 102. Temperaturen ovan bränderna försök 3.



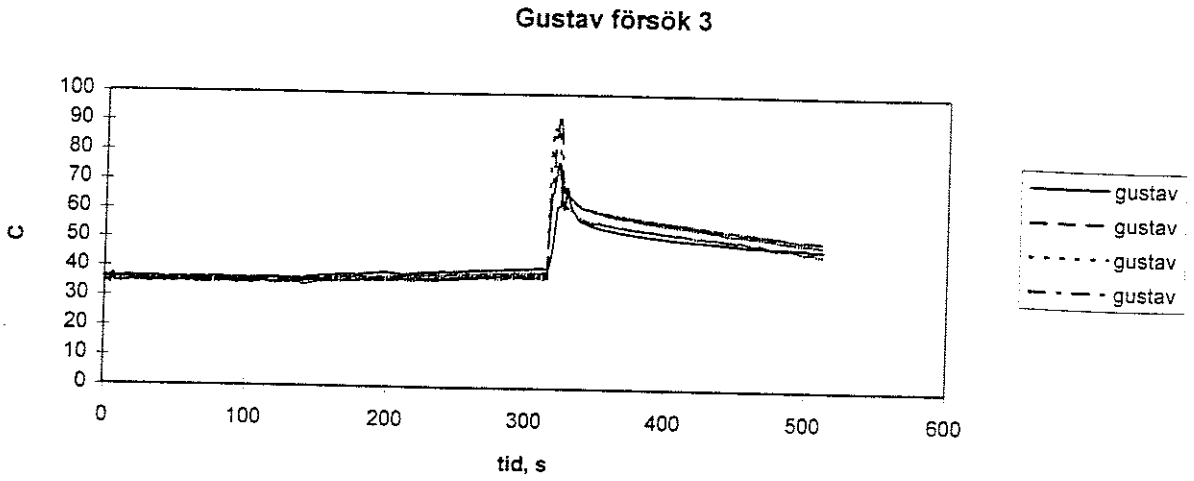
Figur 103. Temperaturträd försök 3.



Figur 104. Syrekoncentrationen försök 3.

Tabell 8, tid till släckning försök 3 överhettat vatten

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
spalt	släcktes ej
låda	släcktes ej
tak	släcktes ej
vägg	släcktes ej
hörna	släcktes ej
golv	släcktes ej



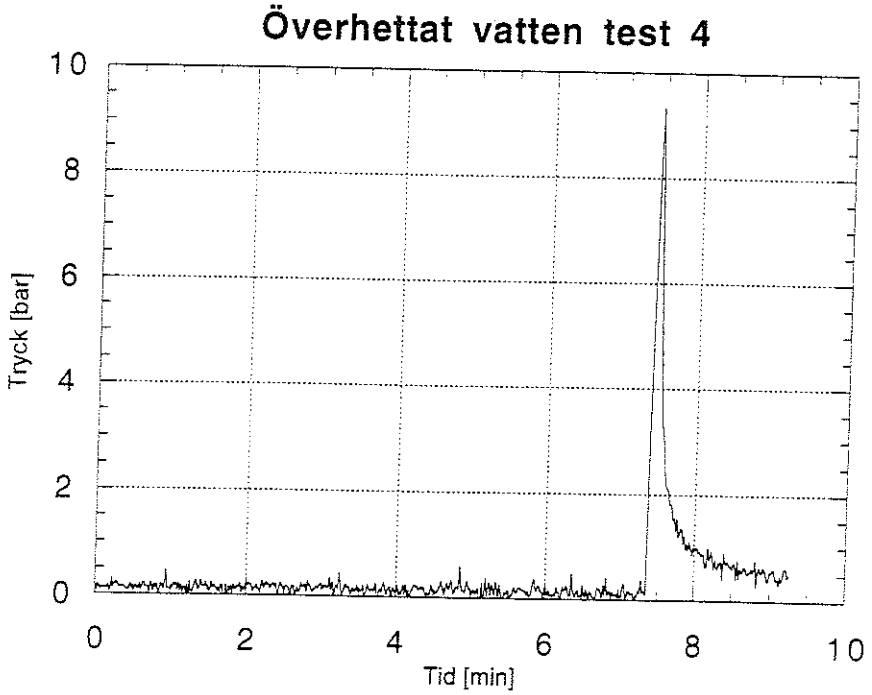
Figur 105. Gustavs hudtemperatur försök 3.

Försök 4 överhettat vatten, scenario A utan kabel och spraybrand

Bränder, 6 st heptanbål.

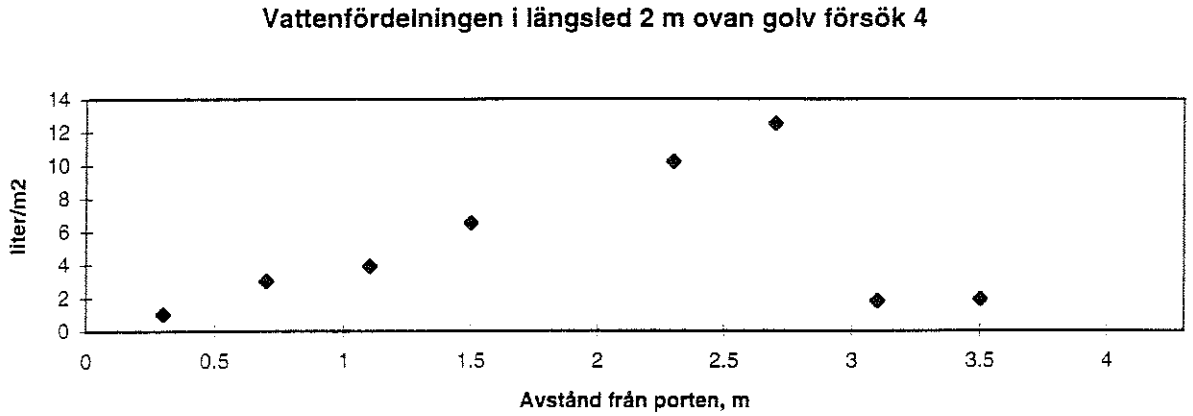
Släckmedia, stora tanken 137° C, 10 bar, svampmunstycket.

Liksom för övriga försök ges här först trycket i munstycket samt vattenfördelningen. Därefter trycket i rummet samt temperaturen vid bränder och temperaturtrådet. Sedan ges syrekoncentrationen samt tid till släckning. Sist ges Gustavs hudtemperatur.

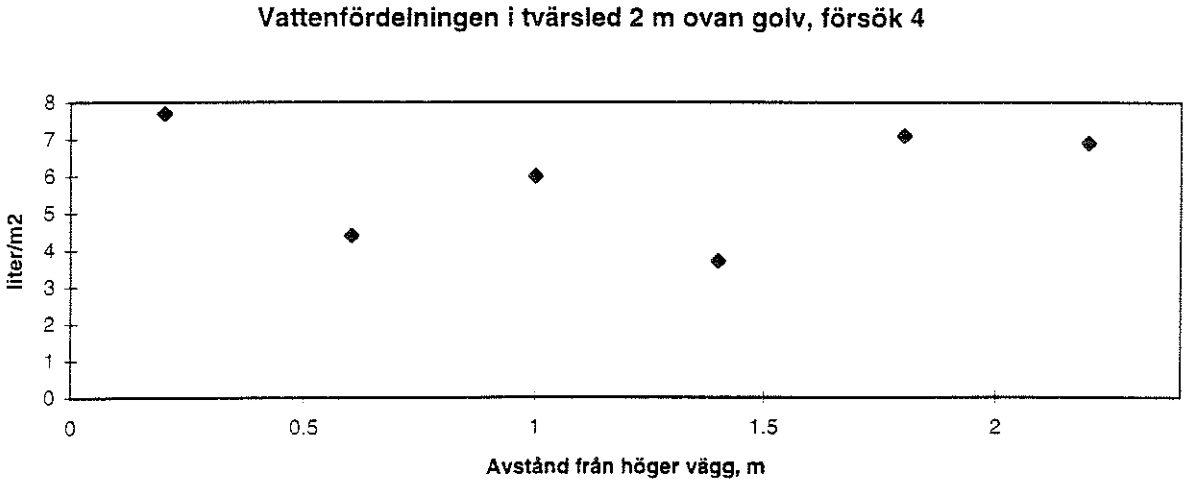


Figur 106. Trycket i munstycket försök 4.

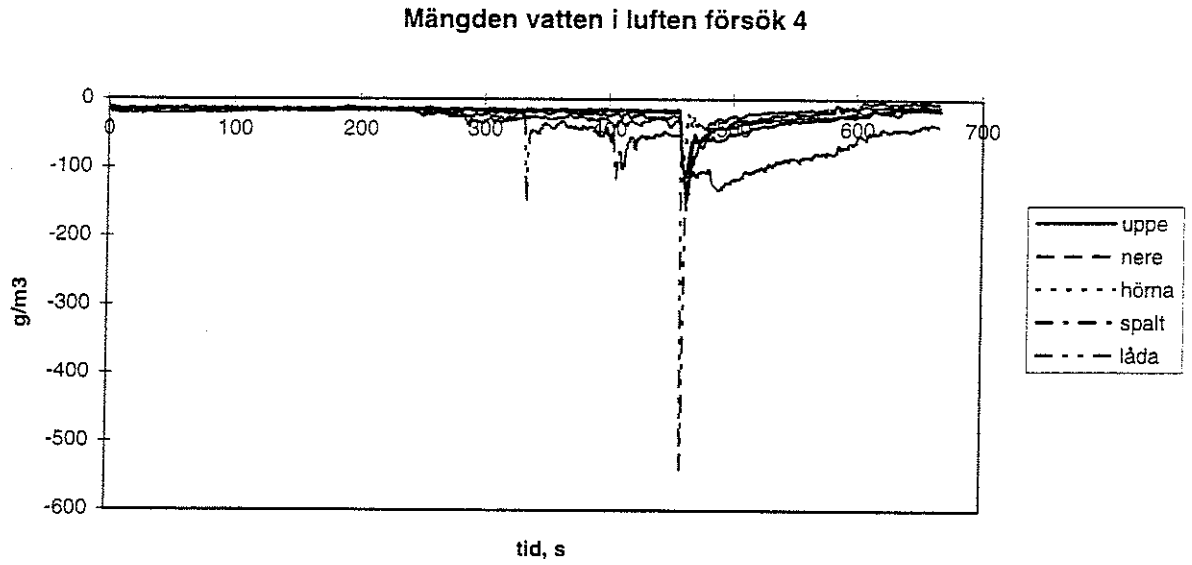
Ovan i figur 106 ges trycket i munstycket, vi får en pik på nära 10 bar. I detta försöket kom det, till skillnad från försök 3, vatten i alla muggar, fördelningen ges nedan i figur 107 och 108. I figur 109 ges mängden vatten i luften, även i detta försök blir vattennivåerna negativa.



Figur 107. Vattenfördelningen i längsled 2 m ovan golv försök 4.

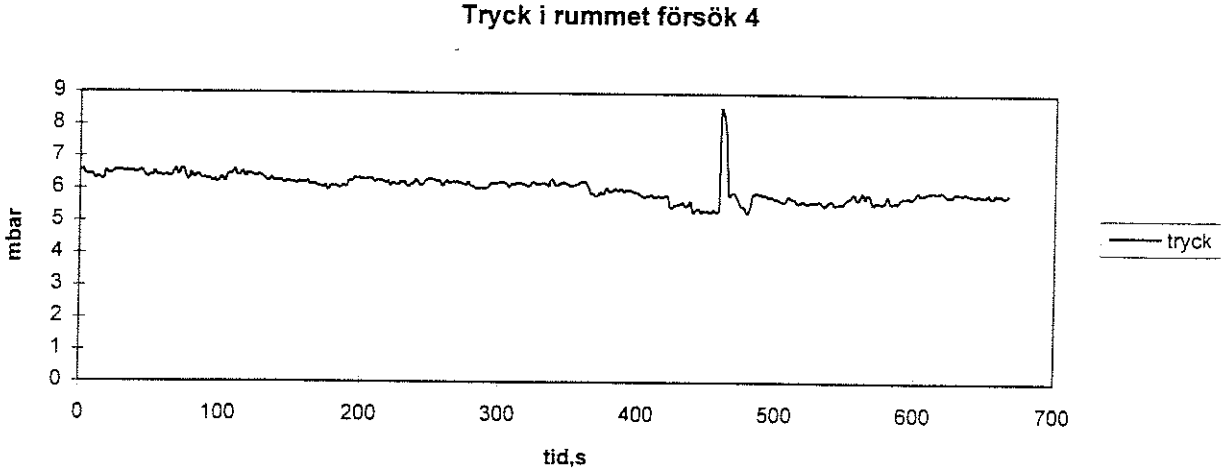


Figur 108. Vattenfördelningen i tvärsled 2 m ovan golv försök 4.

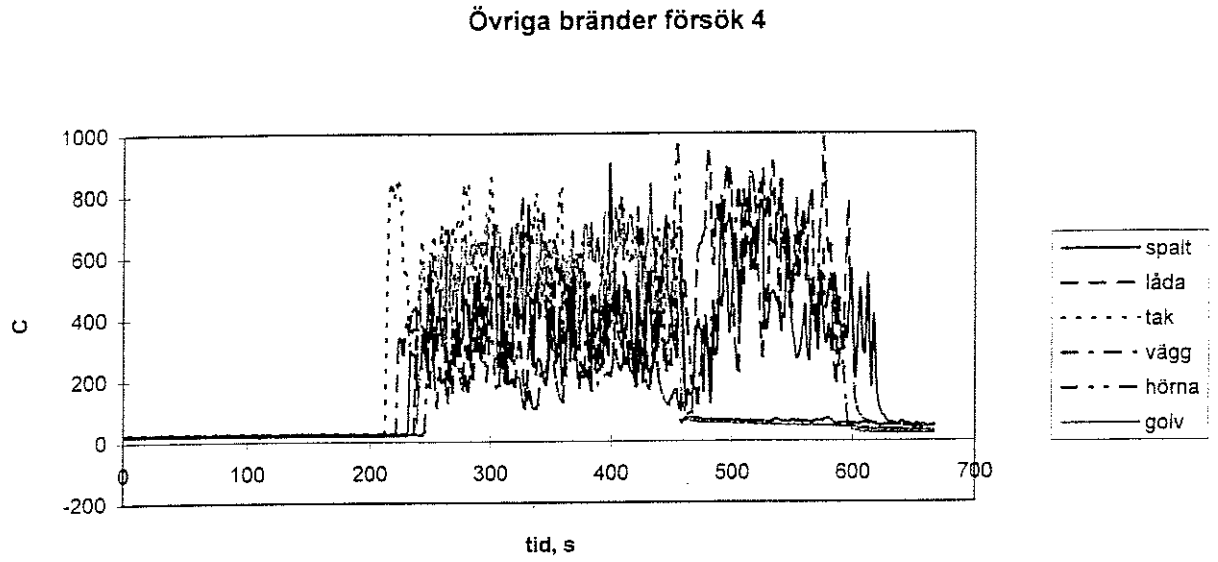


Figur 109. Vatten i luften försök 4

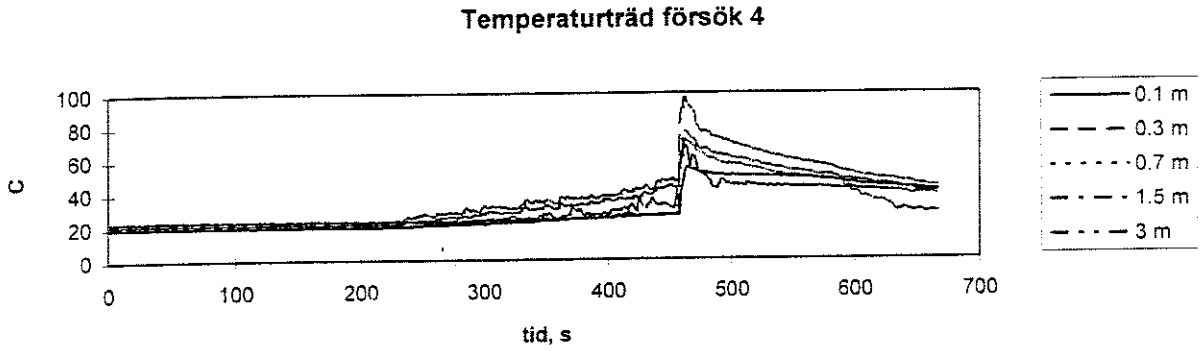
I figur 110 ses trycket i rummet. Temperaturen ovan brändema ges i figur 111, vi ser där att de bränder som släcks släcks genast och de övriga är opåverkade av släcksystemet. Temperaturträdet ses i figur 112. I figur 113 ses syrekoncentrationen, vi får en nedgång i koncentrationen när systemet har utlösts. Tid till släckning för försöket ges i tabell 9. I figur 114 ser vi hudtemperaturen på Gustav, i detta försöket klarar han sig utan brännskador.



