

Släckvattenflödesmätning i Ågesta brandövningshus

Anders Palm

Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5064, Lund 2000

Släckvattenflödesmätning i Ågesta brandövningshus

Anders Palm

Lund 2000

Släckvattenflödesmätning i Ågesta brandövningshus
Waterflowmeasuring in Ågesta firetraininghouse
Anders Palm

Report 5064

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5064--SE

Number of pages: 55

Illustrations: Anders Palm

Författaren svarar för innehållet i rapporten.

Keywords

Waterflow measurement device, firetraining house, temperature.

Nyckelord

Vattenflödesmätning, brandövningshus, temperaturmätning.

Abstract

A waterflow measurement device has been developed with which it will be possible to simultaneously study both amount of water applied and its effect temperature, during firefighting in an firetraining house. Major part of the applied water is used to cool the surface of the non-flaming fuel. Short showers with the nozzle does not seem to be as effective as the longer showers, regarding both time to extinguishment, and total water applied. With a compact nozzle-spray that does not target the flaming fuel, the applied water will not be used in an effective way. The result of this is that the firefighter will be exposed to an excess of steam originating from hot surfaces and pools of water on the floor.

© Copyright: Anders Palm och Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2000.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>

Telefon: 046 - 222 73 60
Telefax: 046 - 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se/english>

Telephone: +46 46 222 73 60
Fax: +46 46 222 46 12

SUMMARY

As part of the Fire Protection Engineering Programme at the University of Lund, the student writes a compulsory report in the area of firescience.

This report deals with the development of a measuring equipment with which it will be possible to simultaneous registrate both temprature and the amount of water used by the firefighter in a fire training house. The purpose of this report is to increase the understanding of fire processes in enclosures when water is used to extinguish the fire. The goal is that this measuring concept will be used to improve testing of new technic- and metods in firefighting. Important aspects of the equipment is durability. It must also be user-friendly.

This report takes in account 10 introductory extinguishing experiments where the equipment has registred flow of water and temprature. The most important conclusions from these experiments are:

- ❖ Major part of the applied water is used to cool the surface of the non-flaming fuel.
- ❖ Short showers with the nozzle does not seem to be as effective as the longer showers, regarding both time to extinguishment, and total water applied.
- ❖ With a compact nozzle-spray that does not target the flaming fuel, the applied water will not be used in an effective way. The result of this is that the firefighter will be exposed to an excess of steam originating from hot surfaces and pools of water on the floor.

SAMMANFATTNING

I utbildningen till brandingenjör ingår som slutmoment att själv, eller tillsammans med en kurskamrat göra ett självständigt arbete inom området brand.

Denna rapport handlar om framtagandet av mätutrustning, med vars hjälp det blir möjligt att på en dator samtidigt, kunna registrera temperatur- och släckvattenflöde under rökdykarinsatser i Ågesta brandövningshus. Syftet är att öka förståelsen för brandförlopp i samband med släckinsatser. Målet är att konceptet skall kunna användas vid utprovning av ny utrustning- och metodik i samband med brandsläckning. Viktiga krav på mätutrustningen är robusthet och användarvänlighet.

I rapporten redovisas 10 inledande släckförsök där den framtagna mätutrustningen har använts för att registrera släckvattenflöde och temperatur. De viktigaste slutsatserna från dessa är att:

- ❖ Den största delen av det totalt förbrukade vattnet går åt till att utföra ytkylning på bränslet.
- ❖ Korta ”duschar” med strålröret verkar inte vara lika effektivt som längre duschar. Både med avseende på tid till släckning och total mängd påfört vatten.
- ❖ Med sluten stråle (direkt släckning) som inte träffar pyrolyserande ytor (indirekt släckning), åtgår en stor del vatten som inte används optimalt. När vattnet inte används till brandgaskylning eller ytkylning erhålls endast högre värmepåverkan (ånga) på rökdykaren och heta vätskepölar bildas på golvet.

1 FÖRORD

I utbildningen till brandingenjör ingår som slutmoment att själv, eller tillsammans med en kurskamrat göra ett självständigt arbete inom området brand. Till detta arbete knyts handledare från institutionen för brandteknik med vilkas hjälp en tidsplan tas fram. Projektet redovisas sedan skriftligt och muntligt.

Sommaren 1998 gjorde brandingenjörsstuderande Robert Zeidlitz och jag ett projektarbete åt räddningsavdelningen vid Stockholms brandförsvär /1/. Uppgiften gick ut på att studera om det nyligen uppförda brandövningshuset i Ågesta, uppfyllde de målsättningar och krav som hade satts. Det skulle till exempel vara lättarbetat, funktionellt och lätt att sköta. Uppdraget gick också ut på att ta fram ett antal grundövningar, samt att få den befintliga temperaturmätningstrustningen att fungera.

Det var under detta arbete som tanken väcktes att försöka integrera den redan befintliga mätutrustningen med en vattenflödesmätare. Detta skulle göra det möjligt att studera hur släckvattnet påverkar temperaturförhållanden i ett brandrum. Grundtanken har hela tiden varit att temperatur, tid och vattenflöde skall kunna studeras i realtid på en dator, i ett och samma diagram. Med dessa förutsättningar skulle det vara möjligt att i efterhand studera en släckinsats med avseende på hur mycket vatten som har förbrukats och vilken effekt detta får på temperaturen i brandrummet.

Sannolikt finns inte denna möjlighet på någon annan brandövningsanläggning i landet. Efter att ha inventerat de möjligheter som i dagsläget finns för att kunna testa detta koncept, har det framkommit att en ny typ av utrustning behöver tas fram. Det är detta som denna rapport till stor del kommer att handla om.

Detta arbete grundar sig på släckförsök som jag själv tillsammans med brandingenjörsstuderande Anders Handell har gjort. Några försök har gjorts med brandmän från Stockholms Brandförsvär.

De månader som har tillbringats ute på Ågesta övningsanläggning har varit krävande, både psykiskt och fysiskt, men samtidigt otroligt lärorika. Anders Handell har under dessa månader genomfört ett separat arbete vars syfte är att testa och utvärdera strålrör /4/. Vi har tillsammans använt den framtagna utrustningen och hjälpts åt vid försöken. Utan att ha fått hjälp av honom hade inte projektet varit genomförbart.

Från Stockholms brandförsvärs sida har brandingenjör Anders Bergqvist bistått med mycket hjälp, inte minst ekonomisk finansiering av utrustningen. Handledarna vid Brandtekniska Institutionen, Göran Holmstedt och Stefan Särdaqvist har bistått med sitt breda kunnande. Till sist ett stort tack till personalen vid Ågesta övningsanläggning som har delat med sig av sin tid och visat ett stort tålamod med mig under denna period.

2 INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	6
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	7
INLEDNING	8
BAKGRUND	8
SYFTE & MÅL.....	8
METOD.....	9
BEGRÄNSNINGAR	9
UPPLÄGG PÅ RAPPORTEN.....	9
FÖRSÖKSUPPSTÄLLNING	10
BESKRIVNING AV BRANDÖVNINGSHUSET	10
FÖRSÖKSRUMMET	13
GENOMFÖRANDE & UTRUSTNING.....	14
FÖRSÖKSSERIER	16
FÖRSÖK MED ENBART BRANDGASKYLNING.....	17
FÖRSÖK MED BRANDGASKYLNING OCH DIREKT SLÄCKNING	20
RESULTAT	27
DISKUSSION	29
REFERENSER	30
FÖRETAG OCH KONTAKTPERSONER.....	30
1 APPENDIX	31
1.1 DATORSIMULERINGAR	31
1.1.1 CFAST	31
1.1.2 Indata.....	32
1.1.3 Fire Demand Model.....	34
1.1.4 Indata.....	34
1.2 KRAVSPECIFIKATIONER & PRODUKTÖVERSIKT	38
1.2.1 Vattenflödesmätning	38
1.2.2 Temperaturmätning	42
1.3 FÄRDIGSTÄLLANDE AV MÅTUTRUSTNING.....	43
1.3.1 Vattenflödesmätare.....	43
1.3.2 Tryckfallsberäkningar	47
1.3.3 Temperaturgivare	49
1.4 PRODUKTBLAD.....	54

3 INLEDNING

3.1 Bakgrund

Vatten används sedan lång tid tillbaka för att begränsa och släcka eldsvådor. Trots att dagens moderna och välutrustade brandförsvär världen över, har tillgång till effektiv utrustning, ny teknik, samt möjligheter att använda både skummedel och pulver, är brandsläckning med vatten den vanligaste metoden i de flesta sammanhang.

En ökad kunskap om hur bränder utvecklas i slutna utrymmen samt bättre och säkrare utrustning för självskydd har bidragit till att utveckla brandförsvarets taktik och metodik vid till exempel lägenhetsbränder. Dagens brandman agerar tillsammans med en kollega för att bli ett offensivt arbetande rökdykarpar. Under svårast tänkbara förhållanden skall rökdykaren främst rädda liv, begränsa och släcka en brand och samtidigt skydda sig själv och sin parkamrat. Detta ställer stora krav på den enskilde brandmannen både fysiskt och psykiskt. Det ställer också stora krav på utrustningen och att den används på rätt sätt. Rökdykarens främsta arbetsverktyg är dimstrålröret. Detta finns i en mängd olika utföranden och modeller med varierande kapacitet. Gemensamt för de flesta är att strålbilden går att variera mellan skyddsstråle med vattendimma och en sluten stråle med stora droppar. Maxkapaciteten brukar ligga mellan 300 – 500 liter / minut.

Med dessa stora vattenflöden att tillgå, bemästrar rökdykargruppen normalt en villa- eller lägenhetsbrand. Trots detta kan brandpersonal utsättas för farliga situationer om släckvattnet inte påförs på rätt sätt och i avpassad mängd. Det främsta sättet att undvika detta är att regelbundet träna och förbättra rökdykarens kunskaper och färdigheter under kontrollerade former i till exempel ett brandövningshus.

En sådan övningsanläggning bör ha den tekniska utrustning som krävs för att kunna registrera både temperaturförlopp samt vattenflödesmängd under så realistiska övningsförhållanden som möjligt. Detta kan bidra till en ökad förståelse för hur effektiva olika släcktekniker är och att utprovning av ny utrustning underlättas. Det är också positivt om nya kunskaper inom området, på sikt kan sänka kostnaderna för vattenskadorna i samband med släckinsatser.

3.2 Syfte & mål

Syftet med detta arbete är att ta fram och testa, ett nytt koncept som kombinerar mätning av släckvattenflöde och brandgastemperatur. Vidare att med hjälp av inledande försöksserier, studera effekter av brandsläckning inomhus och vilka slutsatser som kan dras av registrerad data. Målet är att den framtagna utrustningen skall kunna användas vid utprovningen av ny utrustning och nya metoder i brandsammanhang. Den skall också fungera som ett pedagogiskt hjälpmedel vid utbildning.

3.3 Metod

1. Ta fram mätutrustning.
2. Genomföra ett antal släckförsök.
3. Utvärdera resultaten.

3.4 Begränsningar

Detta arbete begränsar sig till att studera släckvattenflöden och brandförlopp i ett brandövningshus. Försöksserierna är begränsade till tio stycken. Priser på material och utrustning har utelämnats. Aktuella priser fås lämpligen av respektive leverantör. Produktöversikten över befintlig mätutrustning är begränsad till de vanligast förekommande märkena.

3.5 Upplägg på rapporten

Denna rapport är uppdelad i två delar, huvuddelen samt appendix. I huvuddelen beskrivs experimenten, förutsättningarna för dessa samt resultat och en avslutande diskussion. Vidare finns beskrivning av anläggningen och den utrustning som har använts. I appendix återfinns slutsatser av hur den framtagna utrustningen har mött de krav och kriterier som ställdes i projektets början. Här återfinns också ritningar till utrustningen, kravspecifikationer samt förutsättningar för- och resultat av, de datorsimuleringar genomförts.

4 FÖRSÖKSUPPSTÄLLNING

4.1 Beskrivning av brandövningshuset

Stockholms brandförsvares brandövningshus är beläget på Ågesta övningsfält i Farsta. Huset uppfördes för att ge räddningstjänstpersonalen möjligheter att öva under så realistiska former som möjligt. Huset stod färdigt 1998 och är väl rustat för att kunna öva skarpa rökdykarinsatser /1/. Nästan dagligen används huset som övningsobjekt, inte bara åt brandförsvarets personal, utan även åt utomstående företag och organisationer.

Övningarna leds av en grupp instruktörsutbildade brandmän som besitter en bred kunskap och erfarenhet från rökdykning. Då brandförsvarets önskemål –i ett inledningsskede– har varit att träna personalen i brandsläckning i lägenhetsmiljö, används fibrösa material som träpallar och Tretextskivor för att simulera en övertänd rumsbrand. Den mängd bränsle som används vid övningarna är i stort sett likadan från gång till gång, detta gäller även placeringen av det.

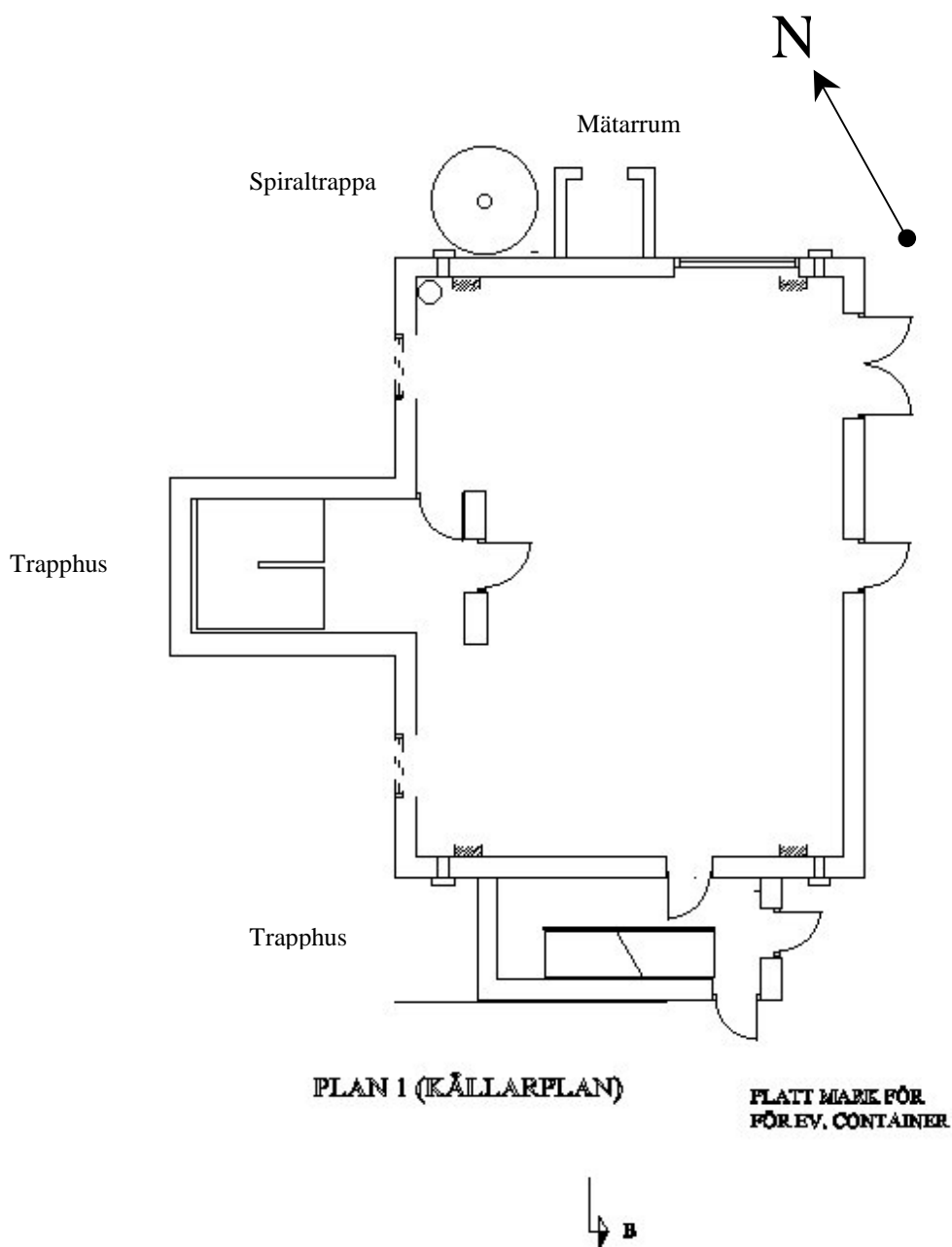


Bild 1. Nordvästra fasaden på brandövningshuset.

Brandövningshuset planerades för att ge en stor variation i övningsmöjligheter och brandscenarier. Exempel på detta är att utbytbara dörrar för övning av dörruppbygning finns tillgängliga. Utbytbara takkassetter finns för övning av håltagning. Två separata trapphus ger möjlighet att rökfylla olika rum med kallrök m.m. För att kunna skapa en realistisk rumsplanering har plan 2 och 3 avdelats med hjälp av murade LECA-block. Denna sektionering gör det möjligt att träna rökdykning i 1, 2 och 3 rum och kök.

I källarplanet finns motsvarande typ av väggar, med den skillnaden att dessa är infästa i en stålram vilket gör dem lätta att flytta med till exempel en pallyft. Huset har fyra plan inklusive vindsvåning och garage. Varje plan är 90 kvadratmeter stort och takhöjden är cirka 2.50 (m), förutom källarplanet som är 2.35 (m). Till varje plan finns ett antal manövrerbara

ventilationsluckor, dörrar och fönster i plåt. Stommen är utförd i betong. Invändigt är rummen uppbyggda av LECA-block på vilka masugnsbetong har putsats. Vid husets nordöstra gavel finns ett mättrum med säkringsskåp och elcentraler, här finns även de displayer som visar aktuell temperatur från de sammanlagt sexton givare som finns utplacerade i huset.



Figur 1. Skiss över källarplanet.



Bild 2. Nordöstra fasaden på brandövningshuset.



