

Försök med olika taktiska mönster mot brand i en liten lägenhet

Denna rapport ingår i Räddningsverkets serie av forsknings- och utvecklingsrapporter. I serien ingår rapporter skrivna av såväl externa författare som av verkets anställda. Rapporterna kan vara kunskapssammanställningar, idéskrifter eller av karaktären tillämpad forskning. Rapporten redovisar inte alltid Räddningsverkets ståndpunkt i innehåll och förslag.

2001 Räddningsverket, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen
ISBN 91-7253-123-1
Beställningsnummer P21-380/01
2001 års utgåva

Försök med olika taktiska mönster mot brand i en liten lägenhet

Räddningsverkets kontaktperson:
Stefan Svensson, Räddningsverkets skola Revinge, Telefon 046-23 35 76

Innehållsförteckning

Abstract	5
Sammanfattning	7
Inledning	9
Försöksuppställning	10
Försöksanläggning	10
Bränsle	11
Mätning av viktminskning	12
Mätning av temperatur	13
Mätning av tryck	13
Släckutrustning	13
Flödesmätning	14
Övertrycksventilation	14
Dokumentation	14
Försöksserie	15
Säkerhet	17
Mätresultat	18
Diskussion	20
Försöksuppställning	20
Mätnoggrannhet	20
Brandutveckling	21
Försöksserie	22
Referenser	23
Bilagor	25

Abstract

Various tactical patterns, including manual fire suppression and ventilation procedures, were investigated. Twenty tests were performed in a three-room apartment, with an attached staircase, on the first floor of a training facility. The fire source was stacks of pallets, eight pallets in height weighting approximately 134 kg, in each test. Temperature and pressure in the apartment, weight of the fire source, and water flow was measured and recorded continuously. In the report, the experimental set-up is described, along with the results from the tests, in diagrams. Also, the report includes a general discussion on reliability and validity of the tests. Analysis and conclusions from the tests are excluded from the report.

Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultatet från tjugo försök i det så kallade Brandövningshuset vid Räddningsverket skola i Revinge. Försöken genomfördes i två serier under två olika tidsperioder. Syftet med försöken var att jämföra hur varierande taktiska mönster kan påverka ett insatsresultat. Avsikten var att belysa hur variationer i tid och rum samt i sammansättning, med avseende på insatta åtgärder, kan påverka insatsers förlopp. Även viss variation i de insatta åtgärdernas genomförande studerades.

Rapporten omfattar en beskrivning av försöksuppställning, genomförande, mätresultat samt vissa kommentarer till och beskrivningar av försöken, medan analys, värdering och slutsatser från försöken har utelämnats. Detta redovisas i annat sammanhang. Arbetet ingår i ett större projekt ("Det räddningstaktiska problemet") där operativ problematik belyses ur olika synvinklar.

Den valda försöksserien (valda scenarios) avsåg att återspegla de rimliga åtgärder som även en relativt liten räddningsstyrka kan antas vidta vid brand i en mindre lägenhet. Åtgärderna som ingick i de valda scenarierna omfattade släckning samt ventilation, inklusive övertrycksventilation.

Bränslet som användes var lastpallar, åtta i varje försök motsvarande cirka 134 kg trä. Vid försöken mättes temperatur i brandlägenheten samt i trapphuset, lastvikt, tryck i brandrummet samt släckvattenflöde kontinuerligt. Även en vattenkyld videokamera, mer känd som "Hubert", användes.

Vid den här typen av försök uppstår en rad problem och potentiella felkällor. Sådana problem kan bland annat hänföras till försökens och försökslokalens storlek samt till den manuella släckinsats som gjordes i varje försök. Det kan dock konstateras att såväl reliabilitet och validitet i resultaten är god. Jämförelser med andra försöksserie eller med data från verkliga räddningsinsatser bör dock göras endast i undantagsfall och då med viss försiktighet.

Nyckelord: försök, brandsläckning, brandgasventilation, övertrycksventilation, PPV, taktik

Inledning

Under vecka 0111 (serie 1) samt 0126 (serie 2) genomfördes brandförsök i det så kallade Brandövningshuset vid Räddningsverket skola i Revinge. Syftet med försöken var att jämföra hur varierande kombinationer av släcknings- och ventilationsåtgärder i samband med lägenhetsbrand kan påverka ett insatsresultat. Vi kan kalla varje sådan kombination för ett visst *taktiskt mönster*¹. Avsikten var att belysa hur variationer i tid och rum samt i sammansättning, med avseende på insatta åtgärder, kan påverka insatsers förlopp. Även viss variation i de insatta åtgärdernas genomförande studerades. Serie 1 omfattade 11 försök och serie 2 omfattade 9 försök.

Denna rapport är en resultatrapport. Detta innebär att rapporten innehåller en beskrivning av försöksuppställning, genomförande, mätresultat samt vissa kommentarer till och beskrivningar av försöken, medan analys, värdering och slutsatser från försöken har utelämnats. Detta redovisas i annat sammanhang. Arbetet ingår i ett större projekt ("Det räddningstaktiska problemet") där operativ problematik belyses ur olika synvinklar.

Vid serie 1 medverkade Stefan Svensson och Jan Tapani, båda vid Räddningsverkets skola i Revinge samt Sören Lundström vid Räddningsverket i Karlstad. Vid serie 2 medverkade endast Stefan Svensson. Viss utrustning (Hubert till båda serierna samt lastceller till serie 1) hade också lånats av Sven-Ingvar Granemark vid Brandteknik vid Lunds Universitet.



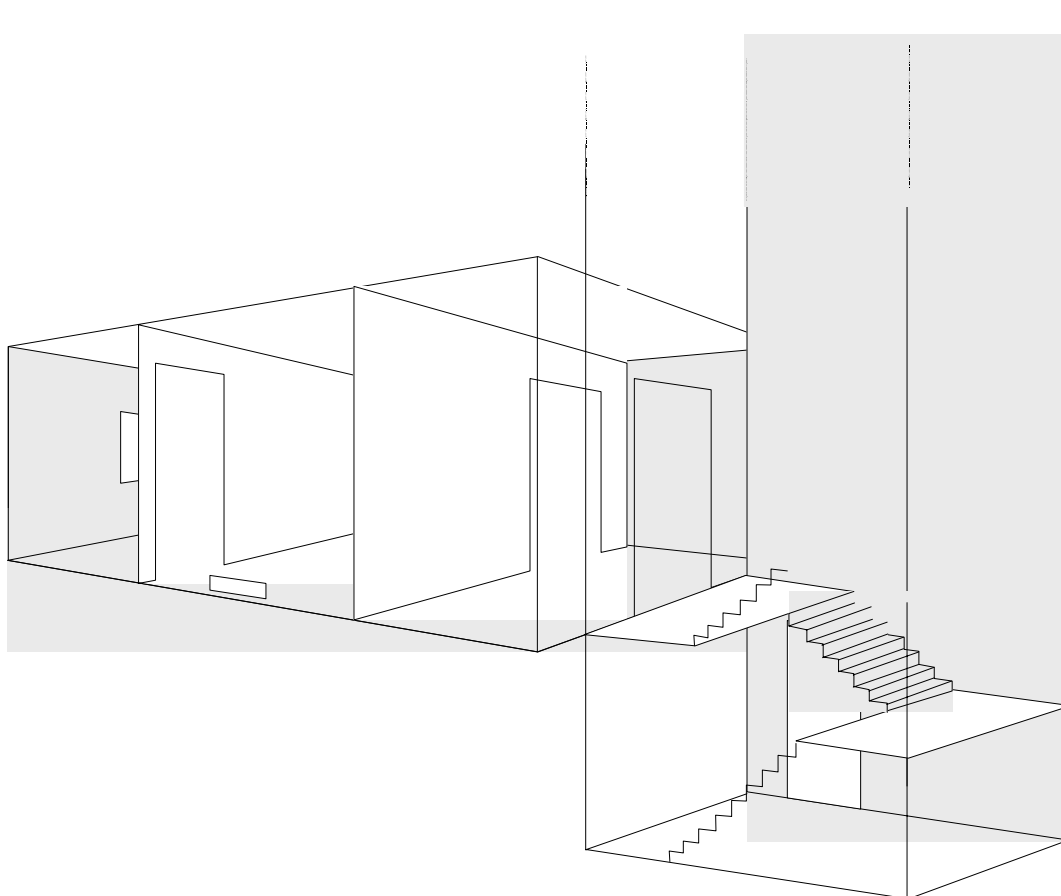
Figur 1. Brandövningshuset vid Räddningsverkets skola i Revinge, uppställning av släckfordon till höger, slangdragning samt uppställning av logger mm vid mätplatsen (pallstapel) mitt i bilden.

Försökuppställning

Försöksanläggning

Den anläggning som användes för försöken är belägen vid Räddningsverkets skola i Revinge, och benämns normalt Brandövningshuset. Adressen är Skolvägen 45. Anläggningen består av ett trapphus i fyra plan, två lägenhetsvåningar samt en vindsvåning om vardera cirka 40 m². Den är uppbyggd med friliggande prefabricerade betongstomme bestående av pelare och balkar. Bjälklagen består av platsgjuten betong isolerad mot värmen från såväl plan 1 som plan 2 och vindsvåning. Inner- och ytterväggar är uppförda i lättbetong (lecablock).

Insidan av lägenhetsvåningarnas innerväggar samt mellanväggar är överdragna med specialputs som motstår höga temperaturer och hastiga avkyllningar. Dragluckor finns i såväl ytter- som innerväggar och släckvatten avrinner genom dräneringsbrunnar. Vid försöken var dragluckorna i ytterväggarna öppna medan dragluckorna i innerväggarna var stängda.



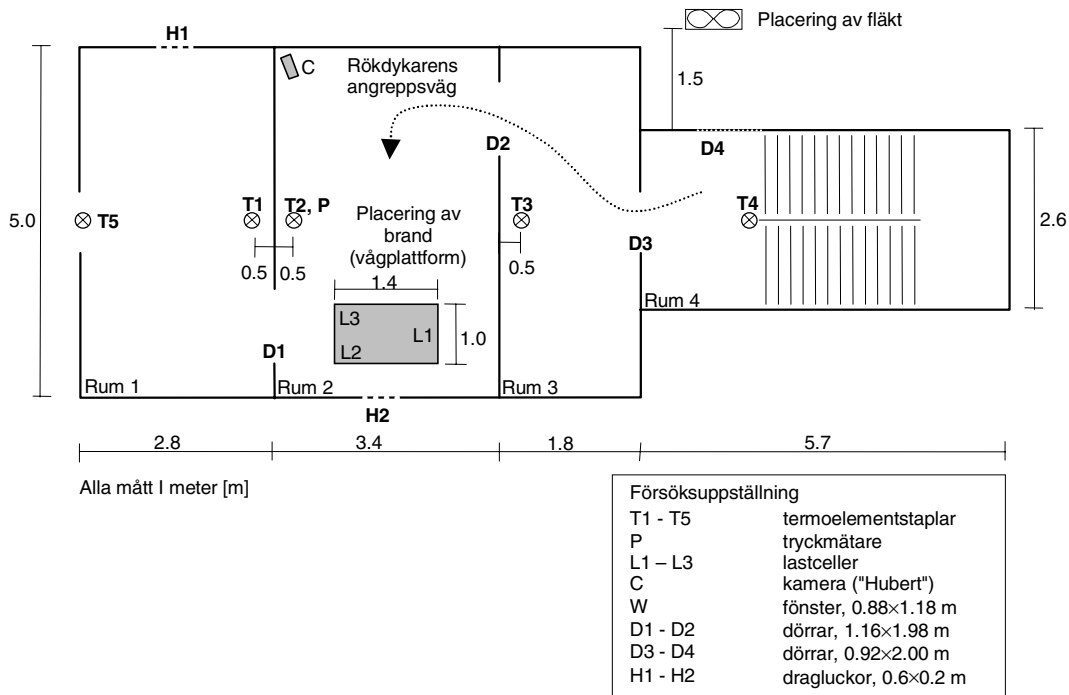
Figur 2. Enkel skiss av försöksanläggningen, trapphus samt plan 2 av Brandövningshuset.

För att underlätta service, är lägenhetsvåningarna försedda med pardörrar i fasad (fasad mot väster i norra rummet, benämnt rum 1). Dessa var stängda under försöken. Lägenhet plan 1 har dörr mot trapphus samt två fönster i ytterfasad (gavelfönster i rum 1 mot norr samt mot öster i mellanrum, benämnt rum 2). Lägenhet plan 2 har dörr mot trapphus samt ett fönster i ytterfasad (i gavel i rum 1).

Trapphuset är uppbyggt av prefabricerade betongelement med isolerade väggar samt trappor och vilplan i varmförzinkad gallerdurk. I taket finns en lucka för brandgasventilation.

Under försöken användes endast lägenhet plan 2 samt trapphus. Beroende på varje enskilt försök användes dörr mot trapphus samt fönster i yttervägg (mot norr).

Utrustningen inne i anläggningen bestod i korthet av vågplattform, termoelement, tryckmätare, belysning samt videokamera, se figur 3 samt text med utförlig beskrivning nedan.



Figur 3. Mått, placering av mätutrustning mm.

Bränsle

Bränslet var likartat vid samtliga försök och bestod av lastpallar, åtta vid varje försök. Lastpallarna hade måtten 1.2×0.8 m. Den exponerade bränsleytan var ungefär 2.2 m²/lastpall, med hänsyn taget till den yta som avgår då pallarna staplas. Den totalt exponerade bränsleytan var vid varje försök cirka 17.6 m². Lastpallarna vägde i genomsnitt cirka 16.7 kg, dvs en total vikt av bränslet vid varje försök om cirka 134 kg.

Bränsle för serie 1 lagrades inomhus under cirka sju veckor före försöken. Bränsle för serie 2 lagrades utomhus under skärmtak under cirka två månader före försöken.

Bränslet placerades i en stapel på en för ändamålet konstruerad vågplattform, se figur 4 och 5.



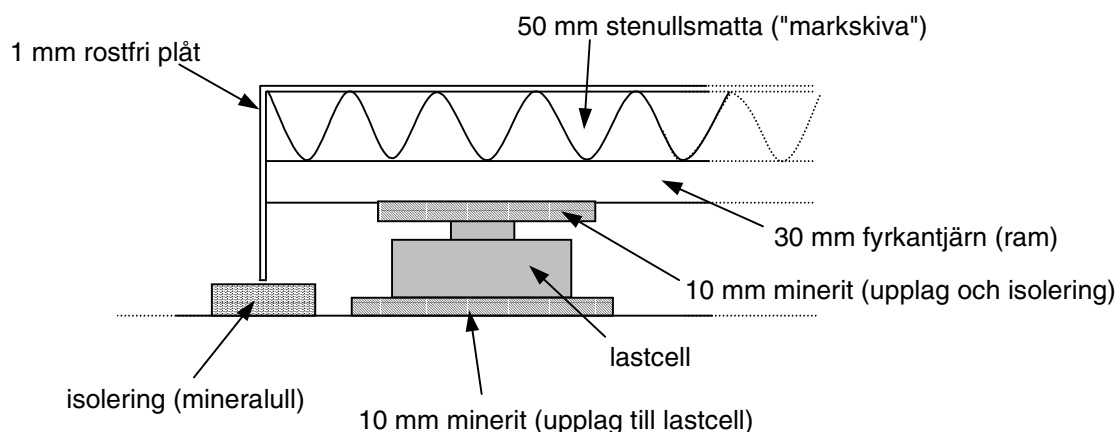
Figur 4. Antändning av bränslet, observera även bränslets (lastpallar) placering på vågplattform.

Som antändningskälla användes porös träfiberskiva (tretex) indränkt i så kallad biodiesel (dieselolja blandad med rapsolja). Två bitar placerades längst ner pallstapeln, på ömse sidor om pallarnas mitt, vid serie 1 med måtten 0.15×0.30 m samt vid serie 2 med måtten 0.15×0.15 m. Vid brandstart antändes tretexskivorna med stormtändstickor. Tändsatsen lades in i pallstapeln i direkt anslutning till antändning och antändning av de bägge tretexbitarna skedde samtidigt, se figur 4.

Mätning av viktminskning

Bränslets vikt mättes kontinuerligt under försöken, genom att bränslet var placerat på en vågplattform, figur 5. Plattformen hade yttermåtten 1.4×1.0 m, höjden över golvet var cirka 0.20 m.

Tre lastceller placerades under plattformen. Vid serie 1 användes en lastcell med kapaciteten två ton och två lastceller med ett tons kapacitet (L1 respektive L2 – L3 i figur 3). På grund av jordningsfel, kan mätdata från lastcellerna i serie 1 inte betraktas som tillförlitliga. Inför serie 2 införskaffades därför en annan typ av lastceller, med annat mätområde, samt att åtgärder vidtogs i syfte att förhindra jordningsfel. Vid serie 2 användes därför tre lastceller med kapaciteten 250 kg vardera. Mätområde och mätnoggrannhet för samtliga använda lastceller framgår av tabell 1.



Figur 5. Sektion av vågplattformen, ej skalenlig.

Mätning av temperatur

Temperaturen mättes i 16 punkter i lägenheten på plan 2 samt i 4 punkter trapphuset med termoelement av typ K med diametern 0.51 mm. I lägenheten placerades termoelementen i fyra staplar med fyra termoelement i varje, varav en stapel placerades i vardera rum samt en stapel placerades i fönstret. Termoelementen placerades på höjderna 0.25, 0.92, 1.59 samt 2.25 m över golv (T1 – T3 i figur 3). I fönstret placerades termoelementen på höjderna 0.24 m under överkarm, 0.48 m under överkarm, 0.48 m över underkarm samt 0.24 m över underkarm (T5 i figur 3).

I trapphuset placerades termoelementen på höjderna 2, 5.2, 8.3 samt 11.6 m över marknivå (T4 i figur 3).

Mätning av tryck

Det statiska trycket mellan brandrummet (rum 2 i figur 3) och omgivningen mättes med en tryckmätare kopplad till ett kopparrör. Röret mynnade i brandrummet på höjden 1.2 m över golv samt 2.5 m från rummets vardera kortsida samt 0.5 m från rummets norra långsida (P i figur 3).

Släckutrustning

Släckutrustningen som användes var ett Leader Quadrafog QF150 strålrör, inställbart mellan 20 och 150 l/min vid 7 bars munstyckstryck. Strålröret var anslutet till en fordonsmonterad pump, monterad i en släckbil modell BAS, med två längder 42 mm slang. Släckbilen matades med vatten från områdets brandpostnät.

Vid serie 1 användes endast ett släckvattenflöde om cirka 80 l/min (1.33 l/s). Vid serie 2 användes både cirka 80 l/min (1.33 l/s) och cirka 40 l/min (0.67 l/s). På grund av systemets uformning uppstod dock viss variation i dessa flöden.

Flödesmätning

Flödet mättes med en GPI turbin flödesmätare, med mätområde 1.67 – 16.7 kg/s, se tabell 1. Flödesmätaren var monterad mitt på slangen, dvs mellan de två längderna smalslang.

Övertrycksventilation

Vid nio av försöken användes övertrycksventilation, d v s en fläkt med stor flödeskapacitet, i syfte att snabbt ventilerar ut värme och brandgaser. Fläkten som användes var en 24” Swefan fläkt med en kapacitet om cirka 21000 m³/h (5.8 m³/s). I de försök fläkten användes placerades denna 1.5 m utanför dörren till trapphuset (se figur 3), luftflödet riktat in mot dörröppningen.



Figur 8. Fläkt placerad fram dörr till trapphuset.

Dokumentation

Samtliga mätningar av temperatur, last och flöde registrerades med frekvensen 0.5 Hz. Tryck registrerades med frekvensen 1 Hz. Temperatur, last och flöde registrerades med en logger av typ INTAB AAC-2¹⁶, medan tryck registrerades av en logger av typen Testo 454. Logger INTAB AAC-2¹⁶ var kopplad till bärbar dator, där mätvärden lagrades kontinuerligt. Logger Testo 454 var fristående och loggade mätvärden internt.

Vid försöken användes även en vattenkyld videokamera, mer känd som ”Hubert”. Själva kameran är en standardkomponent, vilken är inbyggd i en mässingsbehållare med dubbla väggar. Mellan dessa dubbla väggar cirkulerar vatten för kylning. Kameran har använts vid ett stort antal brandförsök i stor skala, och motstår kontinuerlig tämligen höga temperaturer.

Tabell 1 är en sammanställning av den mätutrustning som användes under försöken. Se även figur 1.

Tabell 1: sammanställning av mätutrustning och deras viktigaste data.

Benämning (se figur 1)	Storhet	Avser	Mätområde	Mätnoggrannhet
T1 – T5	Temperatur	Termoelement stapel, termoelement typ K, Ø0.52 mm	0 – 1300°C	±0.4%
P	Tryck	Testo	-10 – 10 hPa	±0.002 %
L1 (serie 1)	Last	Lastcell, TML CLP-2000KA	0 – 2000 kg	± 0.5%
L2 – L3 (serie 1)	Last	Lastcell, TML CLP-1000KA	0 – 1000 kg	± 0.5%
L1 – L3 (serie 2)	Last	Lastcell, Vetek LPX250	0 – 250 kg	0.1 %
C	Video	Hubert, vattenkyld kamera		
	Flöde	GPI turbinflödesmätare	1.67 – 16.7 kg/s	± 1%
	Logger	INTAB AAC-2 ¹⁶		± 0.02% ¹
				± 0.0034% ²
	Logger	Testo 454 (endast för tryckmätning)		

Försöksserie

Försöken genomfördes så att brand anlades i pallar i lägenhet plan 2. Omedelbart därefter stängdes dörren till lägenheten. Efter ytterligare cirka 6 min, vidtogs åtgärder (taktiska mönster) för respektive försök 1 – 20 enligt nedan.

Serie 1

1. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna, flöde cirka 91 l/min.
2. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna samt övertrycksventilation, flöde cirka 80 l/min.
3. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna samt övertrycksventilation, flöde cirka 87 l/min.

¹ Kalibreringscertifikatet anger ±10µV för mätområdet 50 mV, vilket användes för temperaturmätning.

² Kalibreringscertifikatet anger ±340µV för mätområdet 10 V, vilket användes för flödesmätning.

4. angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen samt övertrycksventilation, fönster öppnat efter ytterligare 2 min, flöde cirka 109 l/min.
5. angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, fönster öppnat efter ytterligare 2 min, flöde cirka 88 l/min.
6. angrepp genom fönster, endast fönster öppet, flöde cirka 107 l/min.
7. angrepp genom fönster, endast fönster öppet, flöde cirka 76 l/min.
8. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna, flöde cirka 72 l/min.
9. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna samt övertrycksventilation, flöde cirka 78 l/min.
10. angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen samt övertrycksventilation, fönster öppnat efter ytterligare 2 min, flöde cirka 80 l/min.
11. inget angrepp, trapphusdörr och fönster öppnade efter 6 min, endast dämpning av branden efter cirka $t = 494$ s (se figur 10), flöde cirka 60 – 78 l/min.

Serie 2

12. angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, flöde cirka 74 l/min.
13. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppet, flöde cirka 78 l/min.
14. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppet, övertrycksventilation, flöde cirka 76 l/min.
15. angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, övertrycksventilation, flöde cirka 75 l/min.
16. angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, flöde cirka 38 l/min.
17. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppet, övertrycksventilation, flöde cirka 40 l/min.
18. angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppet, flöde cirka 38 l/min.
19. angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, övertrycksventilation, flöde cirka 35 l/min.
20. inget angrepp, trapphusdörr och fönster stängt, endast dämpning av branden efter cirka $t = 1300$ s (ej i diagram), flöde cirka 40 l/min.

Säkerhet

Säkerheten var under försöken hög. Förutom att temperatur, bränslets last (implicit förbränningshastigheten), tryck och flöde registrerades kontinuerligt, kunde dessa värden även avläsas i realtid. Dessutom användes Hubert (se ovan), och en bild av brandrummet kunde, även denna i realtid, ses på en TV-skärm, se figur 9.

Rökdykaren/strålföraren (vid serie 1 Jan Tapani och vid serie 2 Stefan Svensson) var under försöken iklädd larmkläder (RB-90), inklusive ändamålsenligt underställ, samt andningsapparat. Vid serie 1 var utöver rökdykaren/strålföraren även övrig personal iklädd larmkläder samt att det var ytterligare minst 1 person som bar andningsapparat, dock ej med mask påtagen. Vid serie 2 var det endast rökdykaren/strålföraren som var iklädd larmkläder och som bar andningsapparat. Erfarenheterna från serie 1 visade dock att risker var så gott som obefintliga, under förutsättning att skyddsföreskrifter följdes. Det bör dock nämnas det att i anslutning till försöksserie 1 inträffade ett olycksfall, i det att försöksledaren under återställning av mätutrustning fick ett kraftigt slag mot handen, varvid mjukdelsskador uppstod.



Figur 9. Mätplats med logger m m.

Mätresultat

Samtliga data från försöken finns redovisade i bilaga, i form av diagram. För varje försök är redovisat åtta diagram, numrerat med respektive försöks ordningsnummer samt ett löpnummer, enligt följande ordningsnummer: löpnummer
Löpnumret motsvaras, enligt följande, av

X:1	temperatur rum 1 (T1)
X:2	temperatur rum 2 (T2)
X:3	temperatur rum 3 (T3)
X:4	temperatur rum 4 (T4)
X:5	temperatur fönster (T5)
X:6	Lastceller
X:7	Tryck
X:8	Flöde

I försök 20 har dock diagram över släckvatten flödet utelämnats, eftersom släckning inte skedde. Observera också att tidsskalan är annorlunda i diagram 11, eftersom detta försök pågick under en längre tid.



*Figur 10. Försök 11, $t = 494$ s (strax efter strålröret är öppnat, då de första dropparna träffar brandhärden).
Bilden är tagen från videofilm (Hubert).*

I temperaturdiagrammen kan det i vissa fall vara svårt att identifiera vilken kurva som hör till vilket termoelement. Som vägledning kan sägas att det under brandens tillväxtperiod, d v s mellan 0 – 360 s från antändning, är varmast närmast taket, dvs. för den kurva som redovisar termoelementet placerat 2.25 m över golv. Detta gäller samtliga termoelementstaplar T1 – T5 i figur 3.

Efter försöksserie 1 visade det sig att kanalen för mätning av temperaturen 0.48 m under överkarm, inte hade fungerat (se diagram 1:5, 2:5, 3:5, ..., 20:5). Eftersom denna mätpunkt inte bedömdes som avgörande för resultaten samt på grund av hur termoelementen var monterade justerades detta fel inte inför försöksserie 2.

Efter försöksserie 1 visade det sig också att mätning av last uppvisade stora variationer samt variationer som ej föreföll rimliga (se diagram 1 – 11:6). Dessa variationer har bedömts ha uppstått på grund av jordningsfel i mätutrustningen. Inför försöksserie 2 införskaffades därför nya lastceller samt att eventuella källor till jordfel avlägsnades i möjligaste mån. Se tabell 1 för detaljer om försöksutrustningen.

Figur 10 visar ett typexempel på hur försöken såg ut vid själva släcktilfället. Bilden är tagen strax efter att strålröret är öppnat (från videofilmen). Lågorna når gott och väl upp i taket och böjer delvis av åt sidorna. Vid varje tillfälle intog rökdykaren en fysiskt stabil och säker position i brandrummet innan strålröret öppnades. Till höger i bilden syns också termoelementstapel T2 och kopparröret för tryckmätning (P). Observera även vågplattform samt mineralullsisoleringen på golv, som termiskt/mechaniskt skydd för kablar mm. Den goda bildkvaliteten beror delvis på att en strålkastare användes inne i brandrummet, placerad på golvet riktad uppåt (strax bakom/hitom rökdykaren och till vänster om kameran).

Diskussion

Försöksuppställning

Vid den här typen av försök uppstår en rad problem och potentiella felkällor. Sådana problem kan bland annat hänföras till försökens och försökslokalens storlek. På grund av lokalens storlek, är det svårt eller rent av omöjligt att placera den inomhus. Detta gör att väderförhållandena kan påverka resultaten från försöken ogynnsamt. Vid de båda försöksserierna var dock väderförhållanden sådana att det ur resultaten inte går att utläsa någon tydlig påverkan.