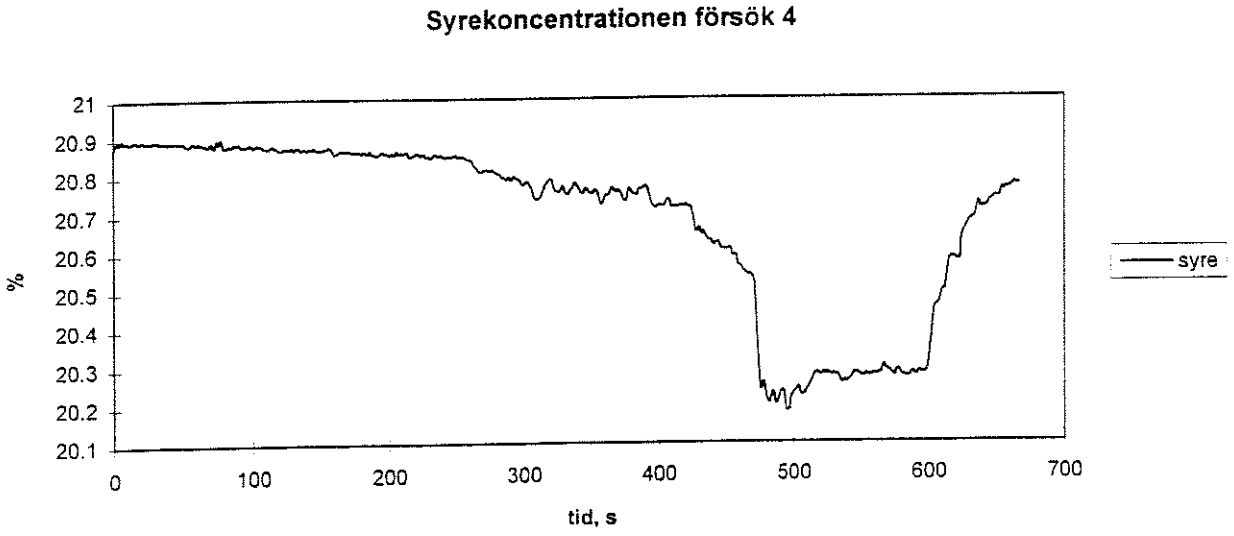
Figur 110. Trycket i rummet försök 4.



Figur 111. Temperaturen ovan bränderna försök 4.



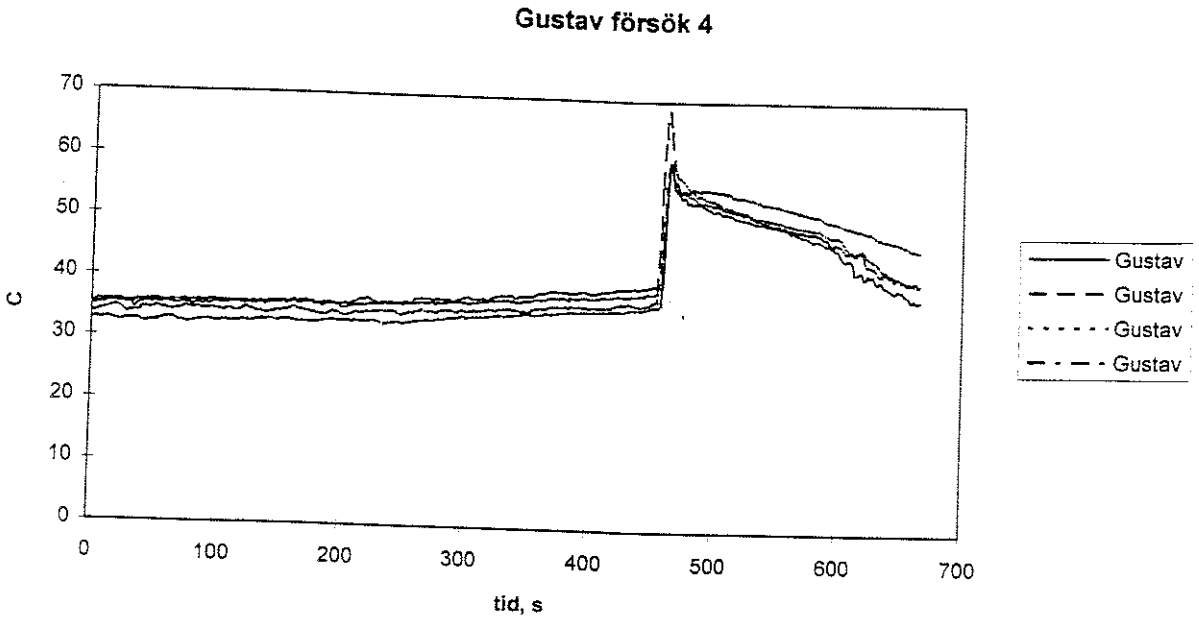
Figur 112. Temperaturträd försök 4



Figur 113. Syrekoncentrationen försök 4.

Tabell 9, tid till släckning försök 4 överhettat vatten

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
spalt	släcktes ej
låda	släcktes ej
tak	< 10 s
vägg	< 10 s
hörna	släcktes ej
golv	< 10 s



Figur 114. Hudtemperaturen på Gustav försök 4.

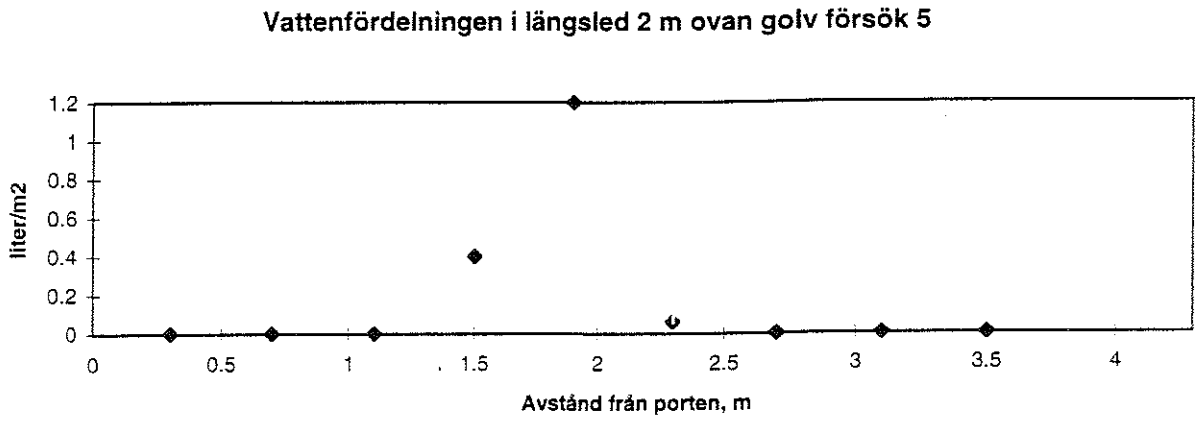
Försök 5

Bränder, 6 st heptanbål.

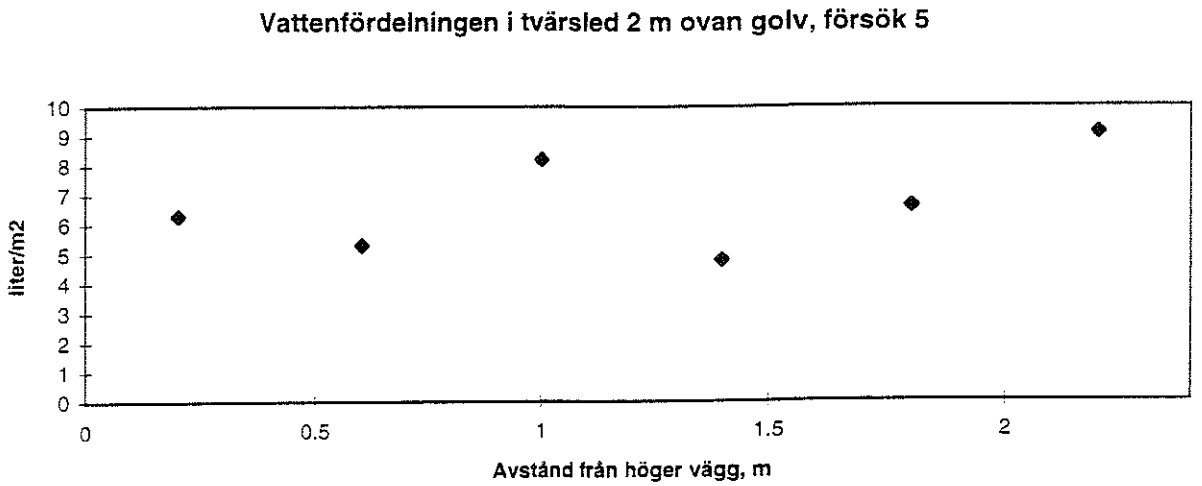
Släckmedia, stora tanken (64 liter), 139°C, 10 bar, ånga släpptes in i munstycket.

I detta försök fördes ånga in i munstycket och därmed var det inte plats till någon tryckmätning i munstycket. Nedan ges övriga resultat i tur och ordning.

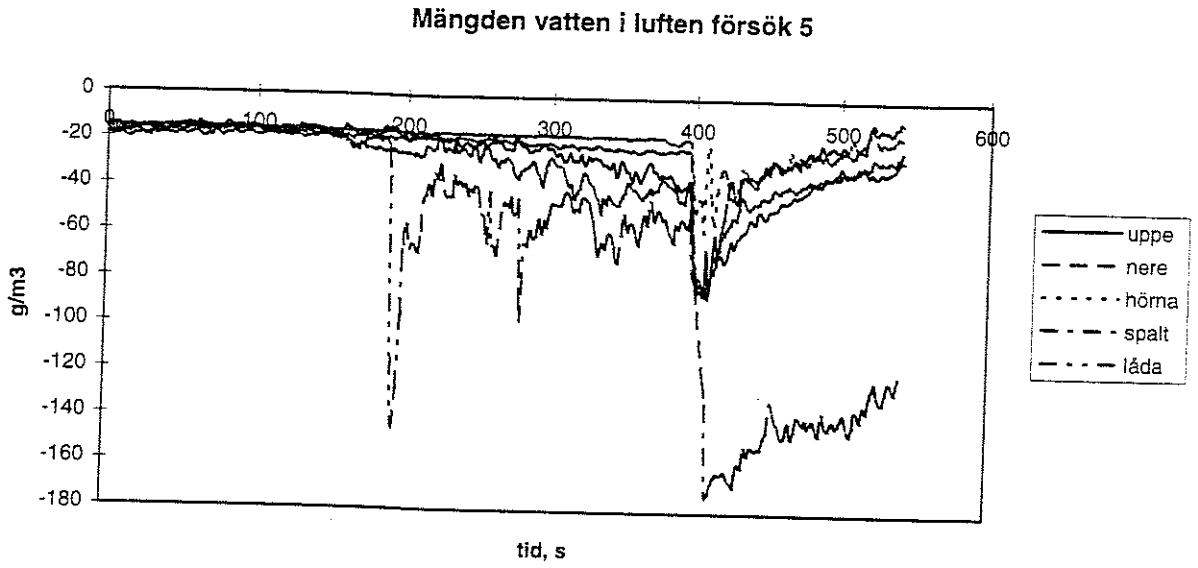
I figur 115 och 116 ses vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled repektive tvärsled. Mängden vatten i luften ses i figur 117, vi får som vanligt efter kompensation för ångfasen negativa vattennivåer. I figur 118 ges trycket i rummet. Figur 119 ger temperaturen ovan bränderna, vi ser där hur hörnbranden går ner men kommer igen efter 0.5 minuter, spalten och lådan minskar något men kommer igen genast. I figur 120 ses temperaturträdet. I figur 121 ges syrekoncentrationen i rummet. I tabell 10 ges tid till släckning. Hudtemperaturen på Gustav ses i figur 122, i detta försöket klarade han sig utan brännskador.



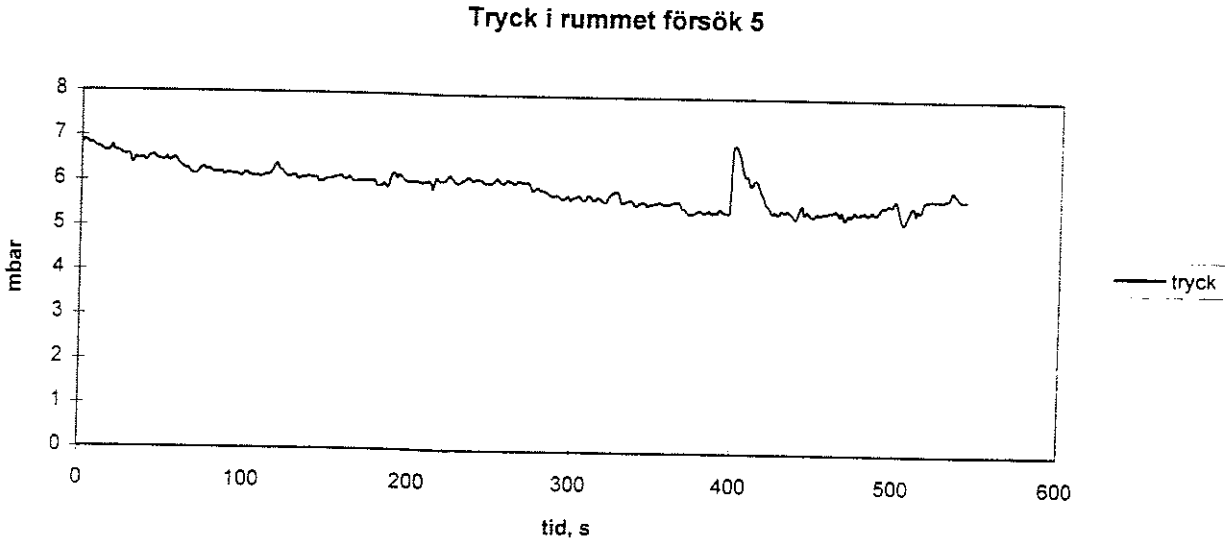
Figur 115. Vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled.