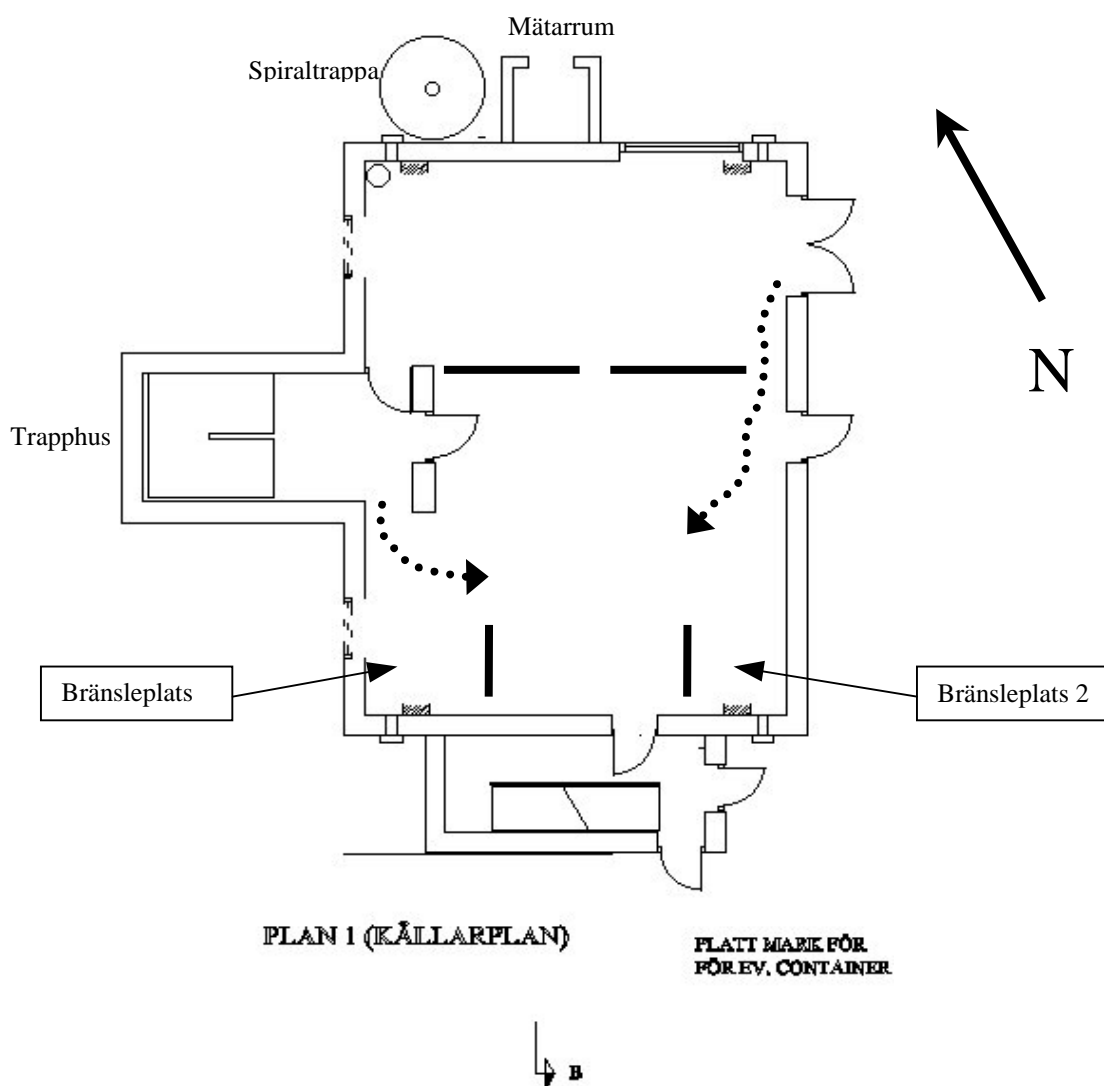
Bild 3. Nordvästra fasaden på brandövningshuset.

4.2 Försöksrummet

Vid de genomförda släckförsöken har källarplanet (plan 1) använts som testutrymme. Detta för med sig ett flertal fördelar, bland annat är utrymmet sektionerat med flyttbara väggar av LECA-block, vilket gör att både iordningställande och återställande av dessa blir relativt enkelt. Dessutom ligger kontrollrummet i vilken mätdatorn är placerad, på samma plan vid den nordöstra gaveln. Detta gör att en person hela tiden har kontakt personalen inne i brandrummet och samtidigt kan notera de värden som registreras med datorn.

När brandövningshuset planerades fanns tanke på att göra källarplanet eller delar av det, till ett permanent föreläsning- och testutrymme. Idéer fanns att det skulle finnas möjlighet att studera ett brandförlopp som åskådare. Därför har ena gaveln på bottenplanet försetts med ett fönster av härdat och värmetåligt glas. För närvarande har det ännu inte tagits i bruk för några föreläsningar men möjligheten finns att göra detta i framtiden. Sammantaget är utrymmet väl anpassat för diverse försök i mindre skala.

Vid försöken avdelades bottenplanet med hjälp av de flyttbara väggarna. Flyttbara väggar, bränsleplatser samt angreppsvägar finns utsatta i *figur 2* nedan.



Figur 2. Skiss över flyttbara väggar, bränsleplatser och angreppsvägar på plan 1.

4.3 Genomförande & utrustning

Släckförsöken har genomförts som en vanlig rökdykarinsats. Den yttersta ambitionen vid alla försök har hela tiden varit att så snabbt som möjligt nå släckkriterie det vill säga; inga lågande brandgaser (försök 1-3) eller fullständig släckning (försök 4-10). Vid släckkriterie har påford mängd vatten noterats på flödesmätaren. Vid kriteriet fullständig släckning har en subjektiv bedömning av brandresternas brännbarhet gjorts. Det innebär att rökdykaren har bedömt att materialet inte har haft potential att på nytt flamma upp och starta brandförloppet igen.

Släckförsöken är totalt tio stycken till antalet varav åtta egna och resten jämförande försök gjorda av instruktörsgruppen. Försöken har tagit ungefär två veckor att genomföra. Under dessa två veckor har även försöken med olika dimstrålrör, som brandingenjörstuderande Anders Handell genomför, skett parallellt med detta projekt. Därför har samma typ av utrustning använts i båda projekten, se *tabell 1* nedan.

Utrustning	Typ	Fabrikat	Kapacitet	Antal	Anmärkning
Släckbil	BAS 1	Volvo 1980	2500 l/min vid 10 bar, tank 1000 l	1	
Motorspruta	Klass III	Godiva	2400 l/min vid 10 bar	1	
Grovslang	76 mm, belagd	Standard		1 kort 3m, 1 fullängd 25 m	5 st. i reserv
Smalslang	42 mm, belagd	Standard		2 st. vid utlägg	5 st. i reserv
Byxrör		Standard		1 st. vid utlägg	1 st. i resev
Strålrör	Dimstrålrör	FA, fogfighter	300 l/min vid 6 bar	1 st.	Väl använt strålrör
Flödesmätare	Magnet induktiv	Danfoss	Fabriksinställt maxflöde 500 l/min (max 2000 l/min)	1 st	Se produktblad appendix sid 55
Temperaturgivare	Resistiva	Pentronic	Maxtemperatur 1400 °C	8 st	Varav 4 st. i ställningen Se produktblad appendix s. 54
Mätdator	Bärbar	Compaq	Pentium II	1 st	
Mätprogram		Eurotherm			
Rökdykarradio		Motorola		2 st	1 i reserv
Luftpaket		Spiromatic		2 st	2 st i reserv
Larmställ	RB 90	Brage		2 st	

Tabell 1. Utrustningslista.

Vid försöken har den typ av standardladdning använts som visas på *bild 4* nedan. Denna består av; 4 stycken träfiberskivor (Tretex), 3 stycken lastpallar samt träull.



Bild 4. Uppställning av standardladdning som användes vid försöken.

5 FÖRSÖKSSERIER

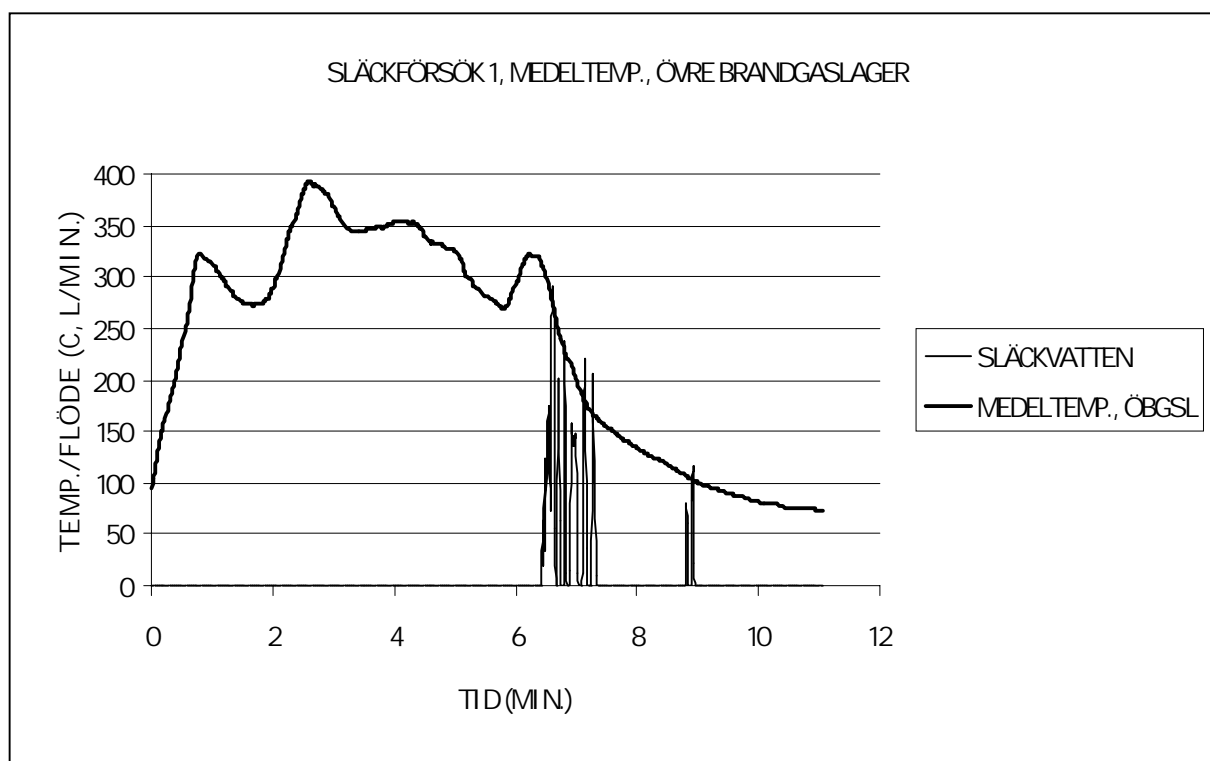
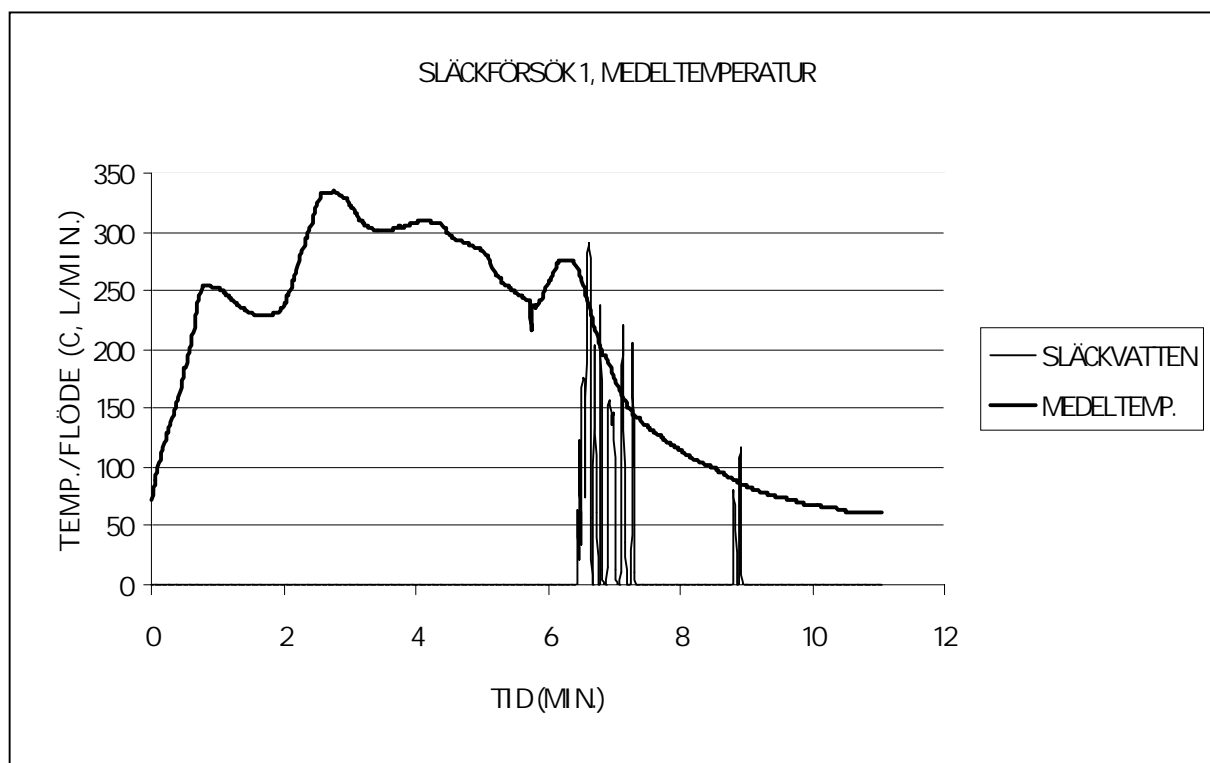
Sammanlagt tio olika släckinsatser har genomförts och förts in i tabellform. Det översta diagrammet i varje försök representerar medeltemperaturen i hela försöksrummet och det undere diagrammet representerar medeltemperaturen i den övre halvan. I försöken 1 - 3 (*försök med enbart brandgaskylning*) har släckkriteriet varit att slå ned alla lågande brandgaser, därefter har vattenpåföringen avbrutits. I försöken 4 – 10 (utom försök 7) har släckkriteriet varit att genomföra en fullständig släckning genom brandgaskylning och därefter direkt släckning av ytbränder. Försök 7 innefattar även strålrörsventilering. Vid släckförsök 9 har plan 2 på brandövningshuset använts, förloppet skiljer sig därför från övriga, sannolikt beroende på ventilationsförhållandena. Begreppen i tabellen definieras enligt följande:

Släckkriterie:	Tidpunkt då vattenbegjutning upphör.
Totalmängd påfört vatten:	Total mängd förbrukad vatten under försöket.
Aktiv släcktid:	Tid då strålröret varit öppet.
Medelpåföring:	Medelflöde då strålröret varit öppet (Tot.mängd/Aktiv släcktid)
Temp. sänkning / liter vatten	Antal sänkta grader per liter vatten.

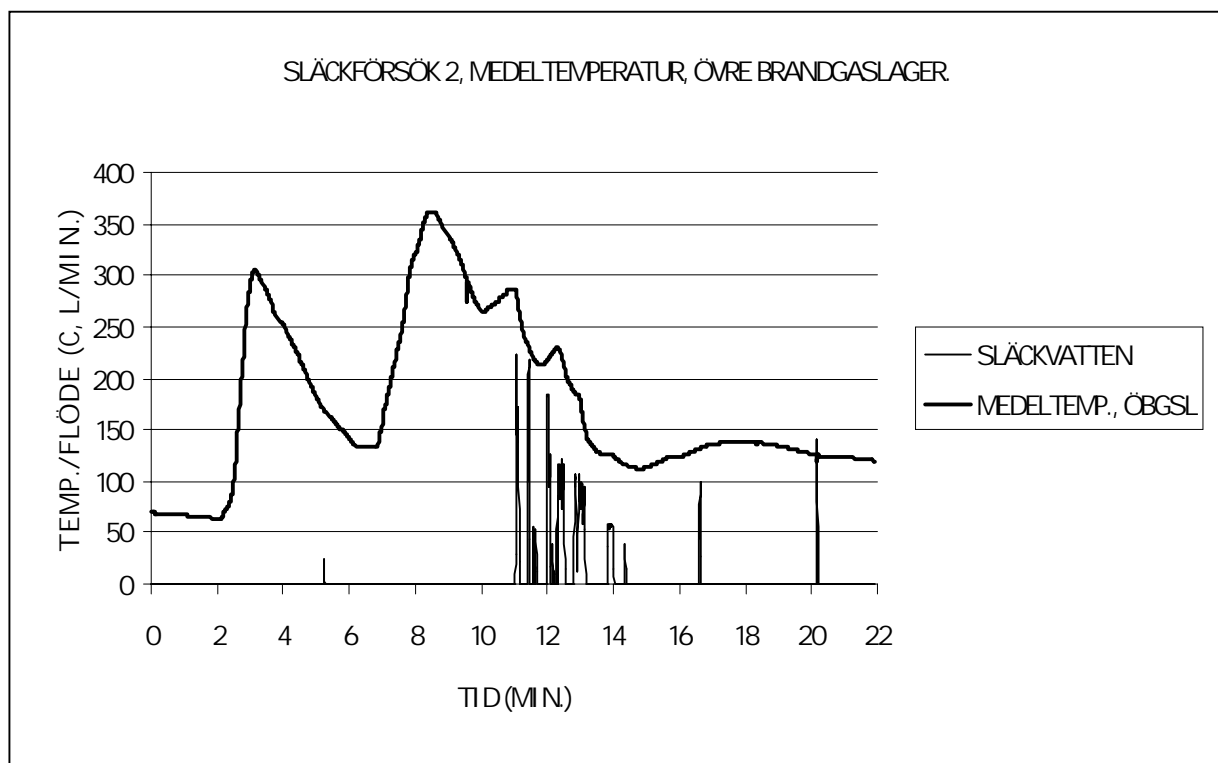
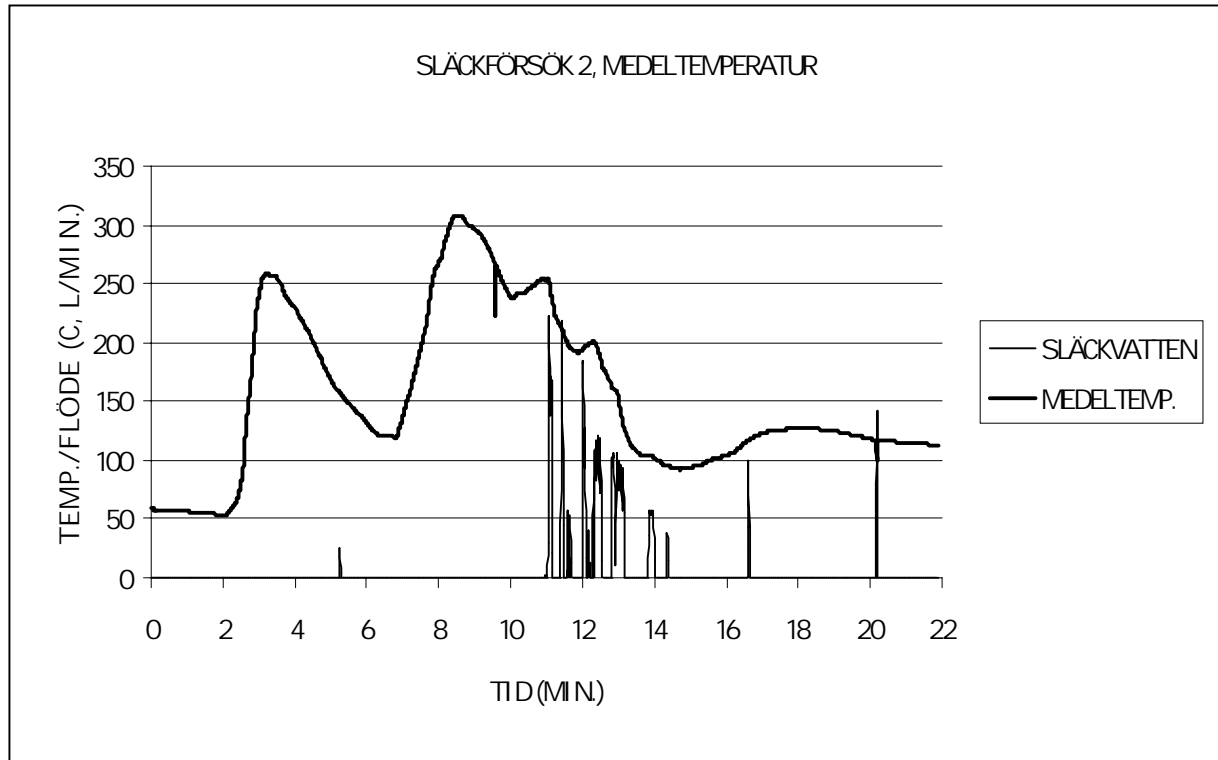
I diagrammen utläses både temperatur i grader Celsius samt aktuellt vattenflöde i liter per minut, på samma axel (y-axeln). Allmänt representerar långa staplar (> 200 l/min.) längre svep medan korta staplar representerar ”duschar” med strålröret.