Svårigheten i de valda scenarierna ligger framförallt i att kunna studera hur en räddningsinsats påverkar ett brandförlopp och kraftiga förenklingar har varit nödvändigt att göra. Bland annat bortser försöken från den livräddande aspekten vid insatser mot lägenhetsbrand. Det ligger dock inget motsatsförhållande i att utföra släckning/ventilation och att utföra livräddning. Släckning och ventilation kan mycket väl betraktas som en livräddande insats, under förutsättning att det sker på sådant sätt att miljön i brandlägenheten förbättras av åtgärderna.

Försöksuppställningen avsåg att efterlikna en representativ typ av insatssituation för svensk räddningstjänst². Detta medförde att urvalet av lokaler där försöken kunde genomföras begränsades. Dessutom ställer fältmässiga mätningar alltid speciella krav på mätuppställning och val av mätutrustning. Bland annat måste mätuppställning anpassas till lokalernas geometri. Till exempel så kan öppningar för genomföringar normalt inte göras, utan man är hänvisad till de öppningar som finns tillgängliga. Den i det här fallet använda mätuppställningen, d v s uppställningen av mätutrustning, har använts i tidigare försök³. Detta gjorde att mätuppställningen var lämplig att använda även i detta fallet, eftersom det då går att göra vissa jämförelser.

I förutsättningarna för försöken ingick att försöka efterlikna verkliga insatser i så hög grad som möjligt. Detta gör att försöken är operatörsberoende, d v s att resultaten från försöken var beroende av uppträdandet hos rökdykare och annan (tänkt) insatspersonal. Trots denna potentiellt stora felkälla, visar en jämförelse mellan de olika kombinationerna av åtgärder att variationen till följd av operatörsberoende försök har varit låg.

Mätnoggrannhet

Mätnoggrannheten för mätutrustning och logger är angiven i tabell 1. Inte i något fall ligger de angivna mätfelen över 1%. Vid den typen av försök som genomförts i detta fall, d v s vid försök i full skala eller i "nästan"- full skala, går det dock att ifrågasätta mätnoggrannheten. Fenomenet brand innehåller så stora naturliga fluktuationer att det många gånger kan vara svårt att särskilja dessa från mätutrustningens noggrannhet.

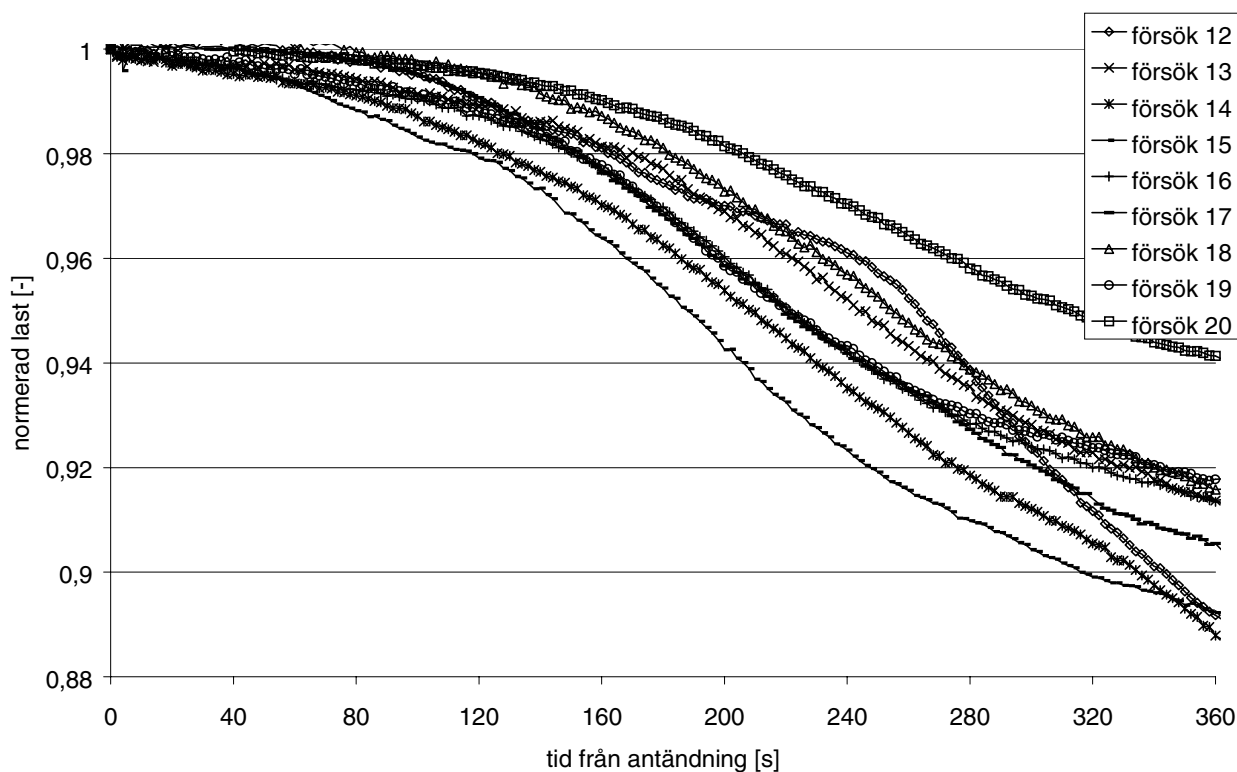
Båda försöksserierna tillsammans består i huvudsak av återkommande kombinationer av åtgärder. Så till exempel försöken 2, 3, 9, 14 och 17 likartade kombinationer av åtgärder. På samma sätt är försöken 1, 8, 13 och 18, försöken 5, 12, och 16 samt försöken 4, 10, 15 och 19 likartade. Under dessa likartade kombinationer, visar det sig att likartade fenomen uppträder.

Med ledning av tabell 1 och vid en jämförelse mellan resultaten från försöken, går det därför att sluta sig till att mätnoggrannheten var så god som det rimligtvis är möjligt.

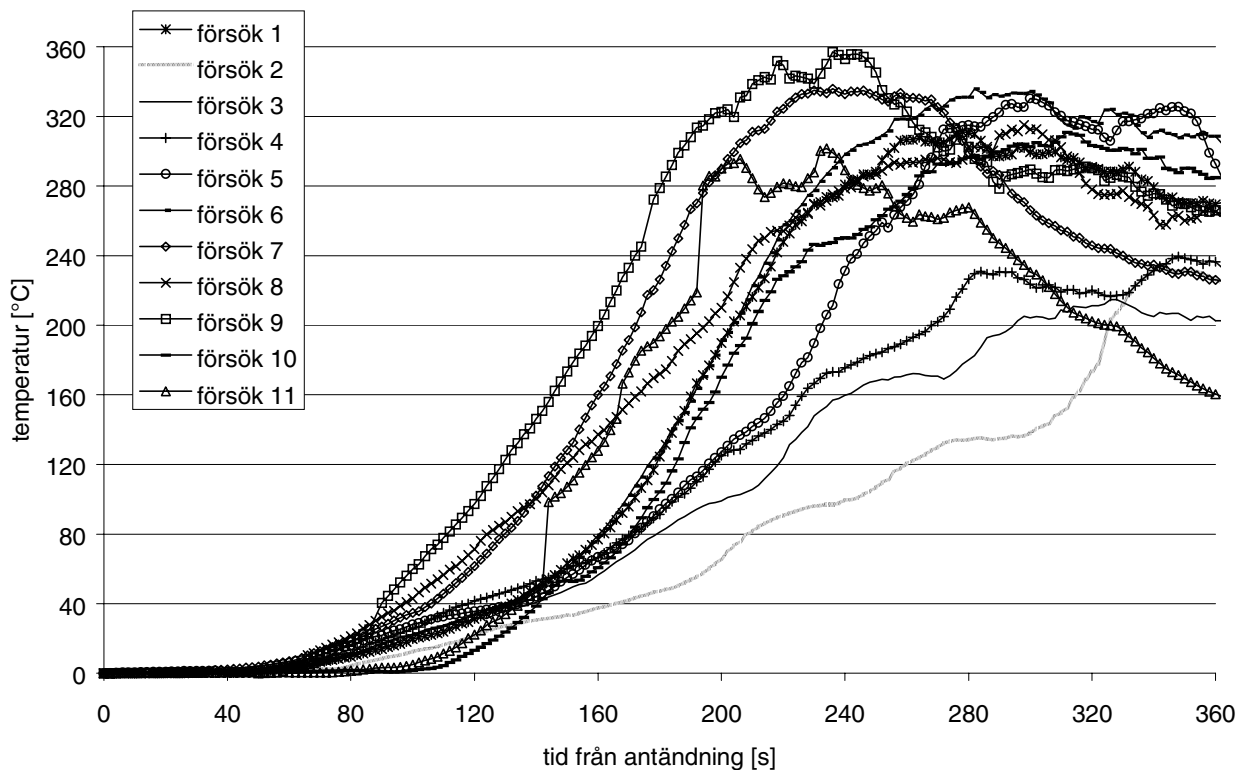
Brandutveckling

En jämförelse mellan serie 1 och serie 2 visar att temperaturerna i lägenheten var något högre vid serie 2. Ökningen i temperatur tycks också ha varit något snabbare vid serie 2. Dessutom visar en jämförelse mellan försök 1-11 en något större variation i temperaturer än vid en jämförelse mellan försök 12-20. Dessa skillnader kan bero på att bränslet vid serie 1 var något fuktigare än vid serie 2, på grund av dåliga lagringsförhållanden av bränslet.

Figur 11 visar den normerade lastvikten för serie 2, försök 12-20. De ökade skillnaderna i lastvikt efter cirka 250-300 sekunder kan bero på att branden i detta skede blir alltmer ventilationskontrollerad. Motsvarande diagram går dock inte att skapa för serie 1, försök 1-11 på grund av jordfel i mätutrustningen. Figur 12 visar istället medeltemperaturen för de övre delarna av brandrummet (T2, rum 2, 1.59 m över golv samt 2.25 m över golv) för serie 1. Medeltemperaturen i brandrummets övre delar för serie 1 uppvisar tämligen stora variationer, vilket kan bero på den höga fukthalten i bränslet. Det kan också bero på att branden blir ventilationskontrollerad tidigt under brandförloppet, vilket också kunde ses i figur 11 för serie 2. Det bör dock rimligtvis vara större tröghet i förändring av massförlusten än i temperatur, vilket gör att reliabiliteten bör vara tämligen god även för serie 1. Med ledning av figur 11 och 12, kan reliabiliteten under de första 360 s av brandförloppet sägas vara god.



Figur 11. Normerad lastvikt under de första 360 s för serie 2.



Figur 12. Medeltemperaturen för den övre delen av brandrummet för serie 1.

Försöksserie

Den valda försöksserien (valda scenarios) avser att återspegla de rimliga åtgärder som även en relativt liten räddningsstyrka kan antas vidta vid brand i en mindre lägenhet.

Åtgärderna som därvid används omfattar släckning samt ventilation. Variationer i släckåtgärden bestod av variationer i släckvattenflödet. Variationer i ventilationsåtgärder bestod dels av användning av övertrycksventilation, respektive ingen användning av övertrycksventilation. Och dels bestod variationer i ventilationsåtgärder av användning av olika tillgängliga öppningar, dörr samt fönster, och olika kombinationer av dessa öppningar. Vid samtliga de försök då övertrycksventilation användes stod fläkten placerad lika.

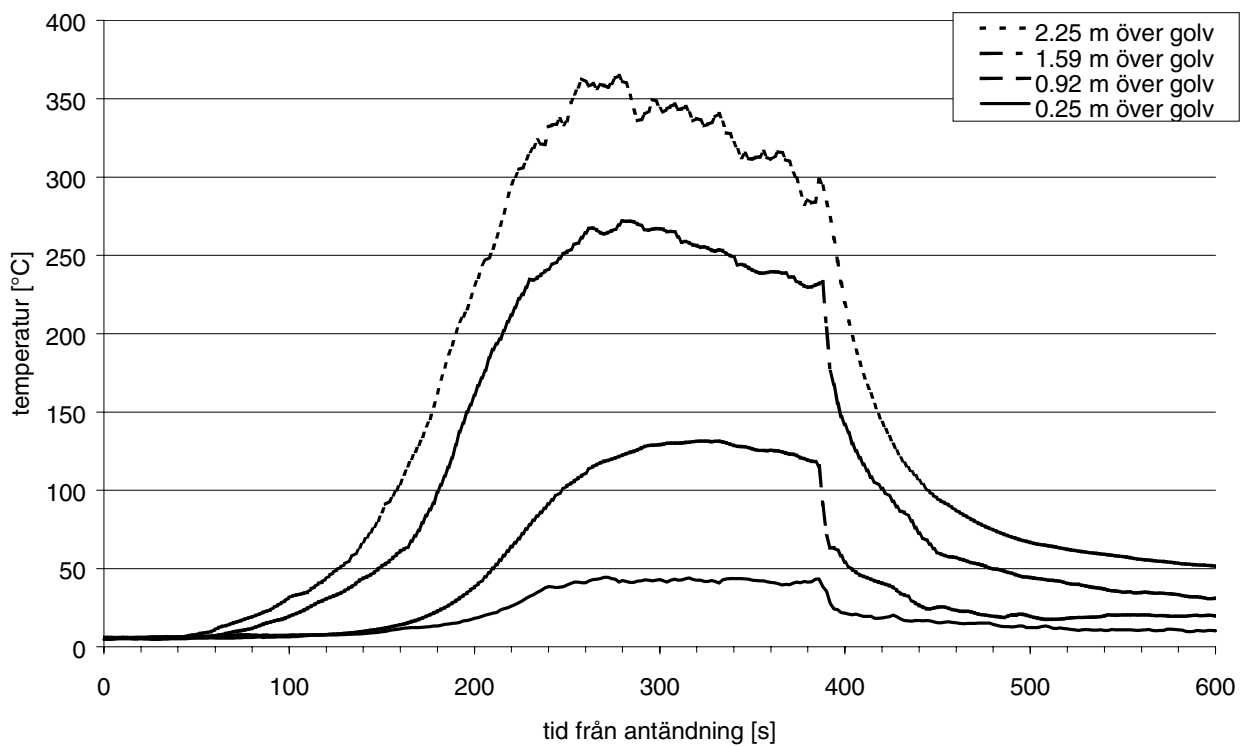
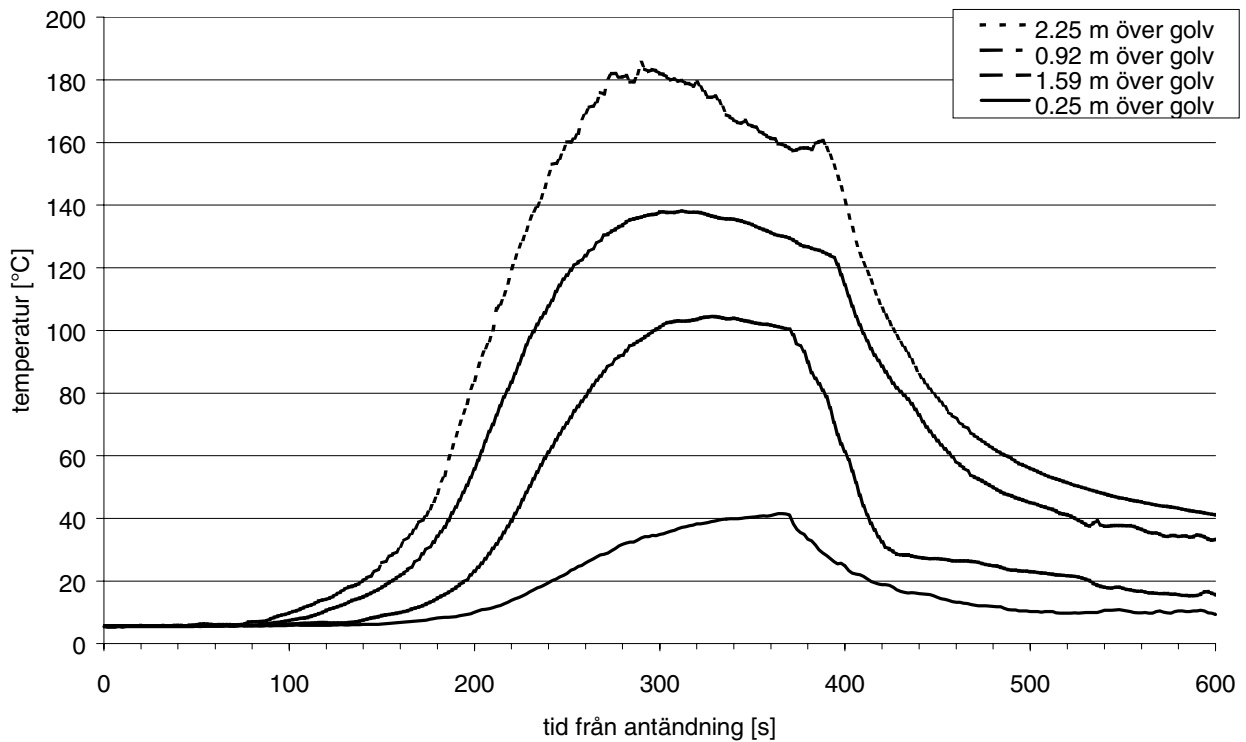
Det stora problemet, med avseende på försöksserien, nämndes ovan och består i huvudsak av att åtgärdernas genomförande är operatörsberoende. Detta medför dels att operatören under försöken bör vara väl medveten om att dennes agerande kan signifikant påverka resultaten från försöken. Med det medför också att såväl reproducerbarheten som tillämpning av resultaten kan ifrågasättas. Operatören under försöken har dock medverkat vid liknande försök tidigare, vilket får sägas minimera variation i dennes beteende. Frågan om tillämpning av resultaten är knappt relevant i sammanhanget, då försöken primärt är en jämförande studie, där de olika ingående delförsöken avses att jämföras. Jämförelser med andra försöksserie eller med data från verkliga räddningsinsatser bör göras endast i undantagsfall och då med viss försiktighet.

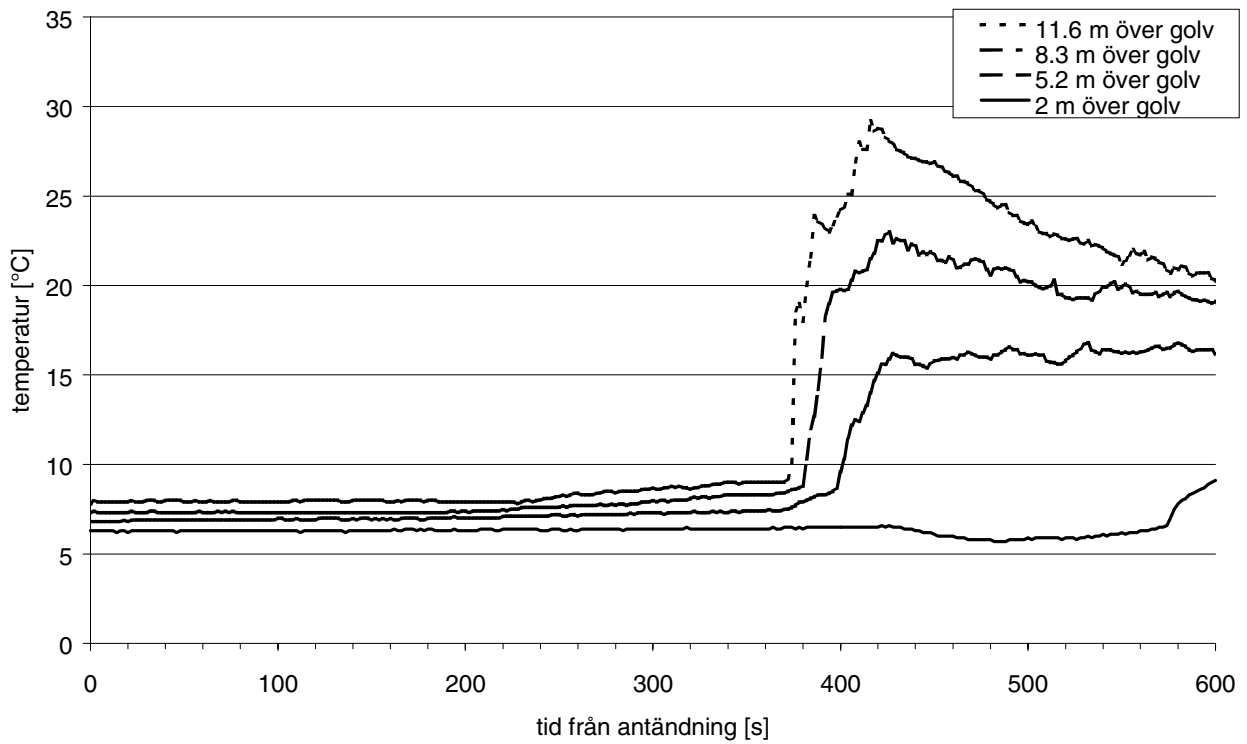
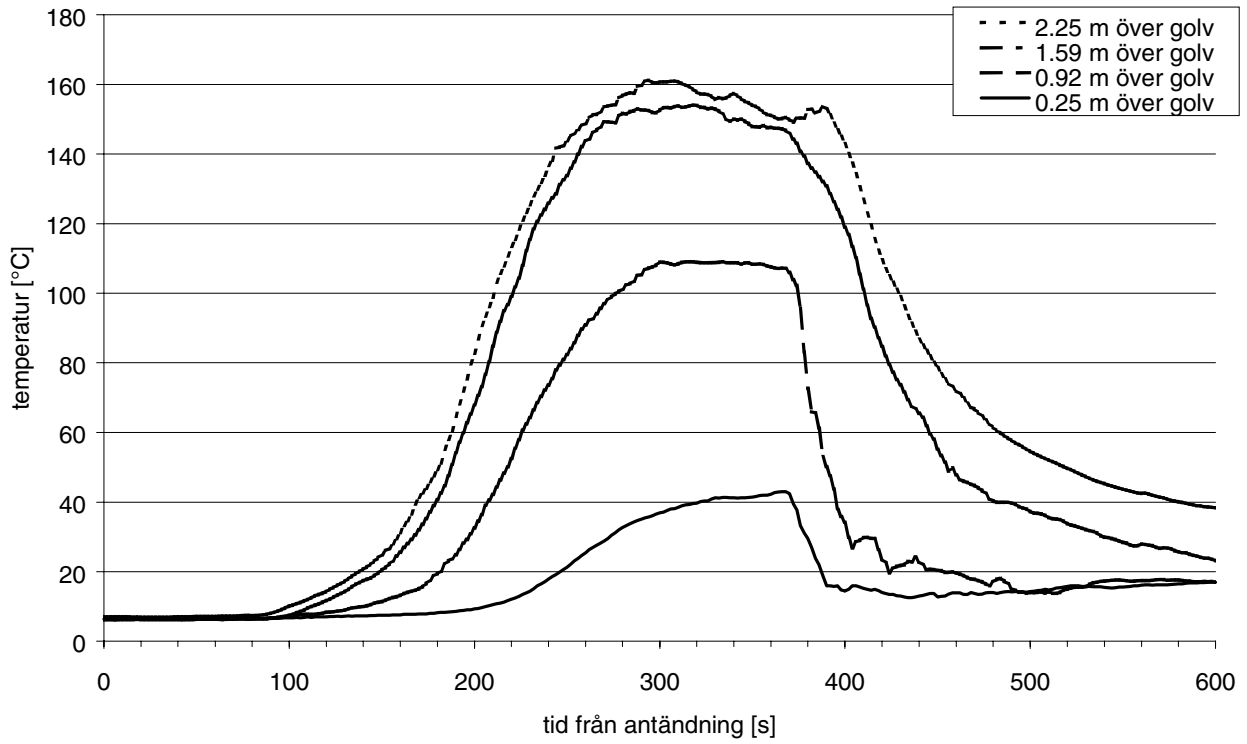
Referenser

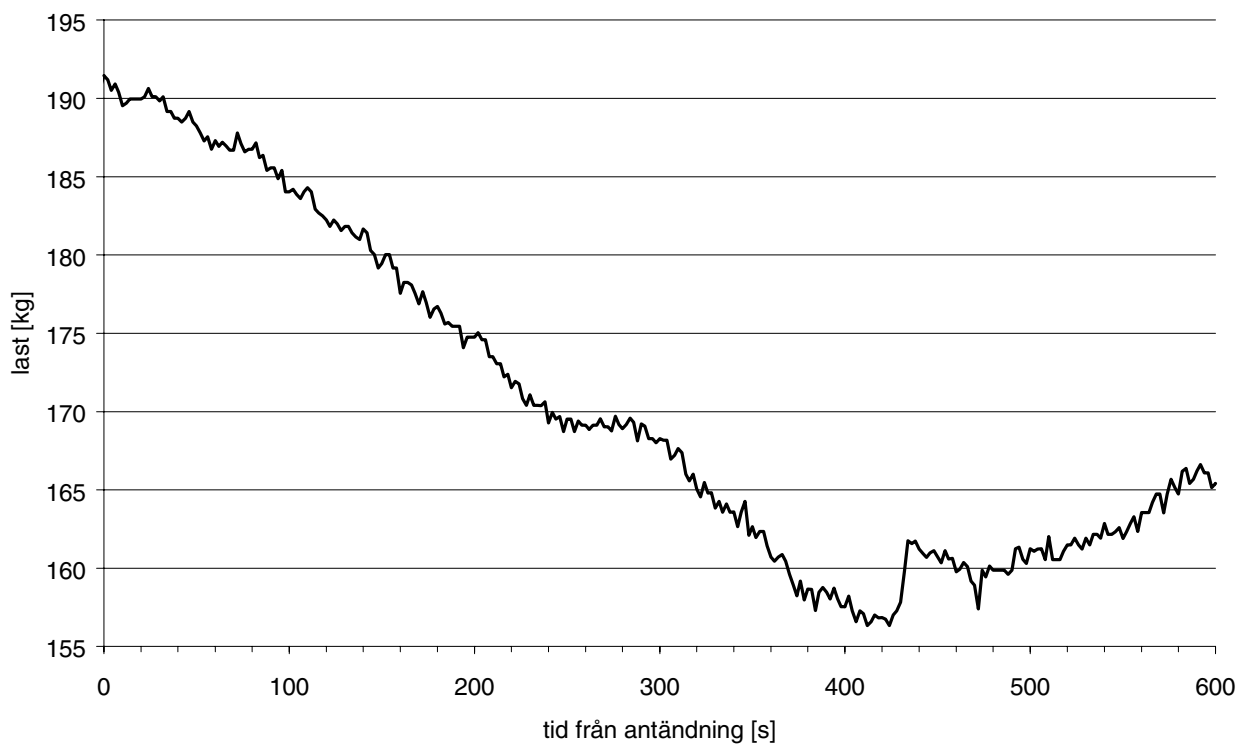
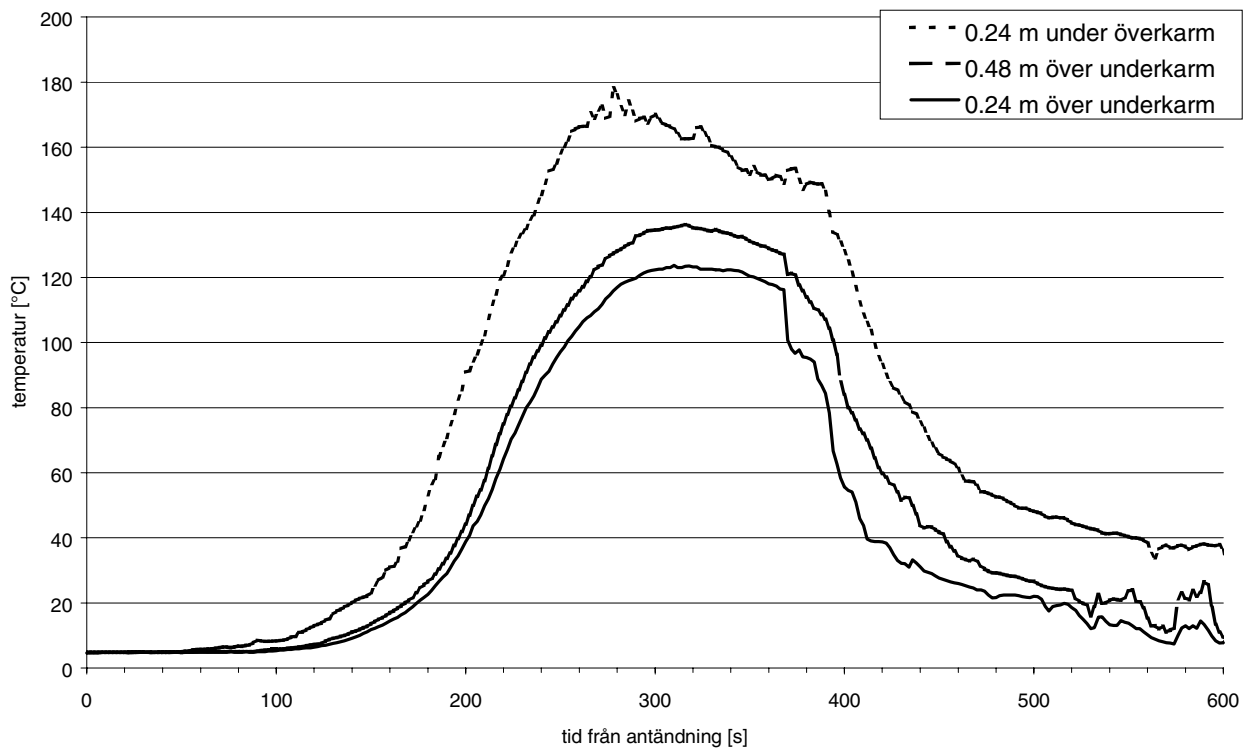
1. Svensson, S. *Räddningstaktiska grunder, förslag till definitioner och kommentarer därtill*. Räddningsverket, Karlstad, 1999.
2. *Räddningstjänst i siffror 1998*. Räddningsverket, Karlstad, 1999.
3. Svensson, S. *Experimental Study Of Fire Ventilation Actions During Fire Fighting Operations*. Fire Technology, vol. 37, No. 2, 2001.