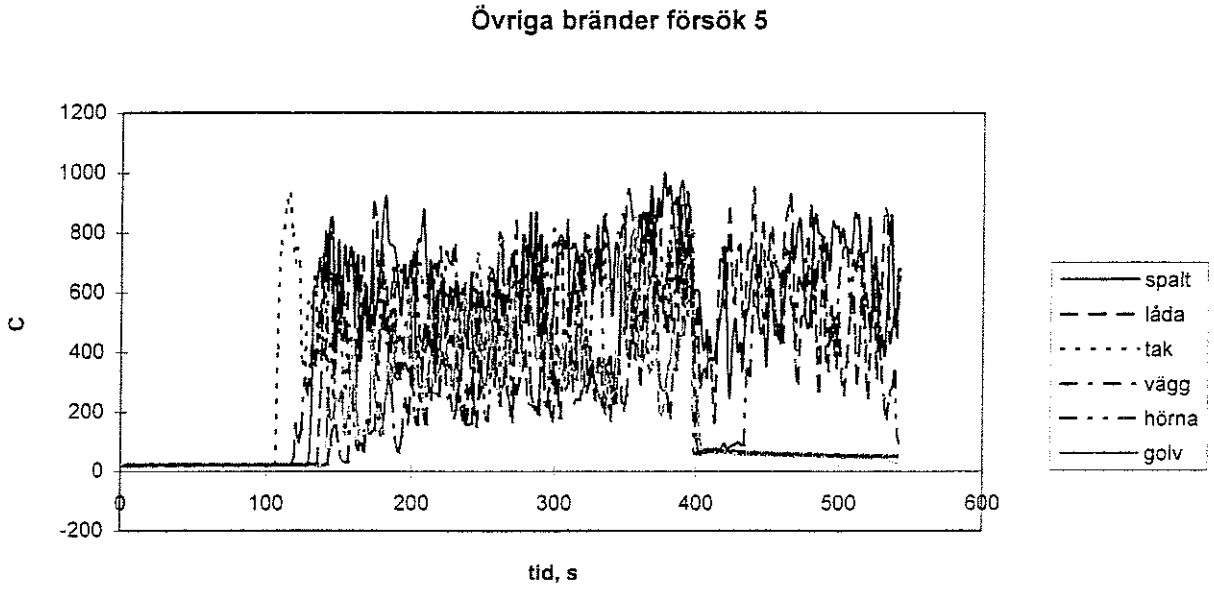
Figur 116. Vatten fördelningen 2 m ovan golv i tvärsled försök 5.



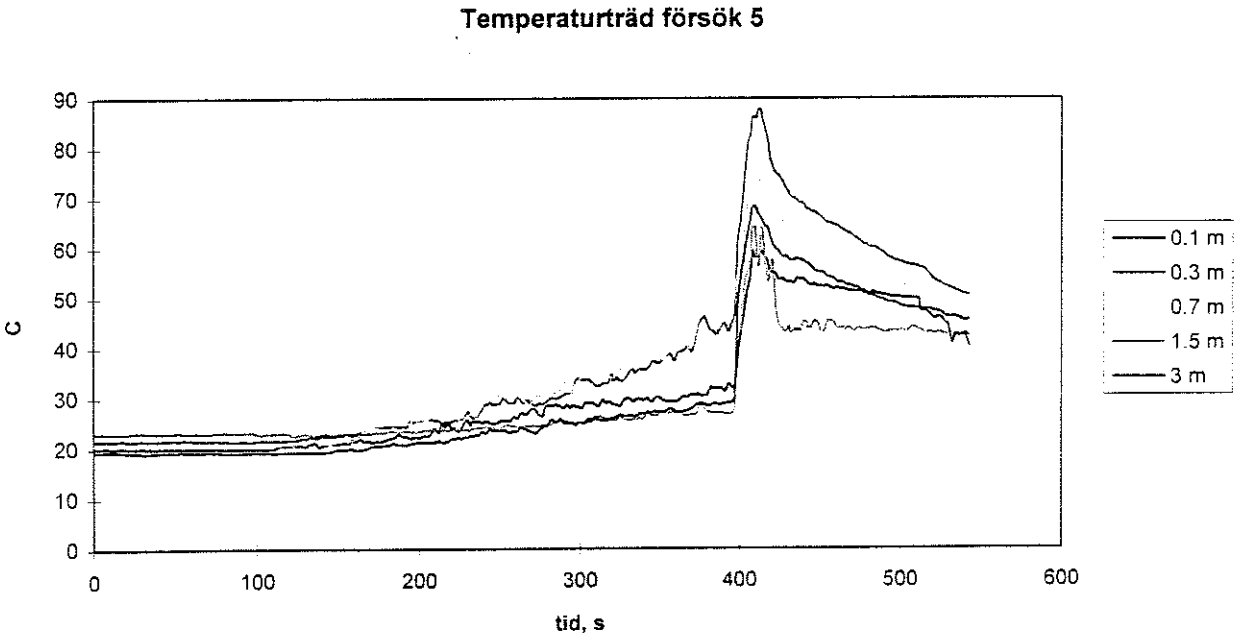
Figur 117. Vatten i luften försök 5.



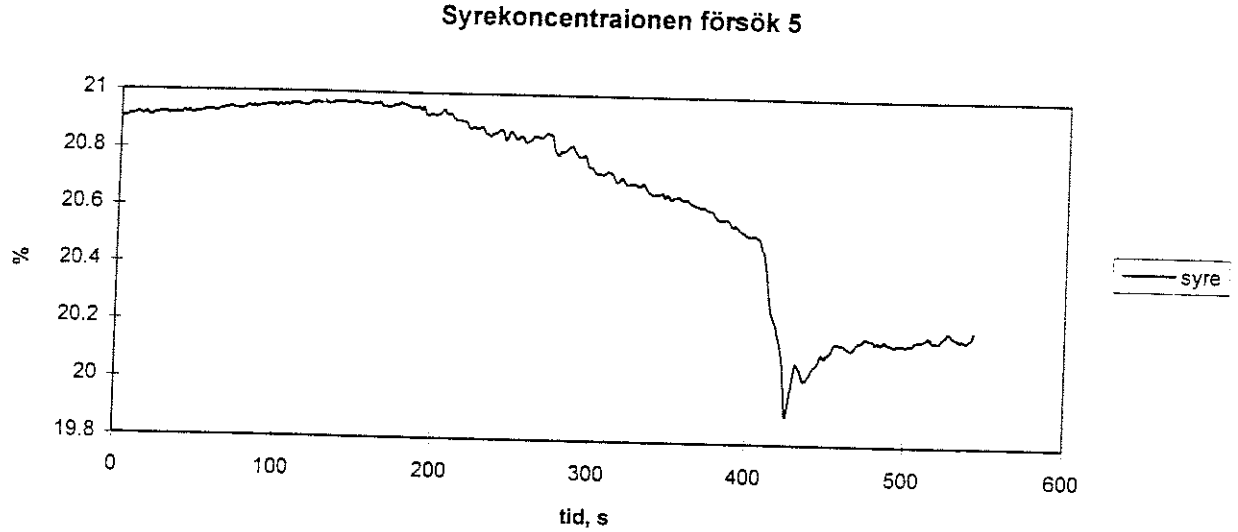
Figur 118. Tryck i rummet försök 5.



Figur 119. Temperaturen ovan bränderna försök 5.



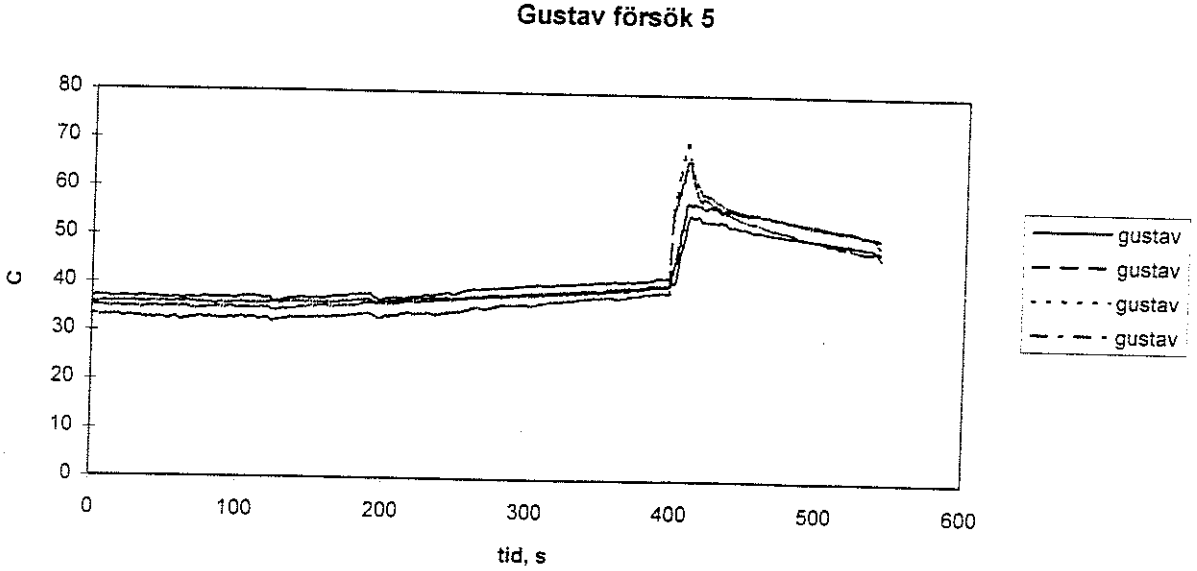
Figur 120. Temperaturträd försök 5.



Figur 121. Syrekoncentrationen i rummet försök 5.

Tabell 10, tid till släckning försök 5 överhettat vatten

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
spalt	släcktes ej
låda	släcktes ej
tak	< 10 s
vägg	< 10 s
hörna	släcktes ej
golv	< 10 s



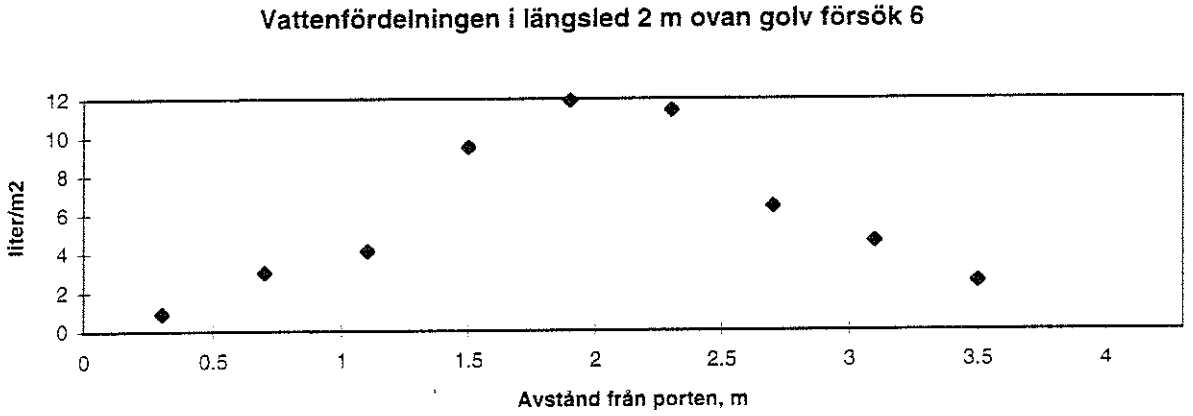
Figur 122. Hudtemperaturen på Gustav försök 5

Försök 6 överhettat vatten, scenario A utan Spraybrand

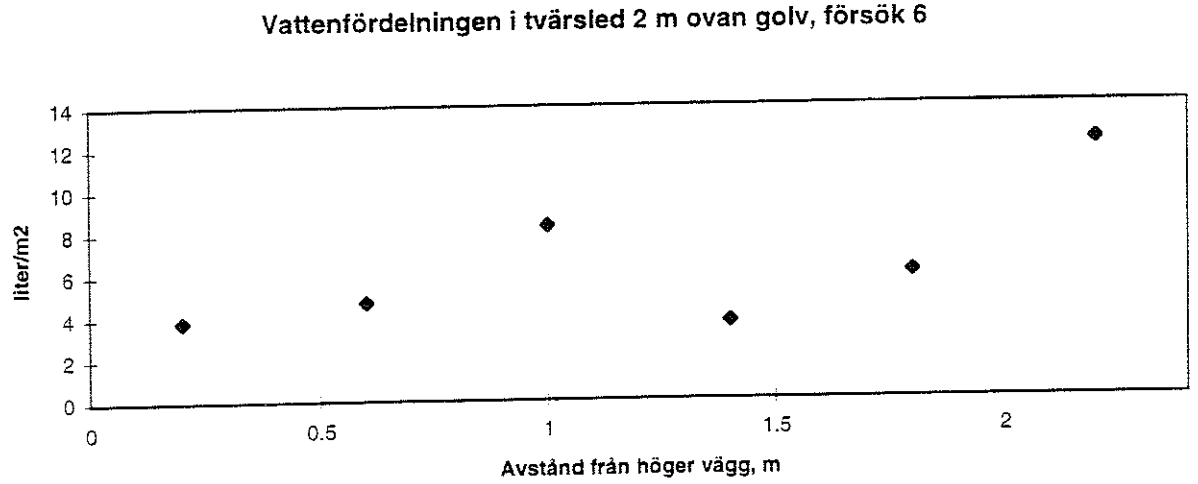
Bränder, 6 st heptanbål och kabelbrand.

Släckmedia, stora tanken (64 liter) där uppe med svampmunstycket med ånga i, lilla tanken (33 liter) där nere med irländskt pluggat munstycke, 130°C och 10 bar i båda.

Precis som för försök 5 ges här först vattenfördelningen i rummet samt trycket. Därefter ges temperaturen vid bränderna samt temperaturträdet. Sedan ges syrekoncentratioenen och tid till släckning. Sist ges hudtemperaturen på Gustav.