5.1 Försök med enbart brandgaskylning

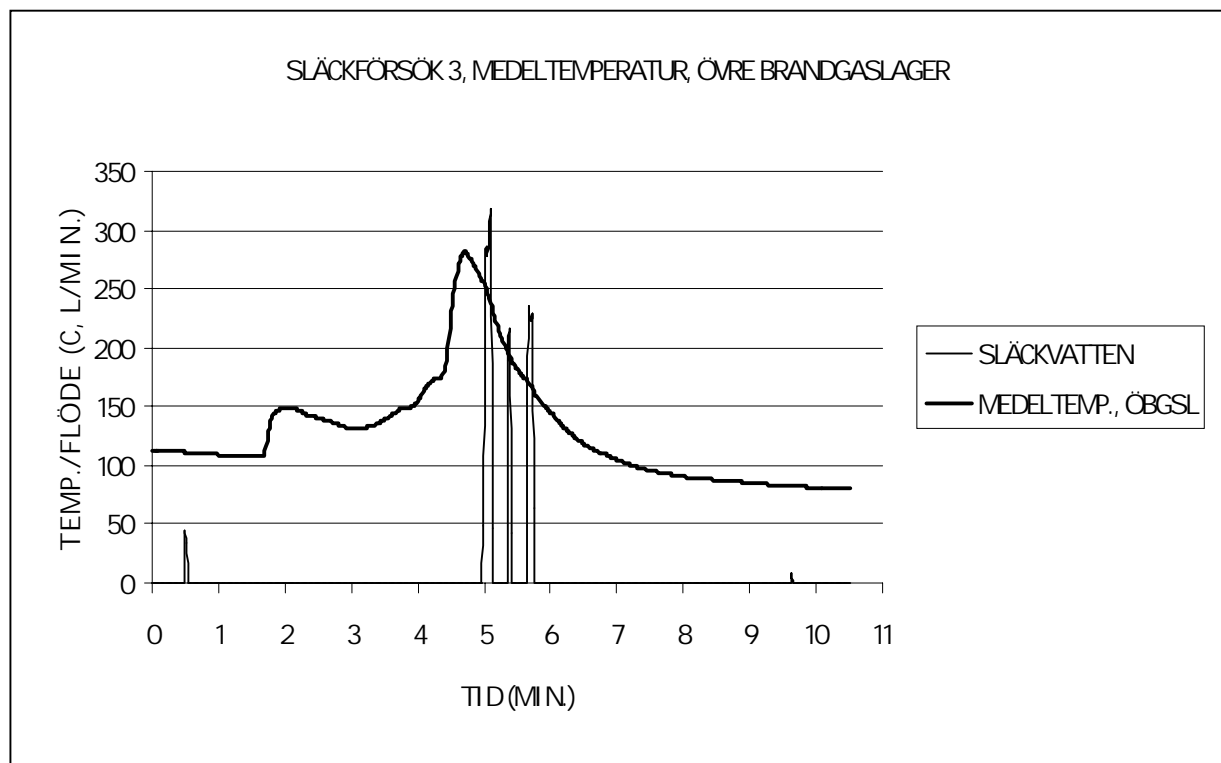
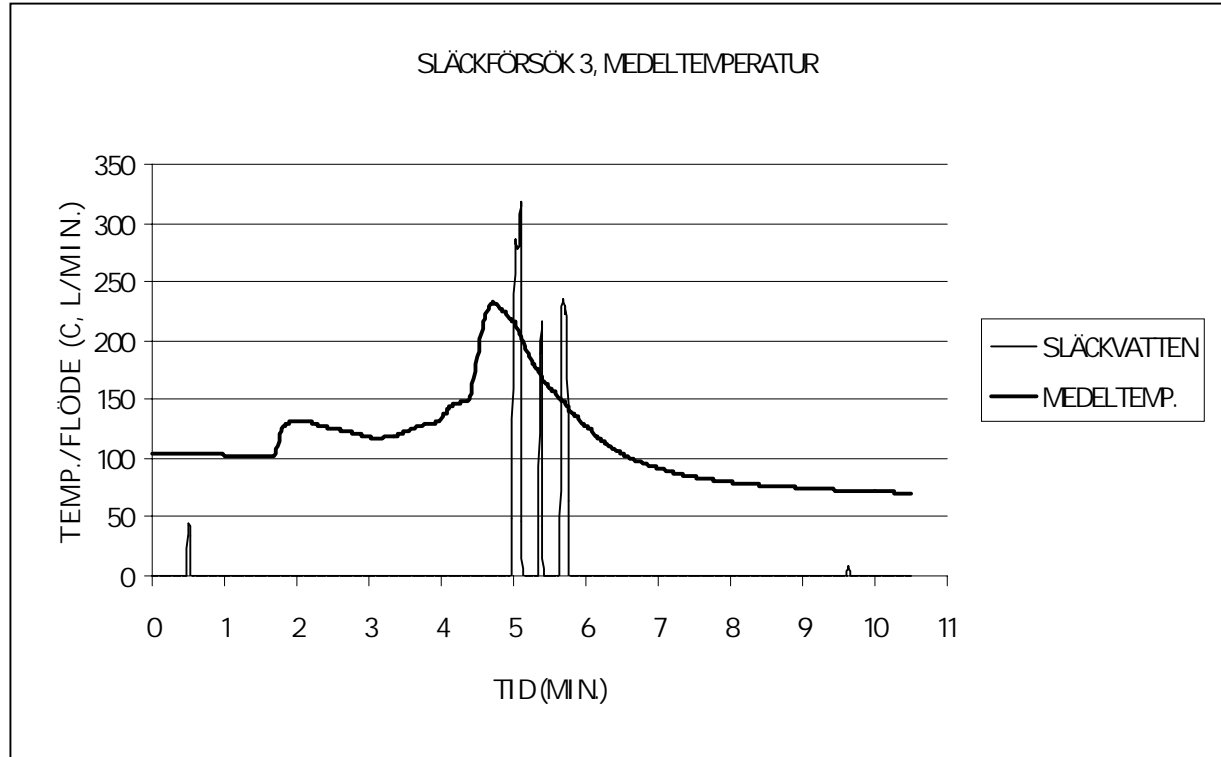
Släckförsök 1			
Släckkriterie	Inga lågande brandgaser	Aktiv släcktid	0.7 minuter
Total mängd påfört vatten	84 liter	Medelpåföring	120 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	1.49 °C / L		



Släckförsök 2			
Släckkriterie	Inga lågande brandgaser	Aktiv släcktid	1.35 minuter
Total mängd påfört vatten	110 liter	Medelpåföring	82 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	1.45 °C / L		

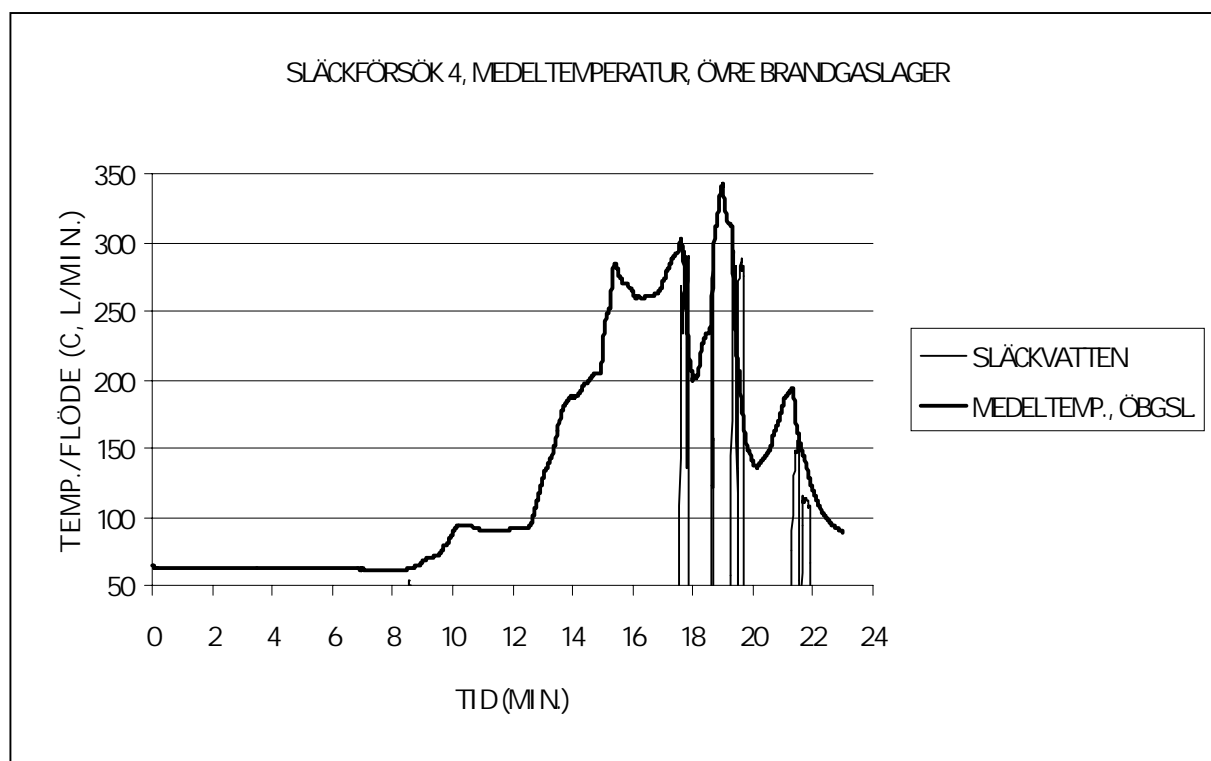
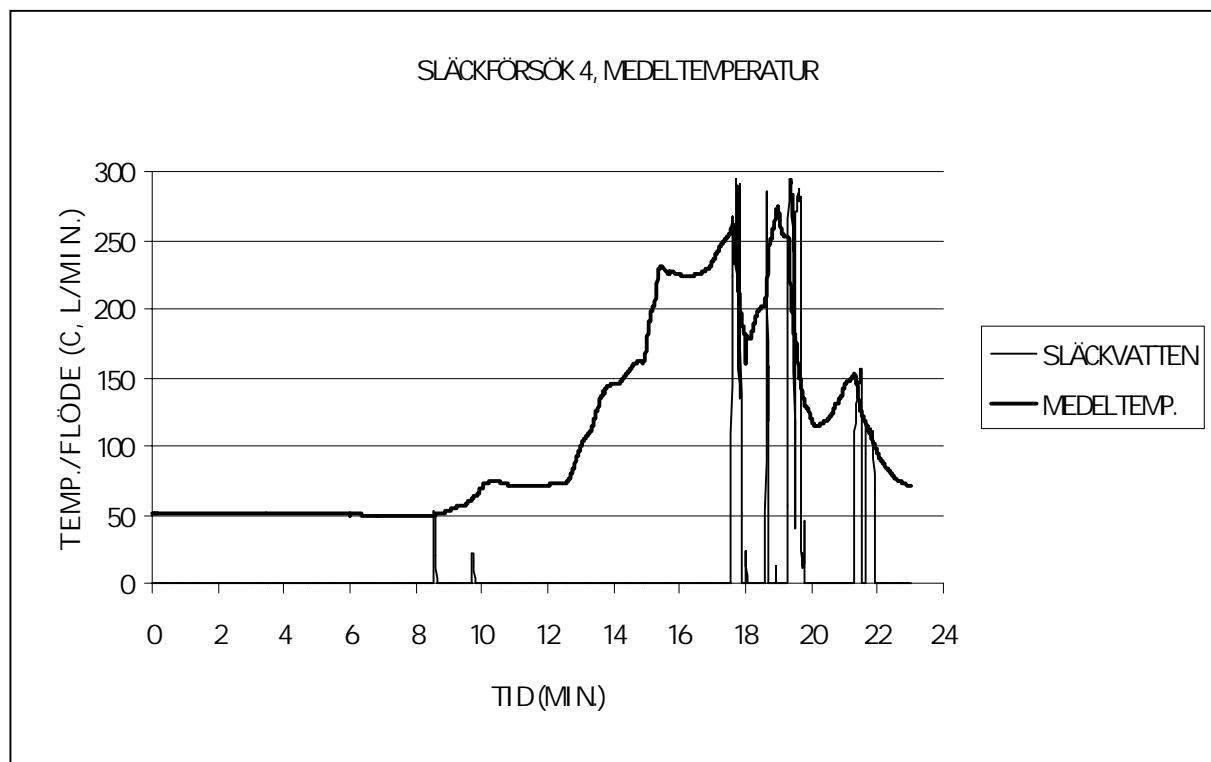


Släckförsök 3			
Släckkriterie	Inga lågande brandgaser	Aktiv släcktid	0.40 minuter
Total mängd påfört vatten	64 liter	Medelpåföring	160 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	1.14 °C / L		

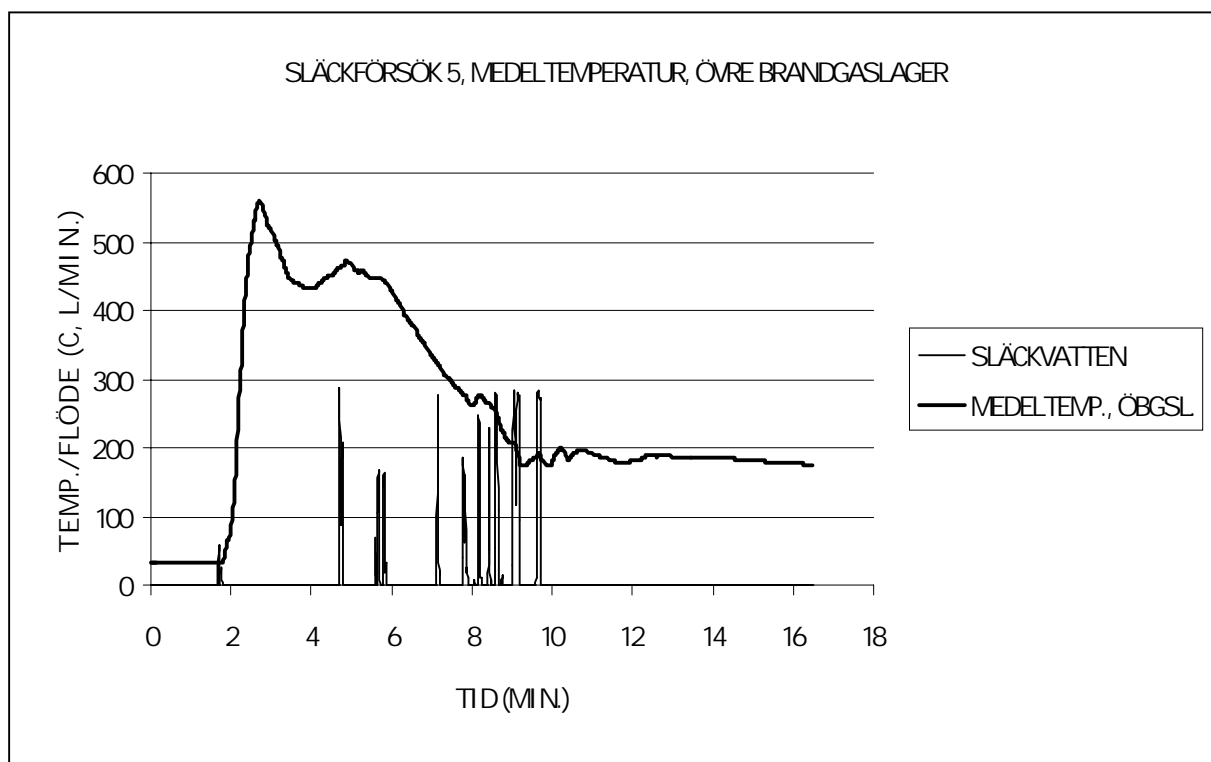
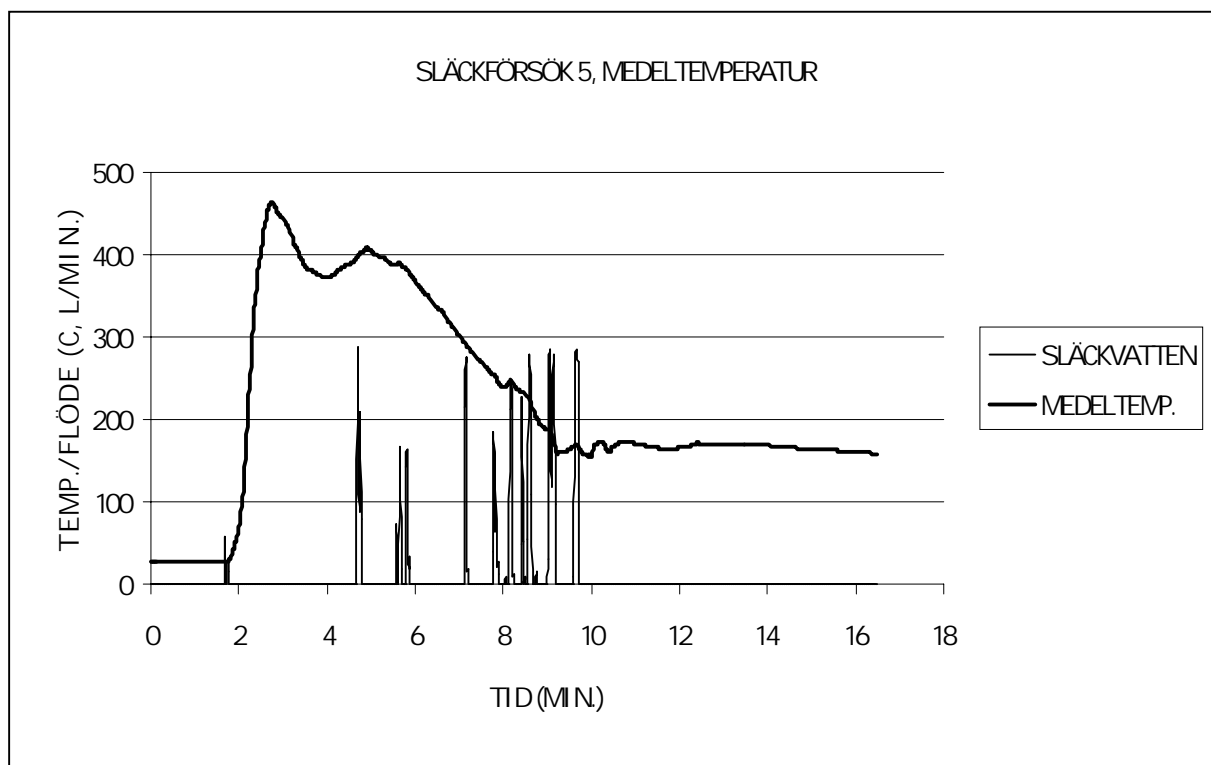


5.2 Försök med brandgaskylning och direkt släckning

Släckförsök 4			
Släckkriterie	Fullständig släckning	Aktiv släcktid	1.7 minuter
Total mängd påfört vatten	265 liter	Medelpåföring	156 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	0.60 °C / L		