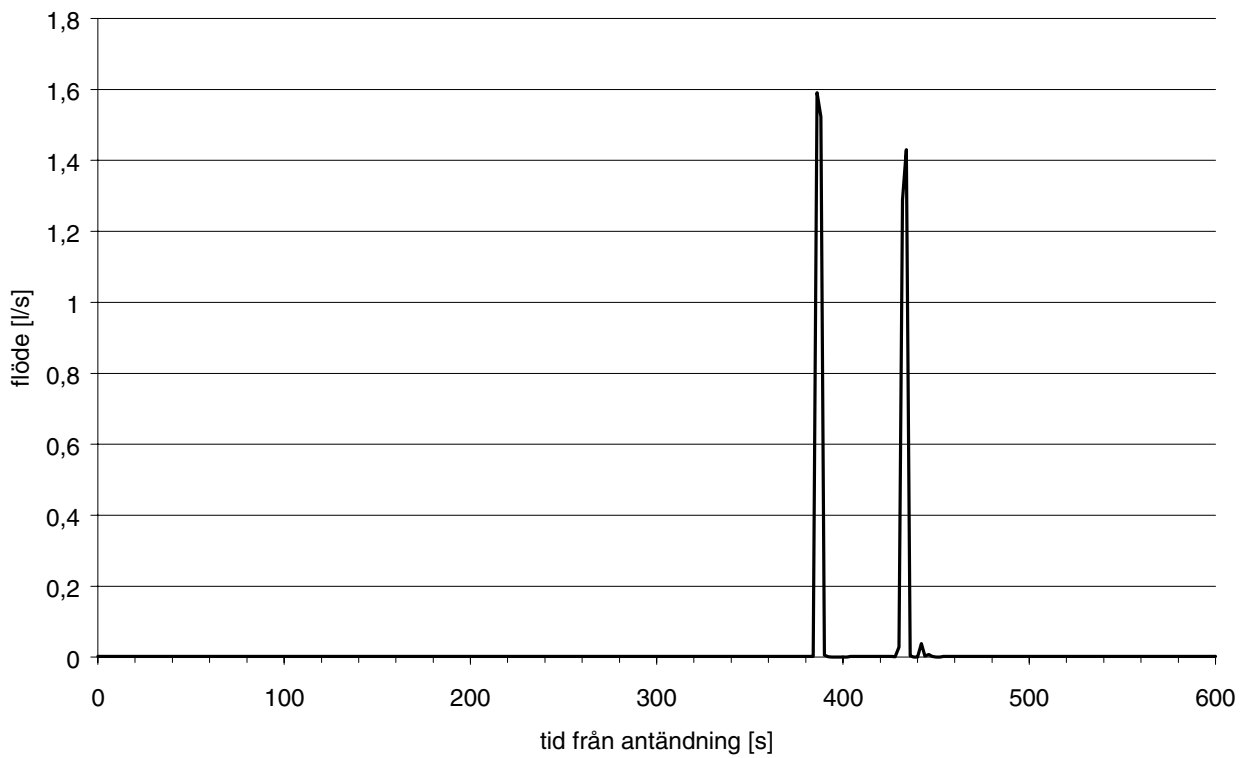
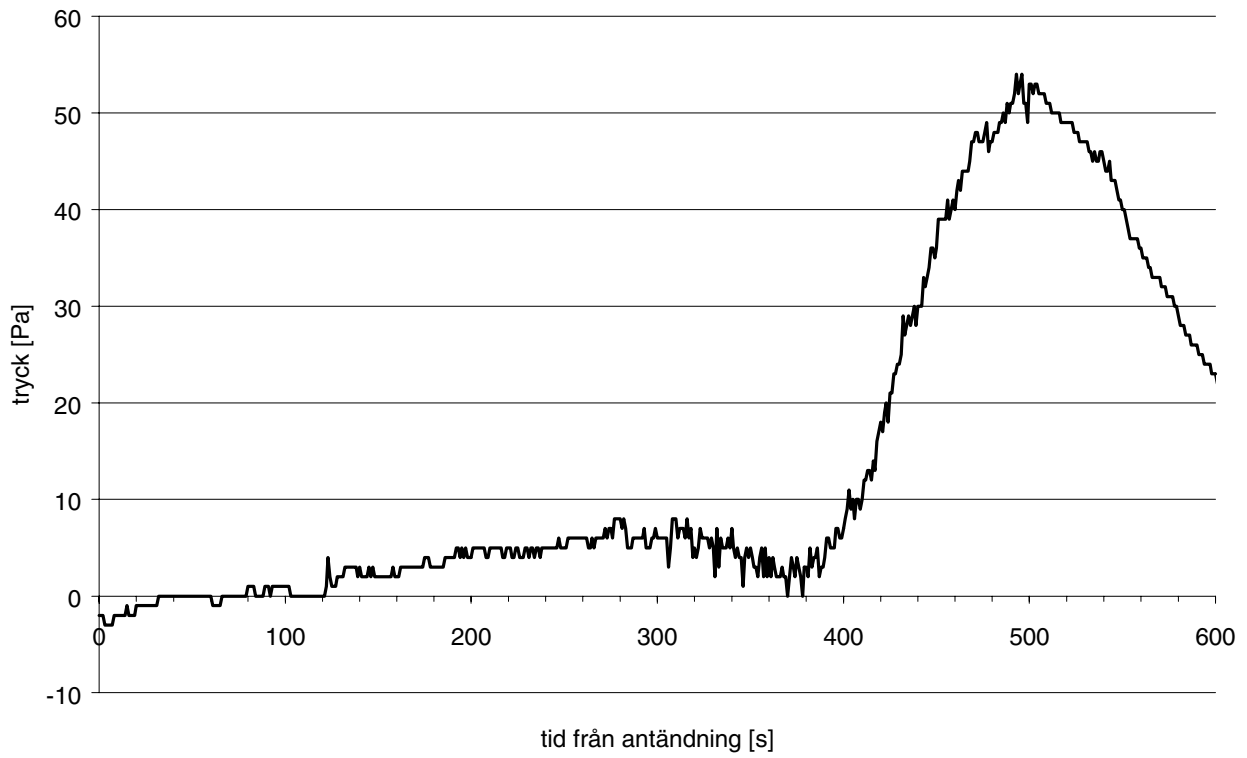
Bilagor

1. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna, flöde cirka 91 l/min.

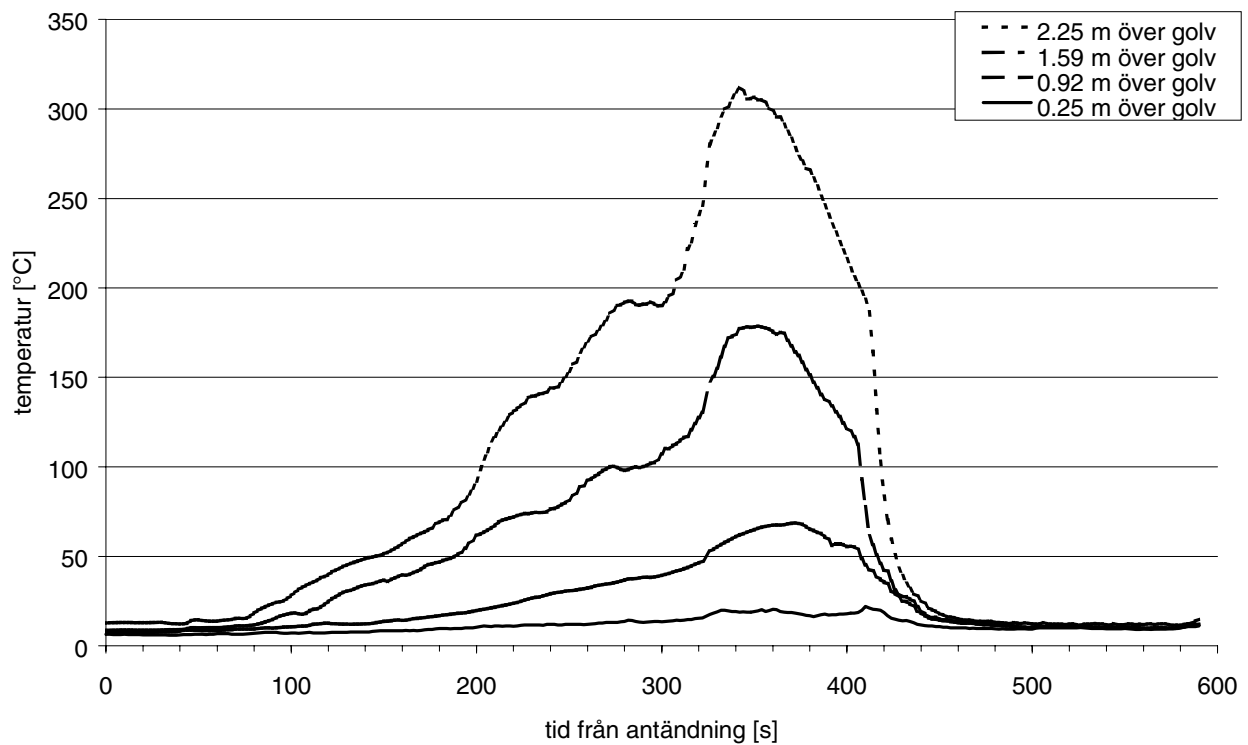
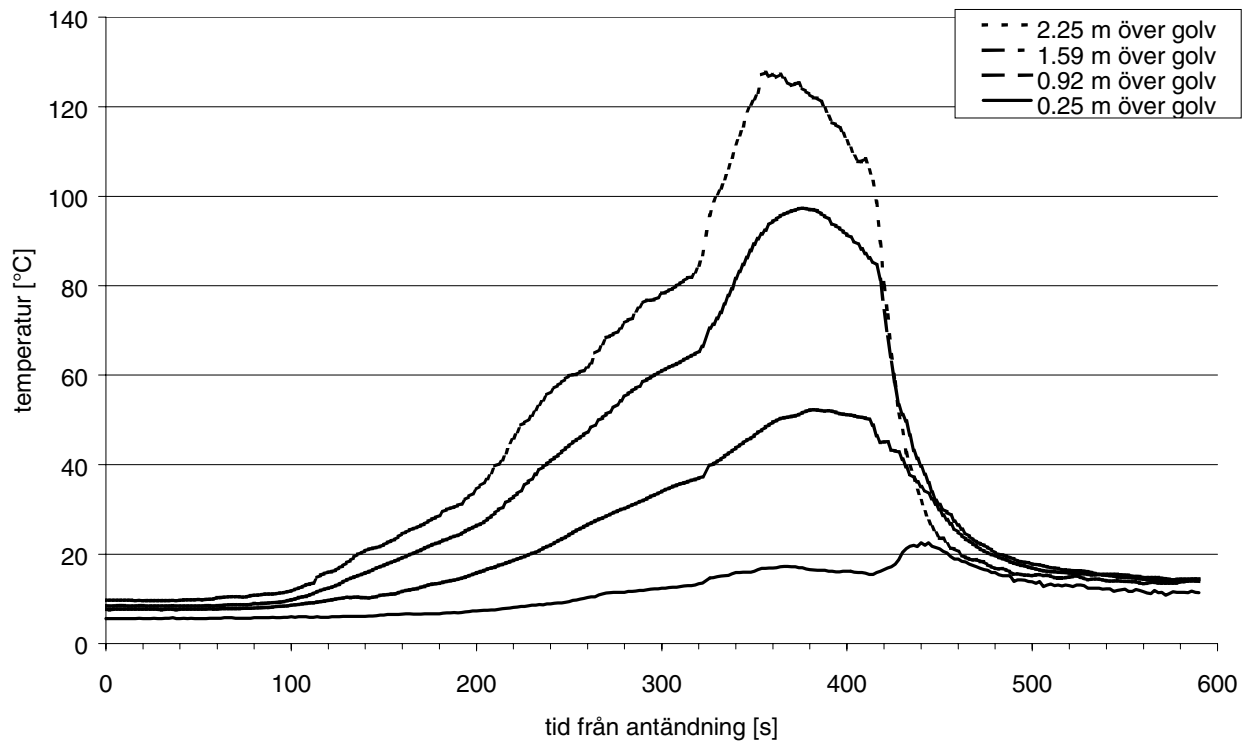


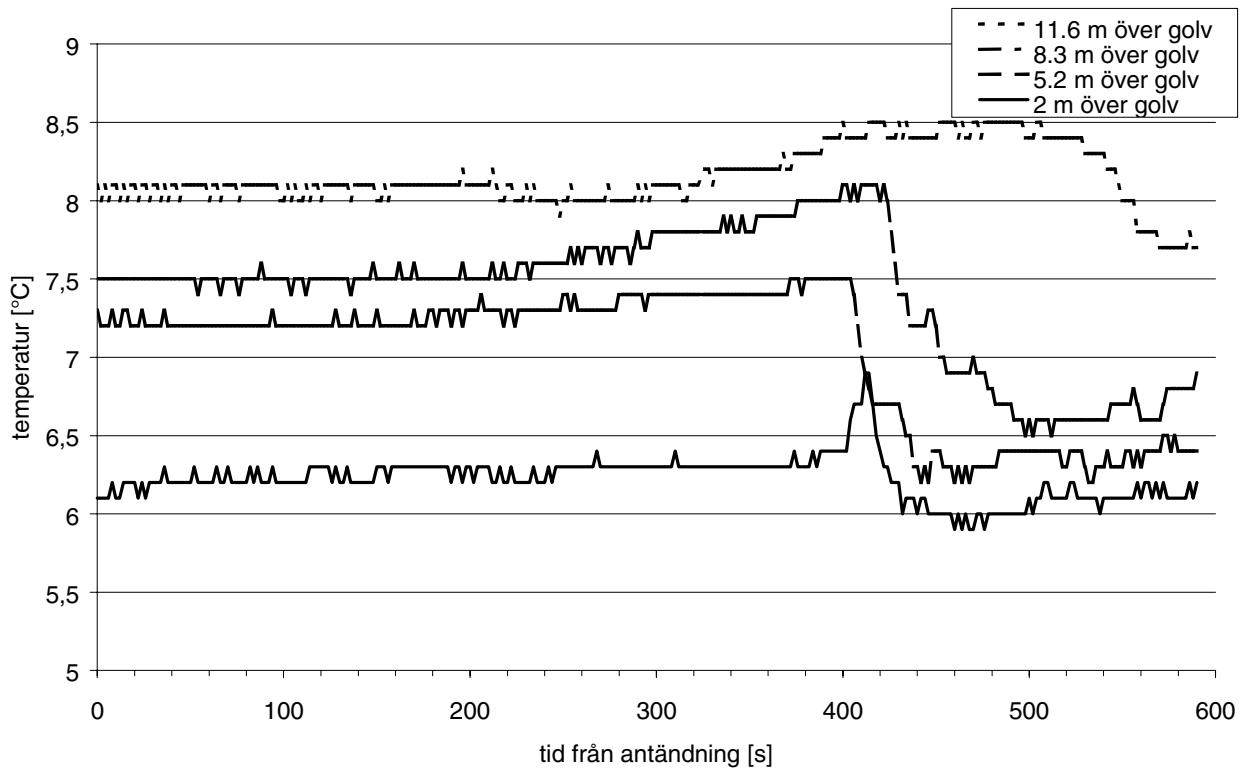
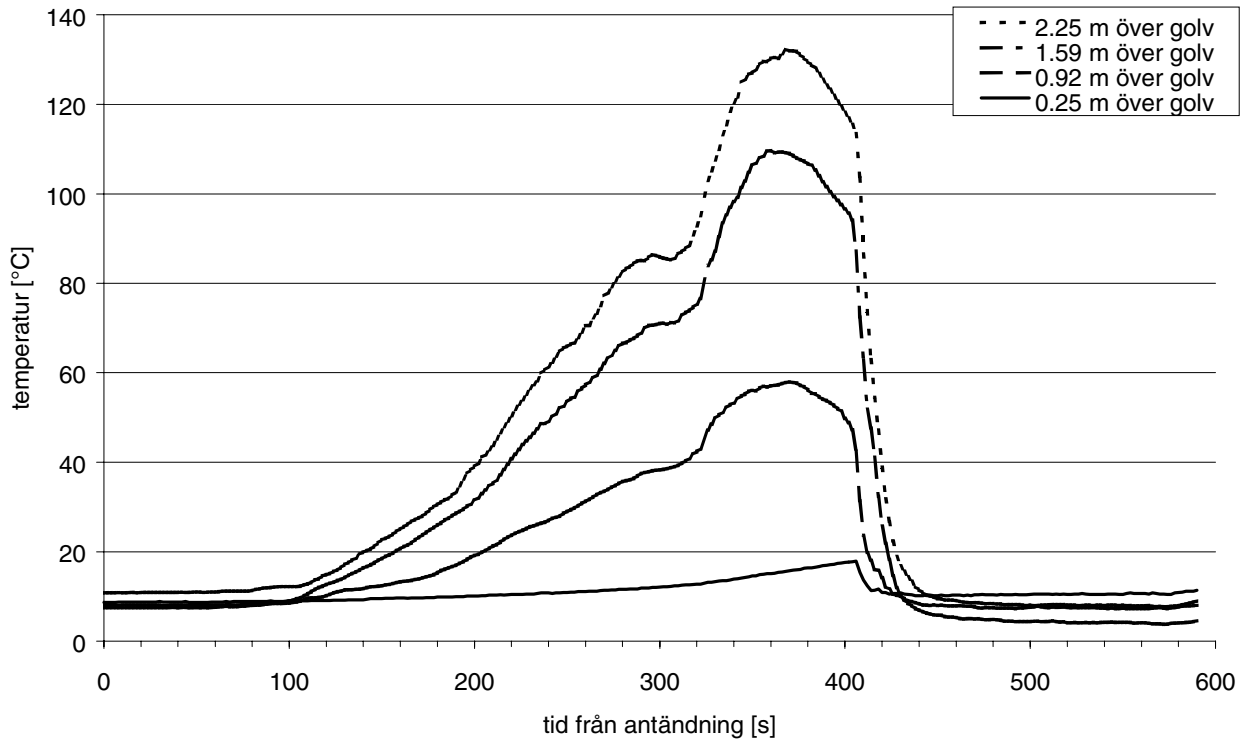


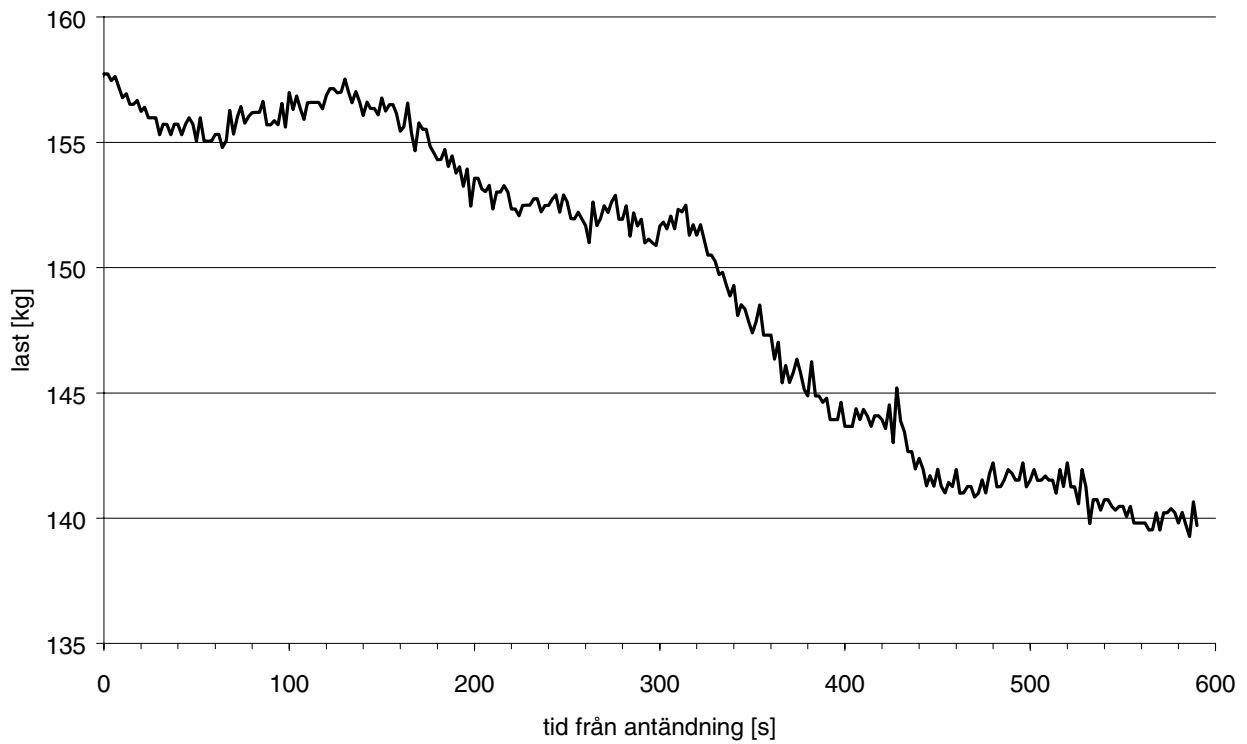
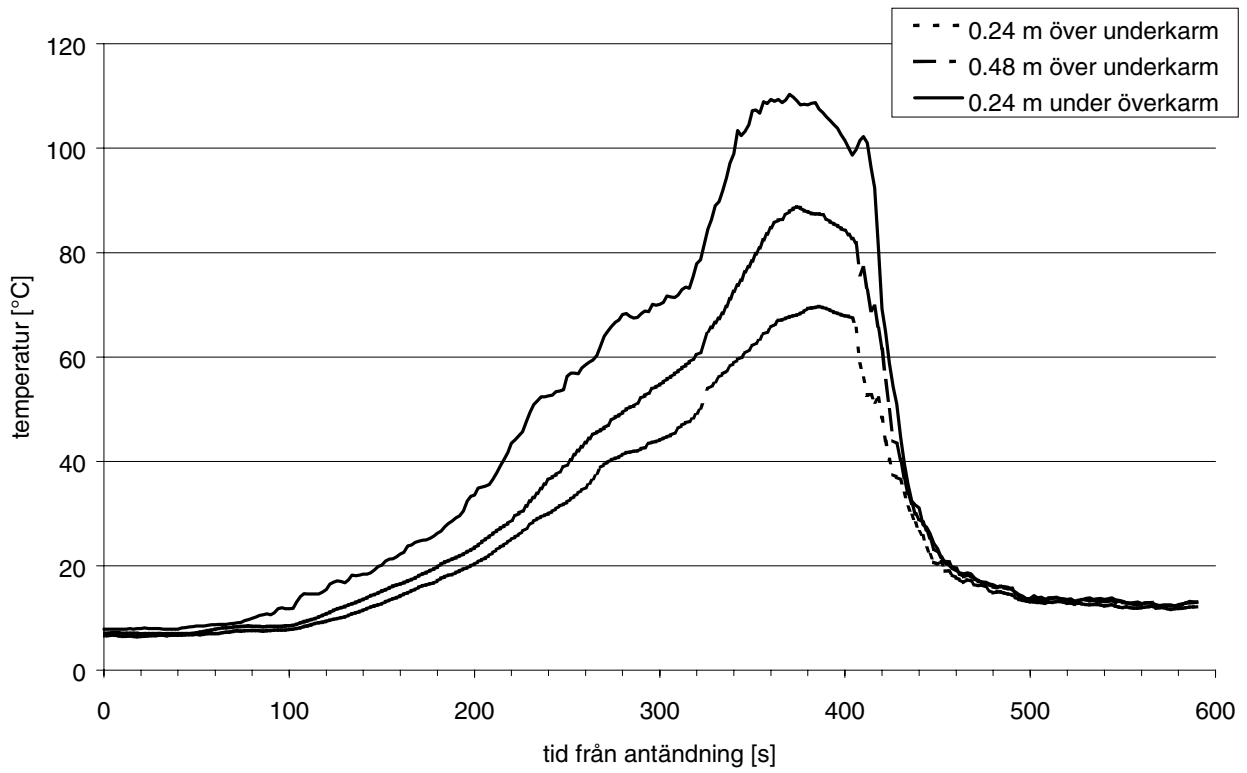


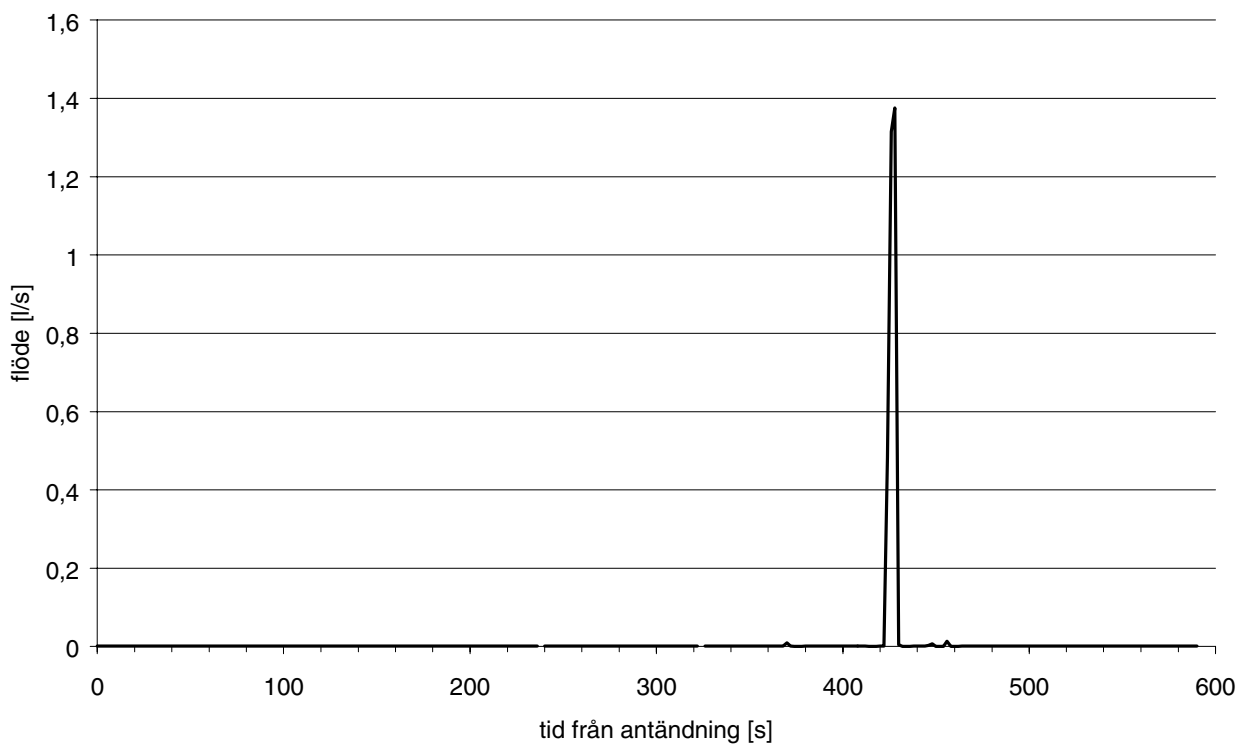
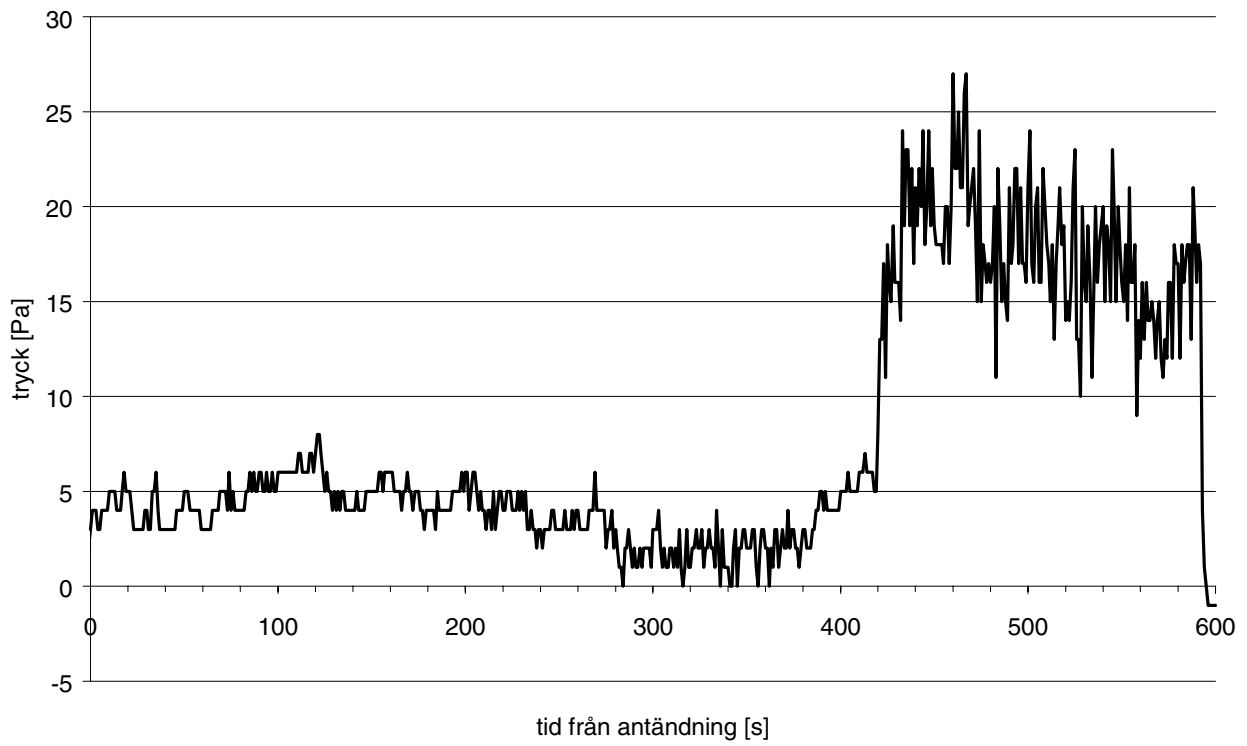


2. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna samt övertrycksventilation, flöde cirka 80 l/min.