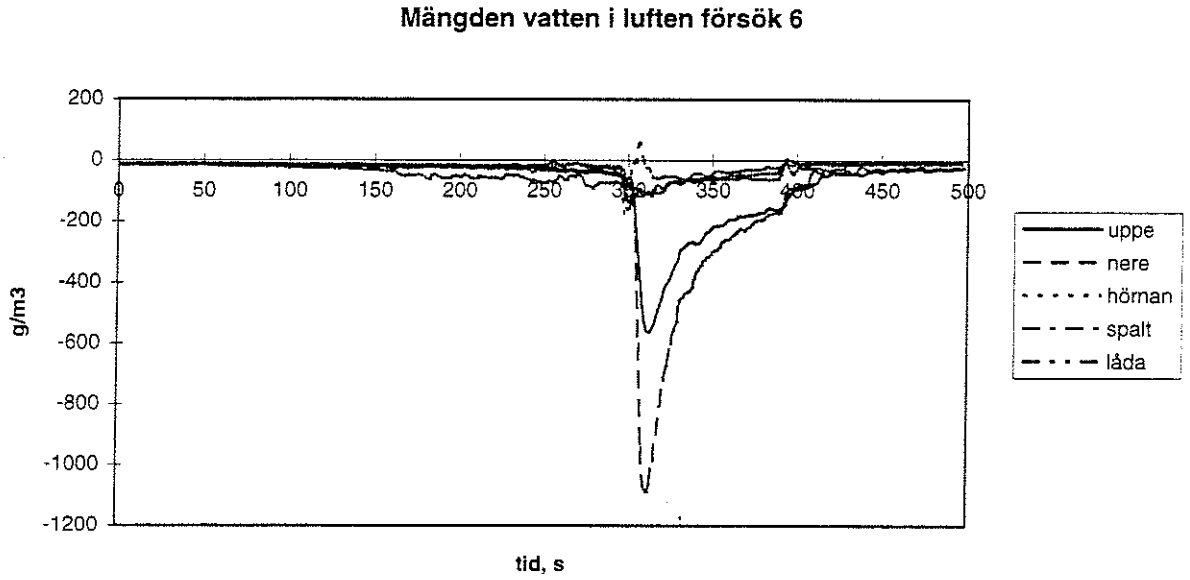


Figur 123. Vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled försök 6.

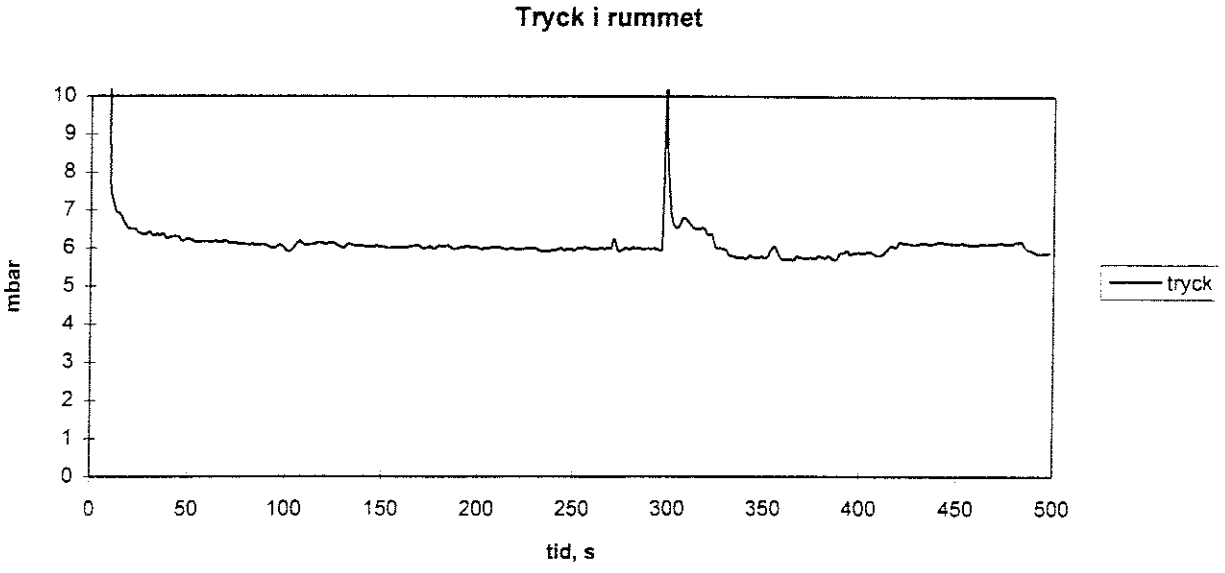


Figur 124. Vattenfördelningen 2 m ovan golv i tvärsled försök 6.

Ovan i figur 123 och 124 ses vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled respektive tvärsled. Vi ser att vi får en topp i längsled mitt i rummet och att i tvärsled får vi mest vatten närmast munstycket där uppe. Nedan i figur 125 ges vattenmängden i luften, efter ångfaskompensation får vi negativa vattennivåer. Trycket i rummet ses i figur 126, vi ser en tydlig spik vid utlösning av släcksystemet, men den är inte tillräckligt kraftig för att orsaka någon skada på ett normalt rum.

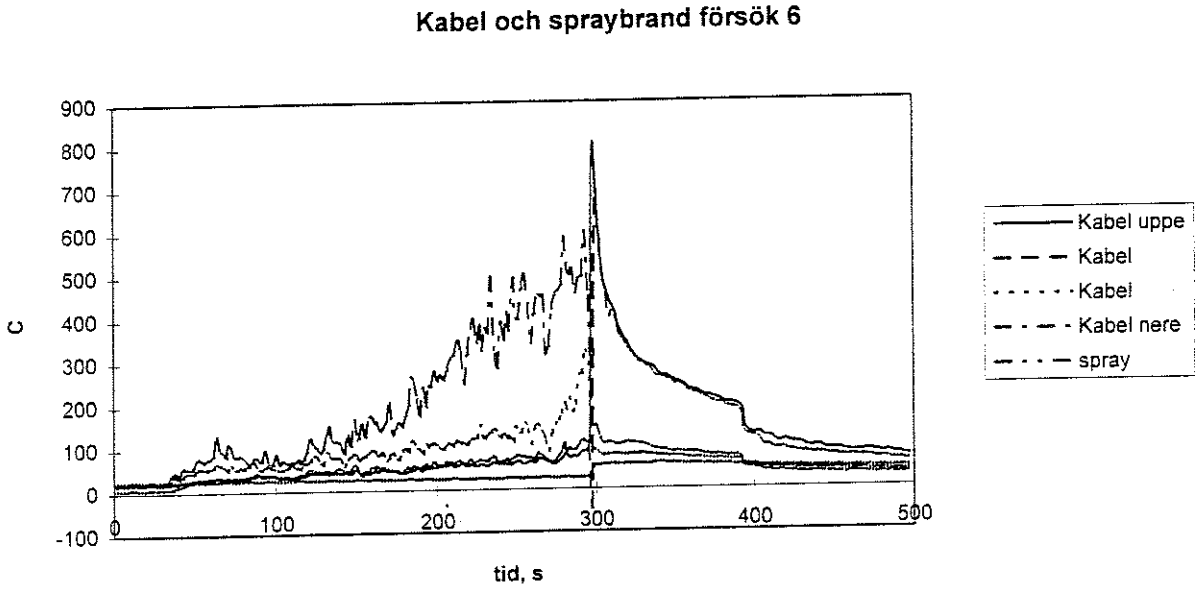


Figur 125. Vatten i luften försök 6.

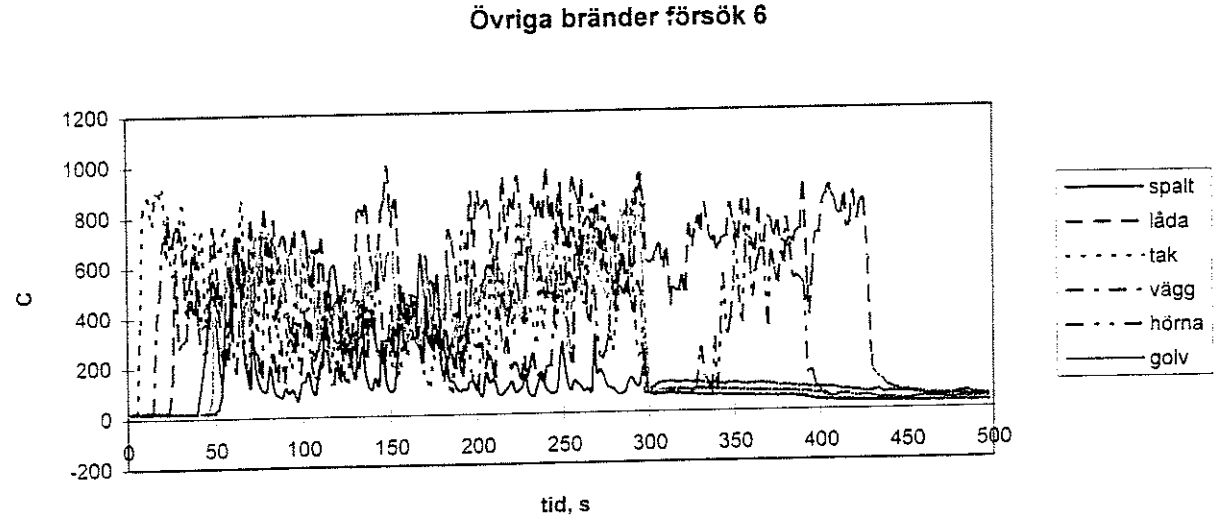


Figur 126. Tryck i rummet försök 6.

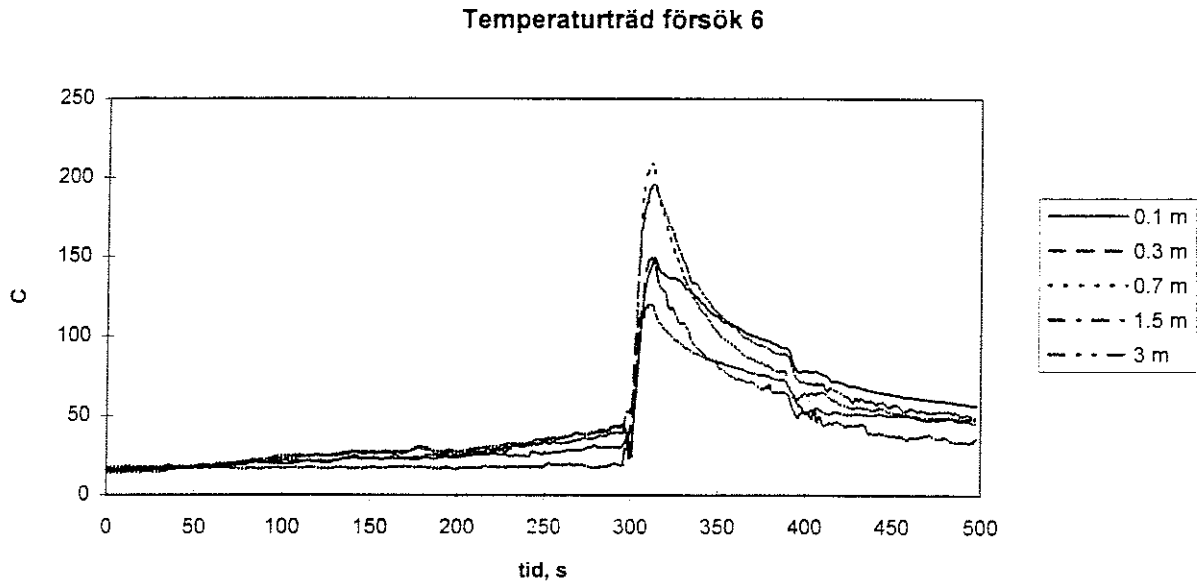
Figur 127 nedan ger temperaturen vid kabelbranden och figur 128 ger temperaturen ovan de andra bränderna. I figur 129 ses temperaturtrådet. Figur 130 ger syrekoncentrationen och tabell 11 tid till släckning. I figur 131 ser vi att Gustav är ganska illa däran. Gustav sitter 2.5 m ovan golv längs väggen närmast munstycket vid stora tanken, 0.85, 1.9, 3.1 respektive 3.8 m från kortsidan med munstycket, vilket ger ett avstånd från munstycket på ca 1 m, 1.8 m, 2.9 m respektive 3.6 m.



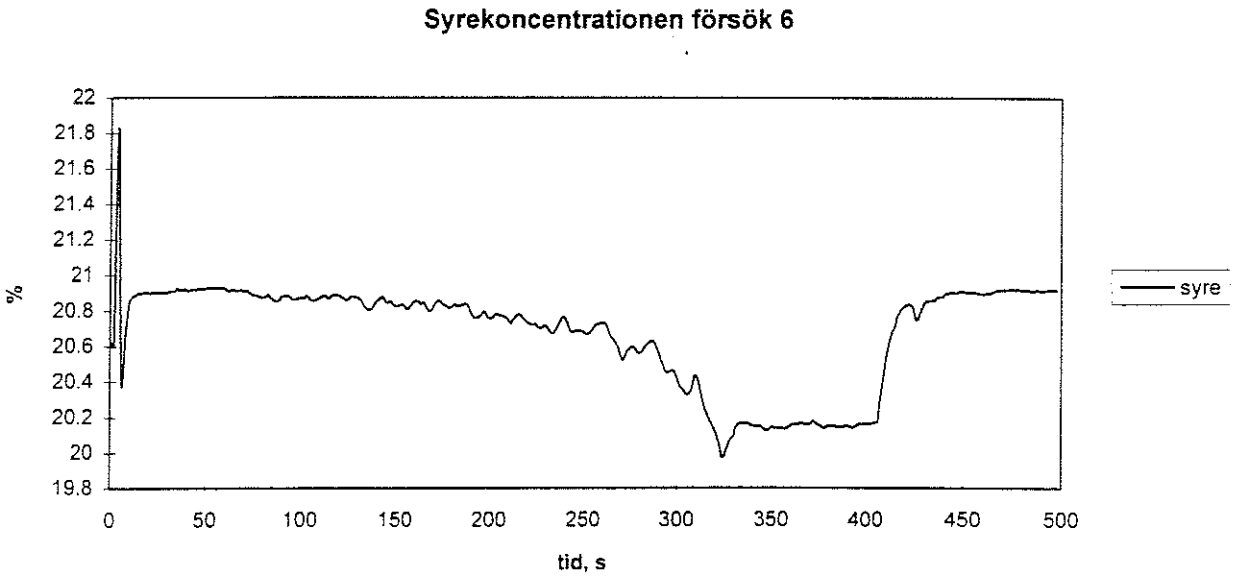
Figur 127. Kabelbranden försök 6.



Figur 128. Övriga bränder försök 6.