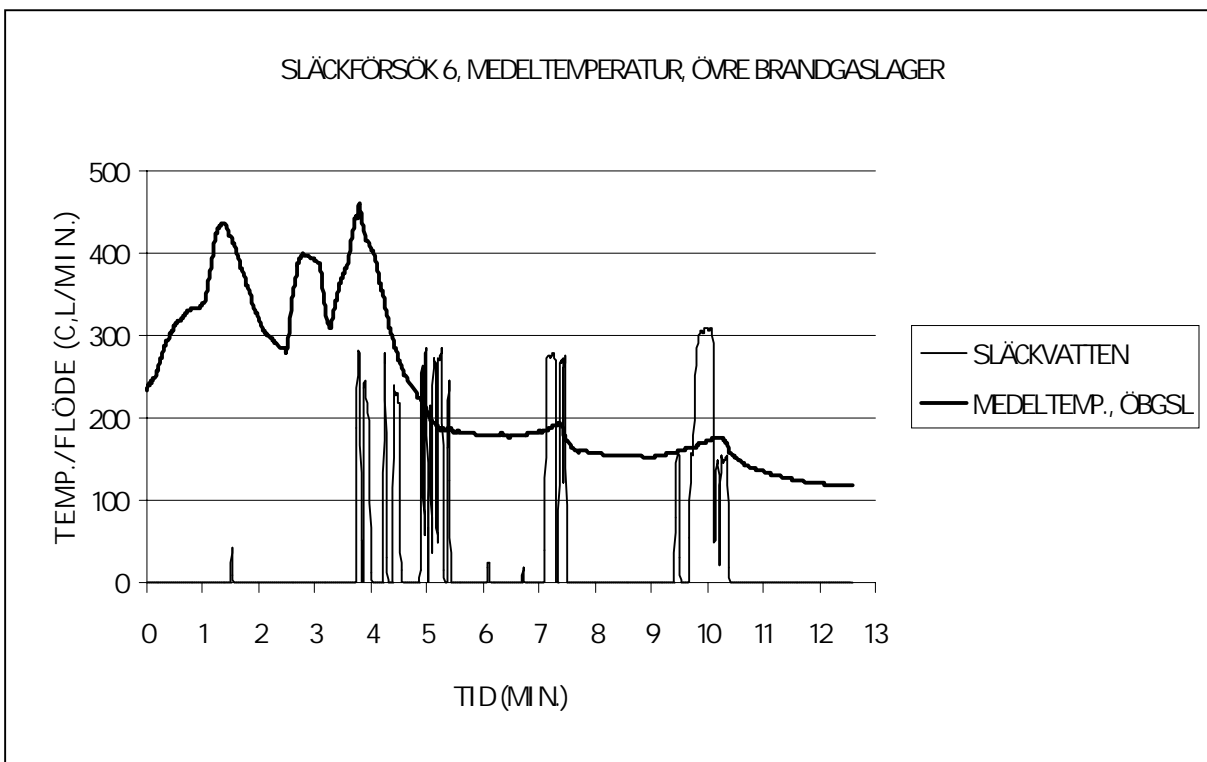
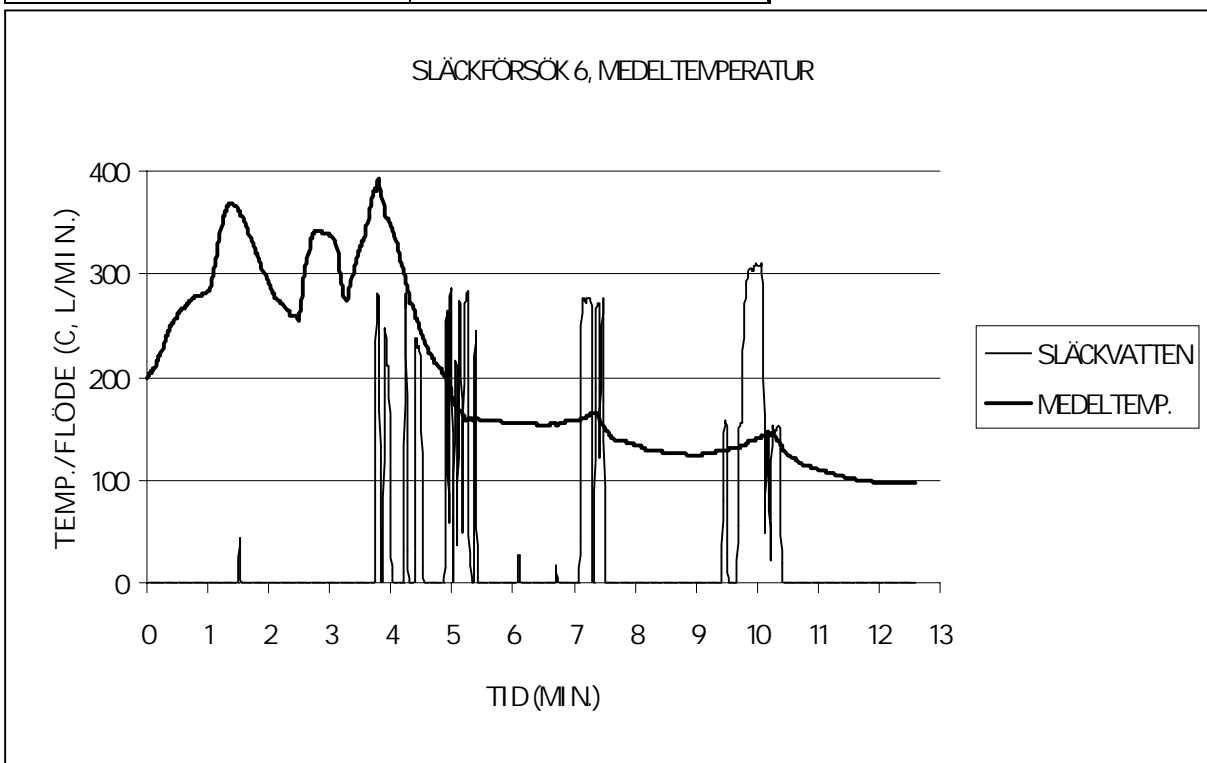


Släckförsök 5			
Släckkriterie	Fullständig släckning	Aktiv släcktid	1.20 minuter
Total mängd påfört vatten	165 liter	Medelpåföring	138 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	1.40 °C / L		

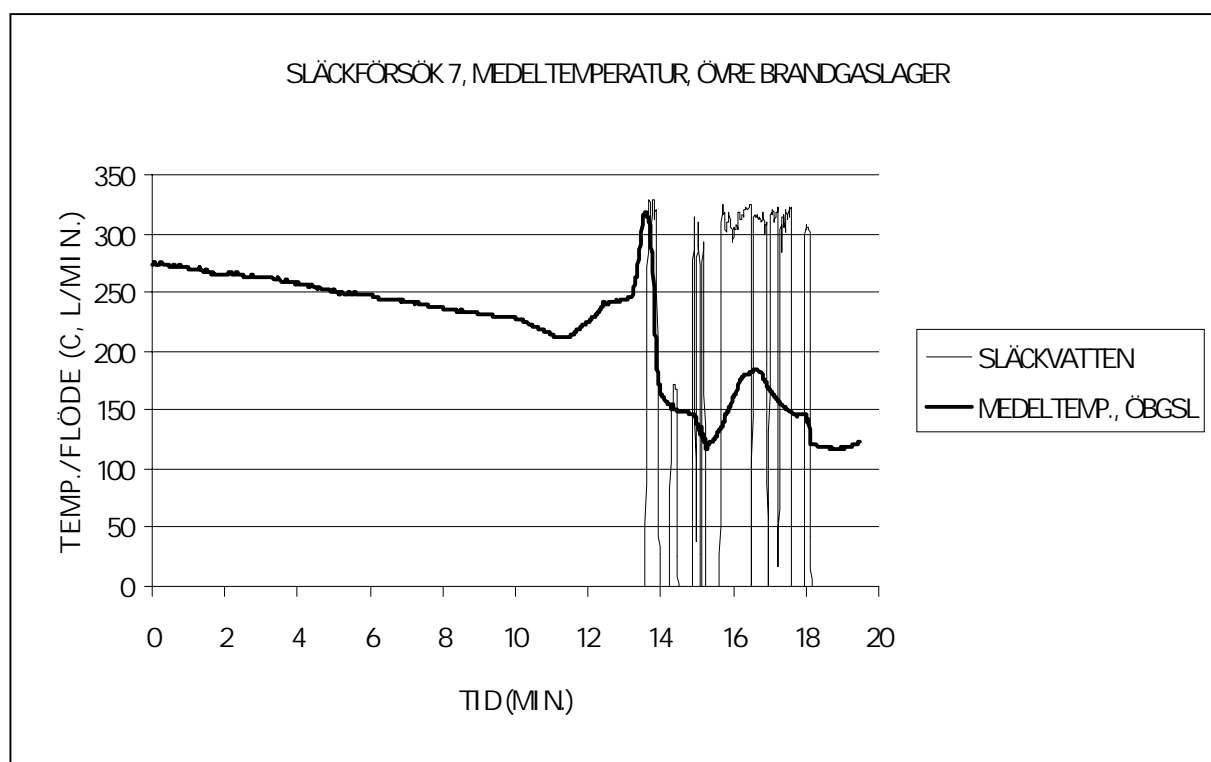
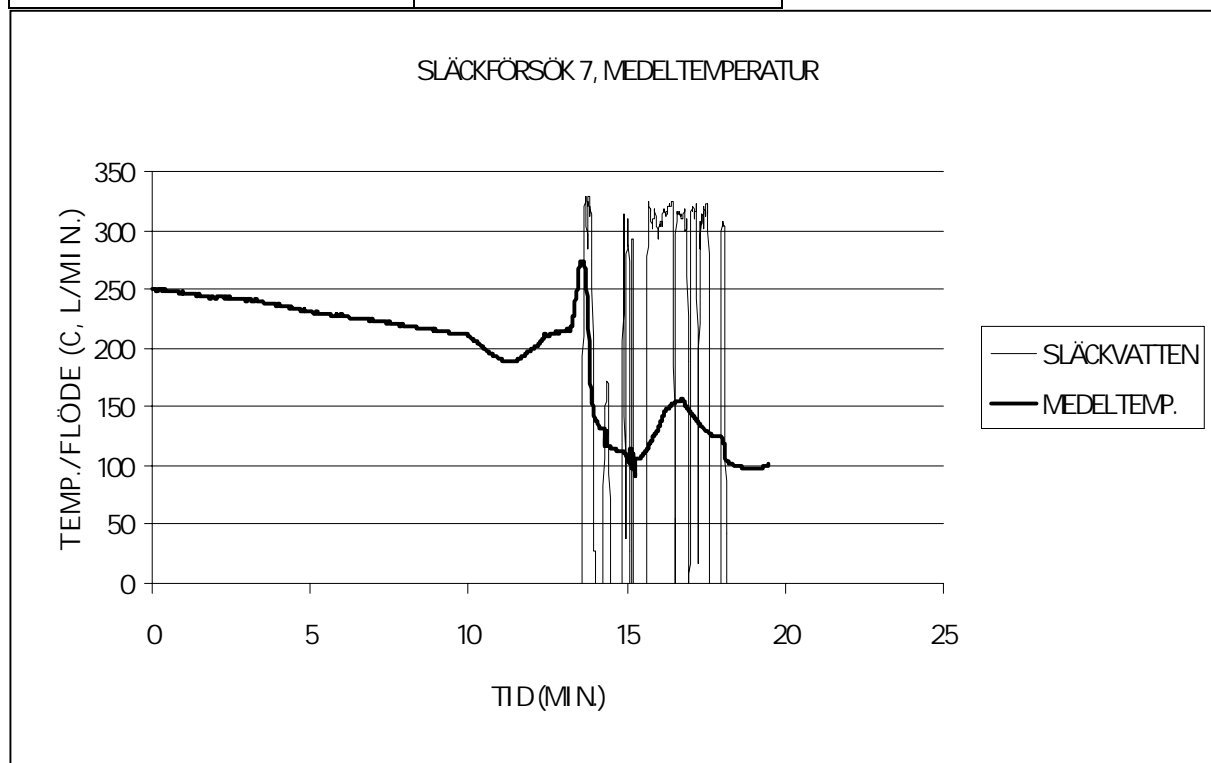


Släckförsök 6

Släckkriterie	Fullständig släckning	Aktiv släcktid	2.2 minuter
Total mängd påfört vatten	425 liter	Medelpåföring	193 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	0.59 °C / L		

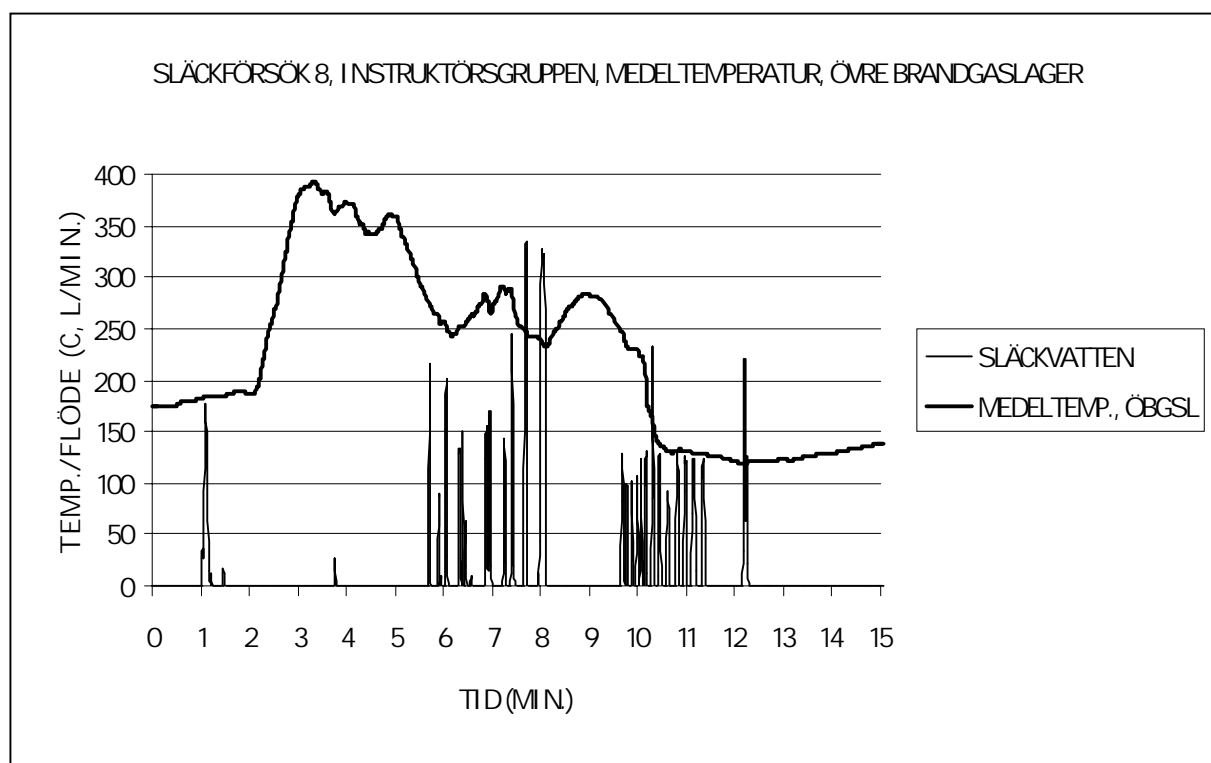
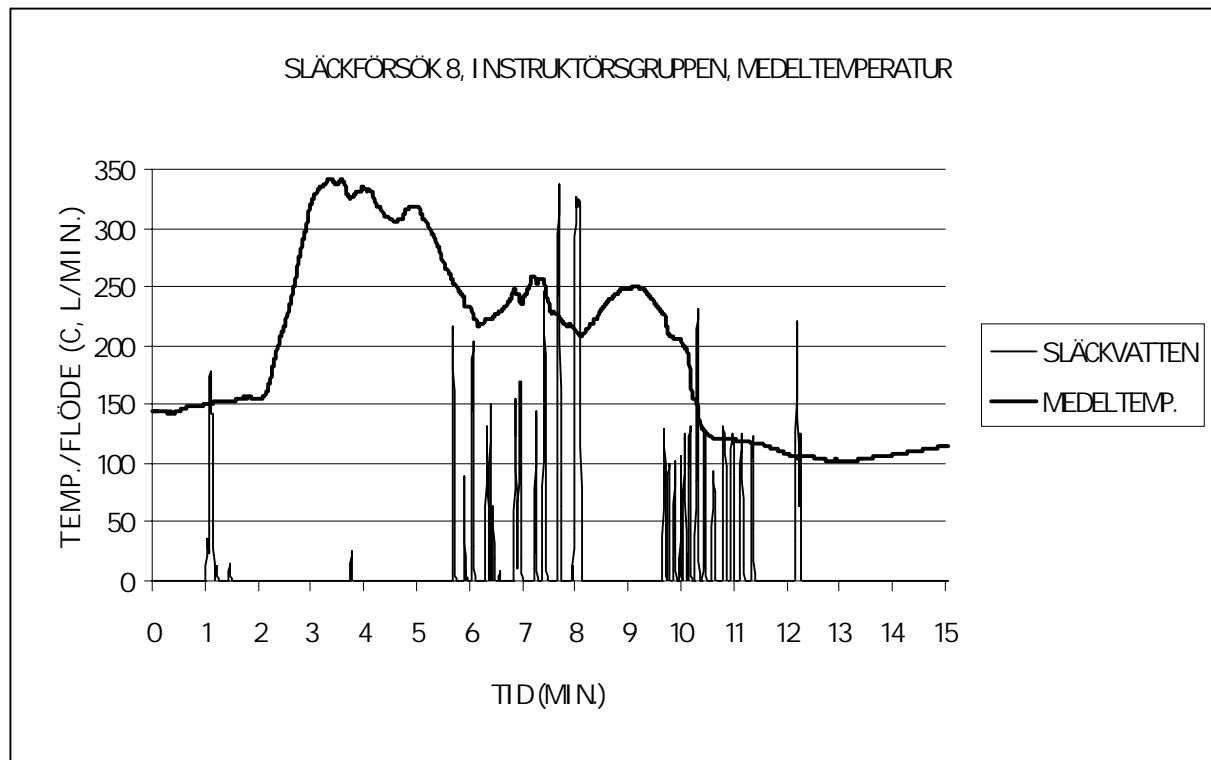


Släckförsök 7			
Släckkriterie	Fullständig släckning	Aktiv släcktid	3.1 minuter
Total mängd påfört vatten	813 liter	Medelpåföring	262 liter/minut
Moment	1. Brandgaskylning 2. Fogventilering 3. Direkt släckning 4. Fogventilering 5. Direkt släckning		
Temp. Sänkn / liter vatten	0.22 °C / L		