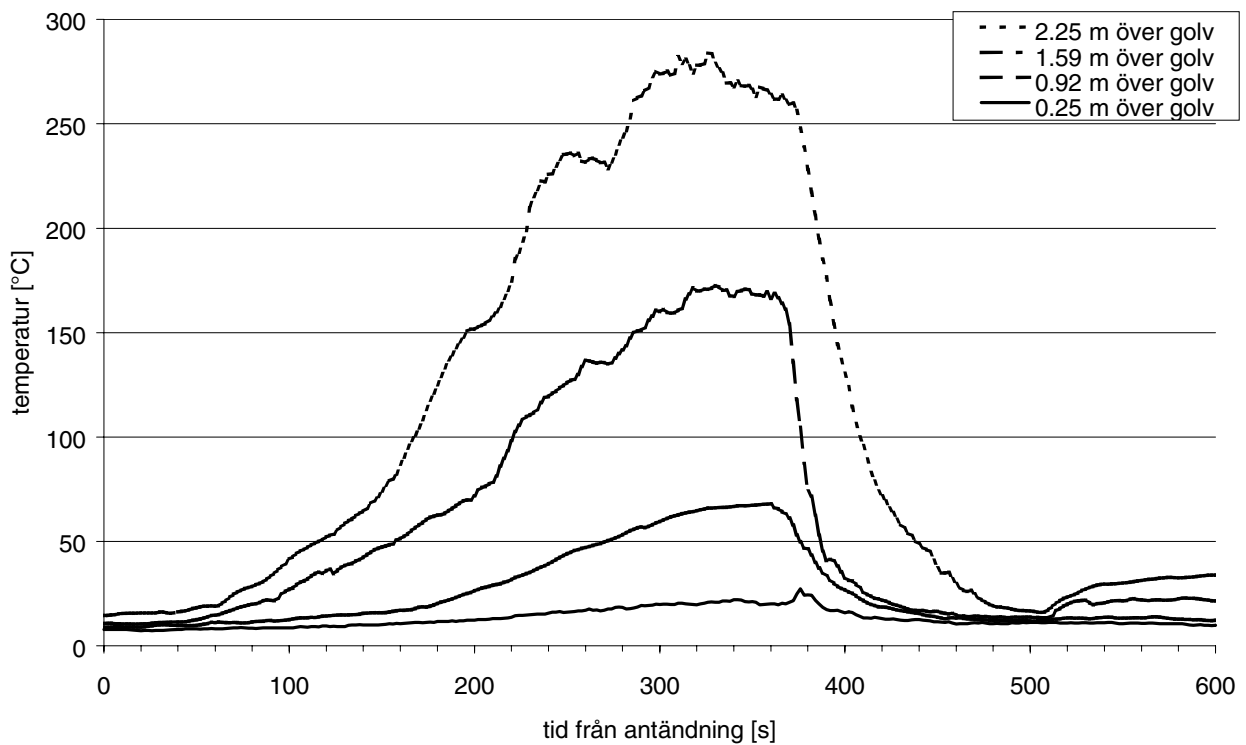
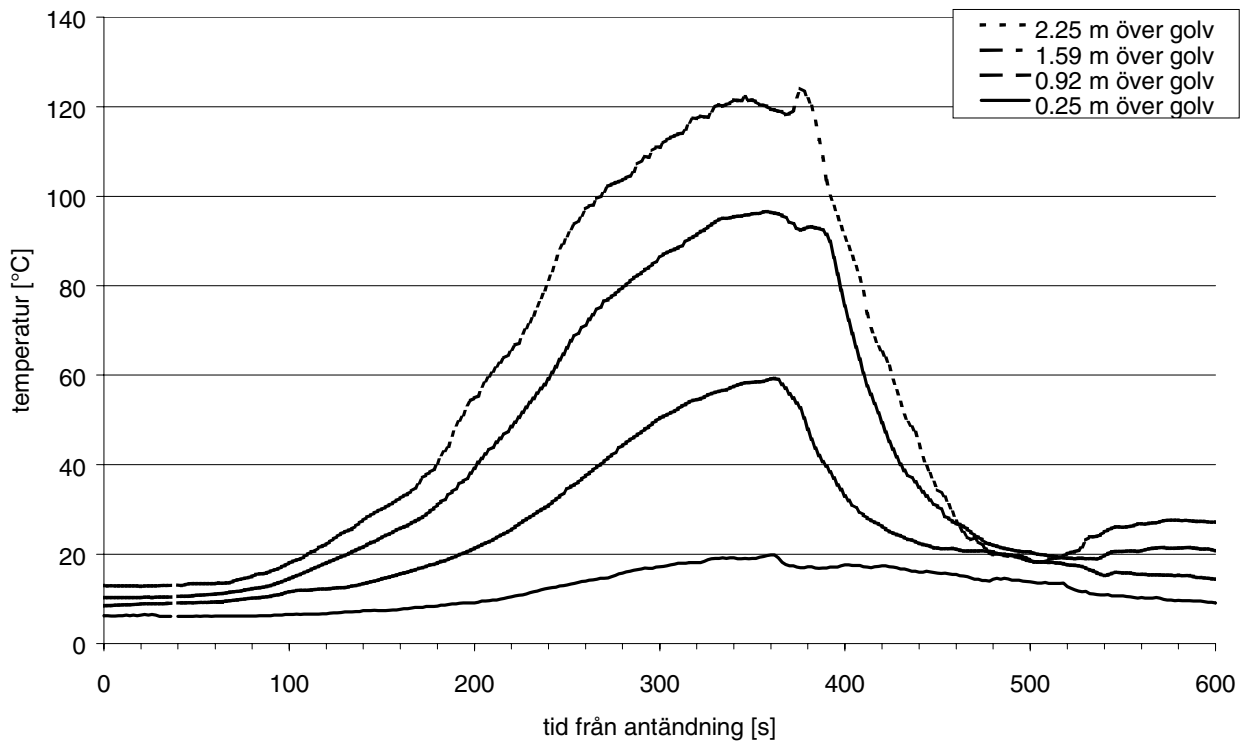


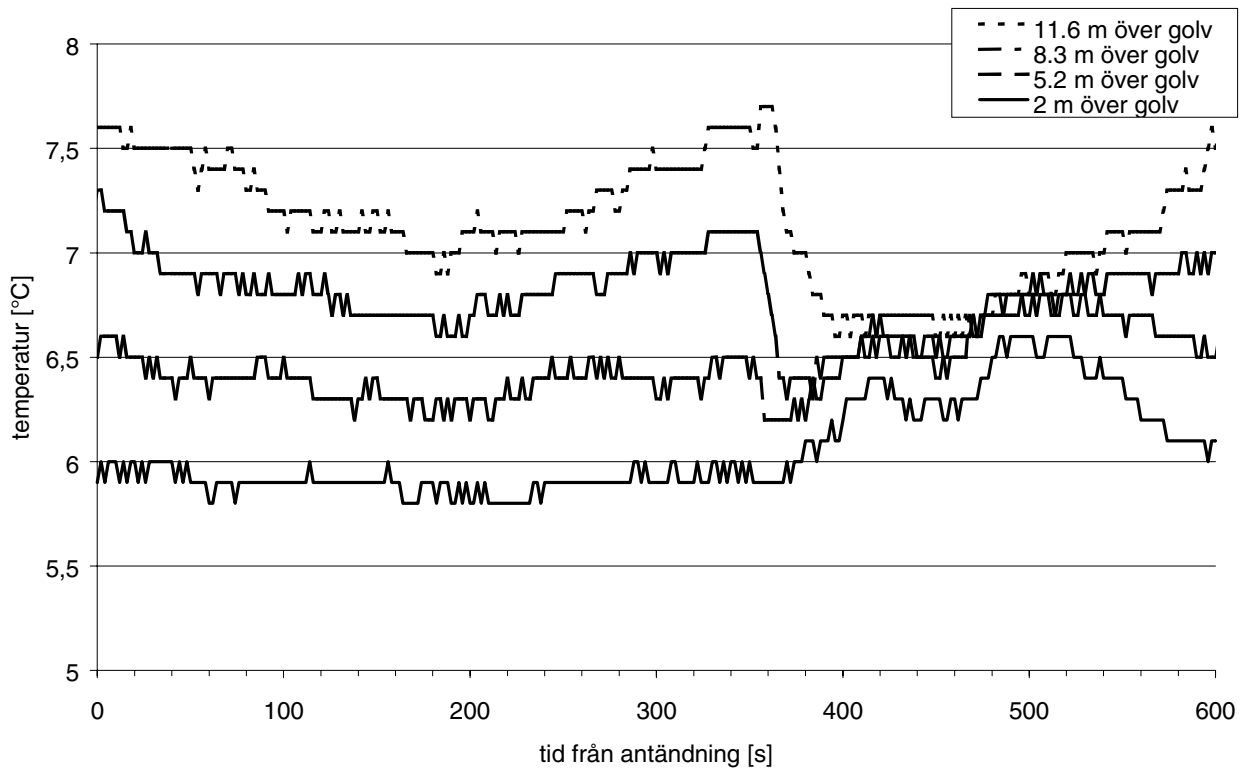
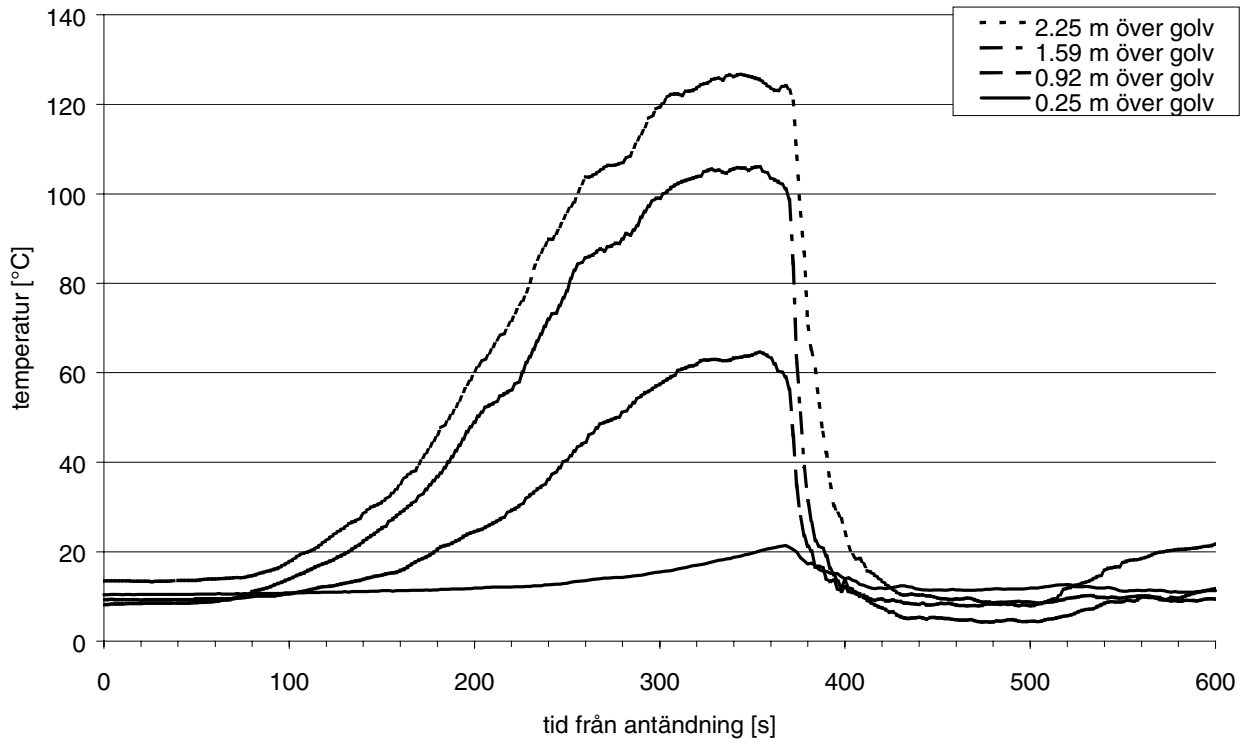


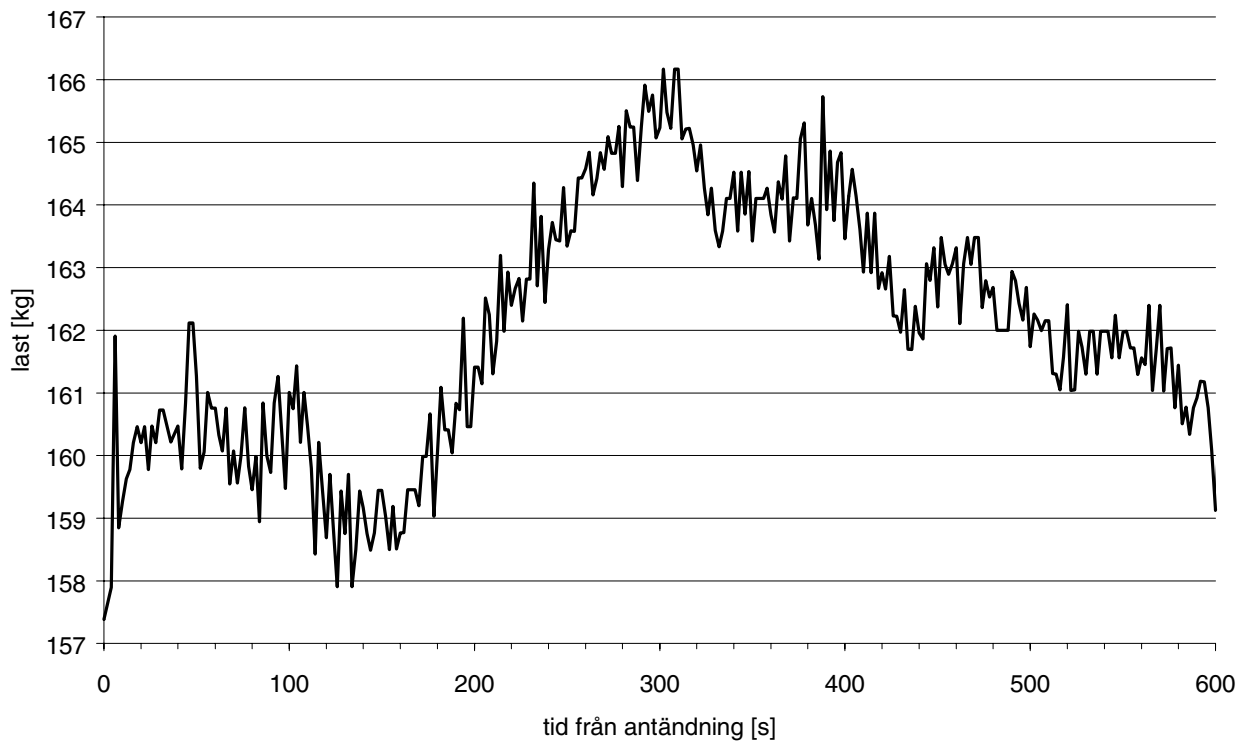
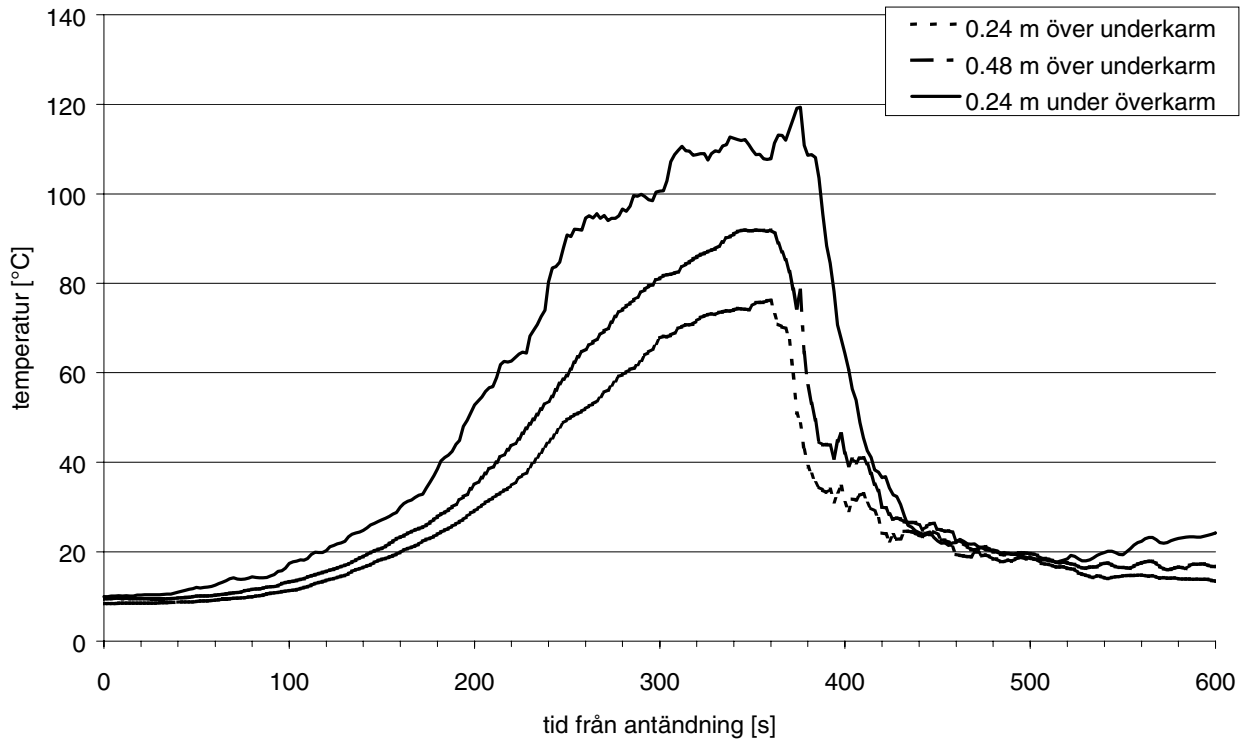


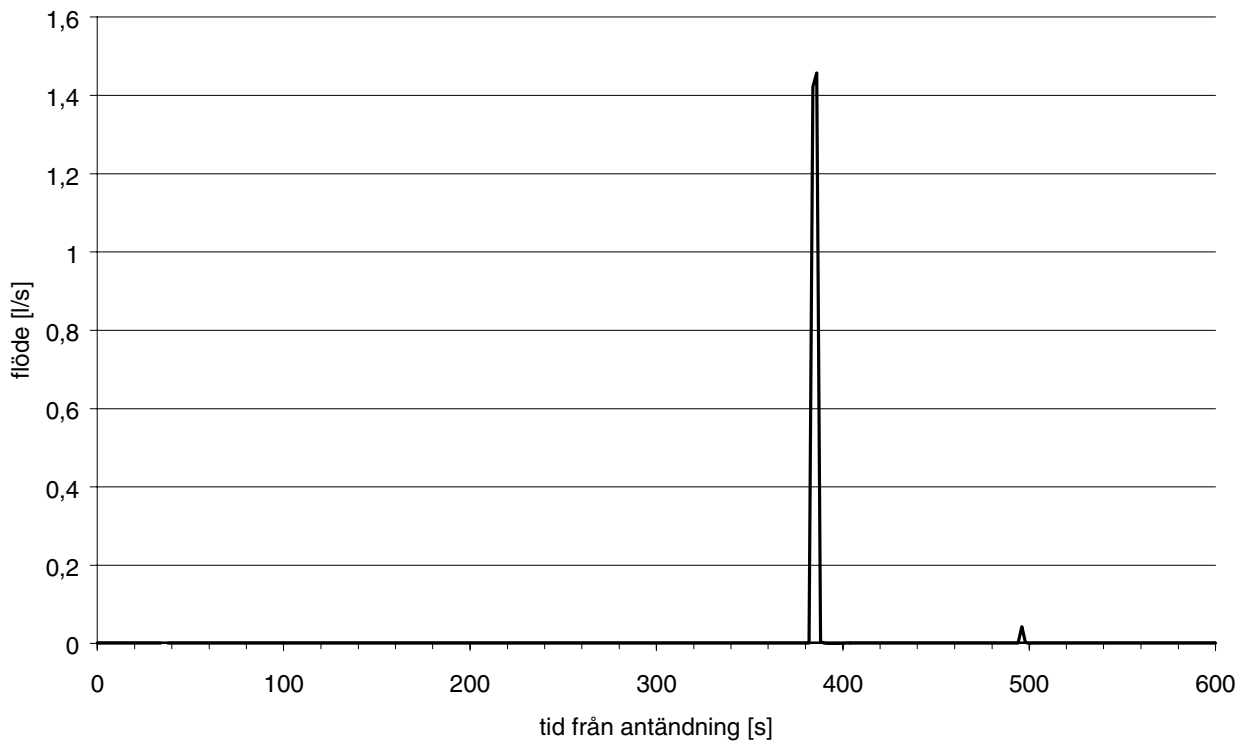
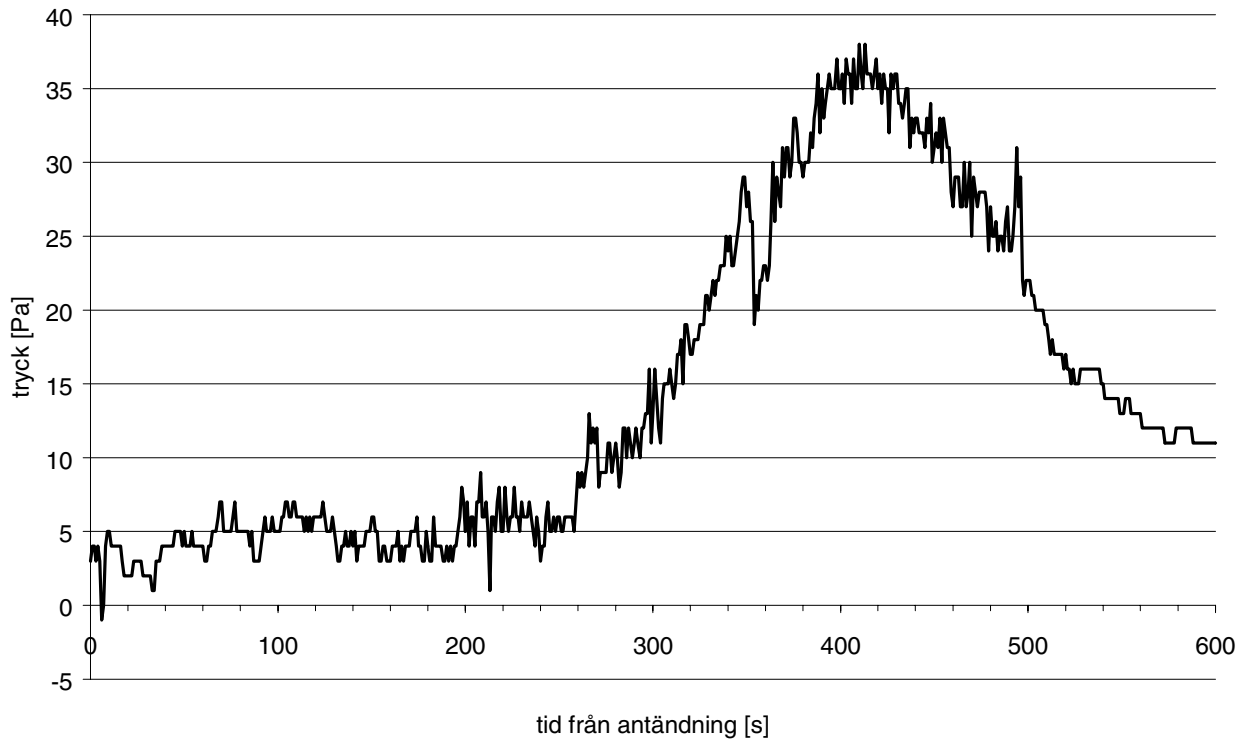


3. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna samt övertrycksventilation, flöde cirka 87 l/min.