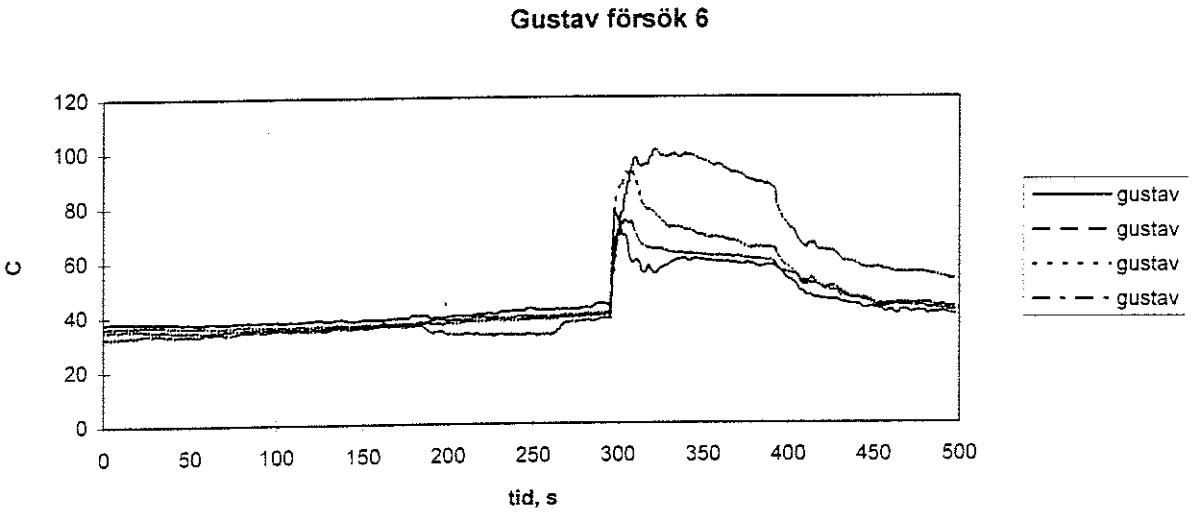
Figur 129. Temperaturträd försök 6.



Figur 130. Syrekoncentrationen i rummet försök 6.

Tabell 11, tid till släckning försök 6 överhettat vatten

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
kabel	< 10 s
spalt	< 10 s
låda	släcktes ej
tak	< 10 s
vägg	< 10 s
hörna	släcktes ej
golv	< 10 s



Figur 134. Hudtemperaturen på Gustav försök 6.

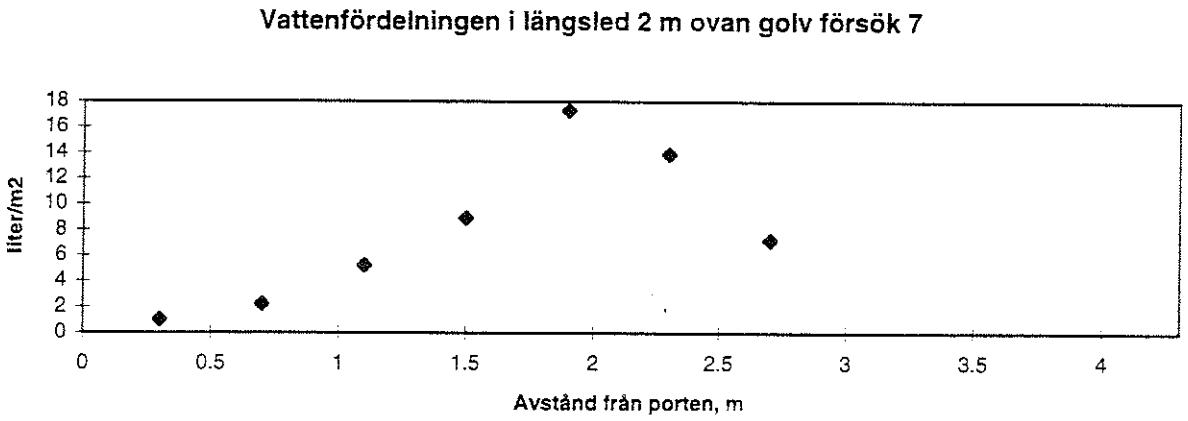
Försök 7 överhettat vatten, scenario A utan kabelbrand

Bränder, 6 st heptan bål och spraybrand.

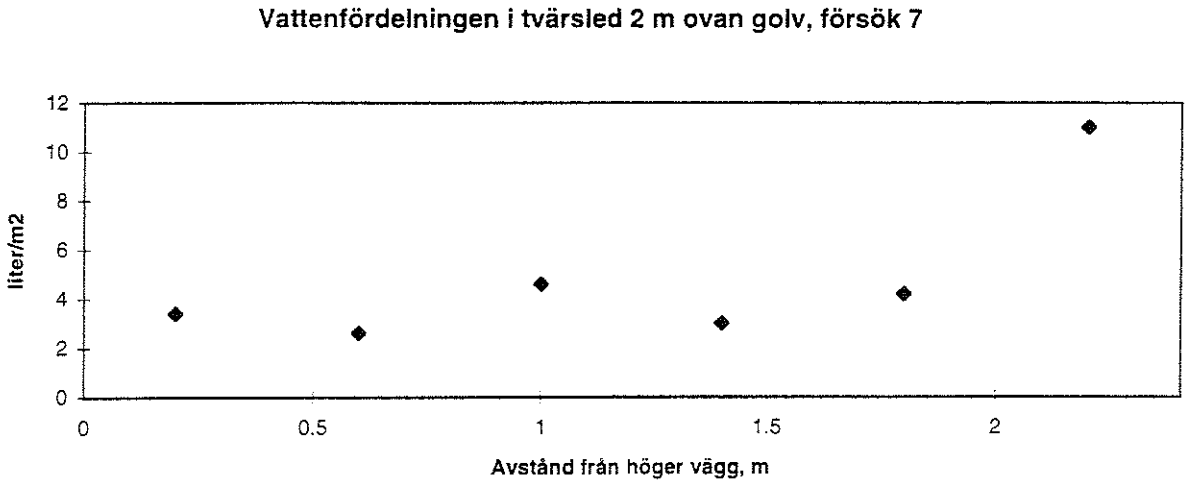
Släckmedia, stora tanken (64 liter) där uppe med svampmunstycke med ånga, lilla tanken (33 liter) där nere med irländska munstycket med 20 mm hål, 135°C, 10 bar.

Precis som för försök 5 och 6 presenteras nedan vattenfördelningen följd av tryck i rummet, temperaturer, syrekoncentration, tid till släckning och Gustav.

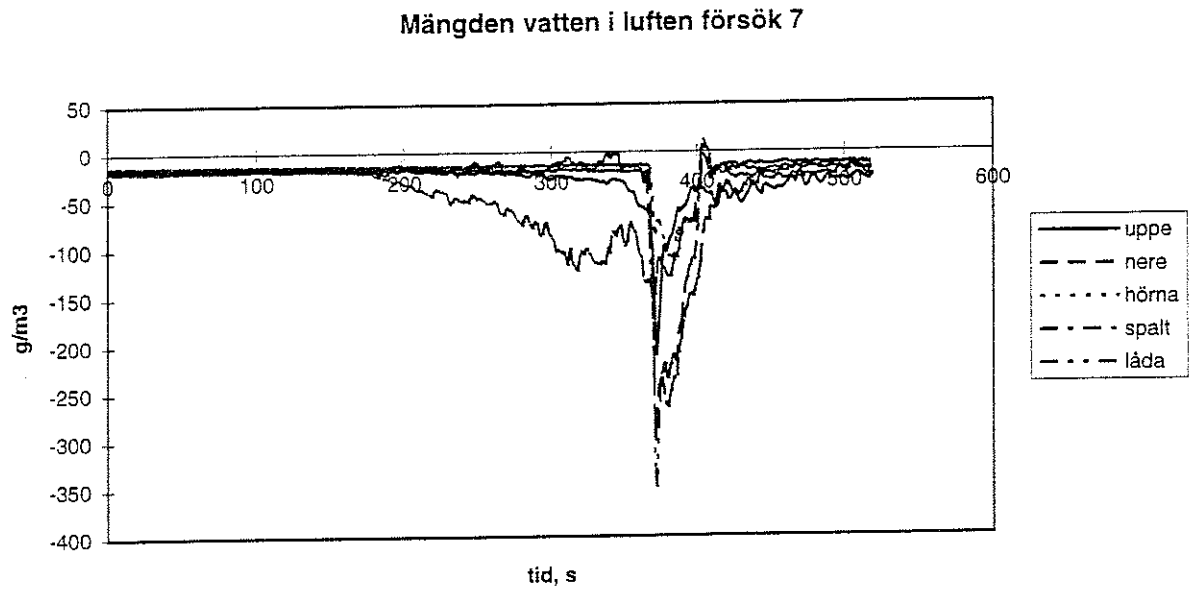
Vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled respektive tvärsled ges i figur 135 respektive 136 nedan. Vi får liksom i försök 6 en topp i mitten i längsled och i tvärsled en topp närmast munstycket däruppe. Vattenmängden i luften ses i figur 137, liksom i övriga försök får vi negativa vattennivåer efter ångfaskompensationen. I figur 138 ses trycket i rummet, även i detta försöket får vi en tydlig men liten tryckpik. Temperaturen vid spraybranden ses i figur 139 och de övriga brändema i figur 140. I figur 141 ges temperaturträdet. Syrekoncentrationen ges i figur 142. Tid till släckning ges i tabell 12. Även i detta försök är Gustav ordentligt illa ute som ses i figur 143.



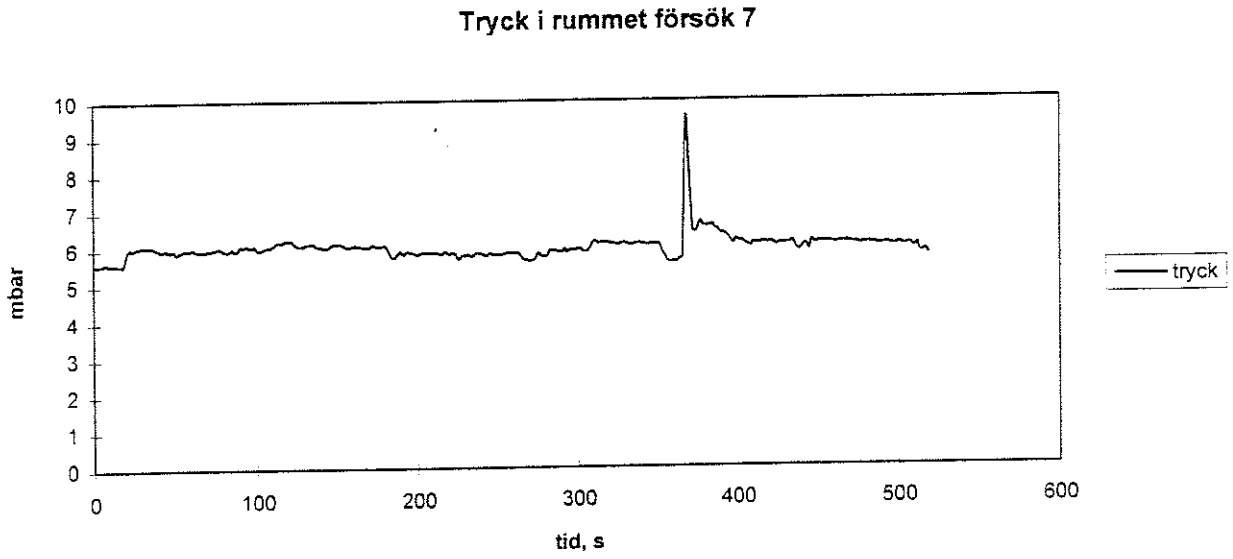
Figur 135. Vattenfördelningen i längsled 2 m ovan golv försök 7.



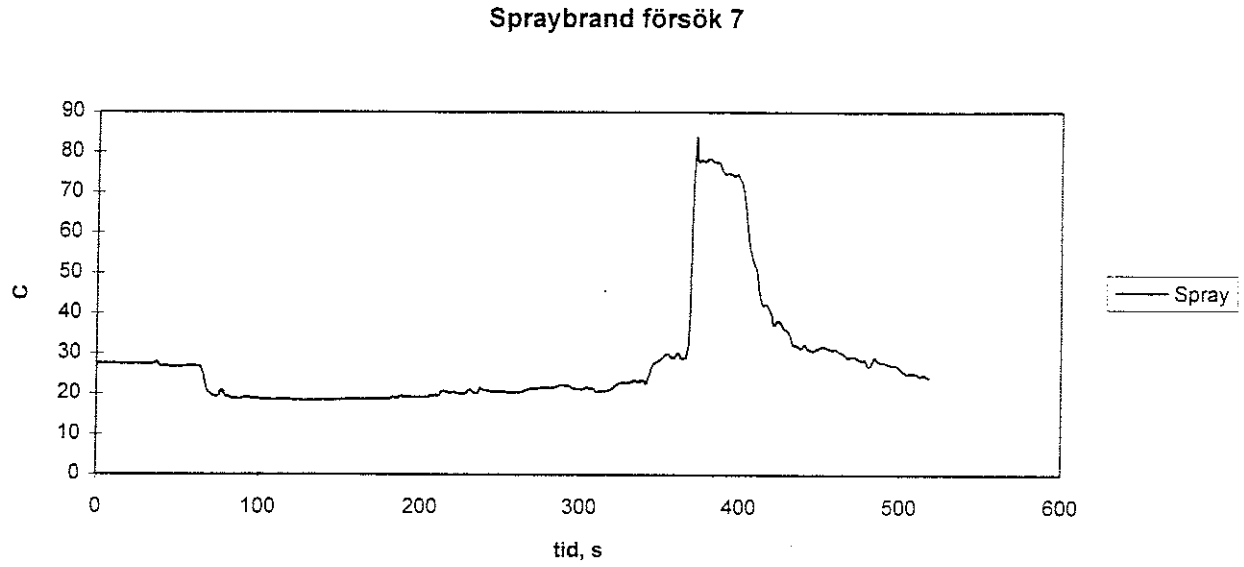
Figur 136. Vattenfördelningen i tvärsled 2 m ovan golv försök 7.



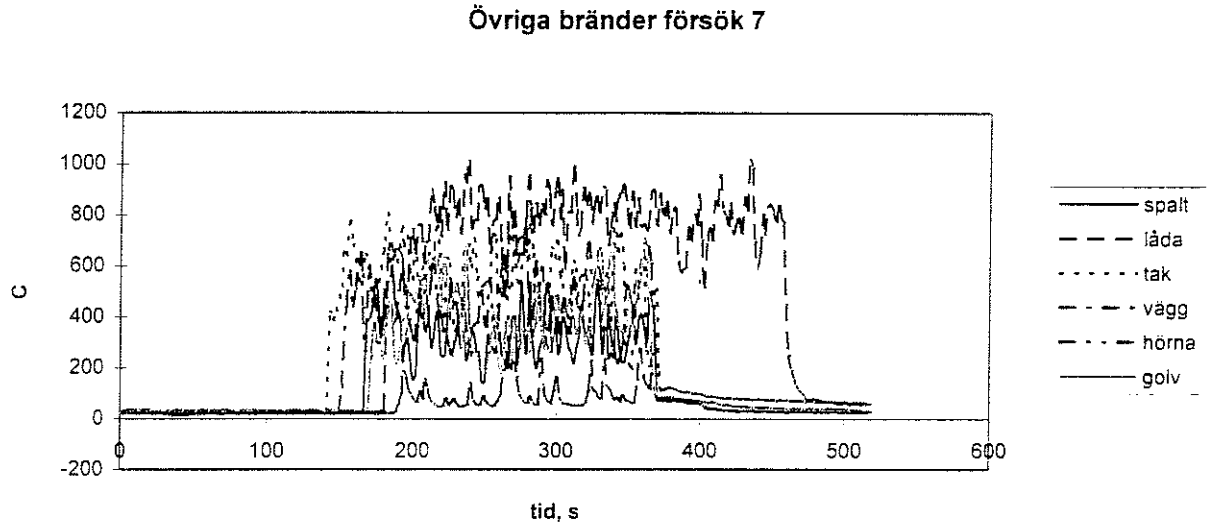
Figur 137. Vattenmängden i luften försök 7.