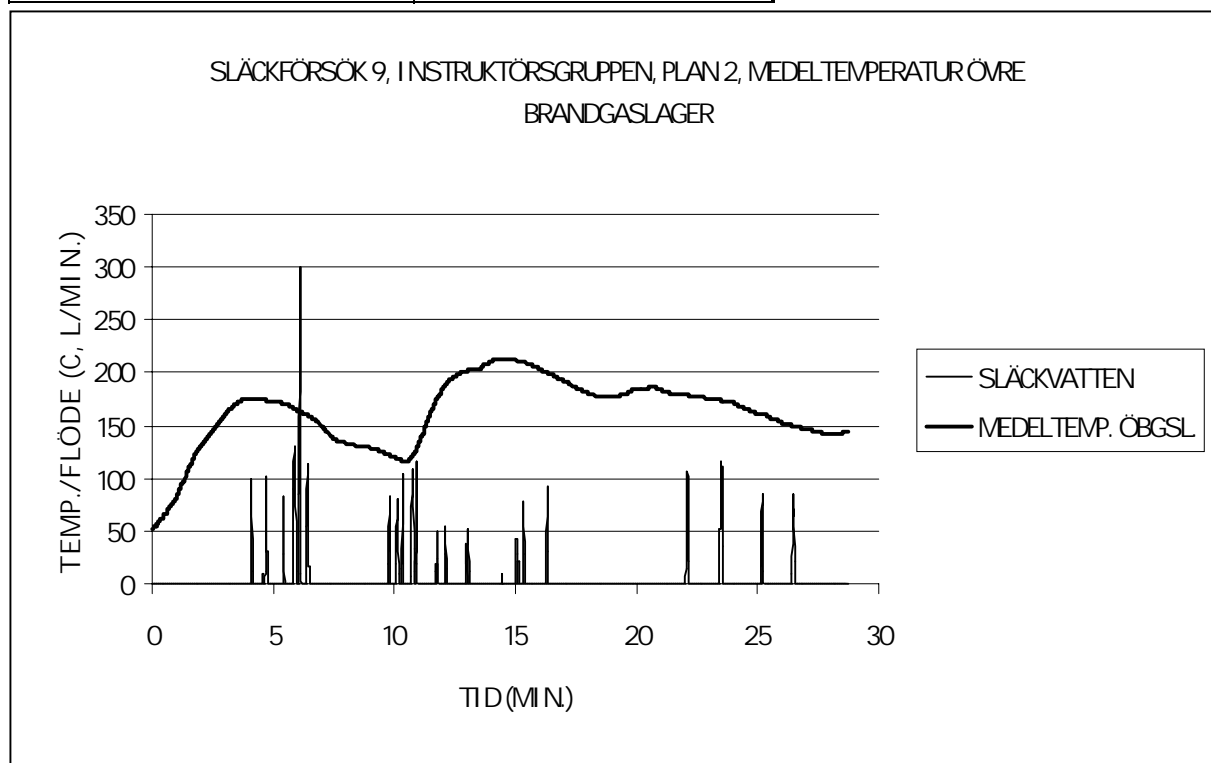
Släckförsök 8

Släckkriterie	Fullständig släckning	Aktiv släcktid	2.0 minuter
Total mängd påfört vatten	203 liter	Medelpåföring	102 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	0.74 °C / L		



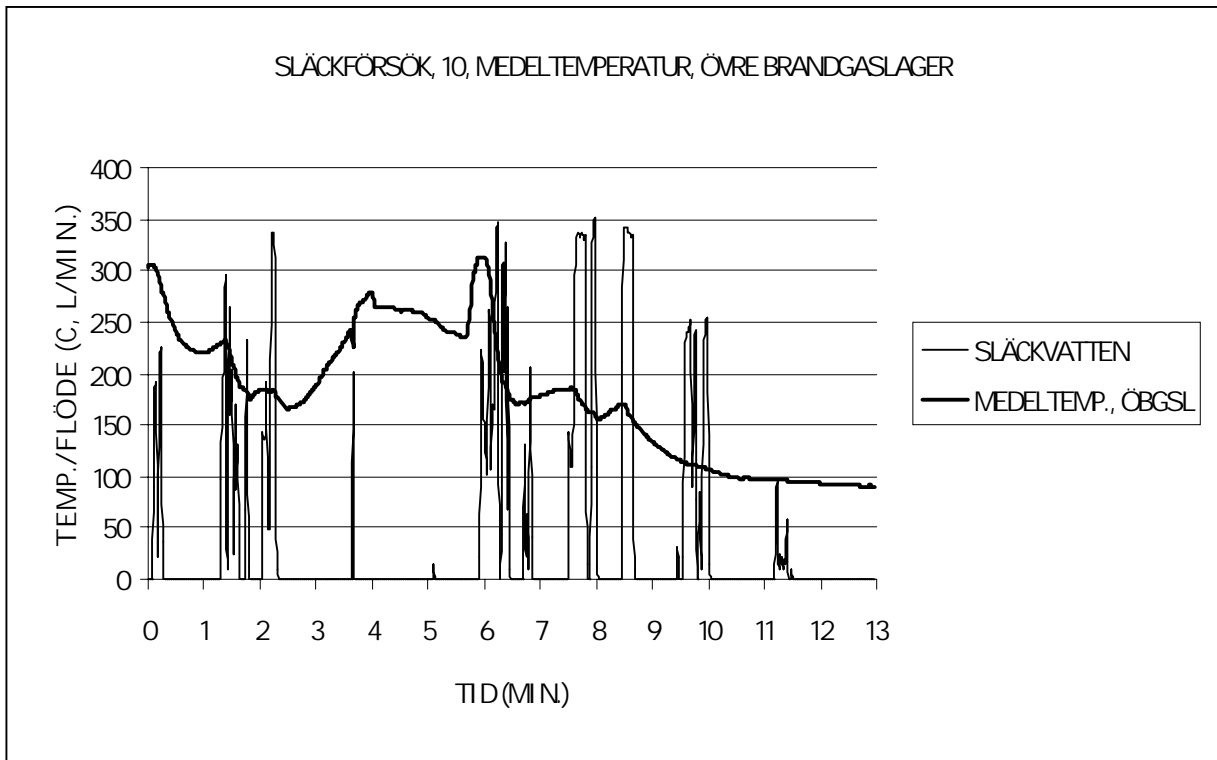
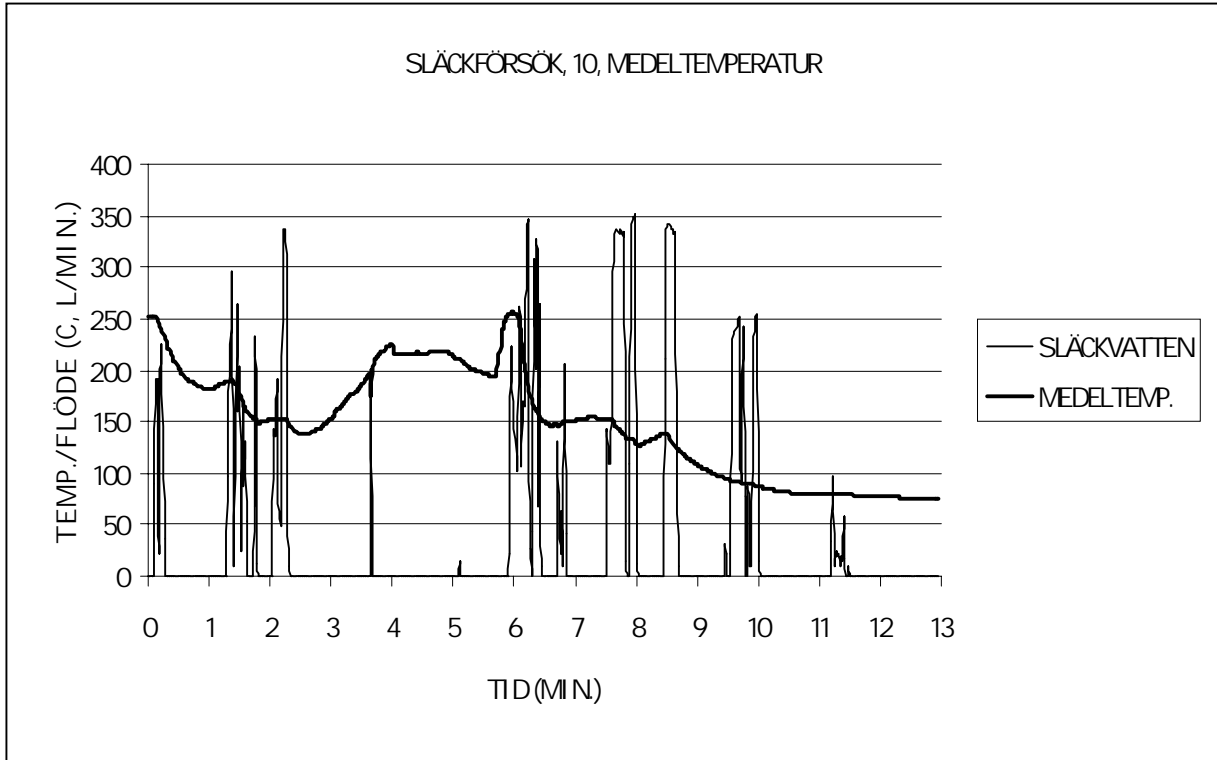
Släckförsök 9

Släckkriterie	Fullständig släckning	Aktiv släcktid	2.0 minuter
Total mängd påfört vatten	111 liter	Medelpåföring	56 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	0.68 °C / L		



Släckförsök 10

Släckkriterie	Fullständig släckning	Aktiv släcktid	3.0 minuter
Total mängd påfört vatten	504 liter	Medelpåföring	168 liter/minut
Temp. Sänkn / liter vatten	0.34 °C / L		



6 RESULTAT

Det är en stor spridning i resultaten vad gäller vattnets släcke effekt. Av försöken framgår att den största delen av det förbrukade vattnet åtgår till att kyla pyrolyserande brandytor (försök 5-10) se *diagram 1*. Endast en mindre del vatten åtgår till att göra en effektiv brandgaskylning (försök 1-3). En tolkning av *diagram 2* antyder att den totala mängden vatten minskar med en ökad medelpåföring. Det vill säga, längre svep med strålröret ger en effektivare brandgaskylning än med små korta duschar. Naturligtvis påverkas även aktiv släcktid, se *diagram 3*.

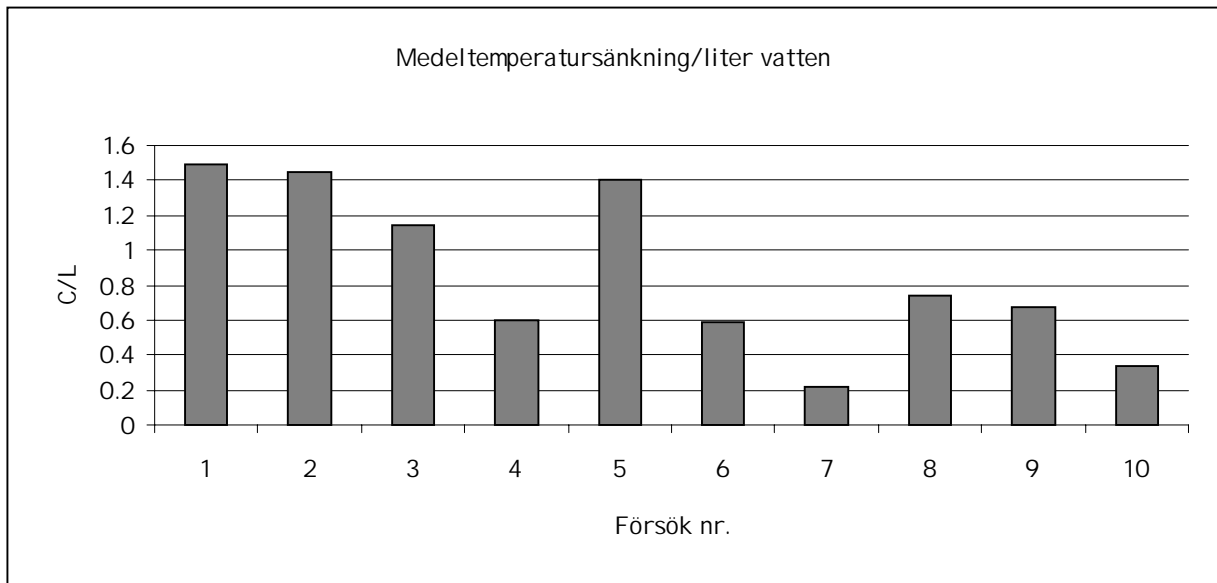


Diagram 1. Medeltemperatursänkning per liter vatten för samtliga försök..

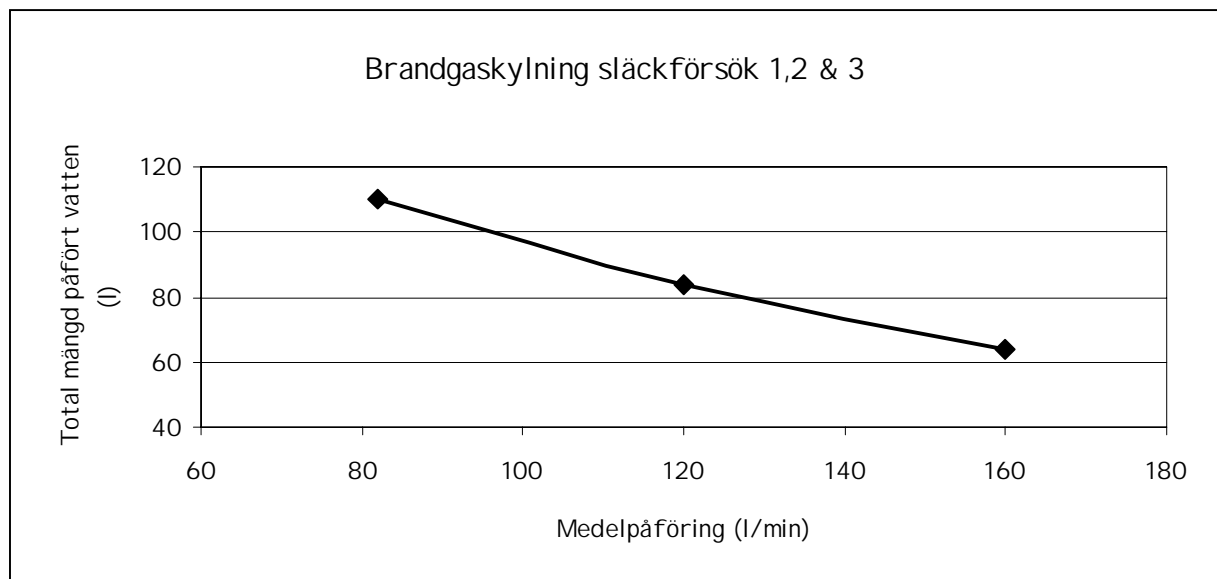


Diagram 2. Totalmängd påfört vatten som funktion av medelpåföringen för släckförsök 1, 2 & 3.

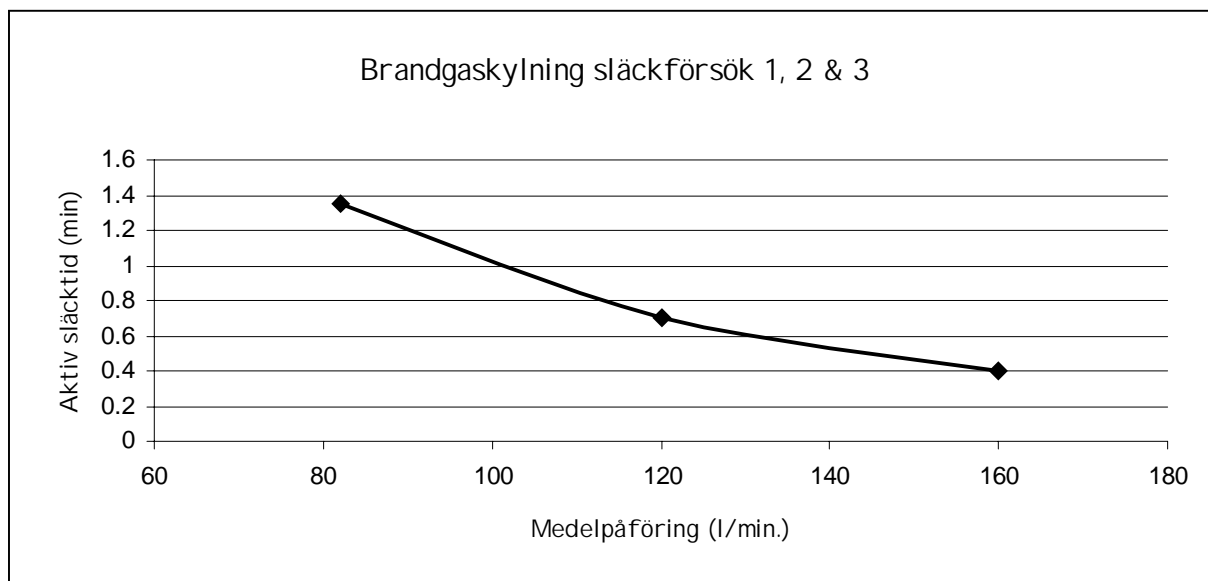


Diagram 3. Aktiv släcktid som funktion av medelpåföringen för släckförsök 1, 2 & 3.

- Långa kylsvep verkar vara mer effektiva än så kallad pulsationssläckning, både med avseende på tid till släckning och total mängd påfört vatten.
- Den största delen av det totalt förbrukade vattnet går åt till att utföra ytkylning på bränslet. Tidsmässigt förbrukas den största delen av vattnet när insatsen går mot sitt slut (t.ex. för att kyla av brandrester). Frågan om när bränslet får anses vara släckt, är en subjektiv bedömning. Hur mycket vatten som används till eftersläckning, skiljer sig därför från en rökdykare till en annan.
- Med slutna stråle (direkt släckning) som inte träffar pyrolyserande ytor (indirekt släckning), åtgår en stor del vatten som inte används optimalt. När vattnet inte används till brandgaskylning eller ytkylning av bränslet erhålls endast högre värmepåverkan (ånga) på rökdykaren och heta vätskepölar bildas på golvet.

7 DISKUSSION

Den mest positiva erfarenheten från de fasta försöken är att det faktiskt går att använda den nya mätutrustningen i utbildningssyfte. Diagrammen som kan framställas är illustrativa och ger en inblick i hur de åtgärder som har vidtagits under en rökdykarinsats får resultat på temperaturförhållanden i brandrummet. Med lite erfarenhet går det att urskilja verkan av släckinsatser som både haft lyckat- och mindre lyckat resultat, se till exempel försök nr. 7 vid 13 min, samt försök 8 vid 8 min. Detta ger på ett konkret sätt underlag för att prova nya släcktekniker och angreppssätt. Det är enkelt att genomföra mätningar och att registrera olika försök. Dock krävs en viss erfarenhet att tolka resultat rätt. Dessa inledande försök får betraktas som uppstart till kommande försök och en intrimning av utrustningen. Klart är att utrustningen lämpar sig väl till att mäta släckeffektiviteten hos olika strålrör, detta visar rapporten av Anders Handell /4/. Vid studier av olika släcktekniker är det lämpligt att i förväg bestämma vilka variabler och kriterier som skall gälla vid mätningarna. Till exempel är bedömningen om när en brand är släckt, ett väldigt subjektivt begrepp, som kan resultera i stora skillnader i slutresultatet vid studier av total påförd mängd vatten.

Vid varje försök har största möjliga hänsyn tagits till de faktorer som kan variera efter varje testomgång, till exempel bränsle och temperatur i omgivande konstruktioner. Ändå förekommer det variationer i bland annat lastpallarnas (bränsle) utformning och skick. Vidare har vinden under vissa dagar påverkat förloppen i brandrummet. Synpunkter kan läggas på det relativt begränsade antalet försök som har genomförts. Naturligtvis måste resultaten ses mot bakgrund av detta.

Nya erfarenheter har dragits (och gamla har bekräftats) i de genomförda försöken. Förhoppningsvis inspirerar försöken till nya studier inom området.

- Långa svep med strålröret (spridd stråle) verkar ge en effektivare släckning än korta duschar. Det senare kräver också att rökdykaren vistas en längre tid i brandrummet.
- Den största delen av släckvattnet verkar gå åt till att kyla brandrester.
- Byggnadsmaterial med stor värmekapacitet (sten, betong) genererar stora mängder vattenånga när släckvatten träffar upphettade ytor.

Förutom att jämföra olika släcktekniker, är även nedanstående frågor intressanta att undersöka i en framtida studie:

- ? Hur ser de registrerade brandförloppen ut om andra metoder används parallellt, till exempel övertrycksventilering?
- ? Hur ser de registrerade brandförloppen ut om utrustning för högtrycksbrandsläckning används?