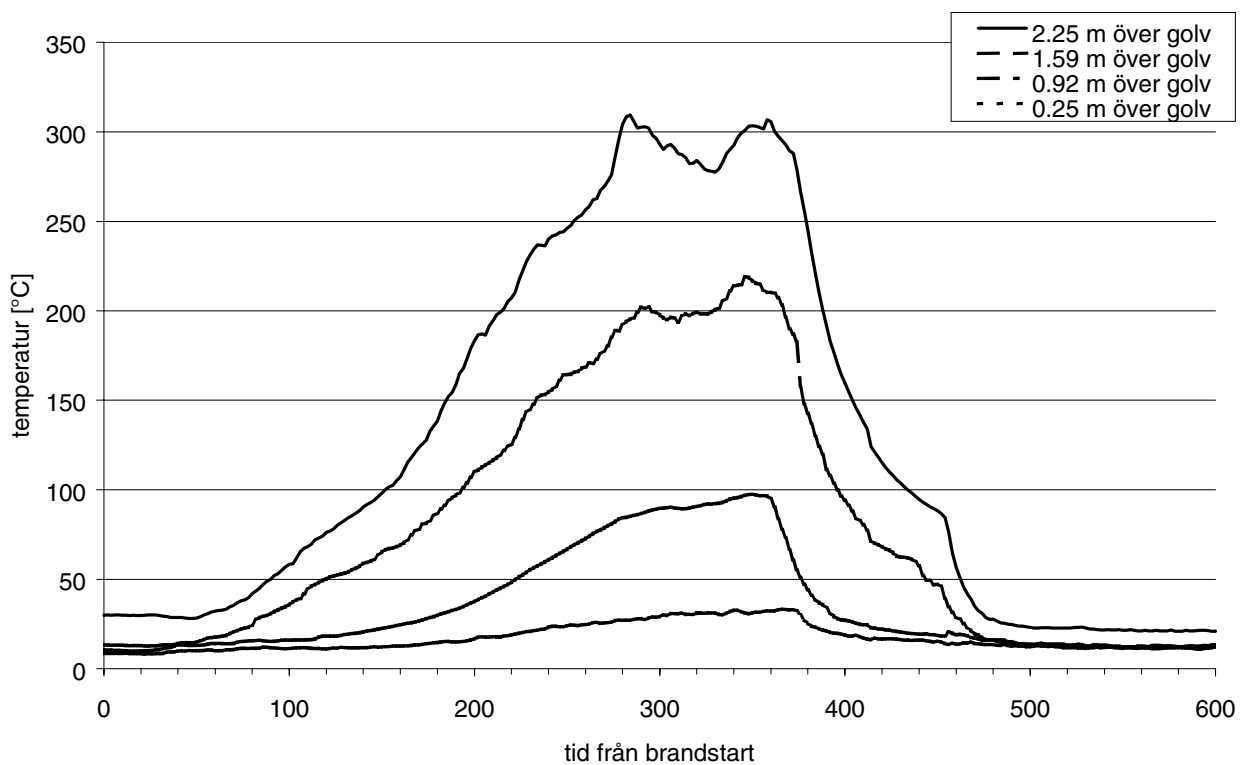
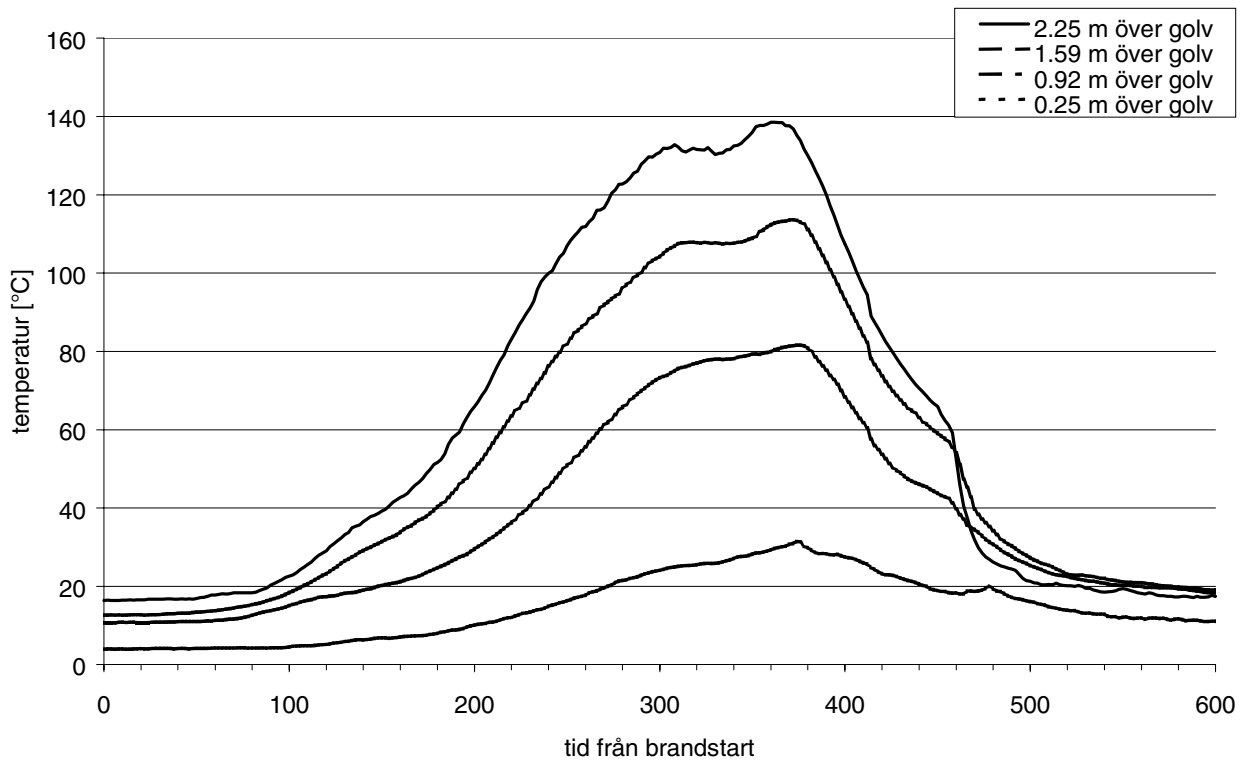


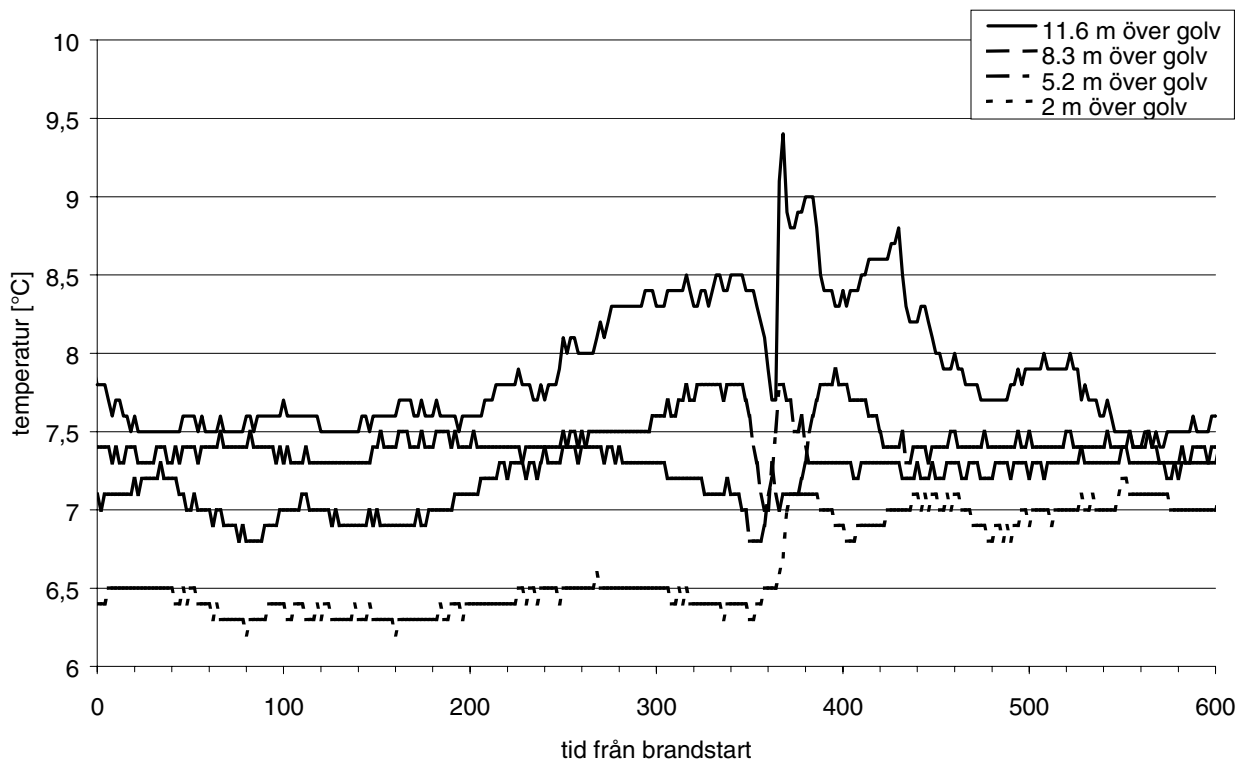
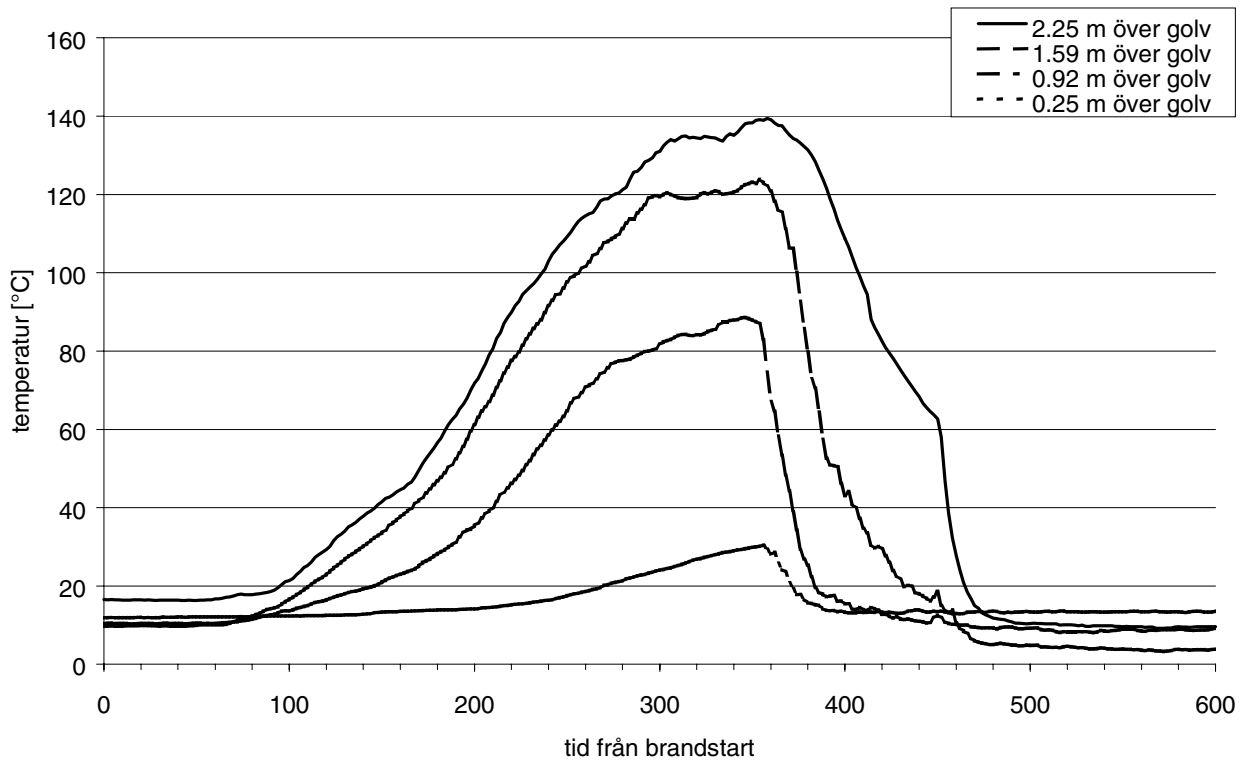


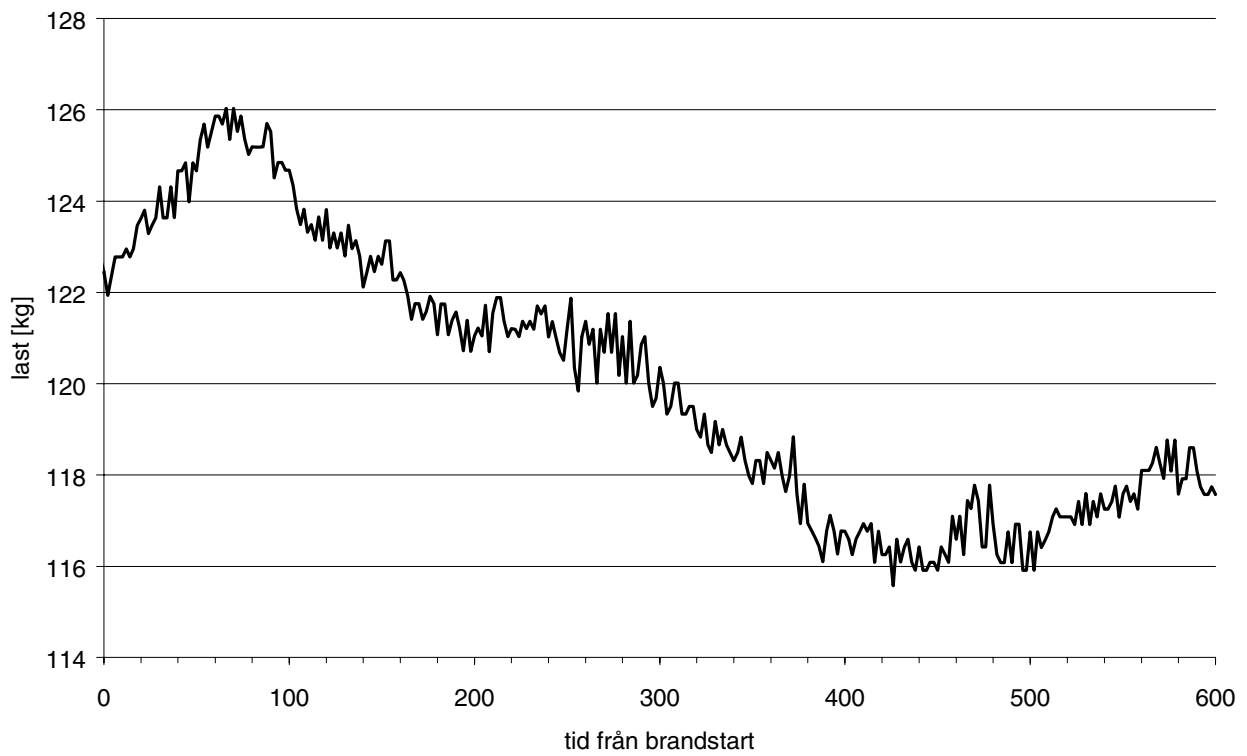
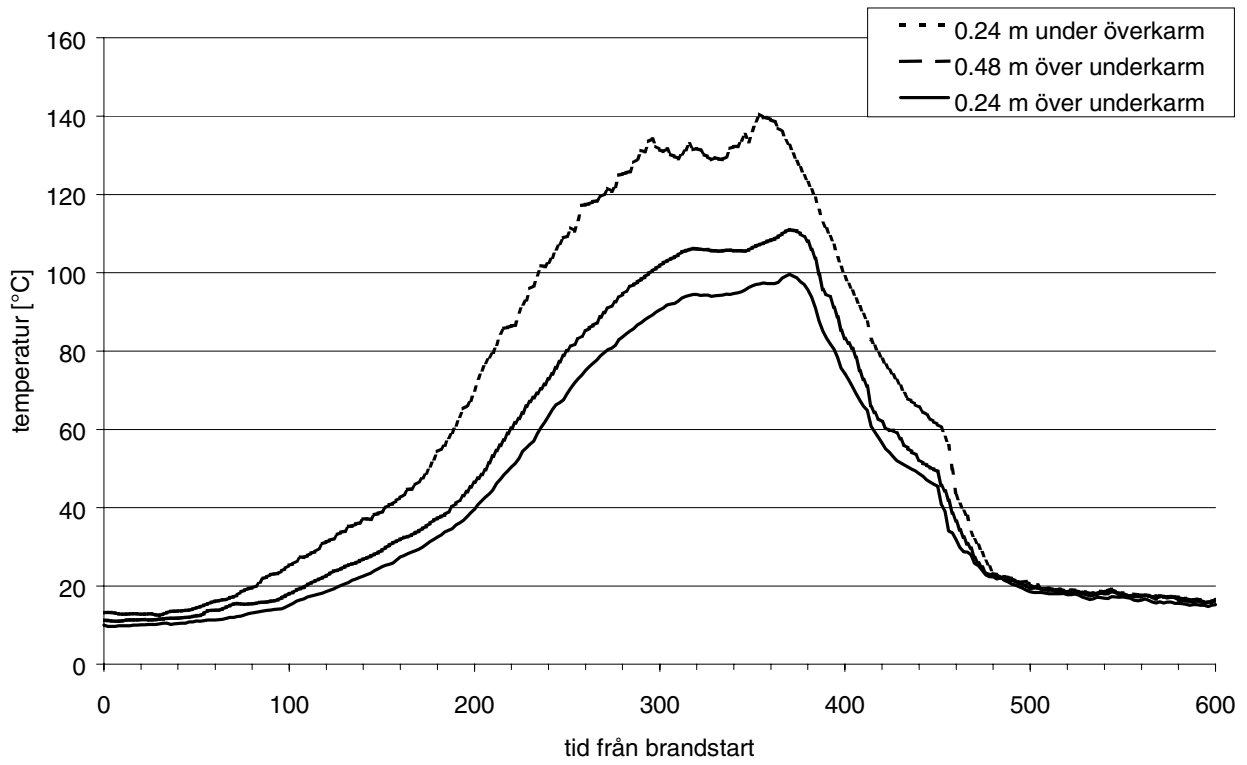


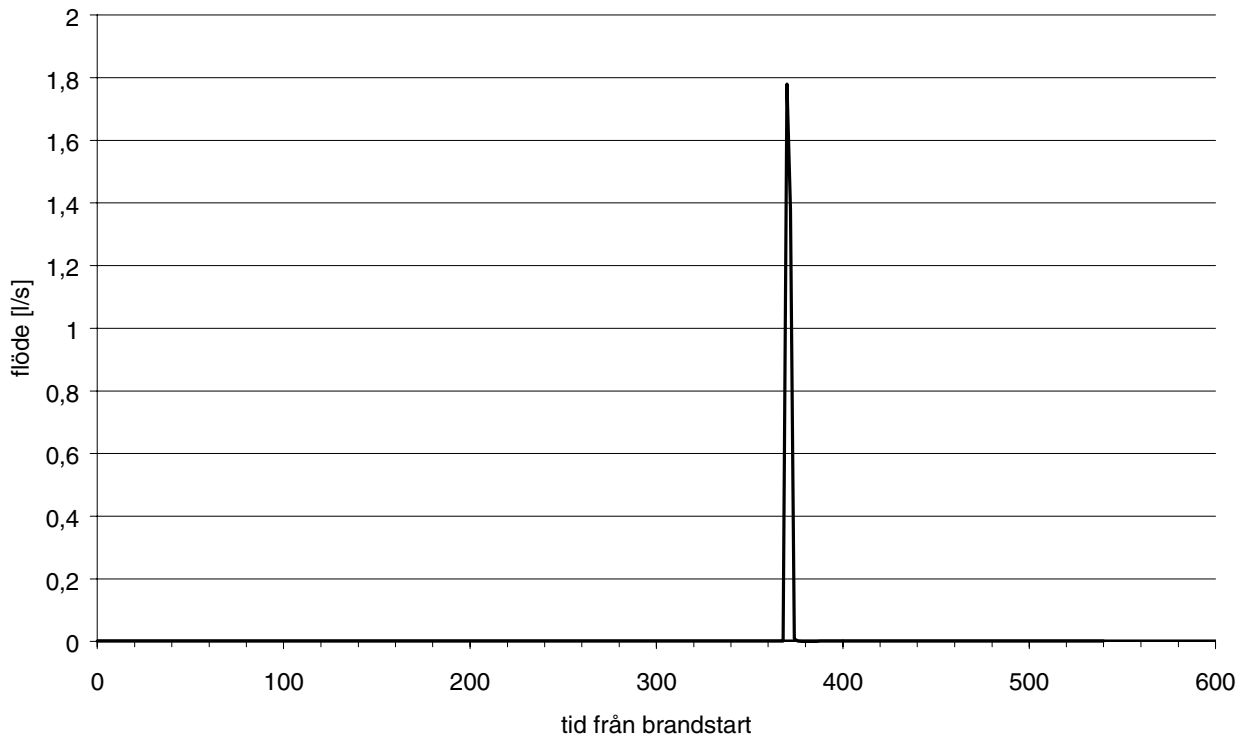
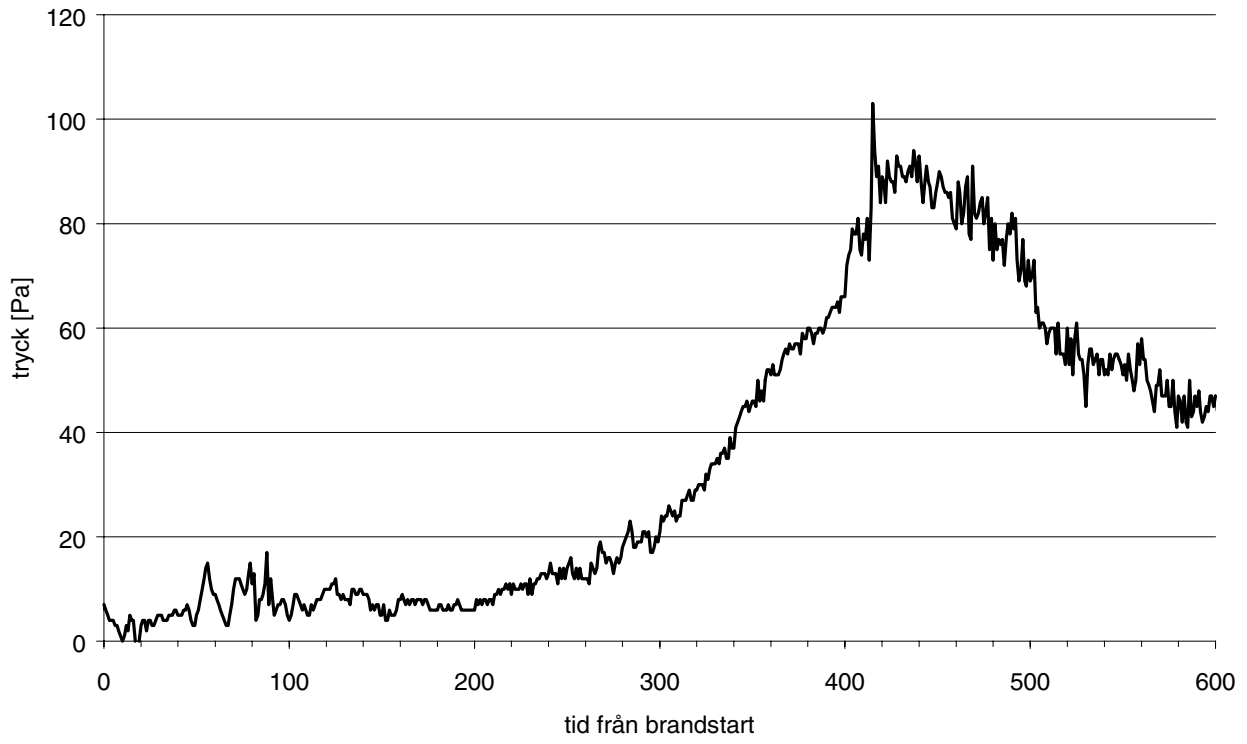


4. Angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen samt övertrycksventilation, fönster öppnat efter ytterligare 2 min, flöde cirka 109 l/min.

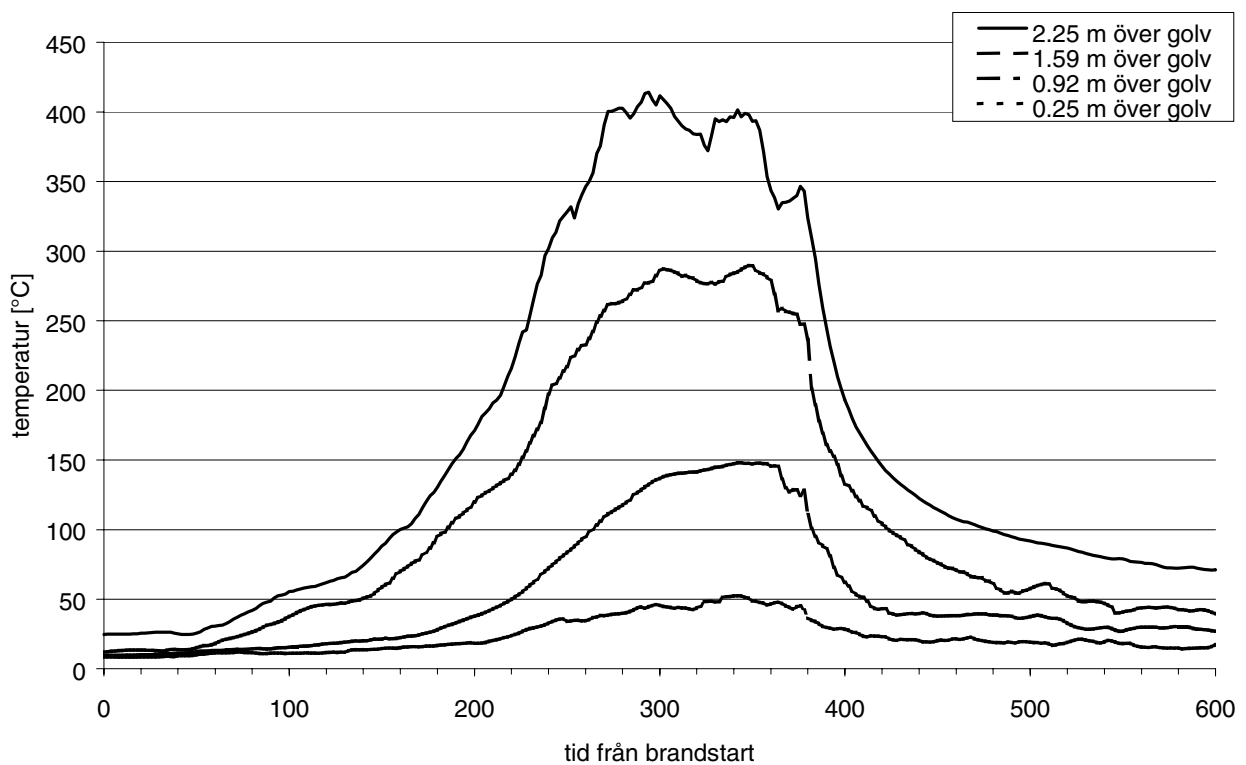
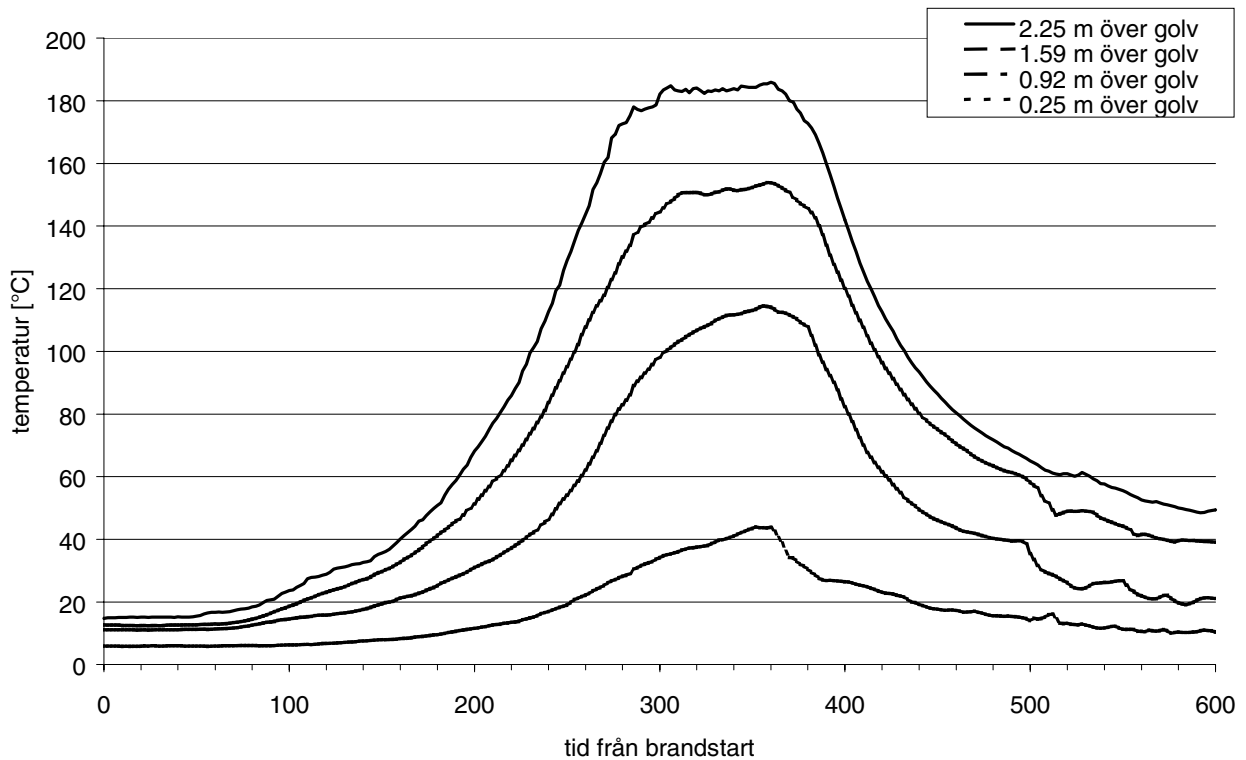