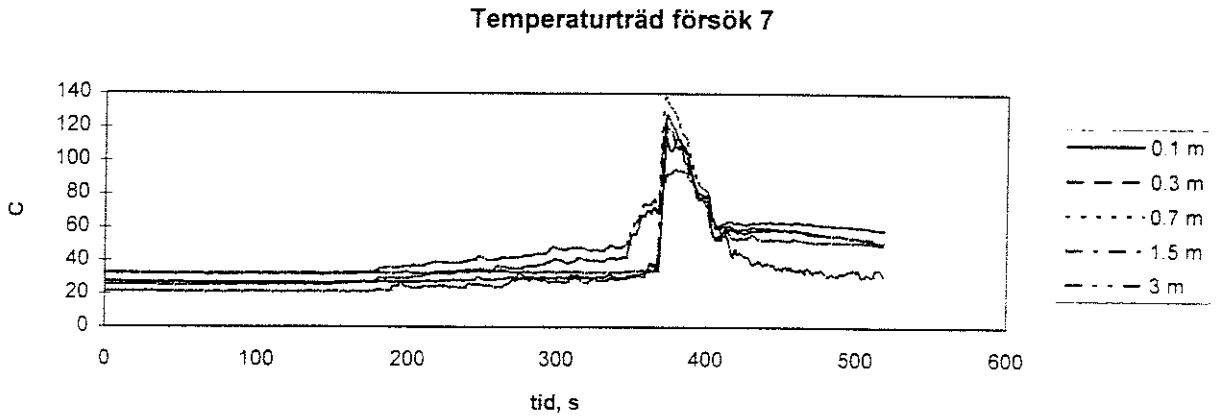
Figur 138. Trycket i rummet försök 7.



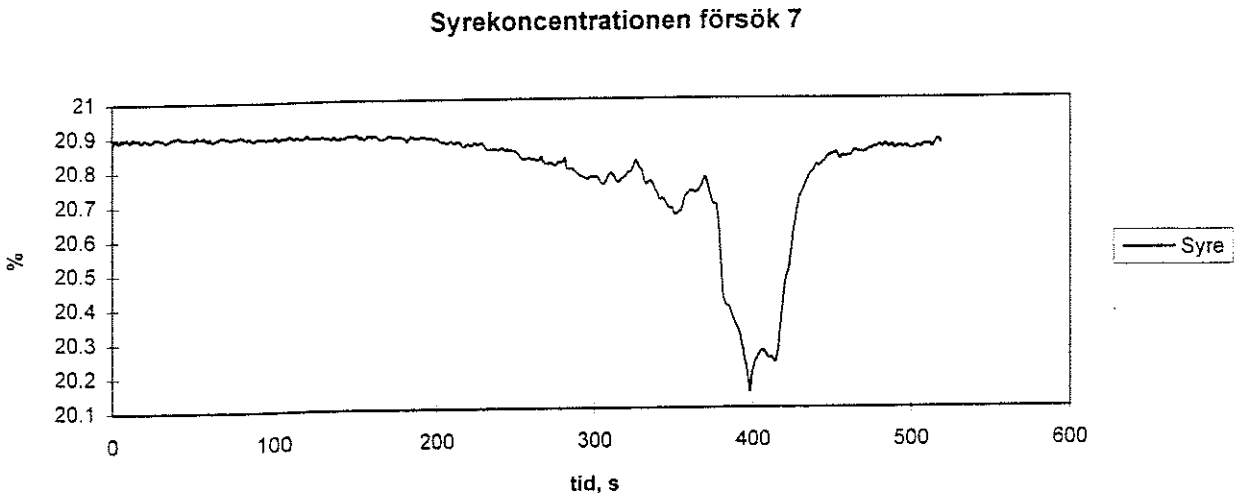
Figur 139. Spraybranden försök 7.



Figur 140. Övriga bränder försök 7.



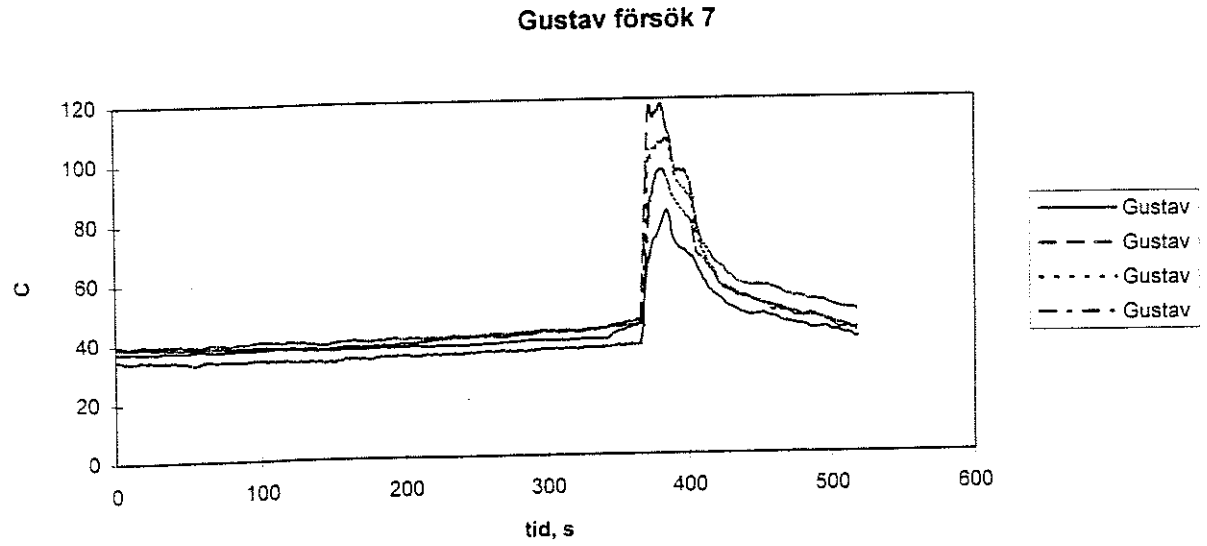
Figur 141. Temperaturträdet försök 7.



Figur 142. Syrekoncentrationen i rummet försök 7.

Tabell 12, tid till släckning försök 7 överhettat vatten

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
spray	< 10 s
spalt	< 10 s
låda	släcktes ej
tak	< 10 s
vägg	< 10 s
hörna	< 10 s
golv	< 10 s



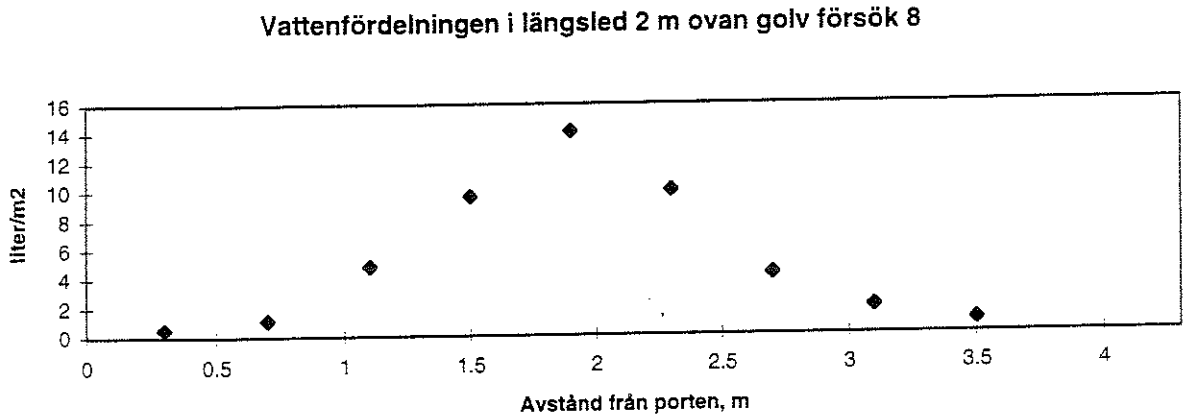
Figur 143. Hudtemperaturen på Gustav försök 7.

Försök 8 Överhettat vatten, scenario C

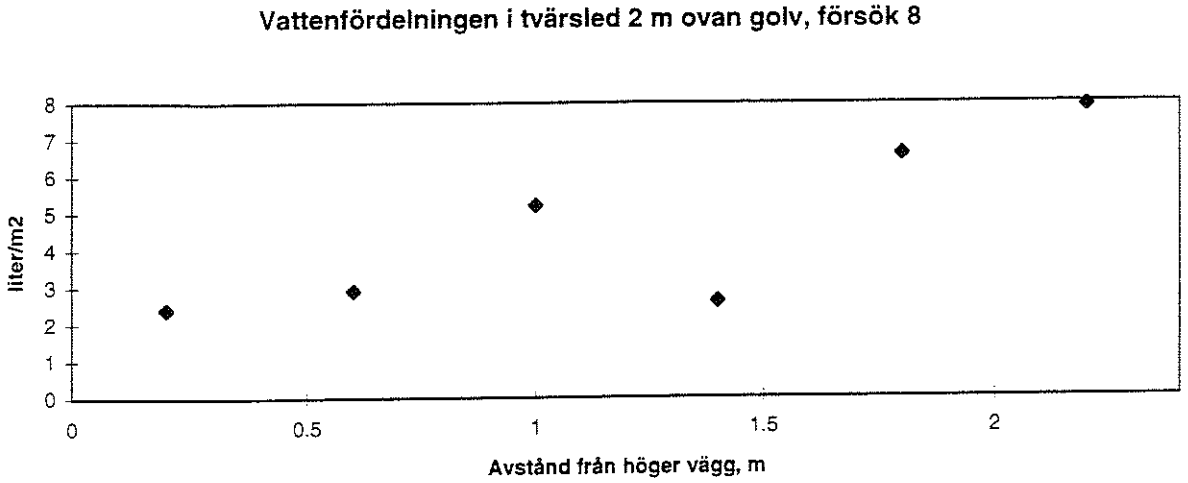
Bränder, 6 st metanolbål.

Släckmedia, stora tanken (64 liter) där uppe med svampmunstycke med ånga, nere lilla tanken (33 liter) med irländskt munstycke med 20 mm hål, 129°C, 10 bar

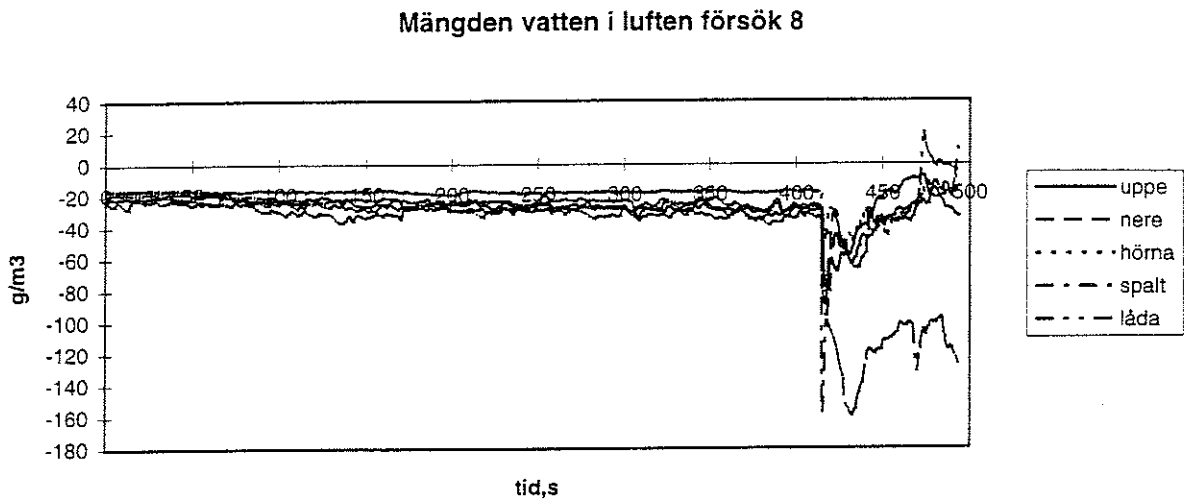
Nedan ges på samma sätt som tidigare resultaten av försöket i tur och ordning. I figur 144 ses vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled, tvärsled ges i figur 145. Vi får även i detta försök en topp nära övre munstycket mitt i rummet. Mängden vatten i luften ses i figur 146, som vanligt blir vattennivåerna negativa när ångfasen har räknats bort. Trycket i rummet ses i figur 147 med en tydlig men liten tryckspik.



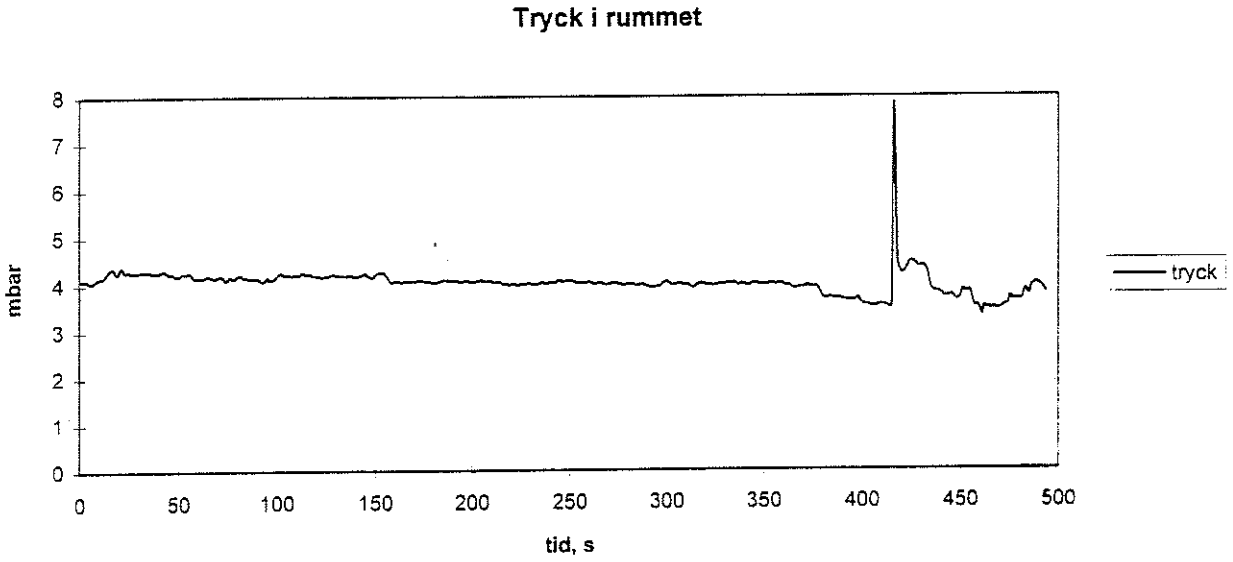
Figur 144. Vattenfördelningen i längsled 2 m ovan golv försök 8.