8 REFERENSER

- /1/ Palm, Anders, Zeidlitz, Robert, *Brandövningshuset i Ågesta*, Rapport från räddningsavdelningen vid Stockholms brandförsvär, 1999
- /2/ *SFPE handbook of Fire Protection Engineering 2 nd Edition*, 1995
- /3/ *Brandvattenförsörjning*, elevhäfte, Utbildningsavdelningen, SRV, Karlstad, , 1994
- /4/ Handell, Anders, *Utvärdering av dimstrålrörs effektivitet vid brandgaskylning*, Institutionen för brandteknik, Lund 2000

8.1 Företag och kontaktpersoner

Rook, Tomas, styr & reglerteknik, 0709-421013, 08-53254451
Alexanderssons Elektriska AB, 08-7780452
DAFO BRAND AB, Johnny Rydén, 08-7420120
Danfoss AB 08-6574650

1 APPENDIX

1.1 Datorsimuleringar

Som förberedelse inför släckförsöken har datorsimuleringar gjorts med hjälp av programmen CFAST och Fire Demand model. På detta sätt görs en grov uppskattning av den utvecklade effekten, temperaturen i brandrummet samt påverkan av ventilationsöppningarna (CFAST). Vidare kan mängden påfört vatten samt tid till släckkriterie uppskattas med hjälp av programmet Fire Demand Model.

1.1.1 CFAST

CFAST bygger på att brandrummet antas bestå av två zoner en varm övre del och en kall undre del. I vardera zon antas en konstant temperatur råda inom hela zonen. Programmet kan sedan simulera hur bland annat effekttillväxt hos branden och temperaturen i brandrummet förändras med tiden.

Som bränsle har använts träfiberskivor (Tretex, 220x120 cm) och lastpallar (standard typ SJ). För att sätta igång brandförloppen har träull samt en viss mängd diesel använts. Bränslet har ställts upp mot vägg i en hörnformation med Tretexskivorna (dubbla) närmast vägg och träpallarna utanpå dessa. I botten, samt bakom laddningen har träull placerats.

För att kunna simulera en rumsbrand i datorprogrammet CFAST, behövs förutom de rumsgeometriska värdena, även en del materialspecifika. Ett av de större problemen i dessa sammanhang är att välja rätt effektkurva. I litteraturen finns en mängd uppmätta data för varierande material och typer av bränsle att tillgå. Den typ av standardladdningar som skall användas i dessa försök finns inte representerade. Däremot finns försök utförda på objekt av liknande konfiguration och materialinnehåll. Några av dessa finns beskrivna i /2/ sid. 3-9, tab.3-1.6 och representerar mätningar som är gjorda på trägarderober. Dessa påminner till stor del om det bränsle som skall användas i försöken. Materialet är detsamma, de har en vertikal utbredning (ca 2 m höga 1.2 m breda 0.6 tjocka). Invändigt har de också försetts med en normal uppsättning kläder och papper (ca 1-3 kg), vilket ungefär motsvarar den träull som användes i försöken.

Viktmässigt ligger de olika garderoberna i området 40 – 120 kg brännbart material. Som jämförelse skall då nämnas att den använda standardladdningen i brandövningshuset ligger på cirka 60 – 70 kg beroende på typ av pall . Nedan visas de resultat som uppnåddes vid simuleringarna; effektkurvan, samt temperaturer i övre och undre brandgaslager. För indata se *tabell 2*.

1.1.2 Indata

Rumsgeometri

Längd	Bredd	Höjd	Öppning ut	Öppning inne
8.0 m	5.5 m	2.3 m	2x(0.9 x 2.1 m ²)	2x(3.5x0.20 m ²) 2x(3.5x0.10 m ²)

Omgivande material

	Golv (betong)	Tak (firebrik)	Vägg (firebrik)
Konduktivitet	0.8 kJ/sKm	0.36 kJ/sKm	0.36 kJ/sKm
Värmekapacitet	1000 kJ/kgK	750 kJ/kgK	750 kJ/kgK
Tjocklek	0.30 m	0.20 m	0.20 m
Emission	0.94	0.8	0.8
Densitet	1900kg/m ³	1040 kg/m ³	1040 kg/m ³

Temperaturförhållanden

Inne	Ute
50 °C	50 °C

Brand

λHc	Effekt
18 MJ/kg	2.3 MW

Tabell 2. Indata som ligger till grund för simulering i CFAST.

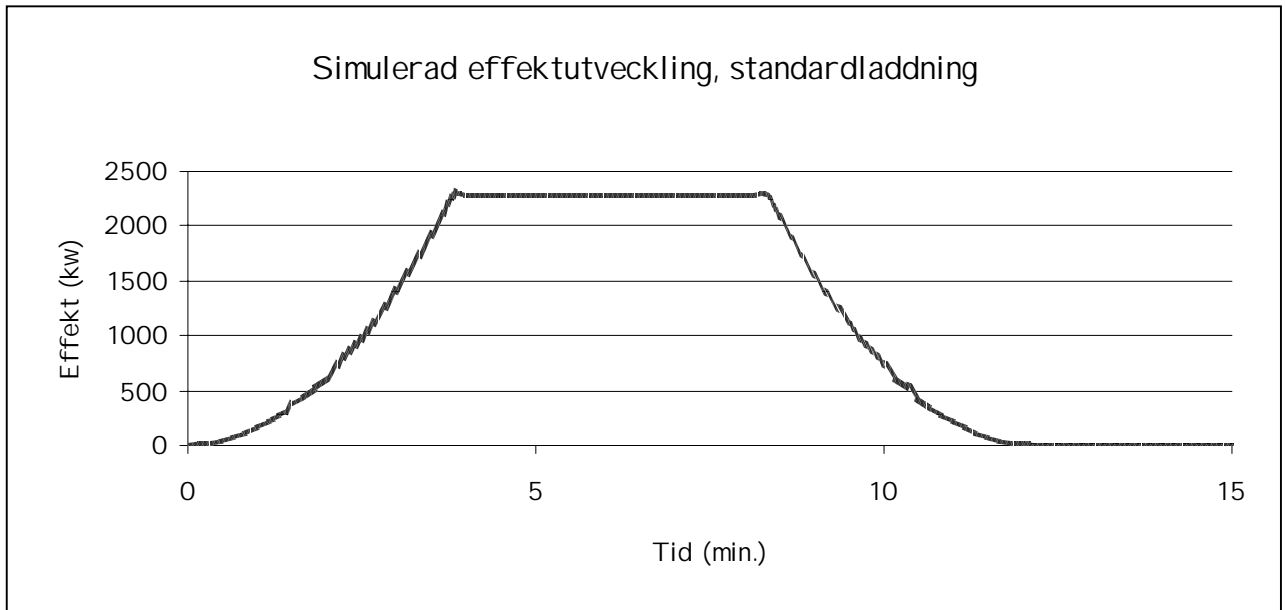


Diagram 4. Effektutveckling i brandrummet simulerad i CFAST.

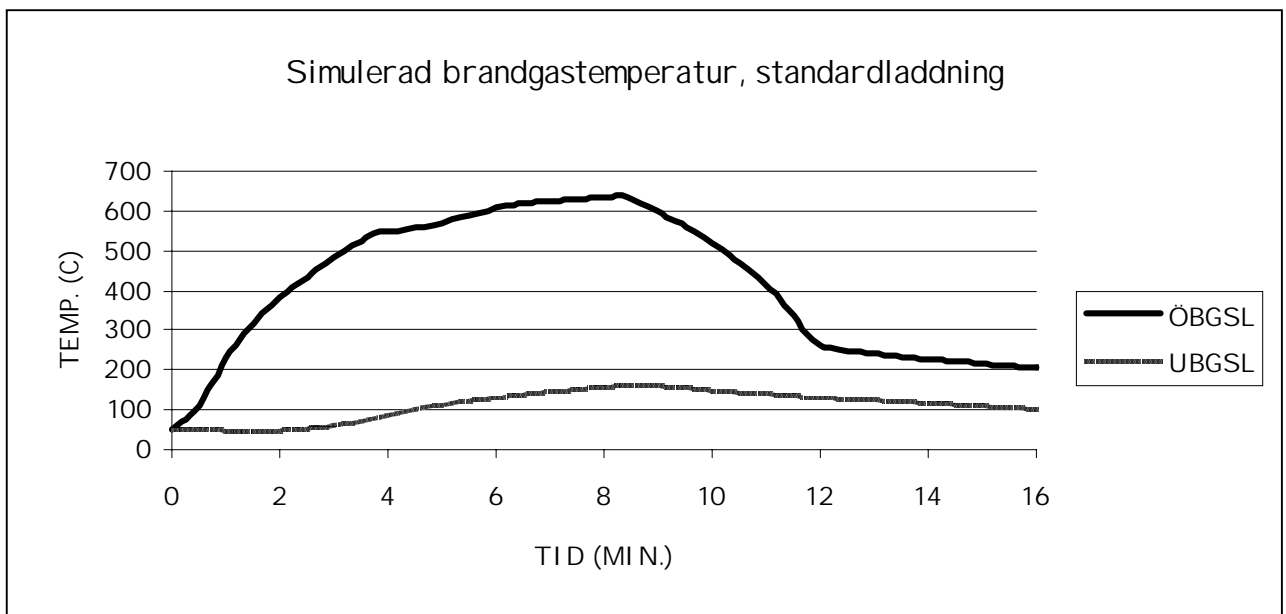


Diagram 5. Brandgastemperaturen simulerad i CFAST, (ÖBGSL=övre brandgaslagret, UBGS=undre brandgaslagret).

1.1.3 Fire Demand Model

Programmet Fire Demand Model bygger på en enzonmodell där programmet beräknar släckvattenbehovet vid övertända bränder. Programmet erbjuder möjligheter att variera ett flertal parametrar, bland annat ventilationsöppningar och droppstorlek. Programmet räknar med att vattenpåföring sker i anslutning till en ventilationsöppning och att påföring sker i svep med en viss frekvens. Det är därför begränsat i tillförlitlighet, men ger ändå en fingervisning om den mängd vatten som kommer att behövas under försöken. För ingångsdata till programmet se *tabeller 3 – 6*.

1.1.4 Indata

COMPARTMENT RELATED DATA	
ROOM HEIGHT	2.33 M
FLOOR AREA	50.00 M2
WALL/CEILING AREA	110.00 M2
WALL/CEILING/FLOOR THICKNESS	0.40 M
WALL/CEILING/FLOOR THERMAL CONDUCTIVITY	0.011 KCAL/M_MIN_DEG C
WALL/CEILING/FLOOR SPECIFIC HEAT	400.000 KCAL/M3_DEG C
WALL/CEILING-GAS HEAT CONVECTION COEFFICIENT CONSTANT	0.100 KCAL/M2_MIN_(DEG C)*1/3
WALL VENT NUMBER: 1	
TIME OPENED	0.00 MIN
TIME CLOSED	120.00 MIN
VENT HEIGHT	0.350 M
VENT WIDTH	0.350 M
VENT TOP	0.450 M
WALL VENT NUMBER: 2	
TIME OPENED	0.00 MIN
TIME CLOSED	120.00 MIN
VENT HEIGHT	0.300 M
VENT WIDTH	6.700 M
VENT TOP	2.330 M
WALL VENT NUMBER: 3	
TIME OPENED	0.00 MIN
TIME CLOSED	120.00 MIN
VENT HEIGHT	0.150 M
VENT WIDTH	6.700 M
VENT TOP	0.150 M
WALL VENT NUMBER: 4	
TIME OPENED	0.00 MIN
TIME CLOSED	120.00 MIN
VENT HEIGHT	2.030 M
VENT WIDTH	0.900 M
VENT TOP	2.030 M

Tabell 3. Rumsberoende indata i Fire Demand Model..

FUEL RELATED DATA

EFFECTIVE HEAT OF COMBUSTION	3583.000 KCAL/KG
FUEL LOAD	8.00 KG/M2
AIR/FUEL RATIO	4.92
FUEL SURFACE	12.000 M2
FUEL IS WOOD	

Tabell 4. Bränsleberoende indata i Fire Demand Model.

WATER RELATED DATA

INITIAL TIME WATER IS APPLIED	0.0 MIN
WATER APPLICATION RATE	300.000 L/MIN
EFFECTIVE WATER APPLICATION RATE	300.000 L/MIN
MEDIAN DROP SIZE	0.650 MILLIMETERS
DROP FALL	2.330 M
CONE ANGLE	60.0 DEG
SWEEP TIME	2.000 SEC
VIEWABLE FUEL SURFACE	0.600 M2
NOZZLE PRESSURE	6.00 KG/CM2
DISTANCE OF NOZZLE FROM VENT	0.00 M
SIMULATION TIME LIMIT	100.000 MINUTES
TIME STEP DIVISOR	100.00

Tabell 5. Släckteknisk & vattenrelaterad data.

I tabell 6 nedan visas de två släckkriterier som har valts i simuleringarna. Simuleringarna har startat vid övertändning och avslutats vid respektive släckkriterie. I släckkriterie 1 har väggtemperaturen inte tillåtit att ha någon inverkan på tid till släckkriterie, detta innebär att enbart brandgastemperaturen har varit styrande för beräkningarna. I släckkriterie 2 har däremot väggtemperaturen varit styrande, vilket har en synlig effekt på både tid till släckkriterie och påfordrad mängd vatten, se diagram 6 & 7. Normalt krävs en större mängd vatten för att kyla omgivande konstruktioner, än att kyla brandgaser.

	Brandgastemperatur vid övertändning	Tak/väggtemperatur vid övertändning	Brandgastemperatur vid släckkriterie	Tak/väggtemperatur vid släckkriterie
Släckkriterie 1	600 °C	300 °C	120°C	300 °C
Släckkriterie 2	600 °C	300 °C	150 °C	150 °C

Tabell 6. Brandgastemperatur, tak/väggtemperatur samt släckkriterier som ingångsdata i Fire Demand Model.

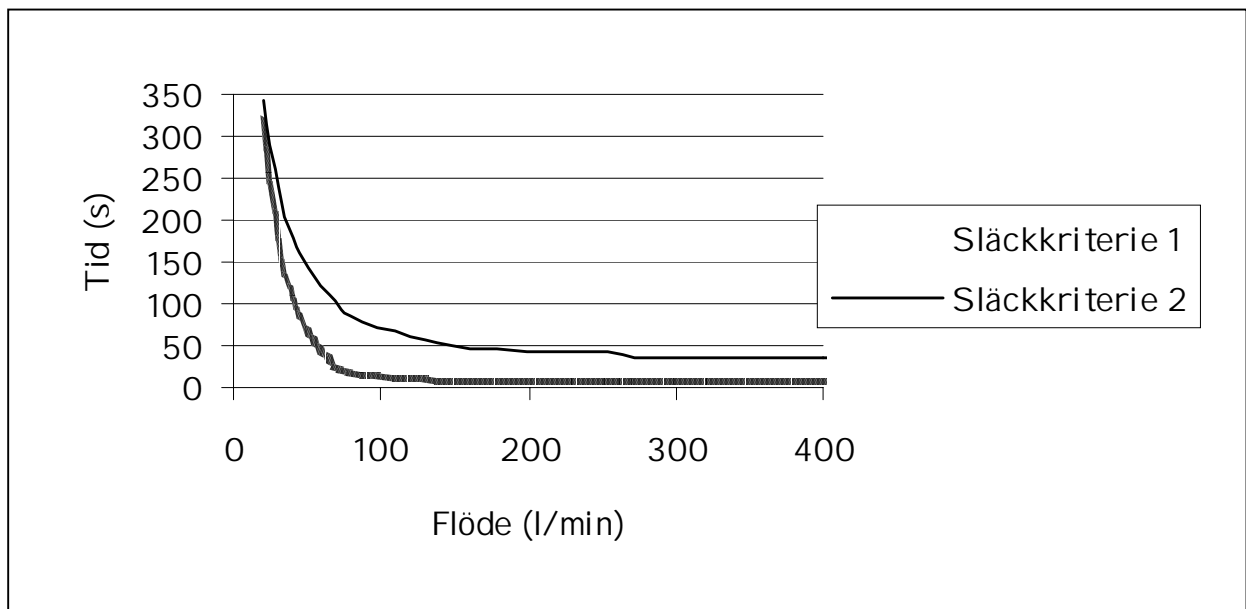


Diagram 6 Resultat från Fire Demand Model. Tid till släckkriterie som funktion av flödet för släckkriterie 1 & 2..

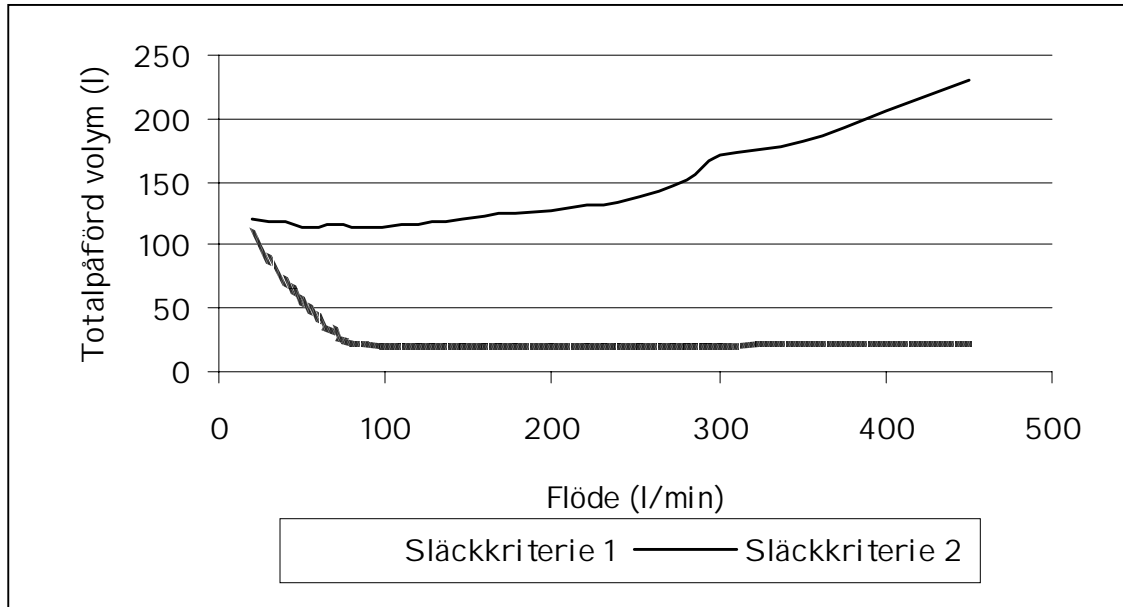


Diagram 7. Resultat från Fire Demand Model. Total påförd volym som funktion av flödet för släckkriterie 1 & 2.