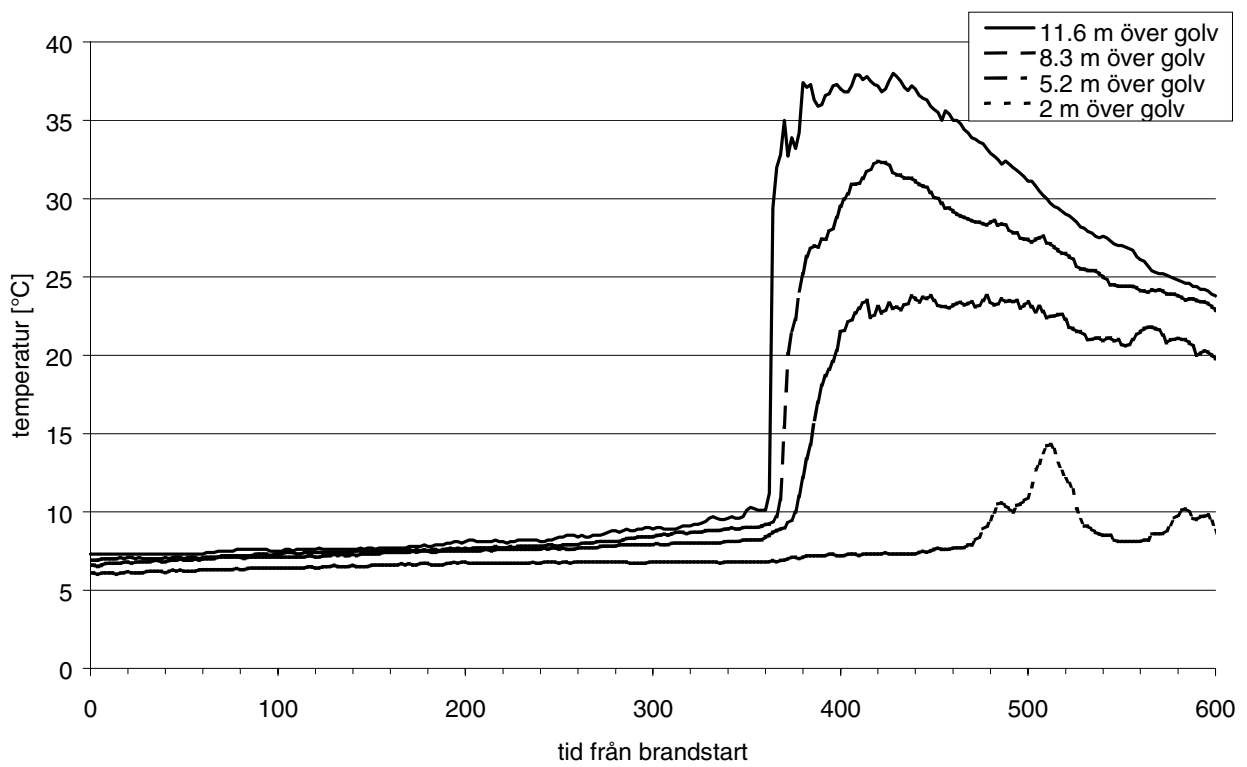
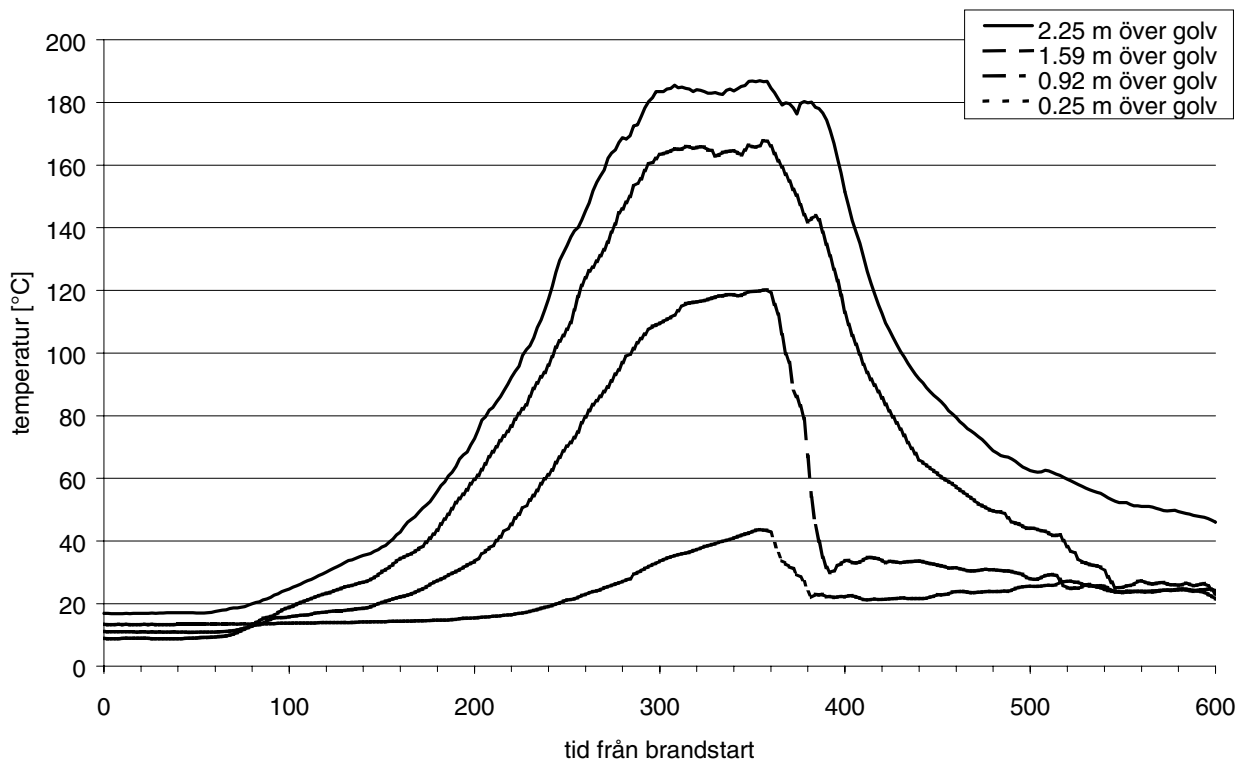


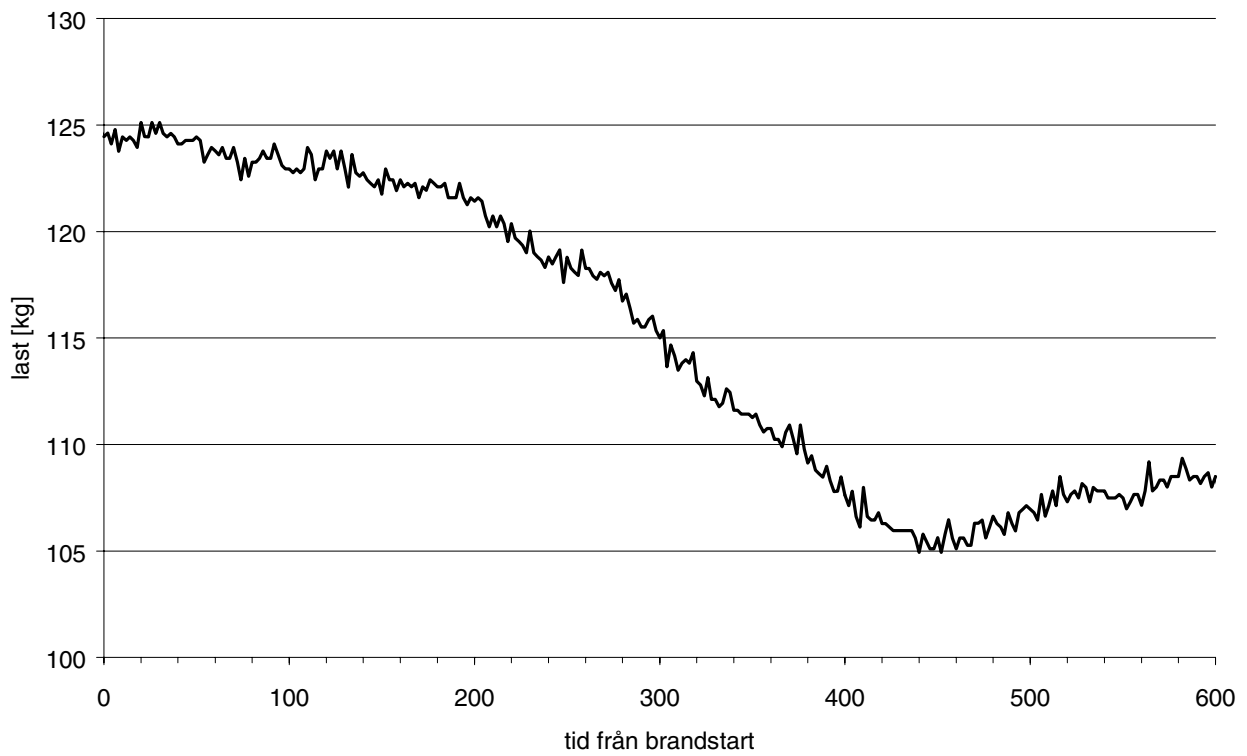
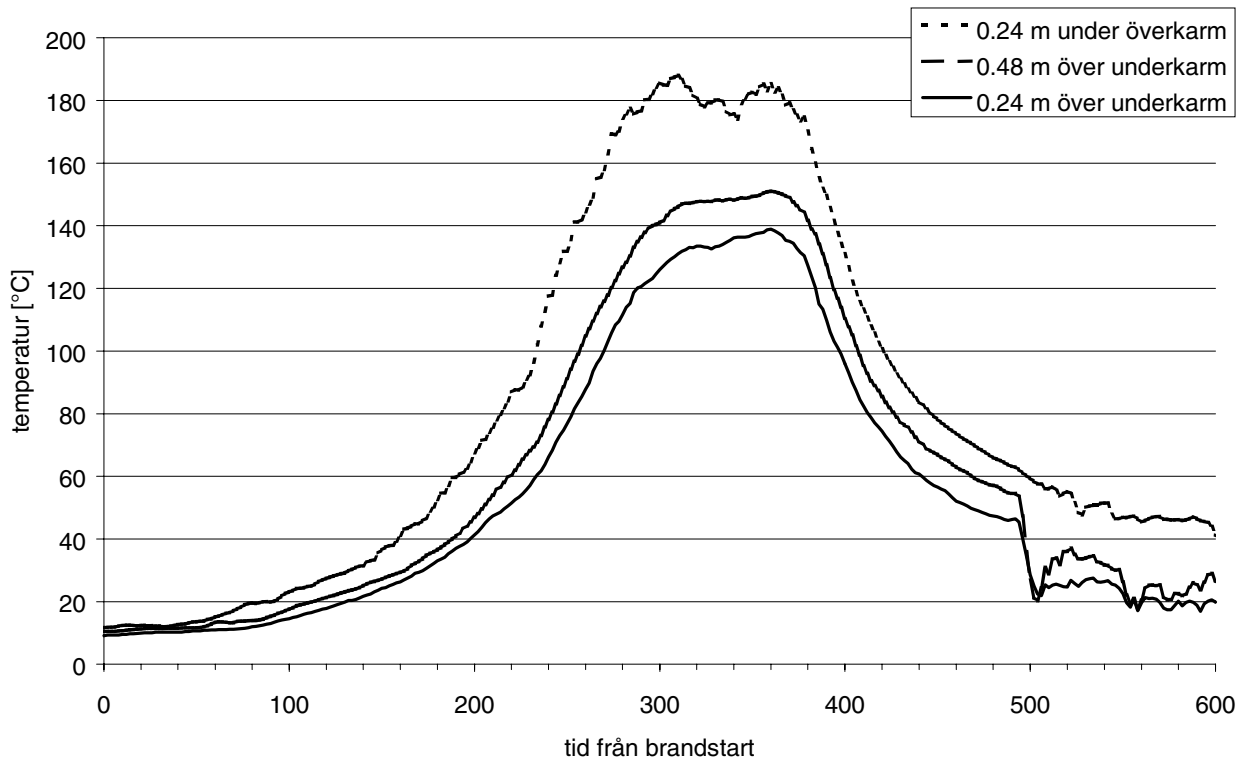


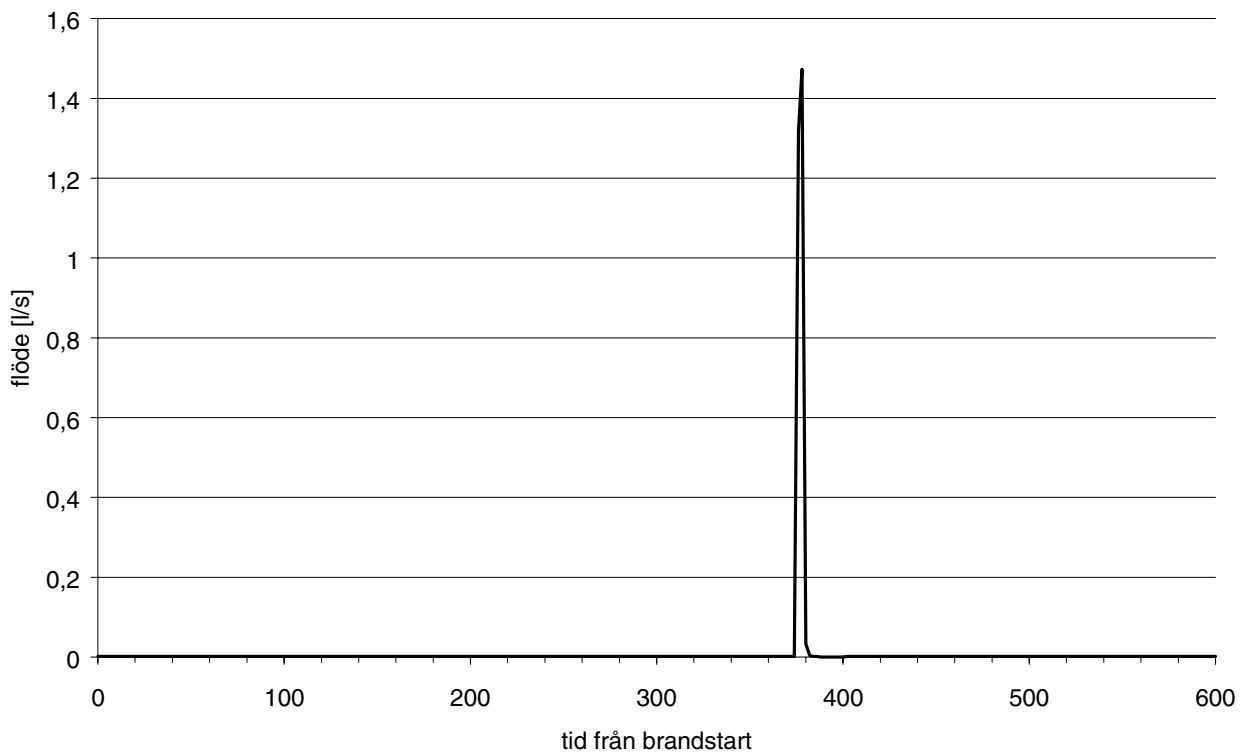
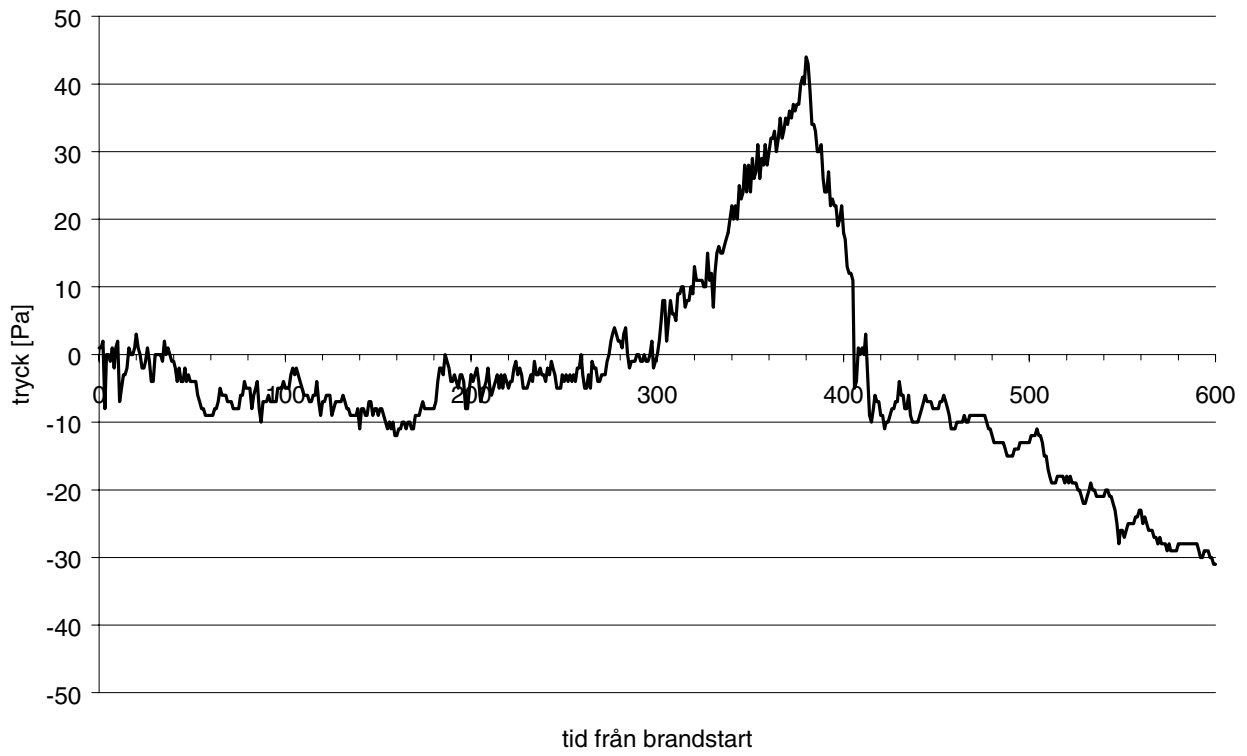


5. Angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, fönster öppnat efter ytterligare 2 min, flöde cirka 88 l/min.

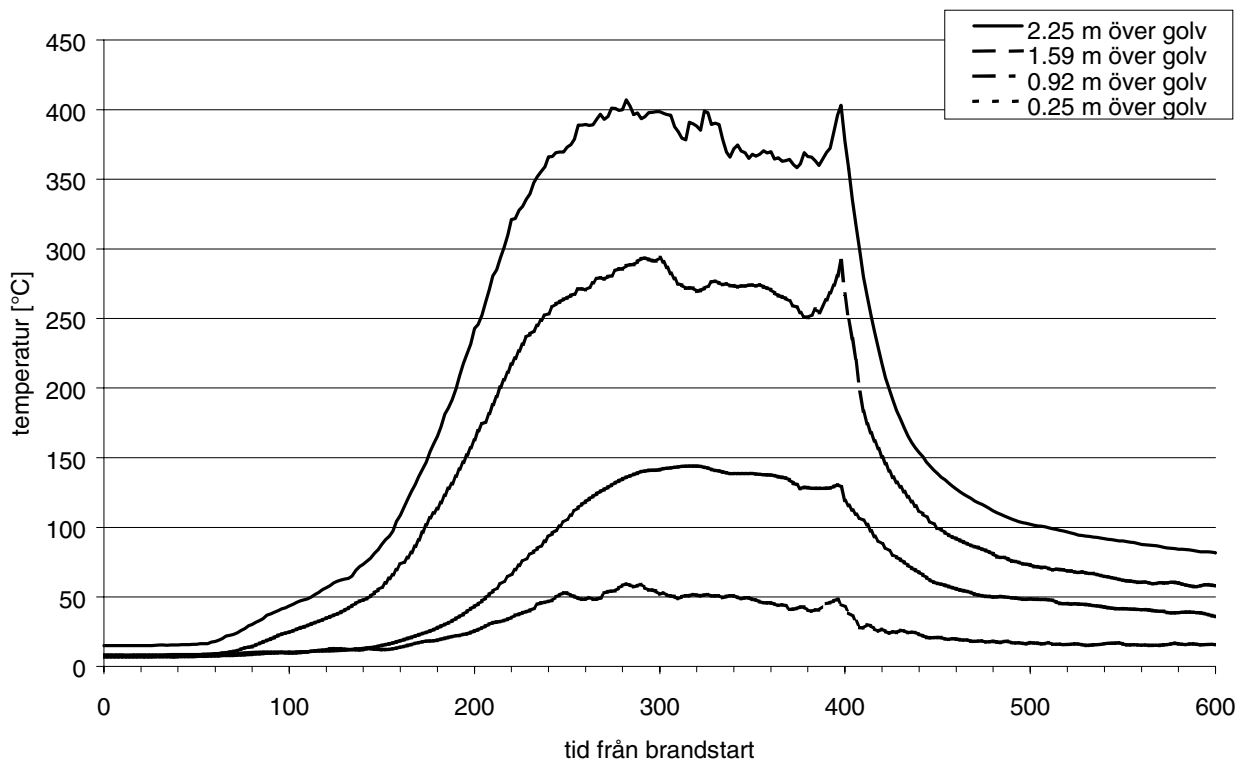
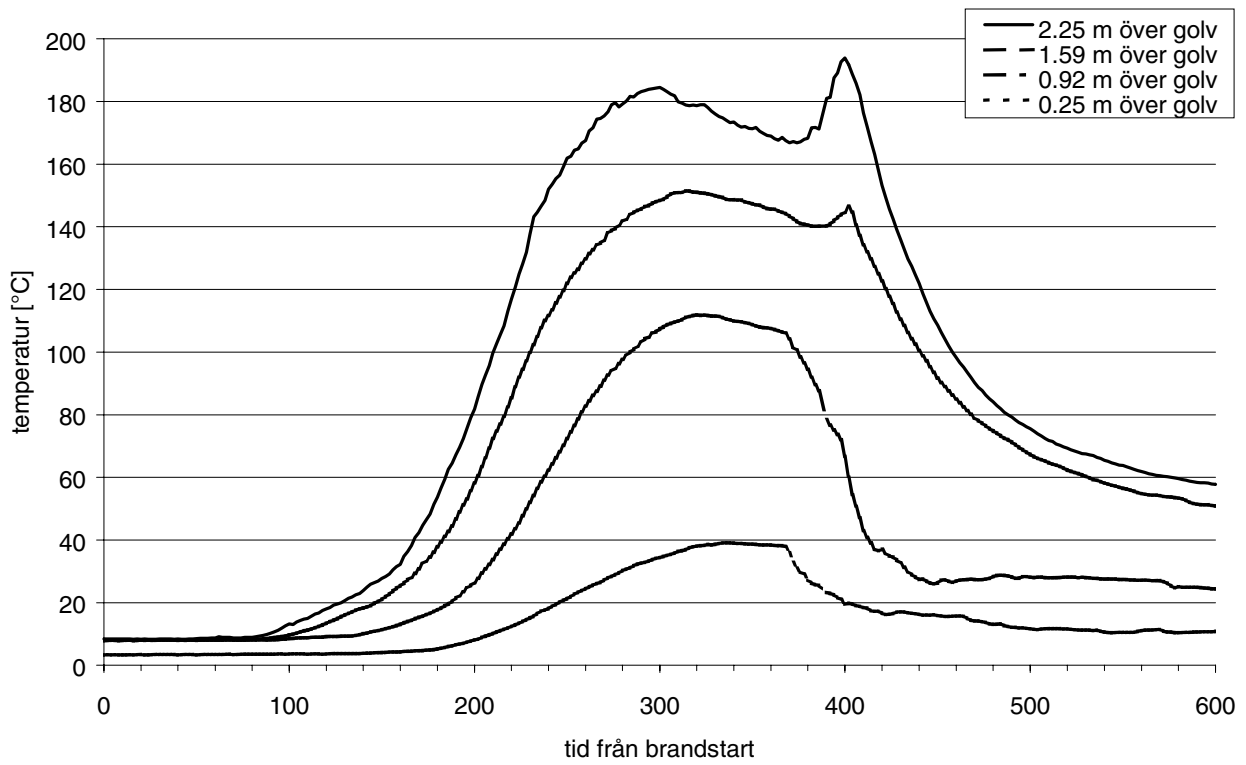


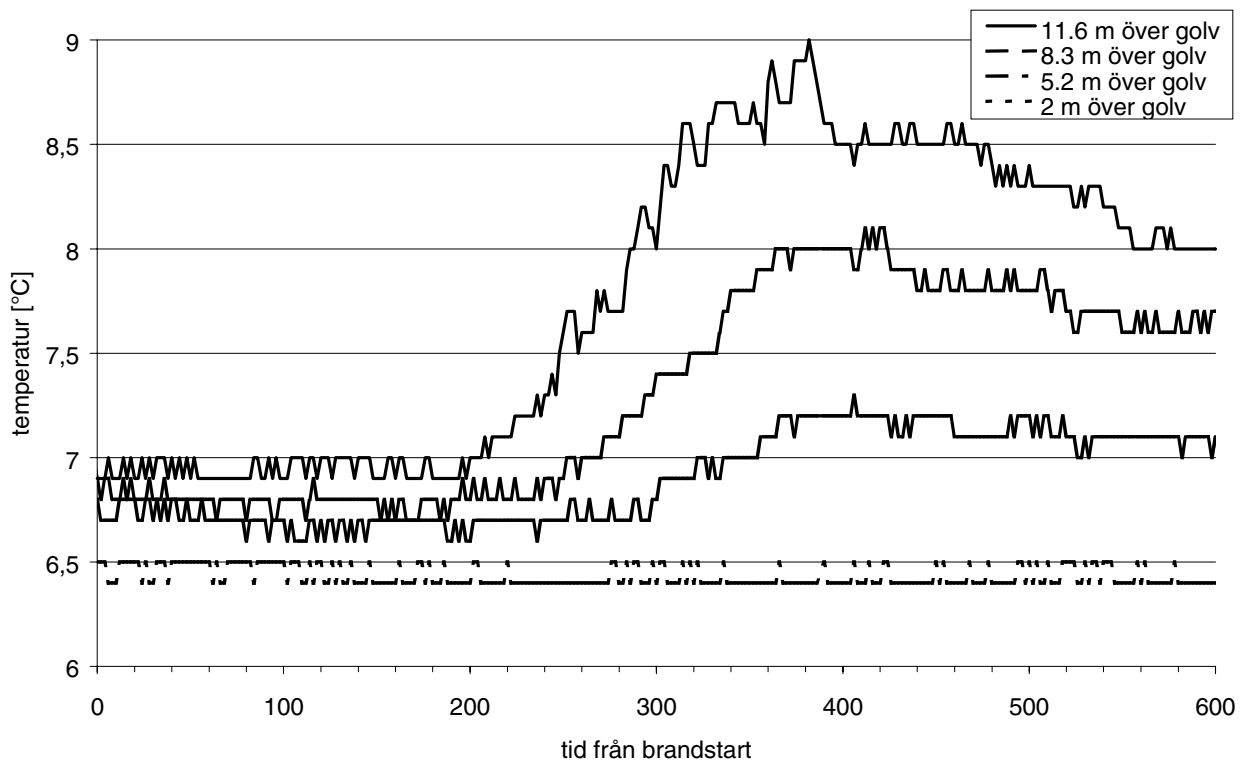
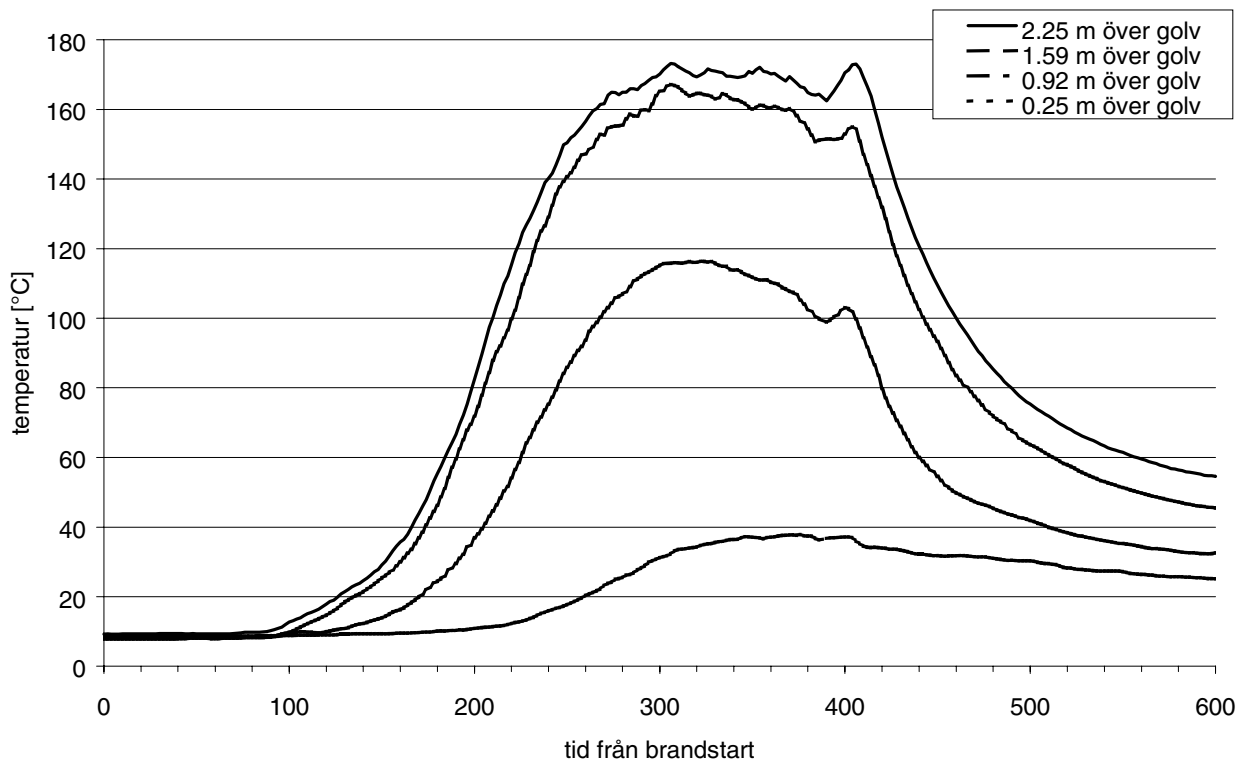