Figur 145. Vattenfördelningen i tvärsled 2 m ovan golv försök 8.

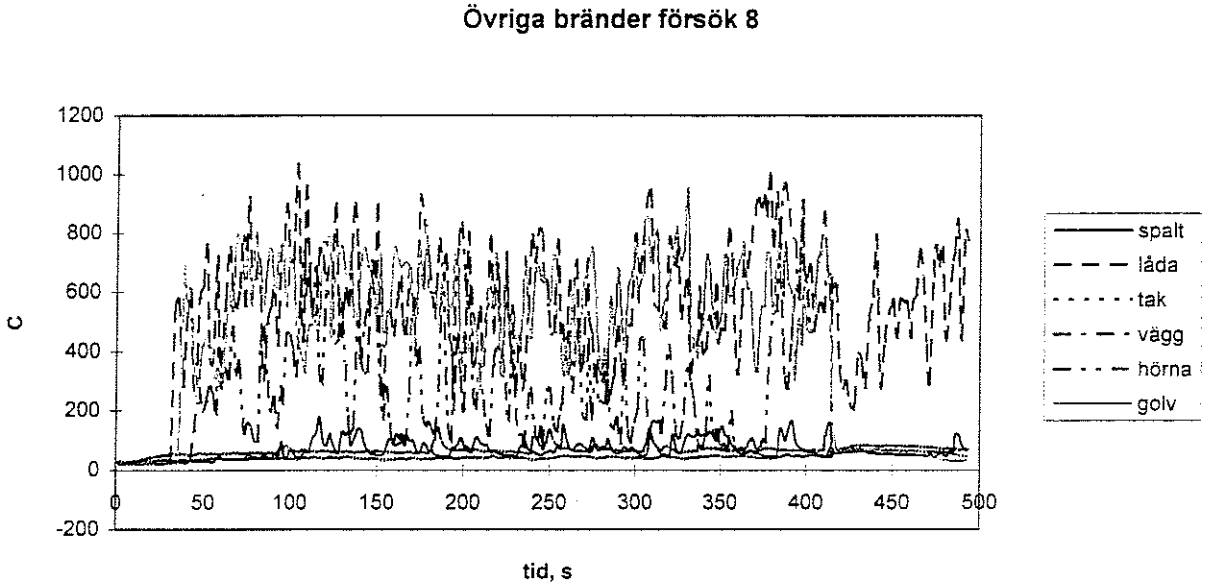


Figur 146. Mängden vatten i luften försök 8.

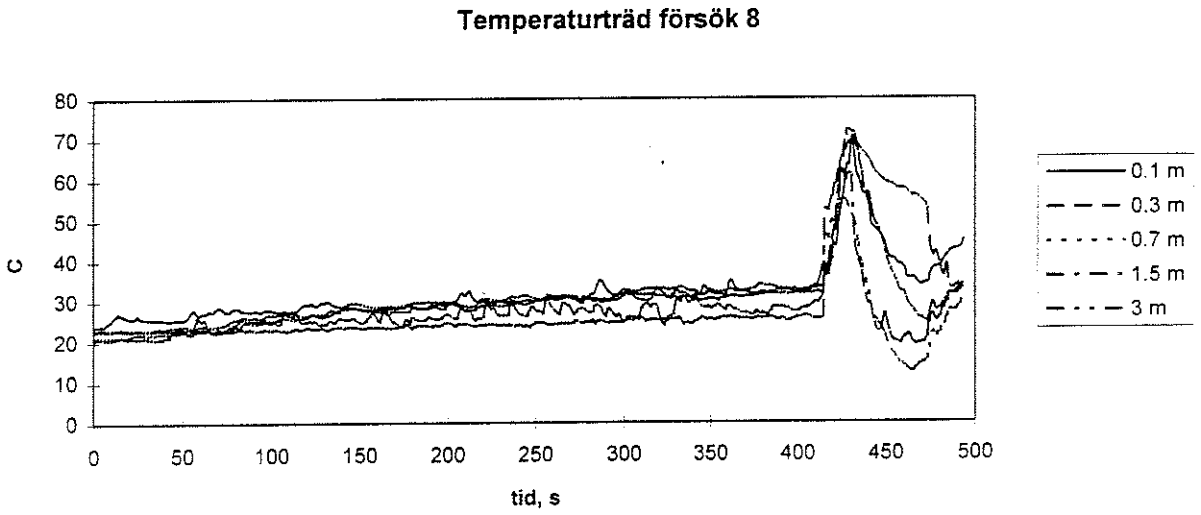


Figur 147. Tryck i rummet försök 8.

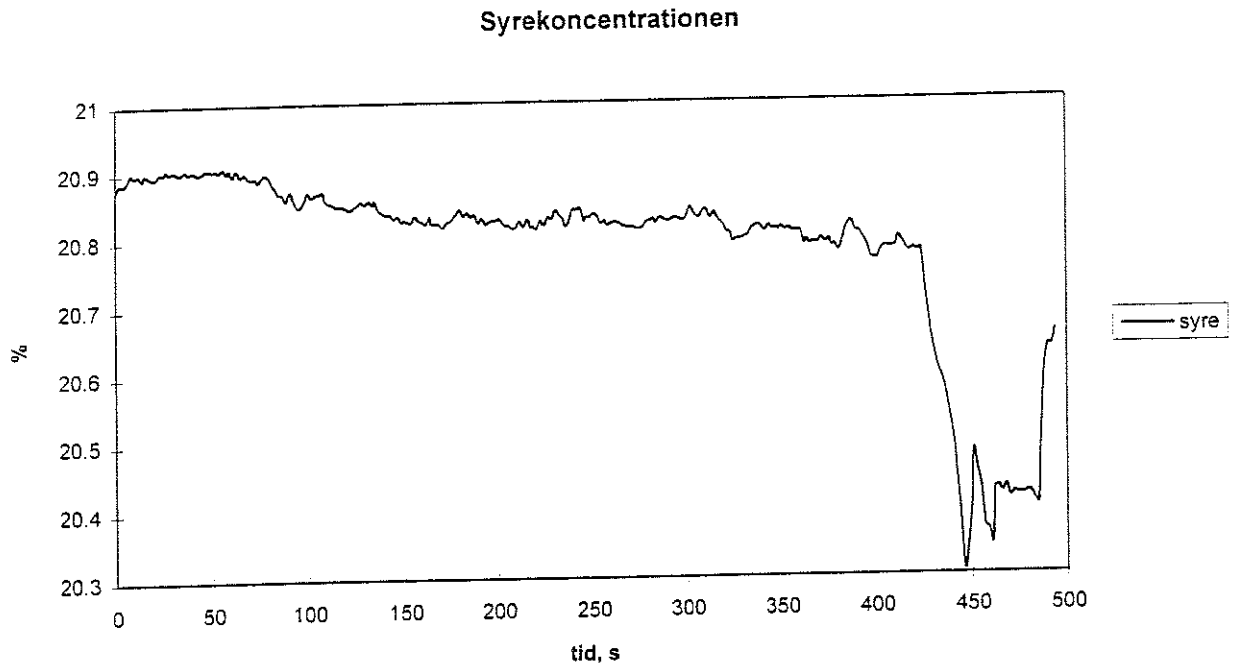
I figur 148 ser vi temperaturen vid bränderna, att branden i lådan inte släcktes ses tydligt, branden i spalten tycks ha gått ner men tar sig i en liten topp precis på slutet. Att takbranden inte släcktes framgår ej av figuren, för den och väggbranden tycks termoelementen kommit fel så de ser aldrig ut att brinna. I figur 149 ges temperaturträdet och syrekoncentrationen i figur 150. Tid till släckning ges i tabell 13. I figur 151 ges hudtemperaturen på Gustav, han klarade sig bättre i detta försöket.



Figur 148. Temperaturen ovan metanolbålen försök 8.



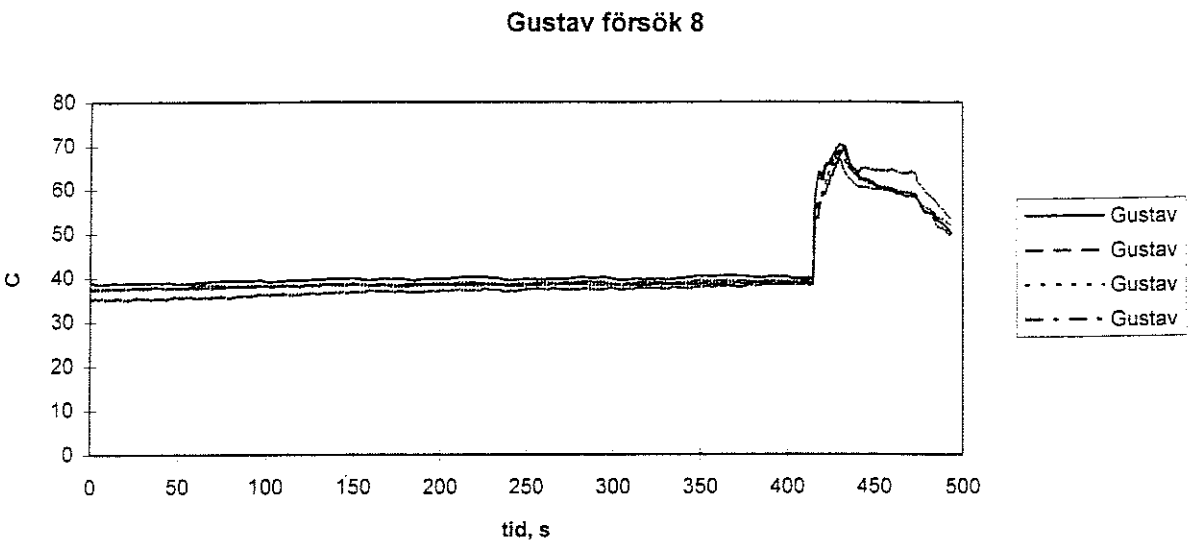
Figur 149. Temperaturträdet försök 8.



Figur 150. Syrekoncentrationen i rummet försök 8.

Tabell 13, tid till släckning försök 8 överhettat vatten

Brand	.Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
spalt	släcktes ej
låda	släcktes ej
tak	släcktes ej
vägg	< 10 s
hörna	< 10 s
golv	< 10 s



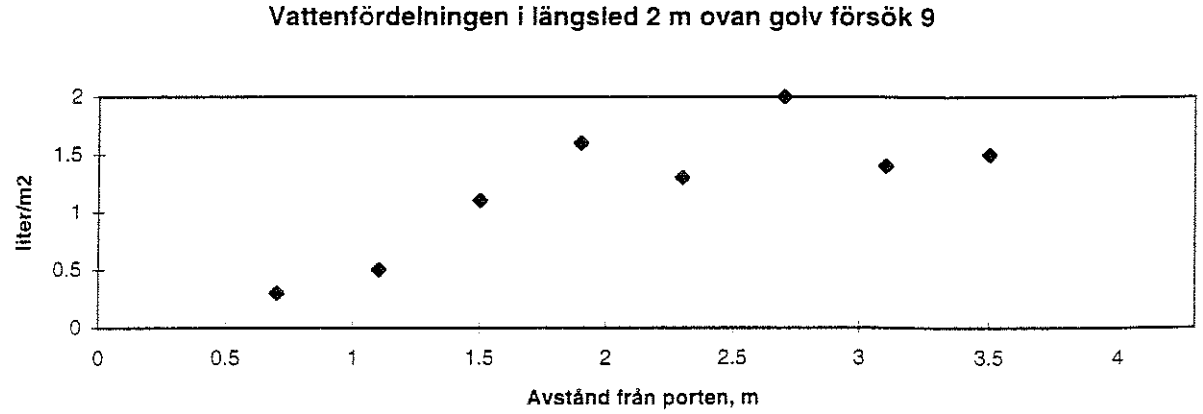
Figur 151. Hudtemperaturen på Gustav försök 8.

Försök 9 överhettat vatten, scenario A utan kabel och spraybrand

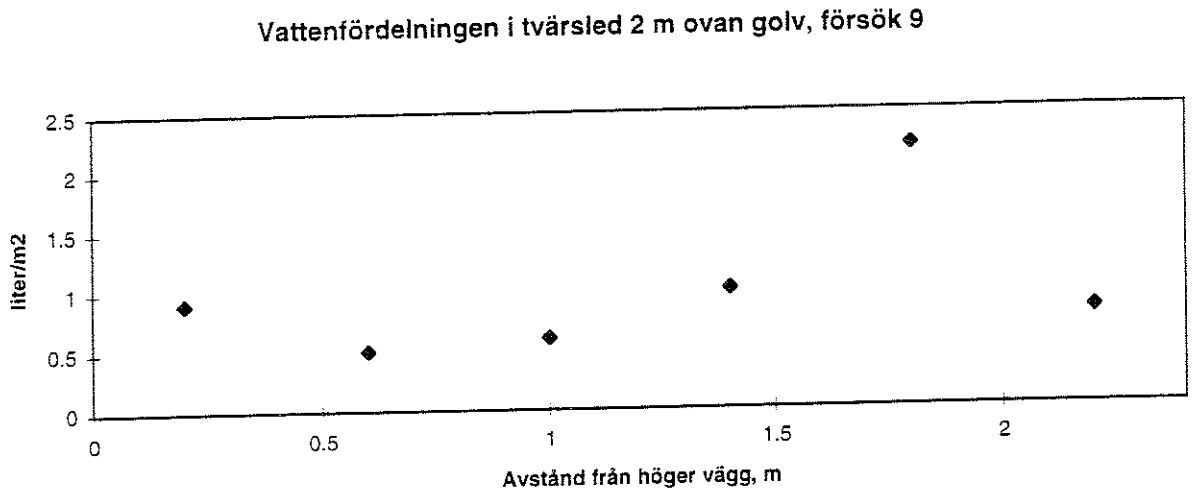
Bränder, 6 st heptanbål.

Släckmedia, stora tanken (64 liter), 140°C, 10 bar, grisaknorrar.