1.2 Kravspecifikationer & produktöversikt

1.2.1 Vattenflödesmätning

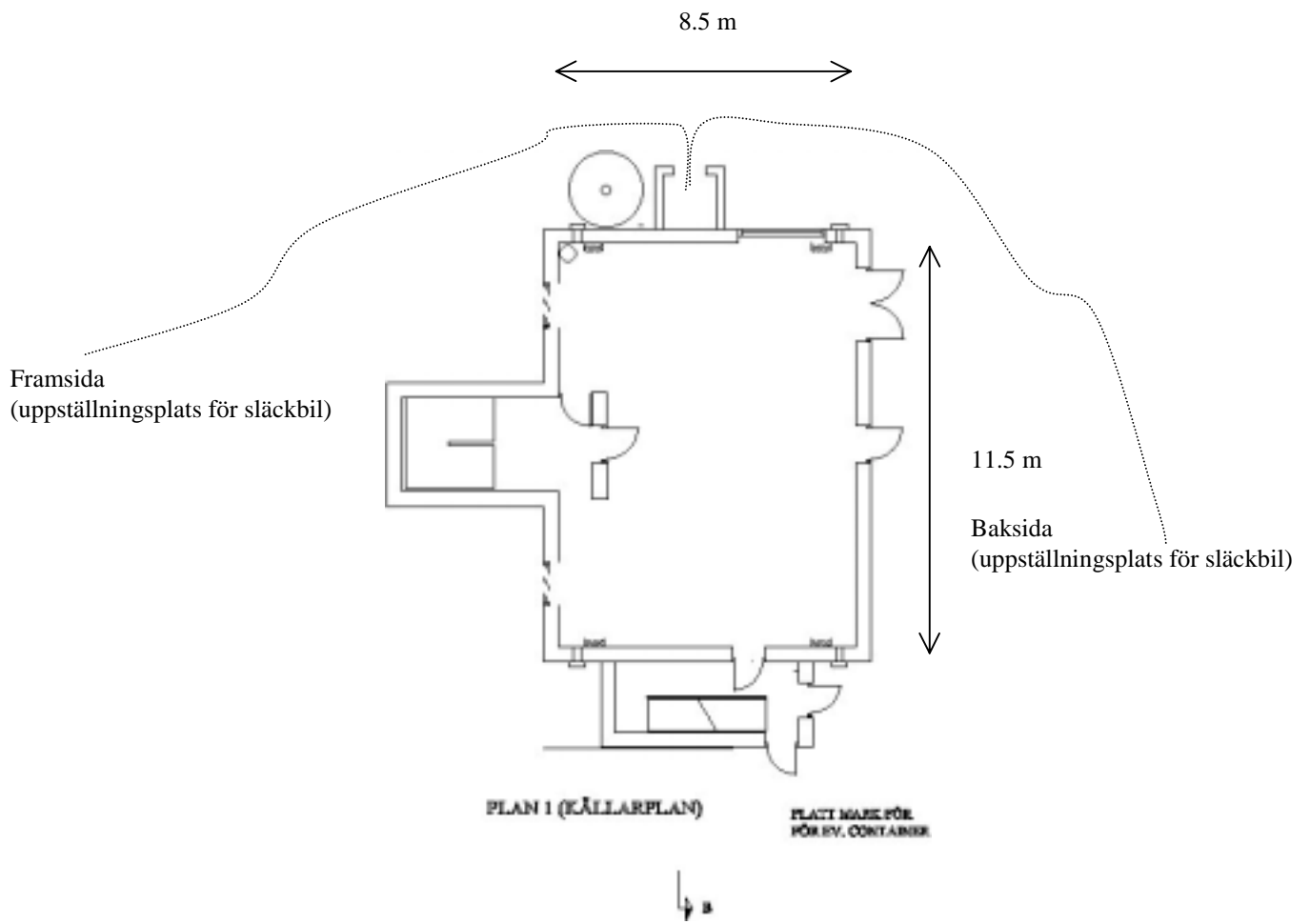
De krav som måste ställas på denna typ av utrustning är i första hand allmängiltiga för all slags material som skall handhas av människor. Detta innebär till exempel att den är enkel att använda och underhålla. I andra hand kommer mer inriktningsspecifika krav, till exempel att utrustningen skall tåla ett visst handhavande eller en viss miljö. Viktiga faktorer är även priset, garantier och eventuella underhållskostnader.

Brandförsvaret i allmänhet och dess övningsverksamhet i synnerhet, verkar i miljöer där hårda krav ställs på både människor och materiel. Utrustningen måste därför vara driftsäker i både smutsiga och blöta miljöer, en varm sommardag likväl som en kall vinterdag. I och med att vattenflödesmätaren skall kunna användas utan speciella förkunskaper, måste den även tåla en omild behandling av ovan, eller trött personal.

Till detta kommer även kraven på mätprecision i sådan omfattning att rätt slutsatser kan dras av registrerade släckinsatser, materialtester med mera. Kraven kan sammanställas i punktform enligt nedan:

Vattenflödesmätaren skall:

- Kunna användas utan formella förkunskaper.
- Kunna förflyttas av en person.
- Kunna användas utomhus vinter och sommar.
- Tåla ett arbetstryck på minst 10 bar.
- Vara spolbar.
- Kunna kopplas till släckbil eller släpspruta.
- Vara kompatibel med befintlig mätutrustning vid brandövningshuset.
- Ha en förbindelse (sladd), på minst 40 meter för att nå från både fram- och baksidan på brandövningshuset till kontrollrummet, *se figur 3*. Förbindelsen skall tåla en överkörning av släckbil med vinterdäck (dubb). Samt inte kunna slitas av under vårdslös behandling.



Figur 3. Skiss över källarplanet, (streckad linje markerar givarladd).

Hos de flesta räddningsskolorna och i en del brandförsvar finns ett par tre olika typer av vattenflödesmätare. Nedan går två skilda varianter av mätare igenom översiktligt. Dessa används både i undervisningssyfte och i den dagliga verksamheten, exempel på det senare är att mäta vilket flöde som kan erhållas ur det kommunala vattenledningsnätet. Gemensamt för de två typerna av mätare är att de har en robust och enkel konstruktion och är idet närmaste underhållsfria. Ingen av de båda modellerna kan alstra någon utgående signal för vidare databehandling.

Typ I

Denna modell är drygt 1 meter lång och väger cirka 5 kg. På mätröret finns både tryckmätare och display för vattenflödet. För att mäta vattnets hastighet används en propeller som är upphängd i röret. Antal varv som propellern roterar, registreras av en sensor placerad under displayen. Genom att vattnets hastighet är känd, multipliceras denna med mätrörets hålarea och redovisas på displayen som Gallon per tidsenhet.



Bild 5. Vattenflödesmätare, mekanisk, typ I..

Typ II

Denna typ av mätare består av en serie rördelar som sätts ihop för att passa vald kopplingsanslutning. Mät delen består av ett rörstycke till vilket en tryckmätare är ansluten, se *bild 6*. Genom att mäta tryckskillnaden mellan totaltryck och statiskt tryck registreras hastigheten på det strömmande vattnet på ett måtrör.



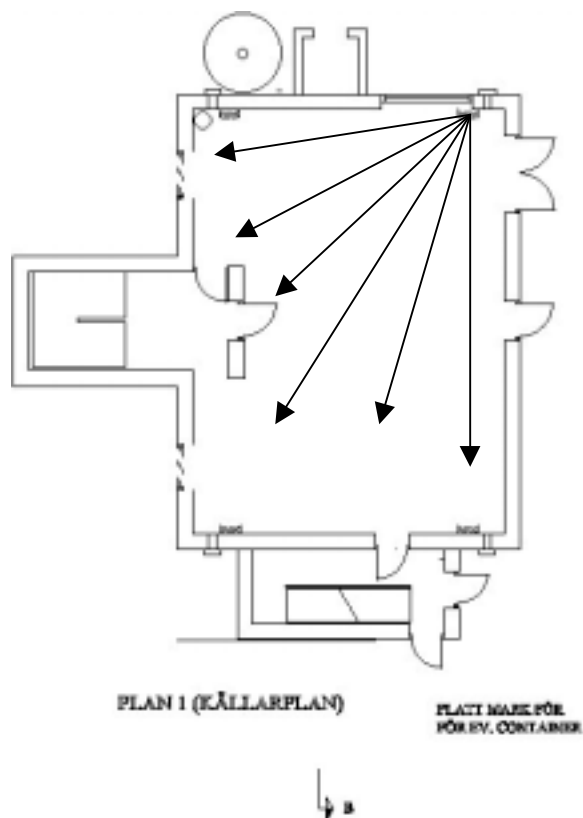
Bild 6. Vattenflödesmätare, mekanisk, typ II av märket ORO Fire Hydrant.

1.2.2 Temperaturmätning

På samma sätt som i fallet med vattenflödesmätaren, skall temperaturmätningssystemet vara lätt att använda, även för en lekman. Utrustningen skall tåla att användas dagligen under en överskådlig tid, utan att vare sig dyra reparationer eller utbyteskomponenter behöver tillgås. Då denna kravspecifikation avser en extra uppsättning termoelement till redan befintligt system, skall de nya kunna användas tillsammans med befintlig mätutrustning av märket Eurotherm. En målsättning med temperaturmätningssystemet är att kraven på hållbarhet och mätnoggrannhet uppfylls.

Termoelementen skall:

- Utan att ta skada, tåla en temperatur på 1000 grader celsius under 1 timme.
- Ha sådan längd att de täcker in större delen av plan 1, se figur 4.
- Inte ta skada av att en fullt påklädd rökdykare belastar dem, riktvärde cirka 20 (N/cm²).



Figur 4. Skiss över källarplan, pilar markerar räckvidd för givarladd.

1.3 Färdigställande av mätutrustning

1.3.1 Vattenflödesmätare

Efter att ha vägt för- och nackdelar blev slutsatsen att ett helt nytt koncept gällande vattenflödesmätning behöver tas fram. Den färdiga mätutrustningen för släckvattenflöde som finns på marknaden idag, uppfyller inte de förväntningar eller krav som anges i kravspecifikationen. Den främsta orsaken till detta är svårigheten att få mätutrustning som levererar utdata i form av signaler som kan registreras och loggas i en dator.

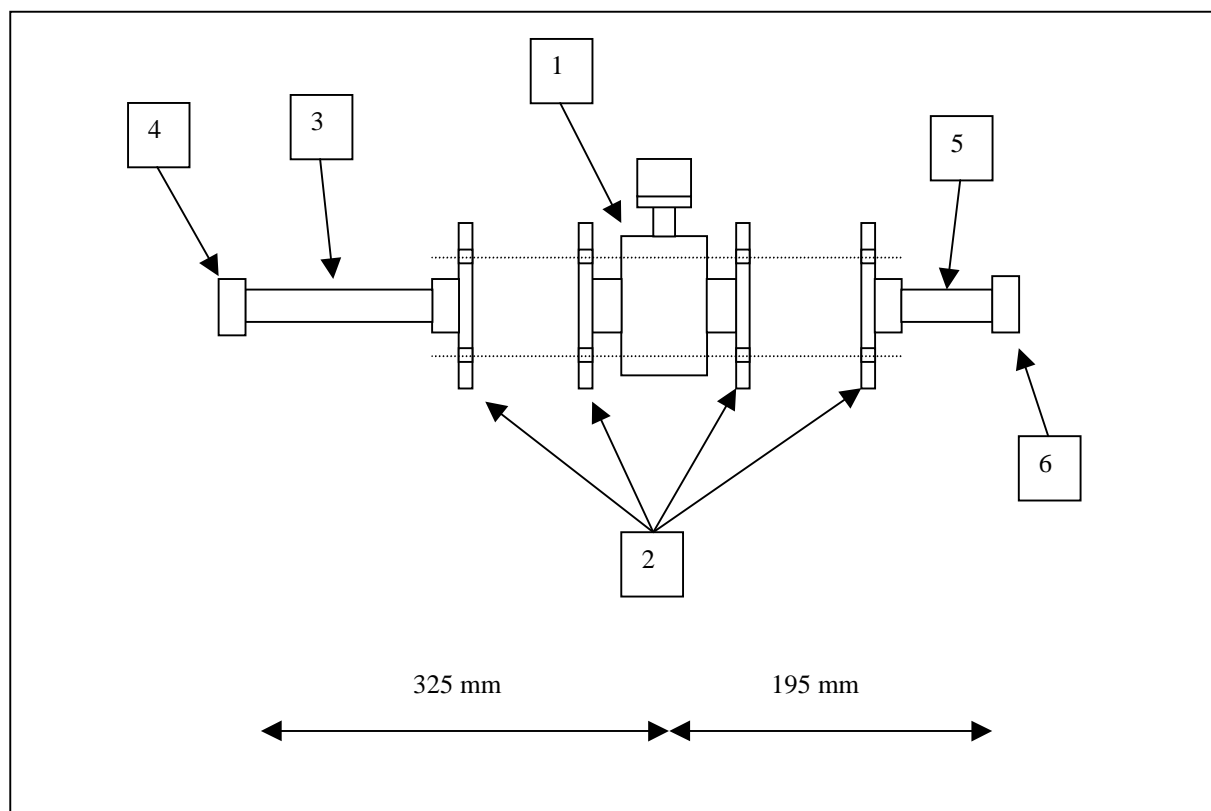
En annan viktig aspekt är att en mätutrustning som finns inom räddningstjänsterna oftast är klumpig att använda och tämligen känslig för ovarsam behandling. Efter samtal med styr- och reglertekniker Tomas Rook, se referenser, framkom idén att använda den typ av utrustning som finns i industrin. Bland fördelarna med denna typ av lösning kan nämnas att komponenter som anpassats för industri i allmänhet tillhandahåller en god driftssäkerhet, noggrannhet och kvalitet.

Valet föll därför på företaget Danfoss induktiva flödesmätare (*se produktblad s. 55*). Denna mätare är mycket robust i sin konstruktion och spolbar (kapslingsgrad IP 67). Den har inga rörliga delar samt har en funktionell och enkel display som dessutom är löstagbar. Utgående signal går även att logga med den redan befintliga programvaran.

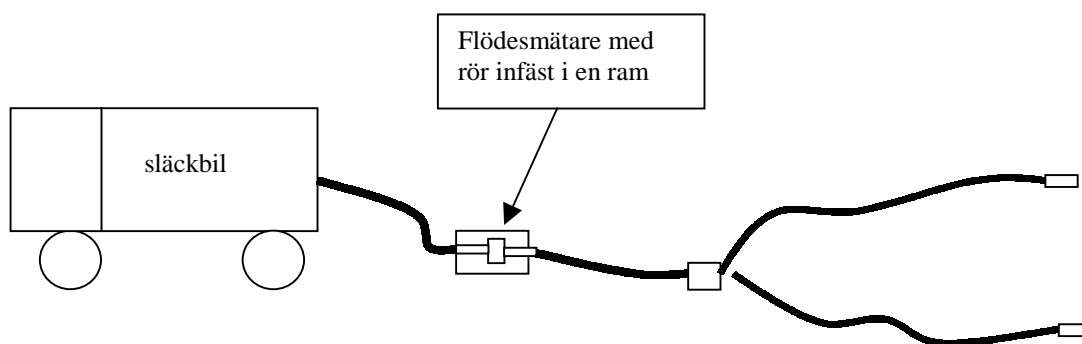
För att mätaren skall kunna stå på marken bakom en släckbil eller en släpspruta var det nödvändigt att tillverka en lådrum. Ramens uppgift är att bära upp mätaren, anslutningsflänsar och rör. Den skall motverka att skada uppkommer på displayen vid en eventuell omkullvältning, samt göra det möjligt att lyfta och bära utrustningen. Eftersom mätaren skall vara placerad ett par meter bakom pumpfordonet, specialtillverkades en tre meter lång grovslang (76 mm.) med tillhörande kopplingar för detta ändamål.

Ett utkast till en ritning togs fram, *se figur 5 nedan*. Därefter togs kontakt med företaget DAFO BRAND AB, (*se referenser*). Efter att vi var överens om hur konceptet skulle se ut och fungera, konstruerades sedan ställningen med flänsar och rör som visas på *bilderna 7, 8 & 9*.

Med tanke på att de sladdar som utgör anslutningen mellan flödesmätaren och mättrummet mycket väl kan slitas- eller nötas av efter en tids användning, införskaffades en plastöverdragen stålarmrad kabel. Denna har mycket hög hållfasthet och är i praktiken omöjlig att göra åverkan på under normal användning. Längden på kabeln är cirka 40 meter, denna längd räcker gott och väl till för att nå de platser runt brandövningshuset som normalt används för att ställa upp släckbilar eller släpsprutor.



Flödesmätaren skall stå på marken i direkt anslutning till släckbil eller släpspruta. Se nedanstående skiss. Rören som ansluter till fläns bör vara av korrosionsbeständigt material. Längd på in- och utloppsrör dimensioneras för att undvika störande turbulens, med fem respektive tre gånger diameter på röret.



Teckenförklaring

1. Flödesmätare
2. PN 16 flänsar, DN 65
3. Inloppsrör, längd = 5 x innerdiameter = 325 mm. (mått räknas från centrum av flödesmätaren)
4. Standard brandkårskoppling (grovslang 76 mm)
5. Utloppsrör, längd = 3 x innerdiameter = 195 mm. (mått räknas från centrum av flödesmätaren)
6. Standard brandkårskoppling (grovslang 76 mm)

Figur 5. Skiss som ligger till underlag för mätarkonceptet.

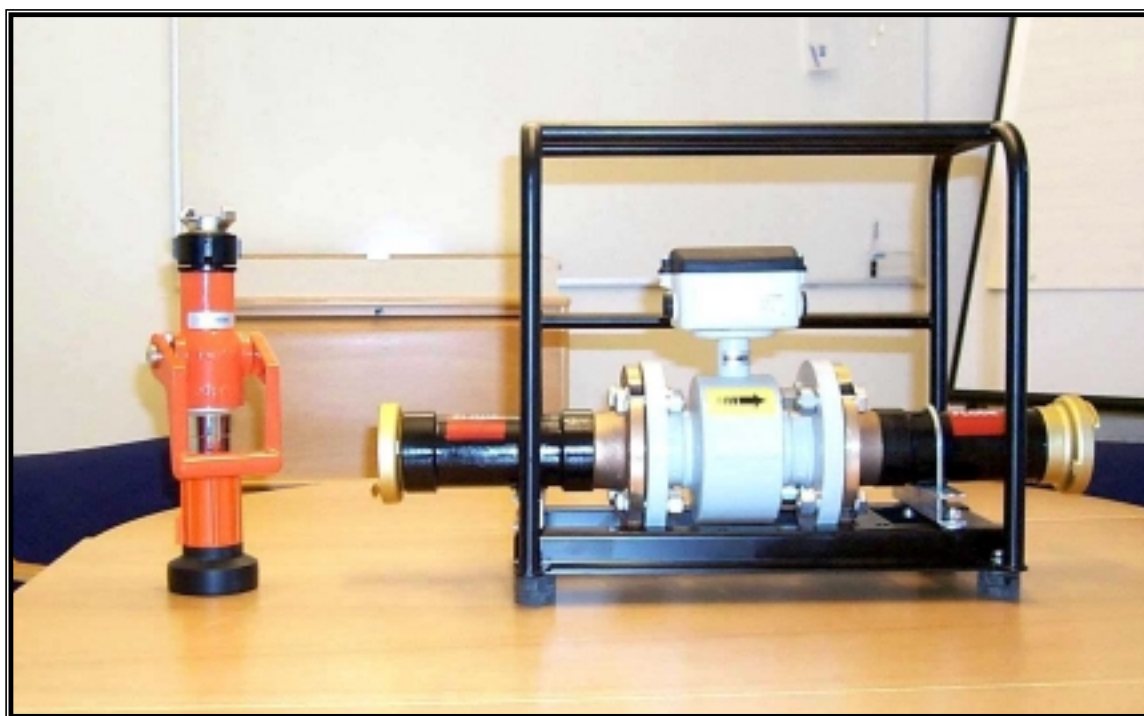


Bild 7. Sidovy av den färdiga vattenflödesmätaren.