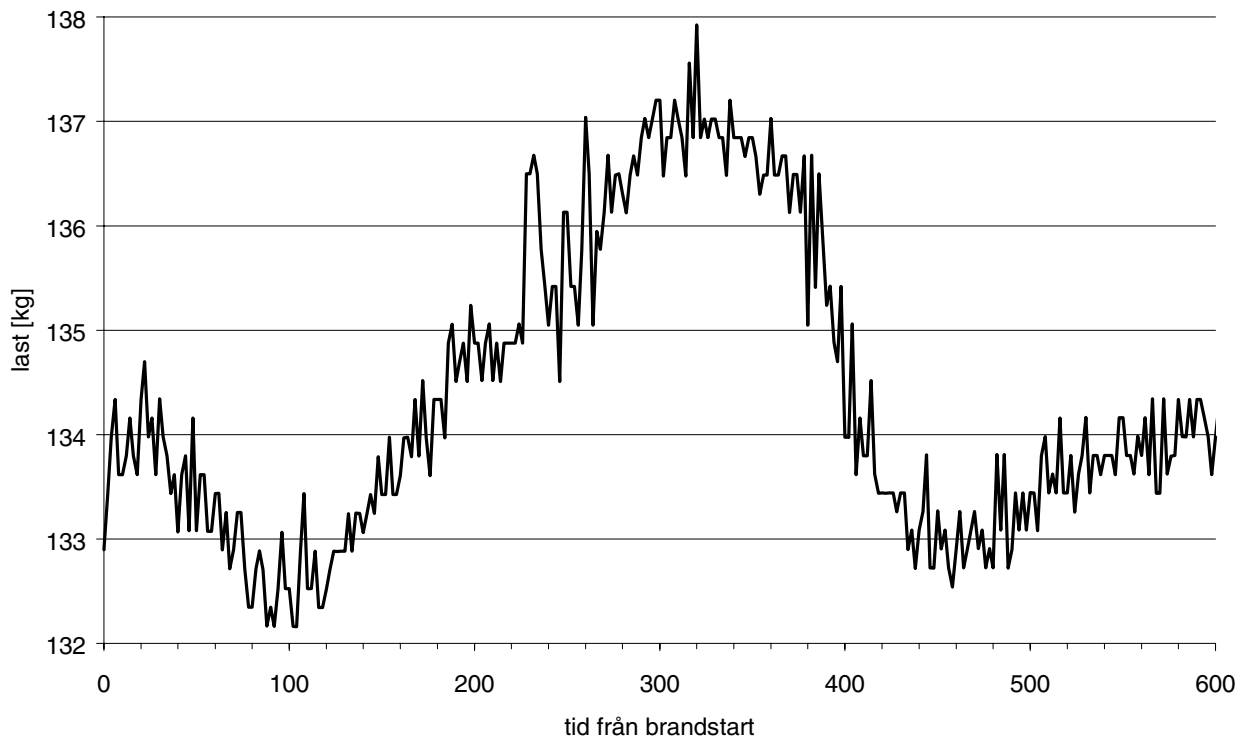
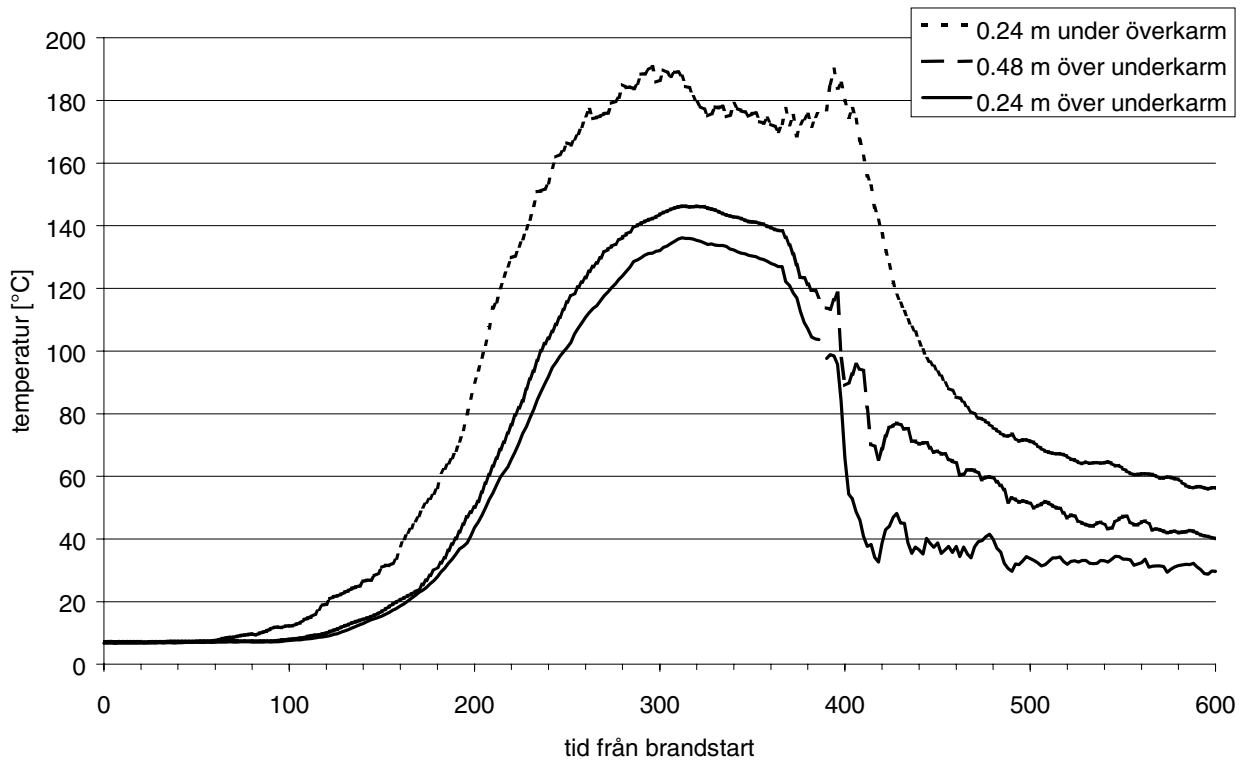


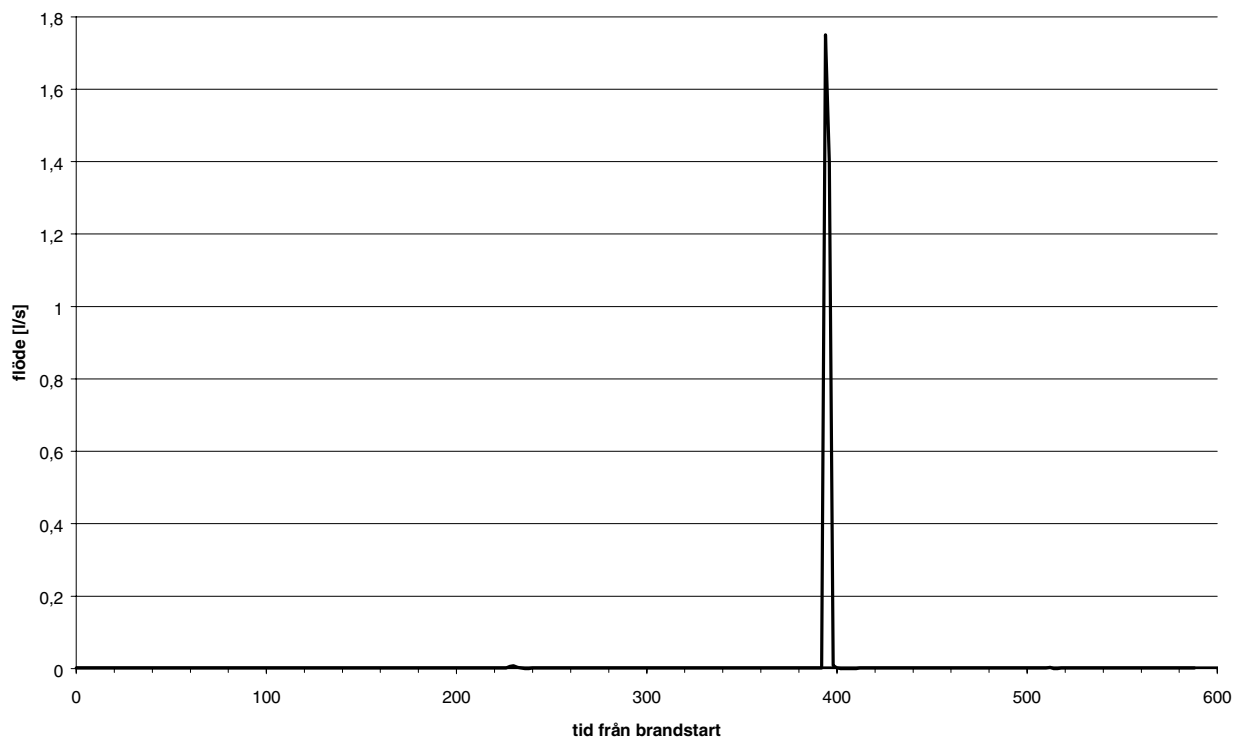
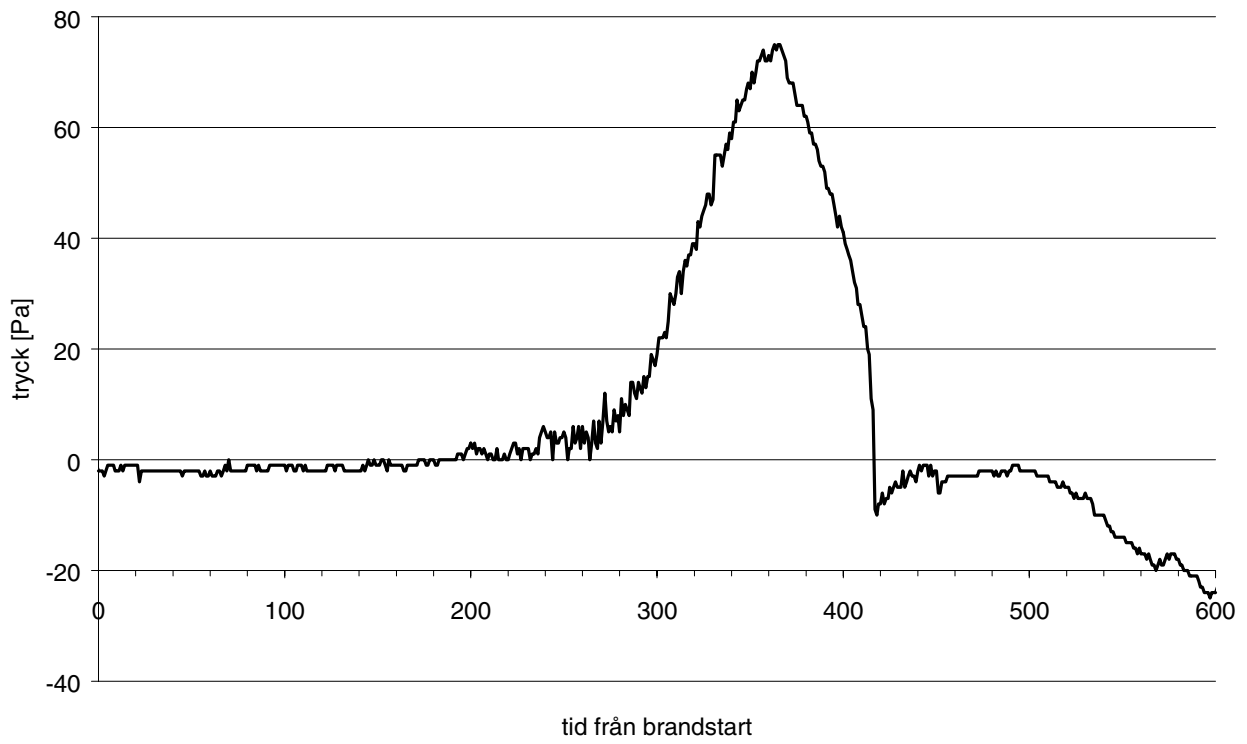


6. Angrepp genom fönster, endast fönster öppet, flöde cirka 107 l/min.

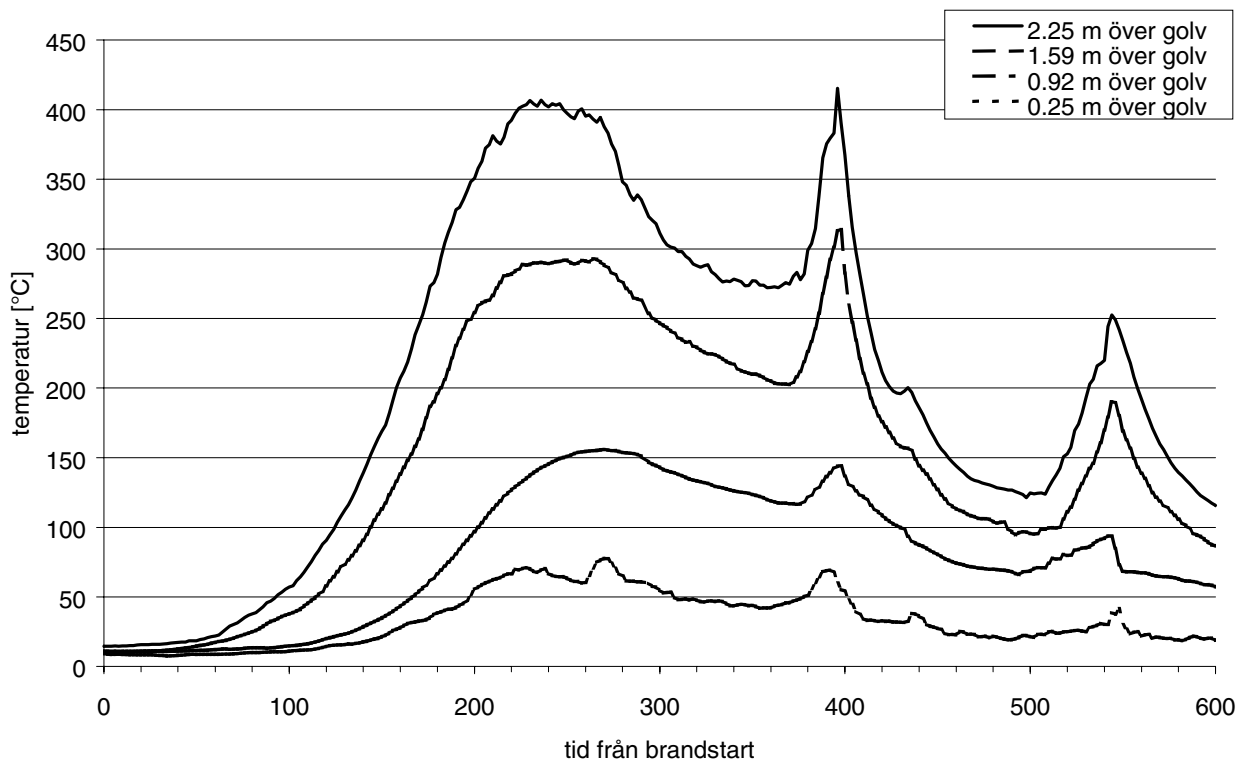
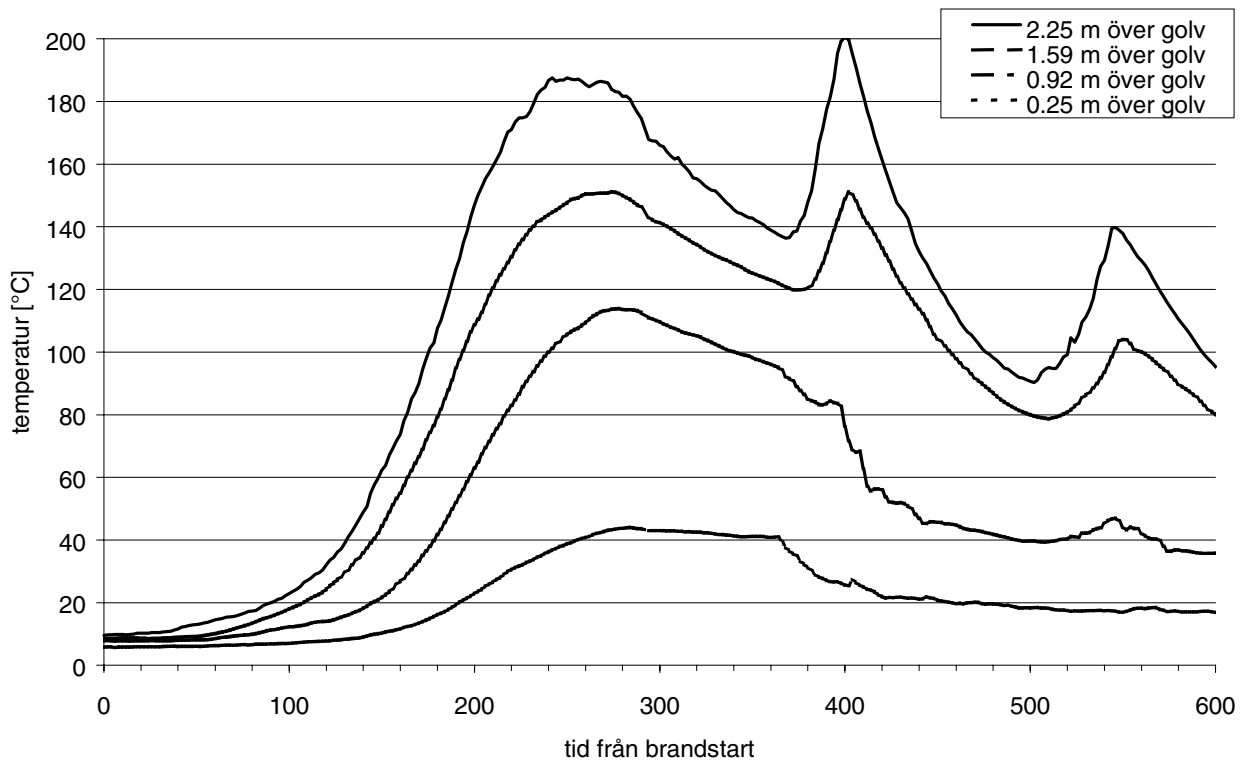


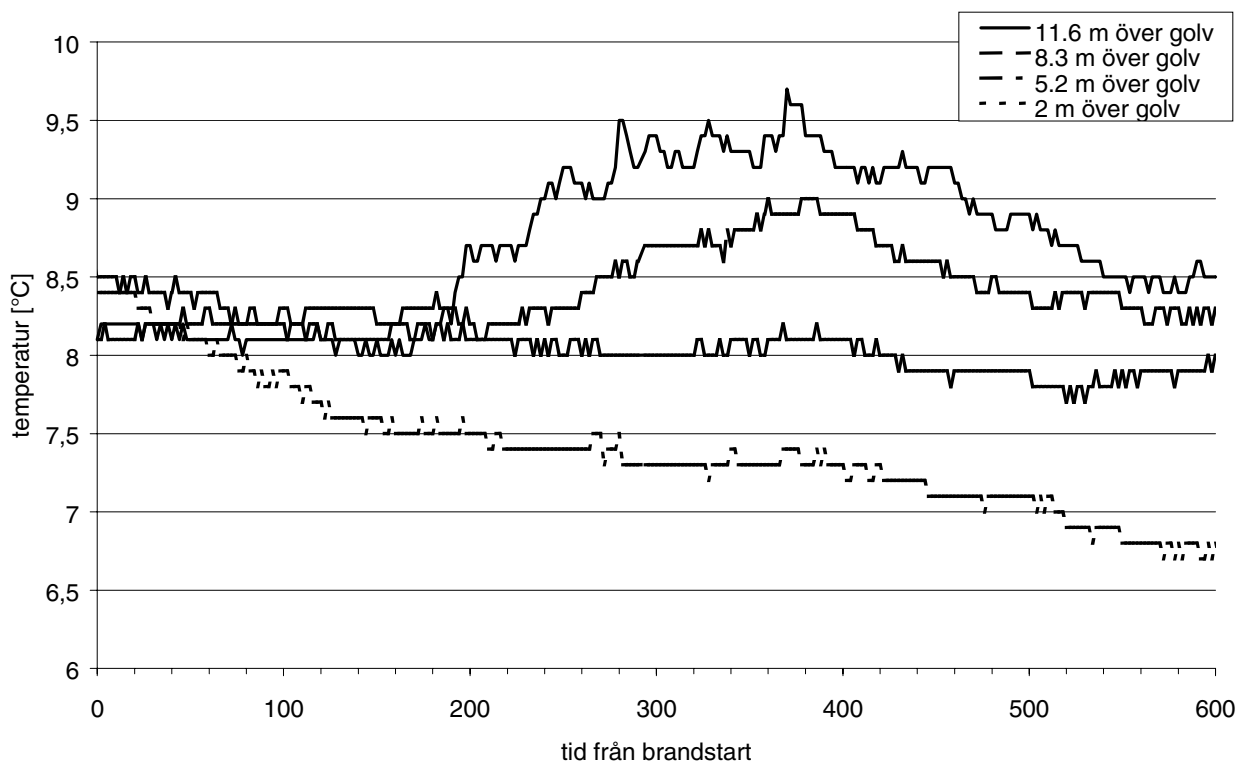
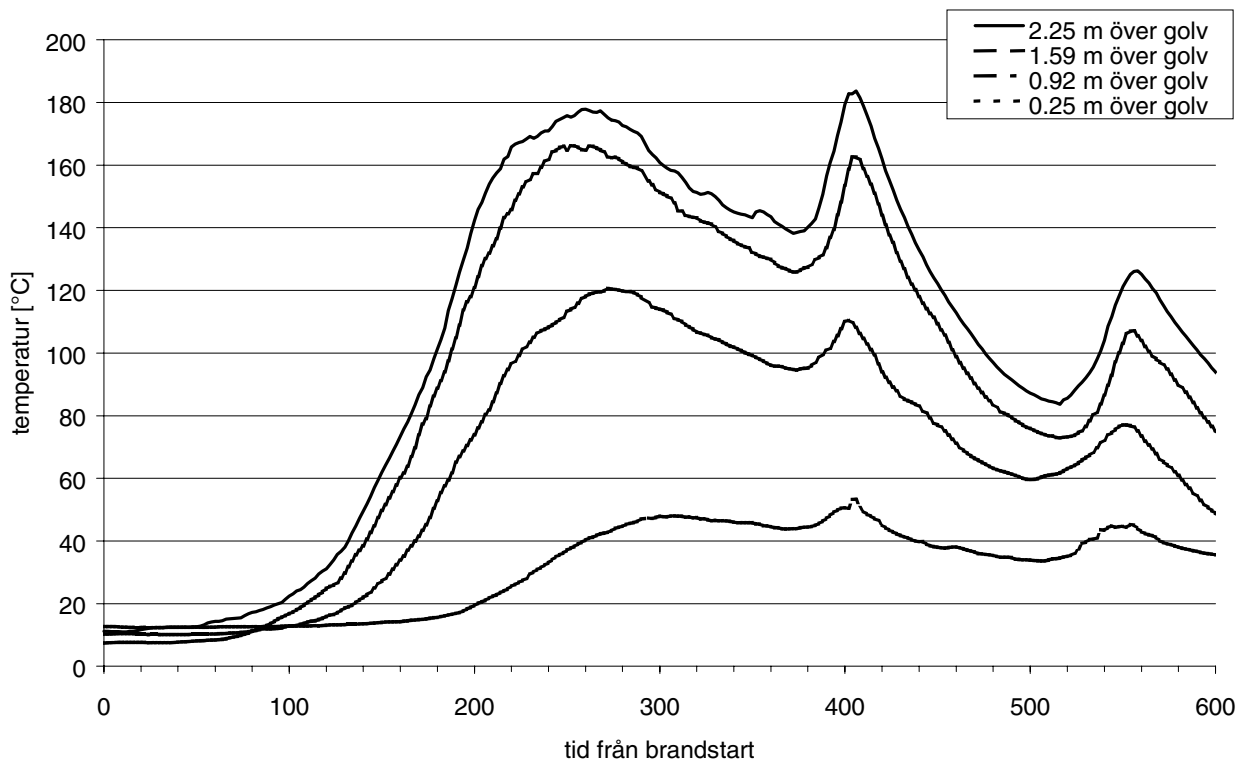