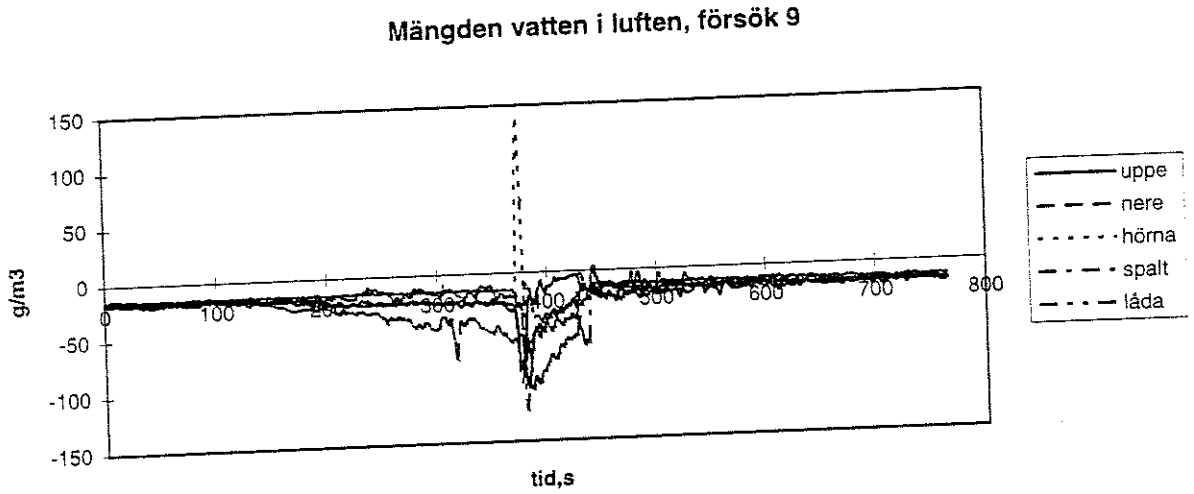
Vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled respektive tvärsled ses i figur 152 respektive 153. I längsled får vi mest vatten nära munstyckena, i tvärsled är också fördelningen ojämn. I figur 154 ser vi att vattennivåerna efter att ångfasen dragits bort blir negativa. I figur 155 ses trycket i rummet med en tydlig men liten tryckspik.



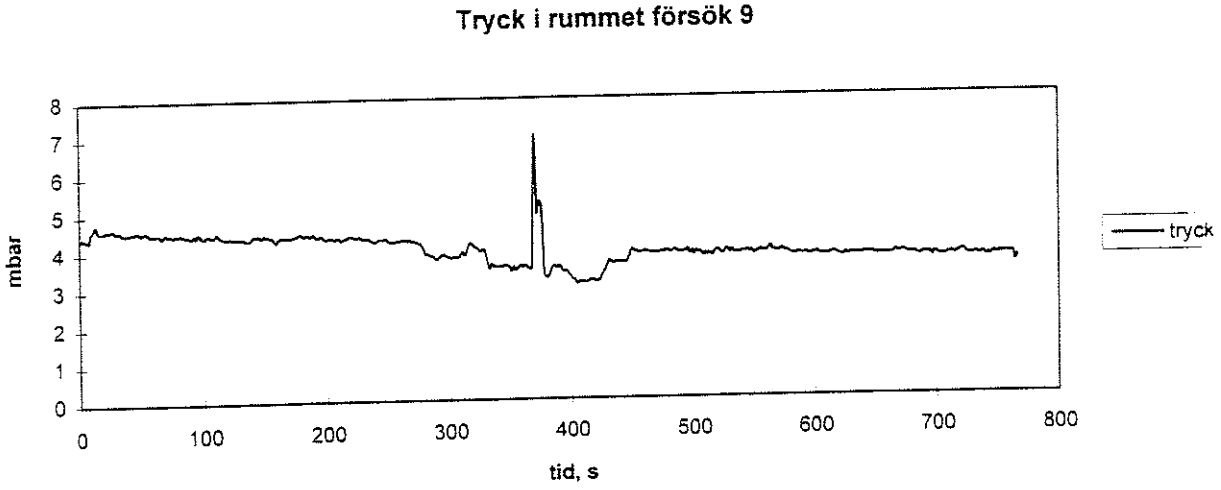
Figur 152. Vattenfördelningen 2 m ovan golv i längsled försök 9.



Figur 153. Vattenfördelningen 2 m ovan golv i tvärsled försök 9.

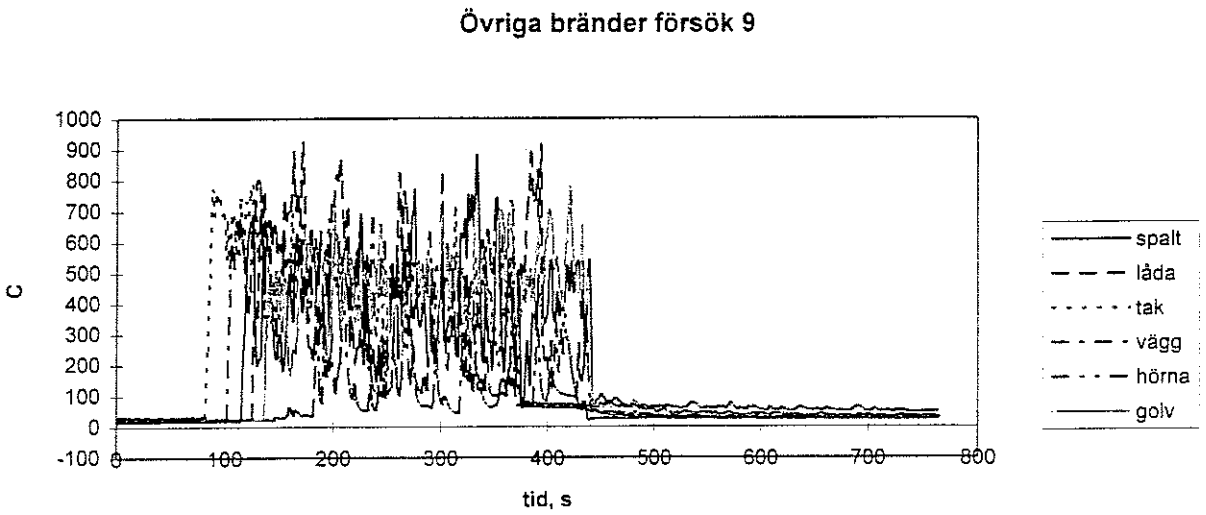


Figur 154. Mängden vatten i luften försök 9.

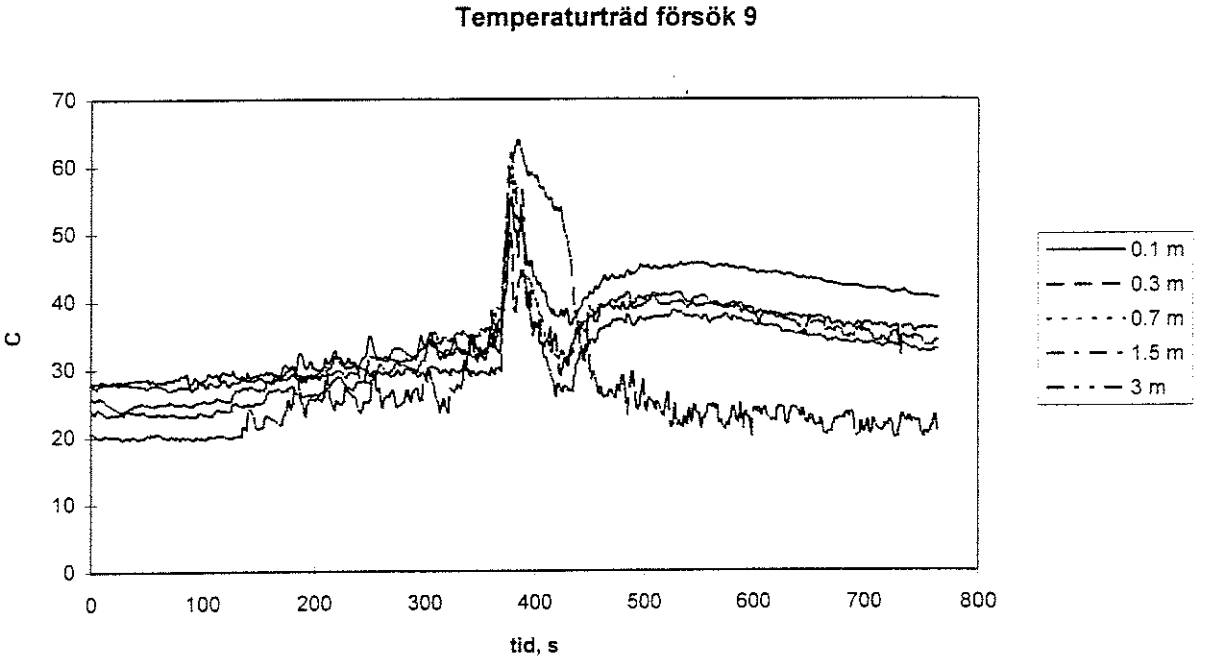


Figur 155. Trycket i rummet försök 9.

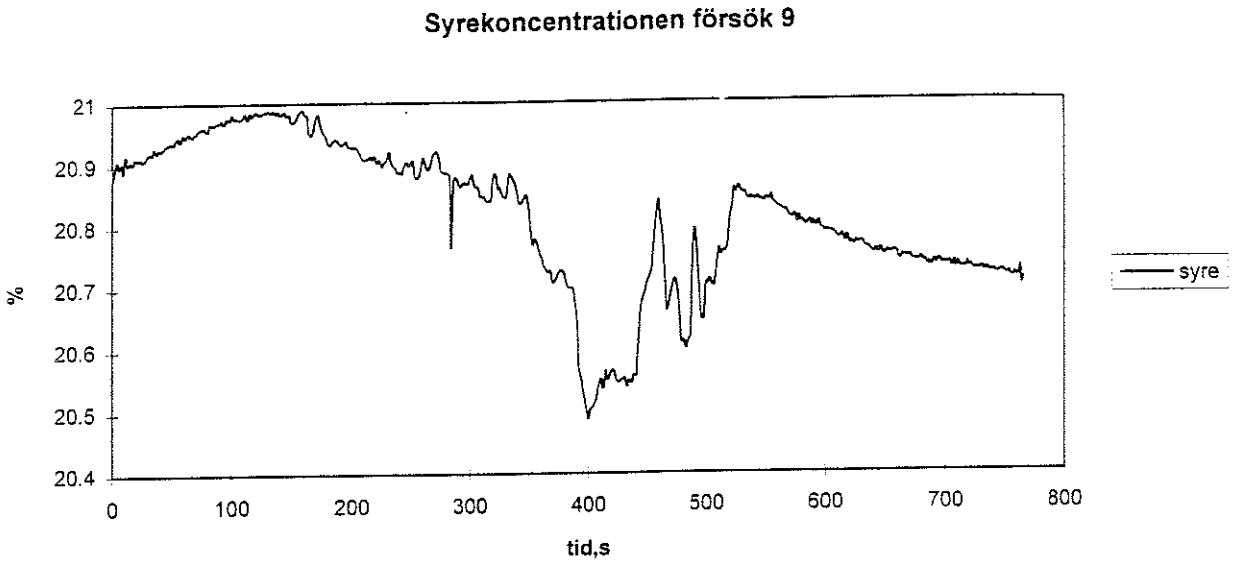
I figur 156 ses temperaturen ovan bränderna. I figur 157 ses temperaturträdet. Syrekoncentrationen i rummet ges i figur 158. Tid till släckning ges i tabell 14. Gustav klarade sig ganska bra i detta försöket, hudtemperaturen ses i figur 159.



Figur 156. Temperaturen ovan bränderna försök 9.



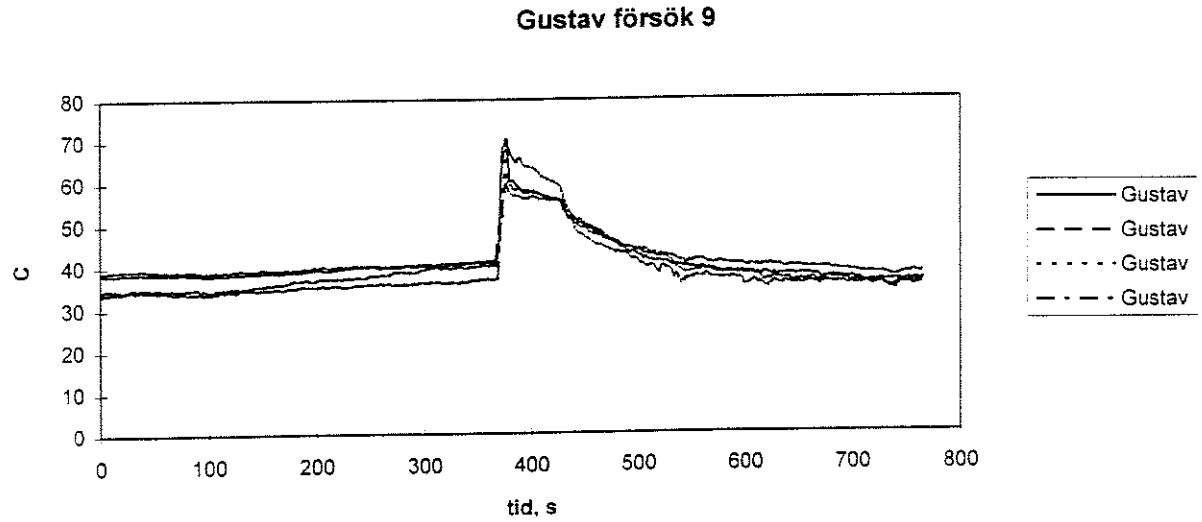
Figur 157. Temperaturträd försök 9.



Figur 158. Syrekoncentrationen försök 9.

Tabell 14, tid till släckning försök 9 överhettat vatten

Brand	Tid efter start av släckmedelspåföring till släckning
spalt	släcktes ej
låda	släcktes ej
tak	< 10 s
vägg	< 10 s
hörna	släcktes ej
golv	släcktes ej



Figur 163. Hudtemperaturen på Gustav försök 9.

Kommentarer

Systemet med överhettat vatten producerade genomgående för mycket ånga och för lite vattendroppar. Vattenmätarna visade ganska höga vattenmängder men efter att ångfasen hade räknats bort fick vi negativa vattennivåer, dvs vi hade inga små vattendroppar kvar svävande i luften. Systemet har på grund av den höga ångandelen problem med att människor i rummet får brännskador. Släcksystemet har problem med att släcka dolda bränder. De bränder som släcks, släcks genast, resten av bränderna är tämligen opåverkade av släcksystemet.

Diskussion

Alla släcksystem producerade för lite vatten i rätt droppstorleksområde. De droppar som kan användas för total flooding ska vara < 15µm för att kunna följa de brandinducerade flödena i rummet. Droppar i detta storleksområde förångas nästan genast och man får i rummet 100 % relativ luftfuktighet, resten av dropparna bidrar till släckning genom sitt förångningsvärme och värmekapacitivitet. För inertering krävs det ca 150 g vatten i vätskefas / m^3 luft, är vattnet i ångfas krävs det ungefär det dubbla. Droppar >15µm i diameter kommer att fastna på väggar, golv etc.
De bränder som släcktes vid försöken släcktes på grund av direktträff från sprayen.
Det var aldrig några problem med tryckuppbyggnad i rummet.
Systemet med överhettat vatten hade problem med att människor kommer att få brännskador när släcksystemet utlöses.