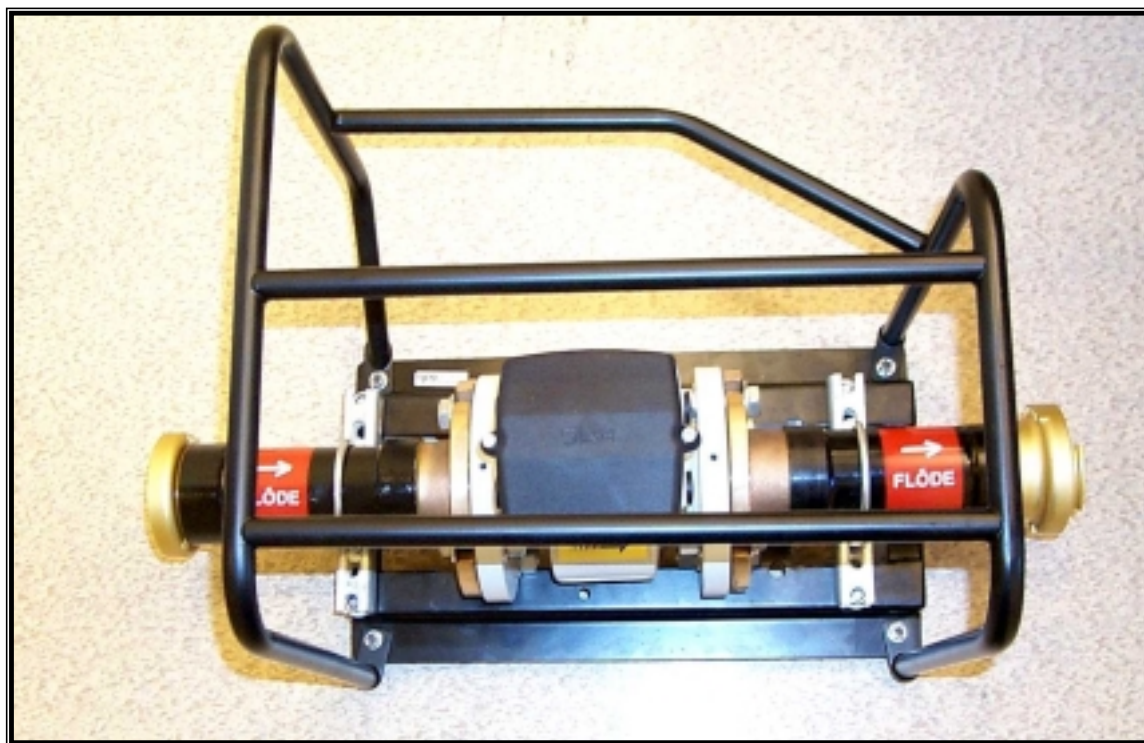


Bild 8. Vattenflödesmätaren sedd ovanifrån.



Bild 9. Sidovy av vattenflödesmätaren.

1.3.2 Tryckfallsberäkningar

För att kunna uppskatta vilket tryckfall som uppkommer i slangsystemet på grund av vattenflödesmätaren och den extra grovslangen kan ekvationen nedan användas /3/:

$$h_s = k_s \cdot \left(\frac{q}{100} \right)^2 \cdot \frac{L}{100} \quad \text{där} \quad h_s = \text{slangförlust [m vp]}$$

$k_s = k$ - värde slang
 $q =$ flöde [l/min]
 $L =$ rör eller slanglängd [m]

	MOTSTÅNDSTAL , K-VÄRDE	RÖR ELLER SLANGLÄNGD (m)	BERÄKNAT TRYCKFALL VID 540 L/MIN. (m vp)	UPPMÄTT TRYCKFALL VID 540 L/MIN.(m vp)*
VATTENFLÖ DESMÄTARE	0.70	0.65	0.13	
GROVSLANG (3 m)	0.25	3.0	0.22	
SUMMA			0.35	0.17

Tabell 7. Indata för beräkning av tryckfall över vattenflödesmätaren.

*) För att mäta det faktiska tryckfallet över enheterna användes en differentialtryckmätare. Nettotryckfallet från den anslutna vattenflödesmätaren och den extra grovslangen uppmättes till cirka 0.17 m vp vid ett pumptryck på 10 bar och flödet 540 l/min.

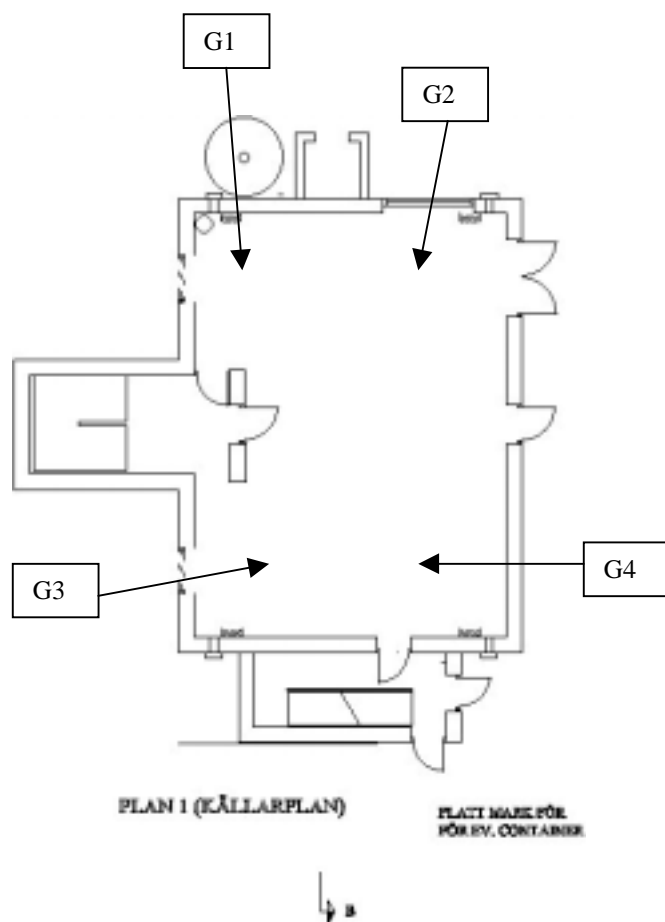
Slutsatsen är att det tryckfall som de tillkopplade enheterna ger vid anslutning till ett normalt slangsystem, måste anses försumbara i jämförelse med tryckfallet i stort.



Bild 10. Den färdiga vattenflödesmätaren ansluten till mätrummet (sladd) och släckbil.

1.3.3 Temperaturgivare

Under projektets gång har det framkommit att de befintliga temperaturgivarna (fyra stycken på varje plan, G1-G4), inte är tillräckliga för att kunna registrera en rättvisande temperaturprofil i brandrummet. Med enbart dessa att tillgå, blir det i praktiken bara möjligt att mäta temperaturen på en position på fyra olika ställen i försöksrummet, *se figur 7 nedan*. Detta skulle kunna bidra till att mätresultaten blir alltför påverkbara av tillfälliga variationer i brandrummet, till exempel drag från en öppen dörr, uppvärmning från lokala värmekällor med mera.



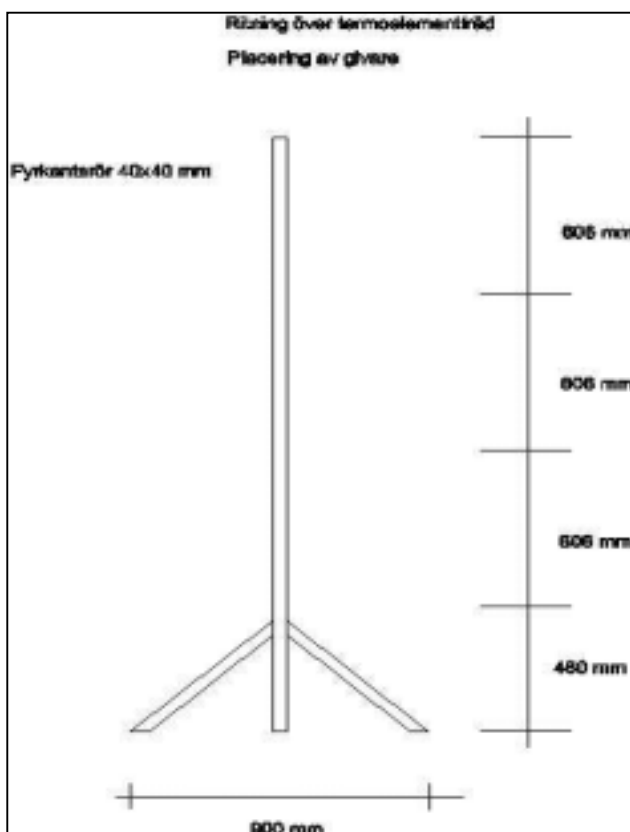
Figur 7. Placering av befintliga temperaturgivare på plan 1.

Ett beslut togs därför att införskaffa material till en flyttbar ställning på vilken sedan givarna placerades, ett så kallat termoelementträd, *se nedan*. De rent praktiskt/tekniska frågeställningar som aktualiserades gällde till exempel:

1. Hur många givare behövs för att registrera temperaturen från golv till tak?
2. Hur skall dessa skyddas från mekanisk påverkan liggande på golvet i brandrummet?
3. Hur långt in i försöksrummet skall givarsladdarna nå?

Förutom dessa frågor ställs krav enligt kravspecifikationen som gäller hållbarheten på temperaturgivarna. På grund av att denna försöksutrustning skall vara mer eller mindre permanent installerad, måste materialet både tåla slitage och höga temperaturer under en längre tid. Ytterligare faktorer som påverkar utformningen rör säkerheten för rökdykarna under insatser i brandrummet. Säkerheten får inte äventyras av ett omkullvält termoelementträd, därför måste det vara utformat så att det blir så stabilt som möjligt.

Figur 8 visar den skiss som ligger till underlag för termoelementträdet och placering av givare (4 st.). Givarna är av märket Pentronic (*se produktblad sidan 54 i appendix*), den införskaffade typen klarar en temperatur på cirka 1400 grader celsius. På grund av det relativt höga inköpspriset för givarsladdarna, begränsades mätpunkterna till fyra stycken. Med en takhöjd på 2.30 meter blir avståndet mellan varje givare drygt 50 centimeter. En viss justering av höjden går att åstadkomma i och med att givarna sticker ut ca 10 centimeter från ställningen. Trädet har isolerats med stenum som i första hand är till skydd mot mekaniska skador på givarsladdarna.

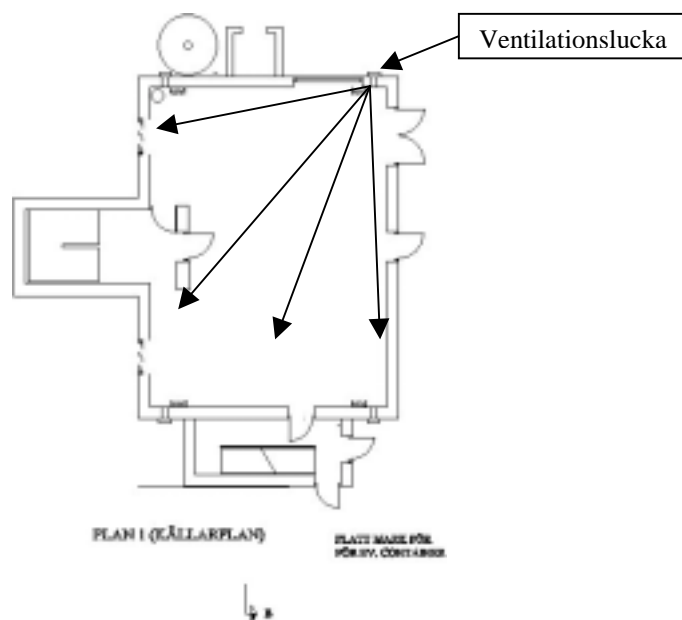


Figur 8. Skiss över termoelementträd.



Bild 11. Termoelementträd på plats.

För att skydda de fyra givarkablarna på golvet mot skador, drogs dessa genom en ledad stålslang av hög hållfasthet *se bild 11*. Slangen klarar att punktbelastas av en fullt påklädd rökdykare (cirka 100 kilo) utan att deformeras, vilket får anses vara ett godkänt resultat. Den slutliga längden på stålslangen uppmättes till drygt 10 meter. Denna längd är tillräcklig för att kunna täcka in större delen av källarplanet, *se figur 9*. När de fyra kablarna samlas ihop till en enda enhet underlättas handhavandet avsevärt.



Figur 9. Räckvidd för termoelementtrådet, radie ca 10 m.

Tack vare denna ställning är det möjligt att registrera en mer rättvisande temperaturprofil i brandrummet. Det blir dessutom möjligt att flytta temperaturmätningen till en annan del av rummet vid till exempel flytt av väggar och byte av planlösning.

För att göra det enkelt att koppla in- och ur termoelementtrådet har en kopplingsdosa satts upp ovanför ventilationsluckan på husets norra gavel *se bilderna 12 & 13*. När inte trådet skall användas, går det med ett enkelt handgrepp att koppla ur kontakterna, rulla ihop stålslangen och ställa undan det.



Bild 12. Kopplingsdosa för anslutning till termoelementtrådet, (ventilationshålet markerat med pil).



Bild 13. Kopplingsdosan och de fyra kontaktorna till givarna.

Slutsatser

I stort tillfredsställer flödesmätaren de krav som ställs i kravspecifikationen. Mätaren är lättanvänd och funktionell, samt verkar hålla en mycket god kvalitet. Den har en lättöverskådlig menyfunktion och har efter inledande tester mötts av positiva omdömen från brandpersonalen.

Utrustningen är lätt att handha, mycket tack vare att inga kalibreringar eller justeringar behöver göras. På grund av att både mät huvudet och anslutningsflänsar är gjorda i kraftigt gjutjärn, ligger vikten på drygt 20 kilo. Strömmatningen har valts till 24 istället för 220 volt. På detta sätt kan mätaren lätt tas med i en släckbil och anslutas till det befintliga strömuttaget i bilen. Användningsområdet kan då vidgas till att göra mätningar på till exempel brandpostnätet ute på distriktet.

De fyra temperaturgivarna sitter fast monterade på det så kallade termoelementträdet med ett inbördes avstånd på cirka 50 centimeter. Antalet givare får anses tillfredsställande med tanke på kostnad och nytta. Tillsammans med de fyra befintliga givarna bör tillräckligt noggranna mätningar kunna genomföras.

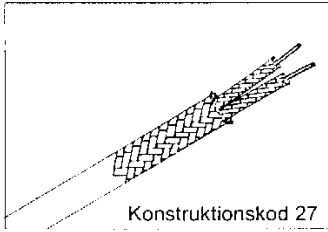
Tack vare att givarna är uppsatta på en ställning är det lätt att byta placering i rummet. Den skyddande stålslangen runt givarkablarna skyddar mot mekanisk åverkan och minskar risken för att kablarna knäcks- eller kläms sönder. Numrerade och ”felsäkra” stickkontakter, underlättar uppkoppling av utrustningen.

I sin helhet uppfyller de båda integrerade systemen de krav och önskemål som ställdes i projektets början. Utrustningen som har införskaffats verkar hålla en god kvalitet. En bedömning av driftssäkerheten bör göras efter en tids användning, då slitage och eventuella konstruktionsfel lättare kan upptäckas.

Systemet är lätt att starta upp och använda, och kräver ett minimum av inställningar eller andra åtgärder. Detta beror till stor del på att alla kalibreringar och kopplingar är gjorda och/eller ligger i programvaran till mätutrustningen. Kontaktdon och sladdar är numrerade och utformade så att en felkoppling är svår att göra även för en ovan användare. Mjukvaran till utrustningen är tämligen enkel, om än något tråkig att arbeta med. Till stor del beror detta på att produkten är ganska ny och oprövad. Enligt tillverkaren skall en uppgradering komma den närmaste tiden.

Förutom möjligheten att i realtid, kunna studera temperatur och momentanflöde, finns möjlighet att spara utdata i så kallade text (txt.) filer för efterbehandling i till exempel Excel. Efter en komplettering av elektroniken för signalöverföringen så kommer det också att finnas möjlighet att studera totalflödet i realtid.

1.4 Produktblad

	Kabeltyp:	CEFIR-20
	Konstruktion:	Parallellagda ledare. Keramisk fiber runt varje ledare. Gemensamt ytterhölje av keramisk fiber.
	Max temperatur, förläggning:	1427°C
	Min temperatur, flexibilitet:	–
	Tråddiameter:	Ø 0,8 mm AWG 20
	Hölje, nom. dimension:	2,7 x 4,5 mm
	Vikt, nominellt:	21,4 kg/km
Artiklar:		
Artikelnr	Benämning	Färgkod
04-20260	CEFIR-20-K	ANSI



INSTRUCTIONS

ENGLISH

MAGFLO® Electromagnetic flowmeter type MAG 3100 with PTFE liner

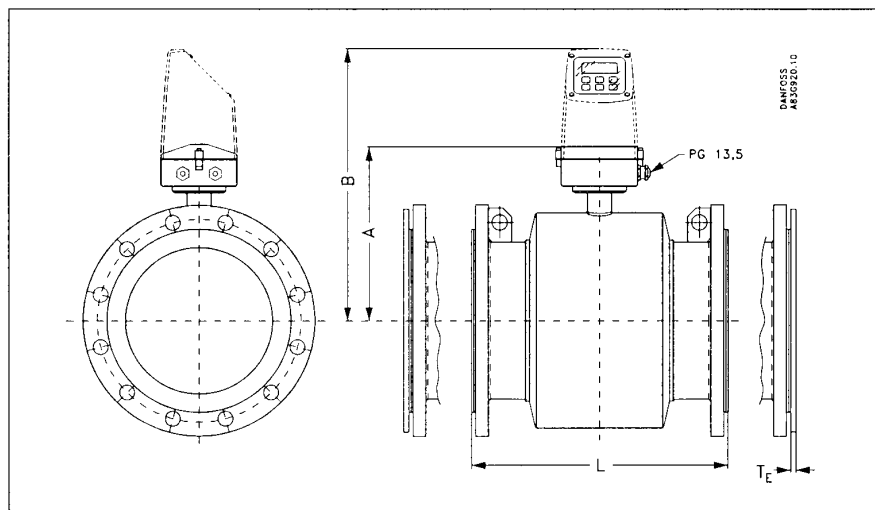
Introduction

Danfoss MAGFLO® electromagnetic flowmeters consist of a sensor and a signal converter. These instructions only describe the sensor installation. For further information on the signal converter installation, please refer to the MAGFLO® Product manual.

083R9158

Dimensions and weight

MAG 3100 with PTFE liner



Nominal size DN	Nominal size inch	A ¹⁾ [mm]	B [mm]	L ²⁾							T _E ³⁾ [mm]	Weight ⁴⁾ [kg]
				BS 4504/DIN 2501				BS 1560/ ANSI B 16.5		AS 2129 E		
				PN 6, 10, 16 [mm]	PN 25 [mm]	PN 40 [mm]	PN 64 ⁵⁾ [mm]	Class 150 [mm]	Class 300 [mm]	AS 4087 Class 14 [mm]		
15				200	200	200	-	200	200	200	6	4
25	1"	187	338	200	200	200	-	200	200	200	6	5
40	1½"	197	348	200	200	200	-	200	200	200	6	8
50	2"	205	356	200	200	200	276	200	200	200	6	9
65	2½"	212	363	200	200	200	320	200	272	200	6	11
80	3"	222	373	200	272	272	323	272	272	200	6	12
100	4"	242	393	250	280	280	380	280	310	250	6	16
125	5"	255	406	275	300	300	420	300	335	275	6	19
150	6"	276	427	300	325	325	415	325	370	300	6	27
200	8"	304	455	350	350	350	480	350	410	350	8	40
250	10"	332	483	450	450	450	550	450	500	450	8	60
300	12"	357	508	500	500	500	600	500	550	500	8	80
350	14"	362	513	500	500	550	700	550	590	500	8	110
400	16"	387	538	500	500	550	750	550	590	500	10	125
450	18"	418	569	560	560	600	-	600	640	560	10	175
500	20"	443	594	625	625	680	-	680	730	625	10	200
600	24"	494	645	750	750	750	-	820	860	750	10	300

1) 13 mm shorter with AISI terminal box (Ex and high temperature)

2) When earthing flanges are used, the thickness of the earthing flange must be added to the built-in length

3) T_E = Type E grounding ring

4) Weights are approx. and for PN 16 without signal converter

5) Sensors with PN 64 flanges are max. PN 50 due to max. pressure rating of the liner of 50 bar