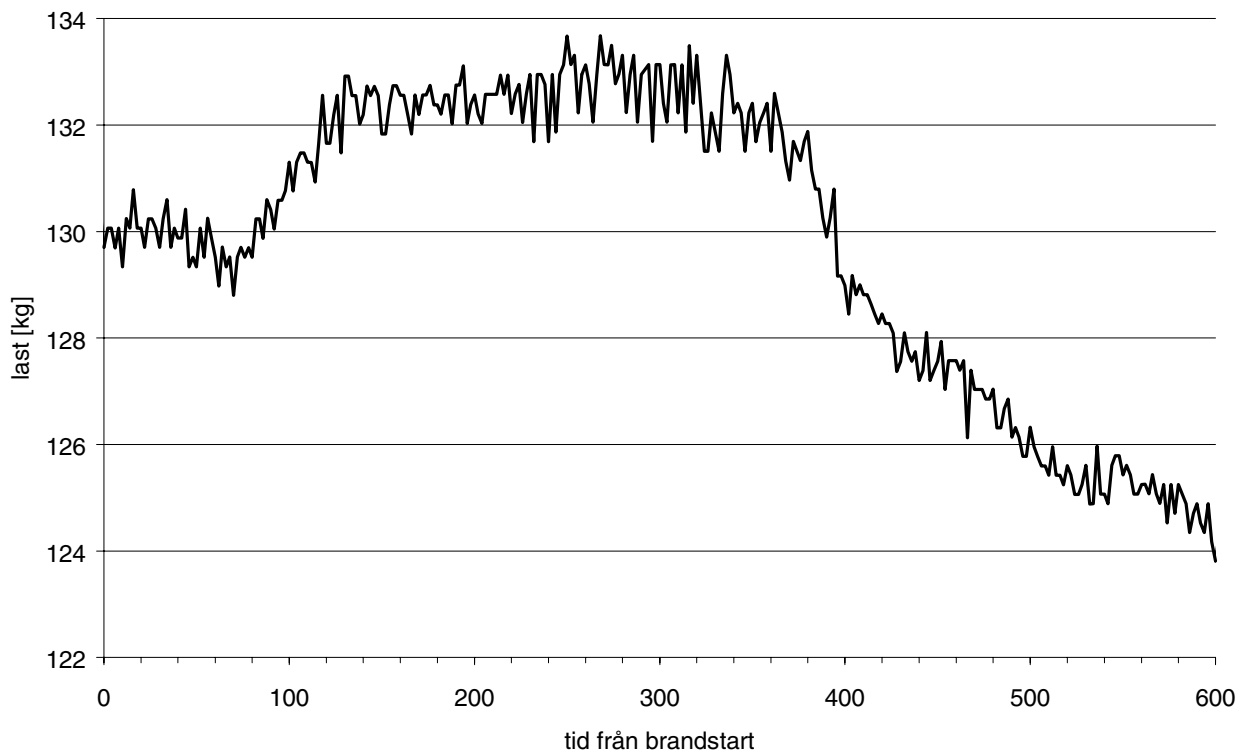
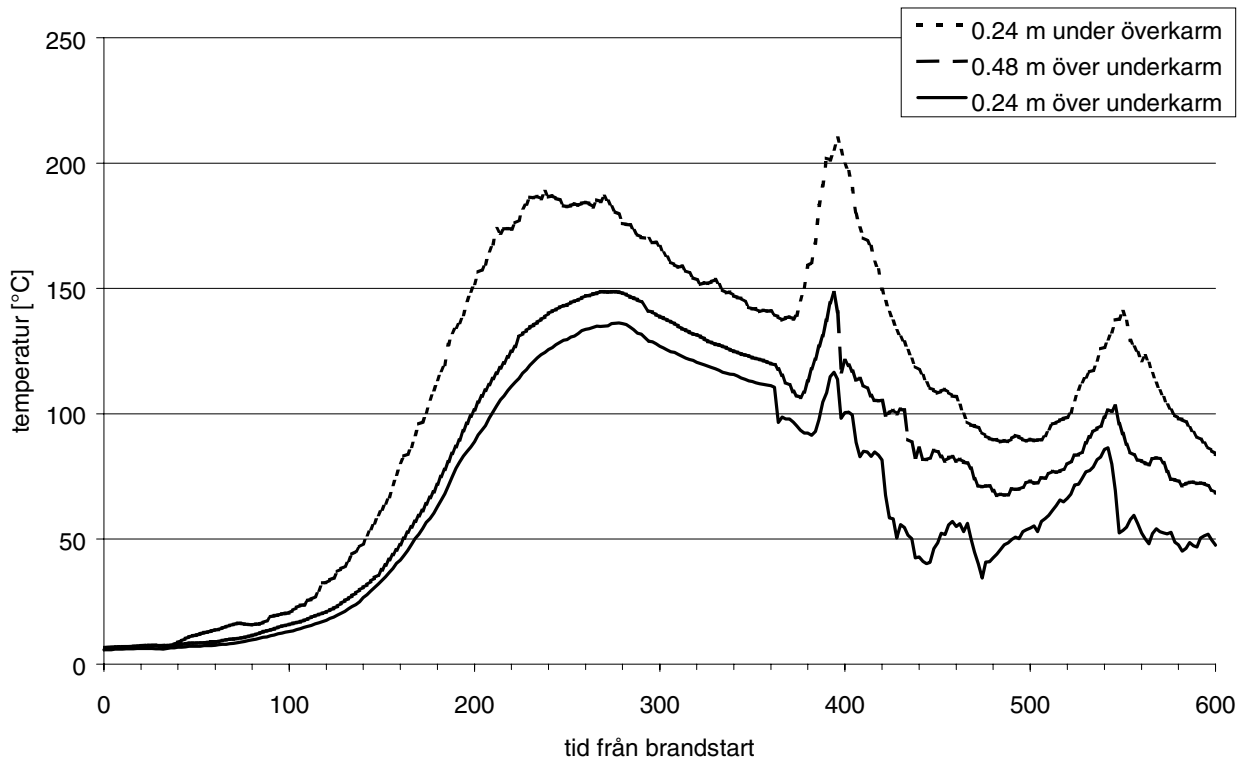


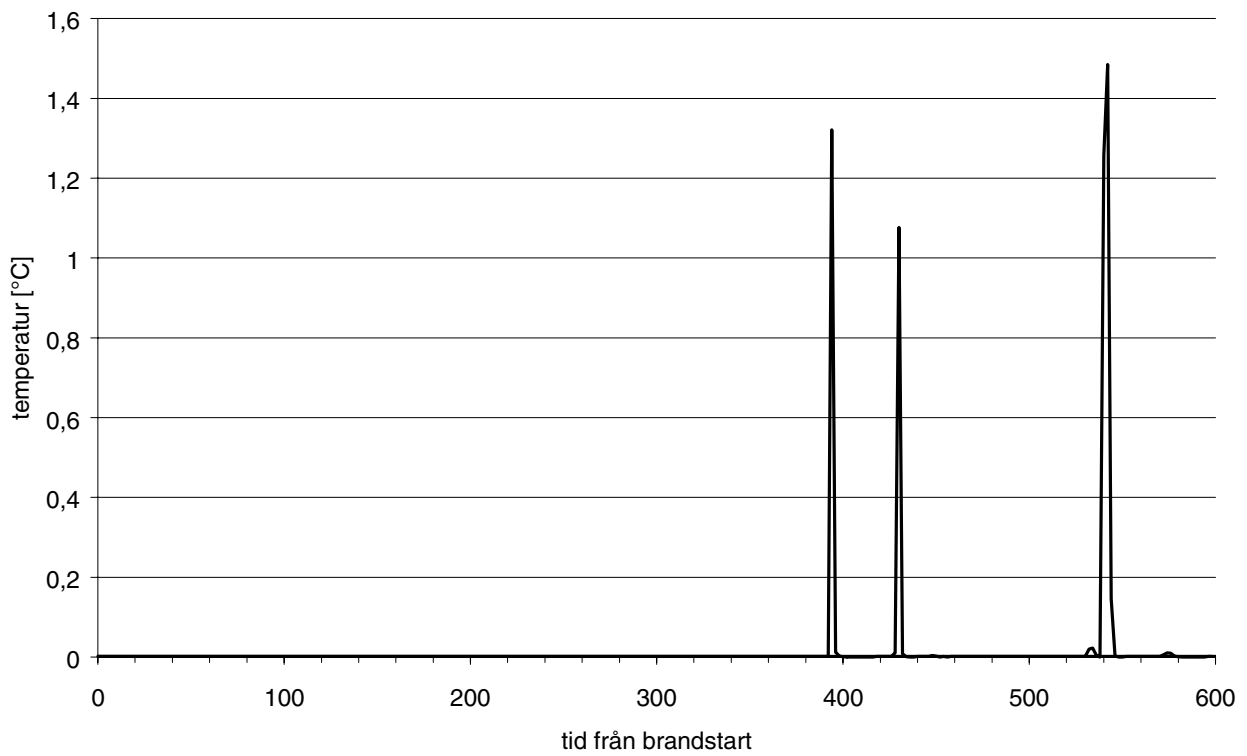
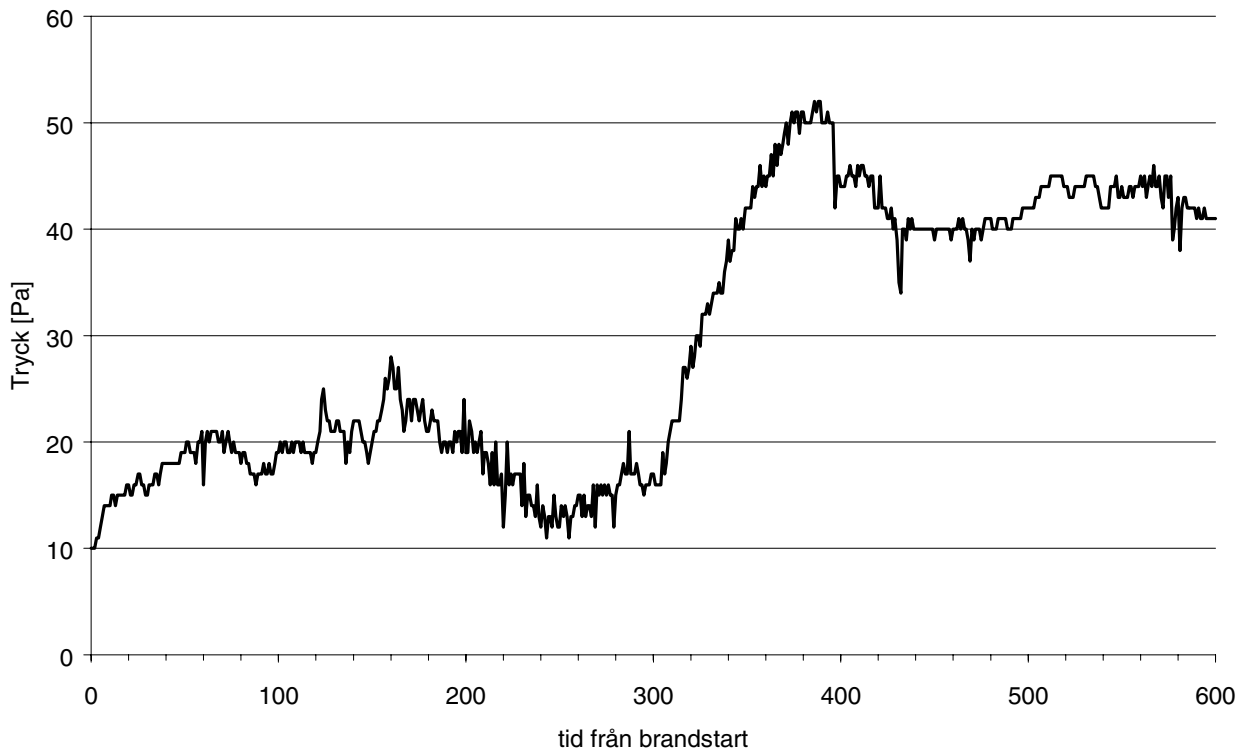


7. Angrepp genom fönster, endast fönster öppet, flöde cirka 76 l/min.

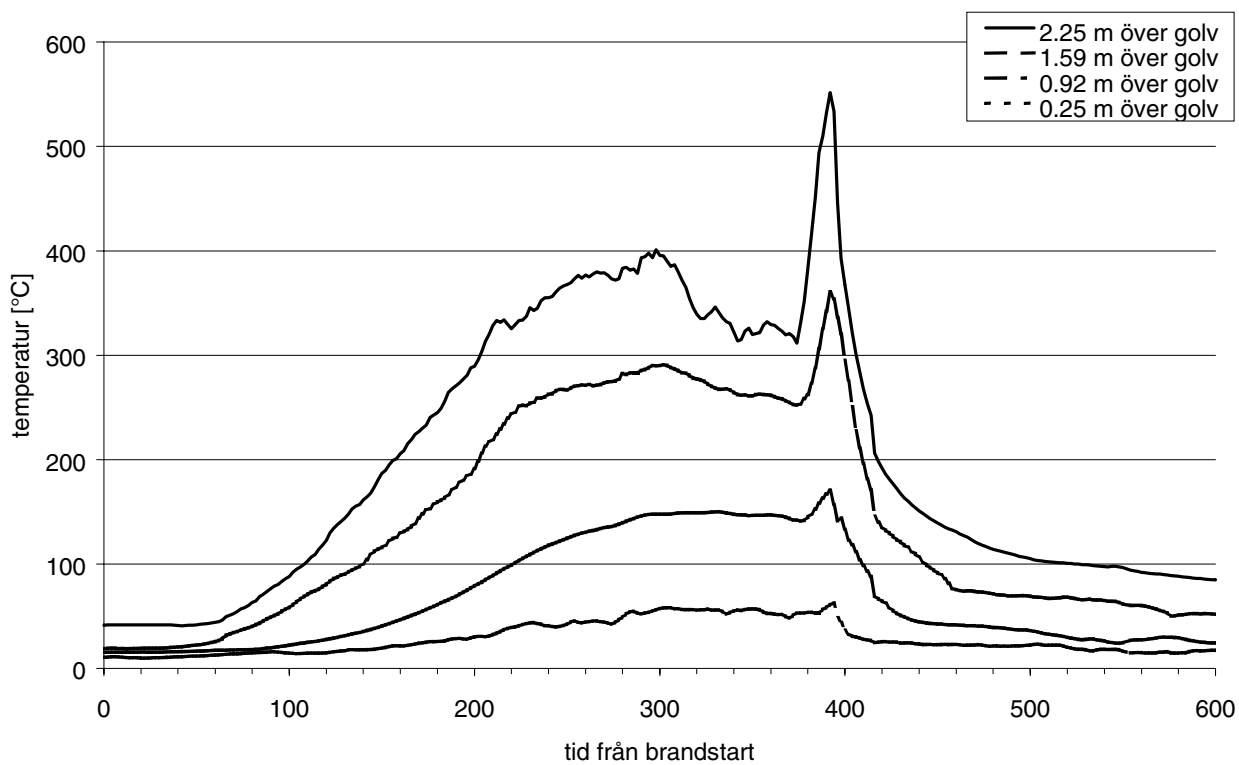
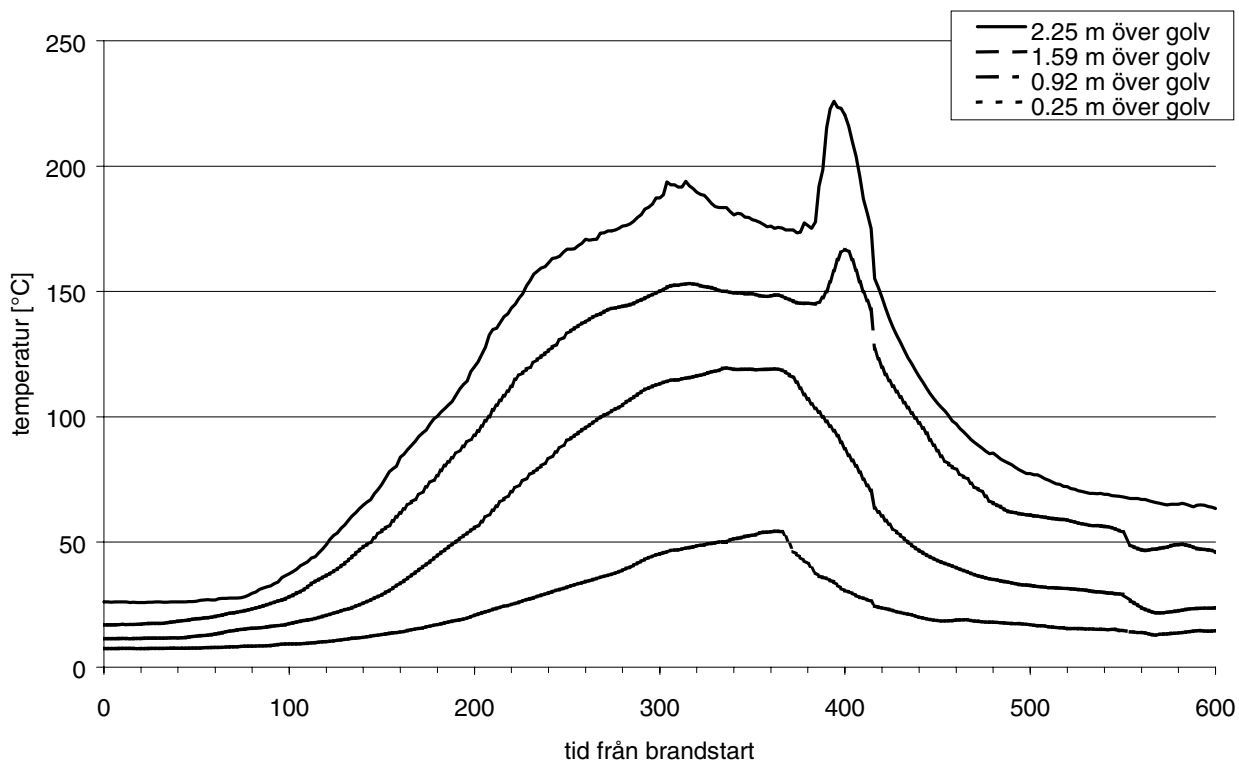


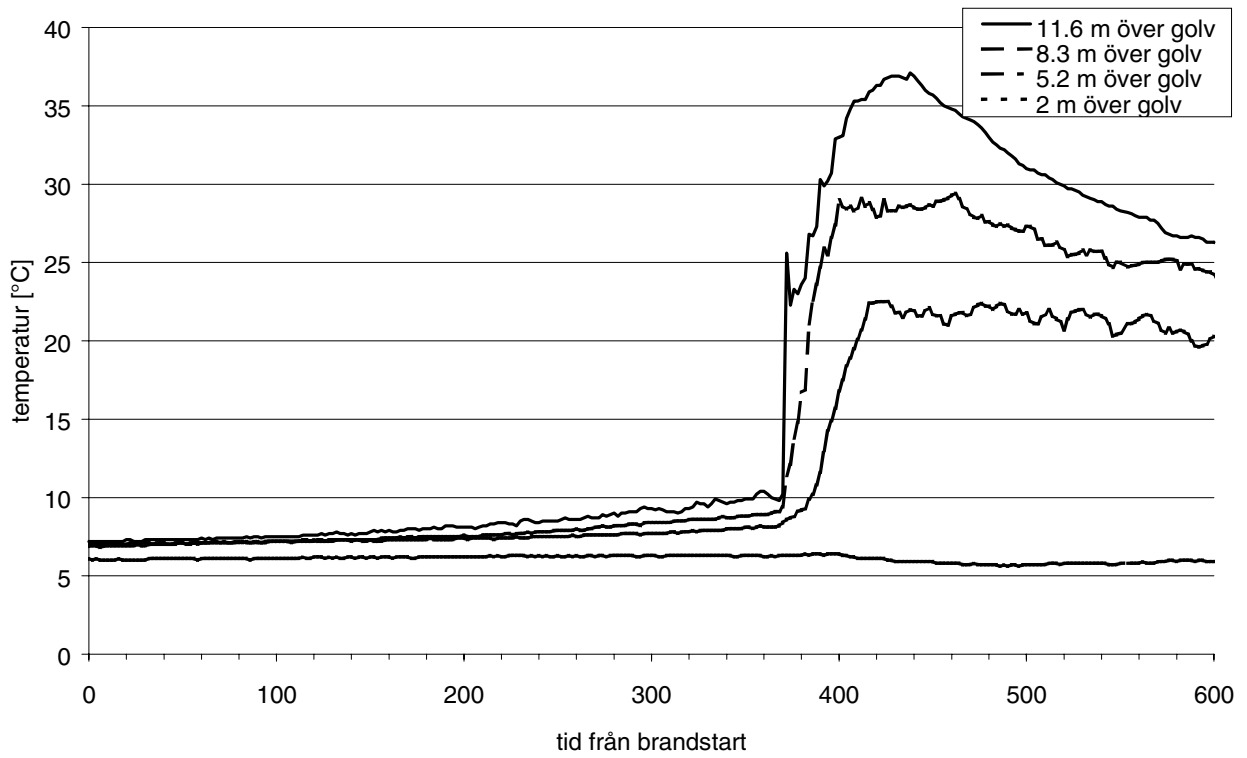
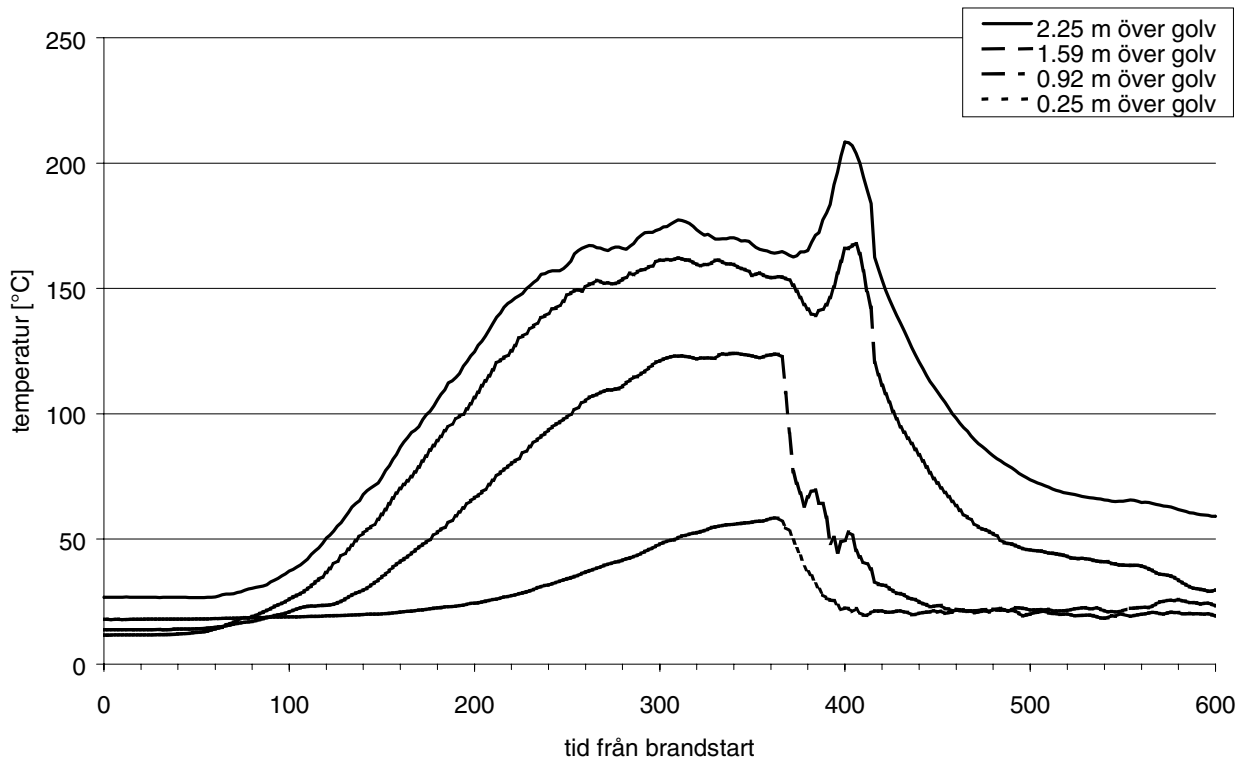


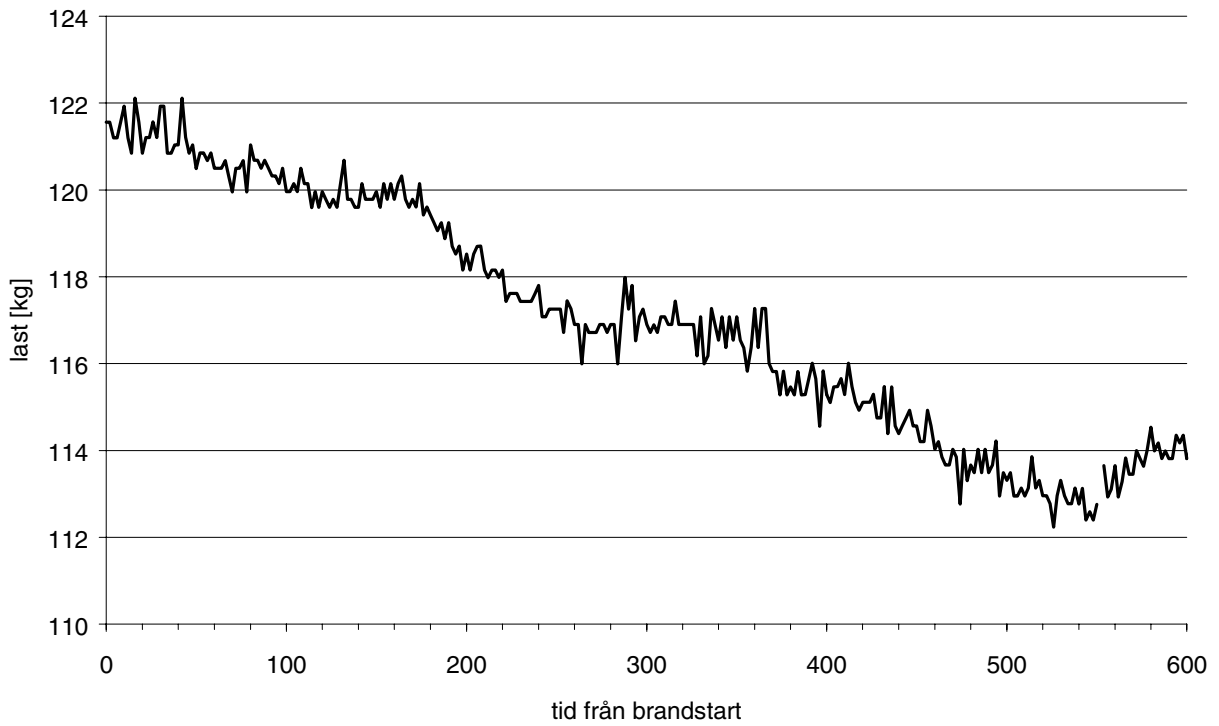
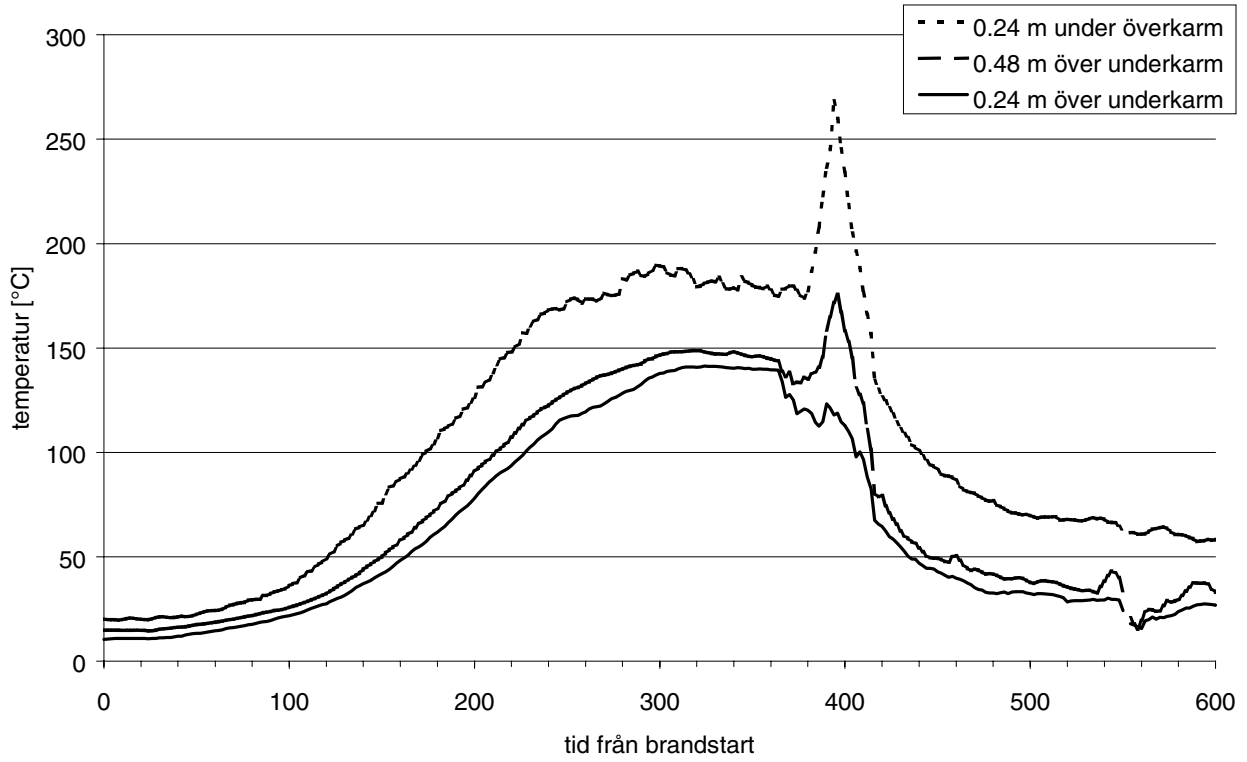


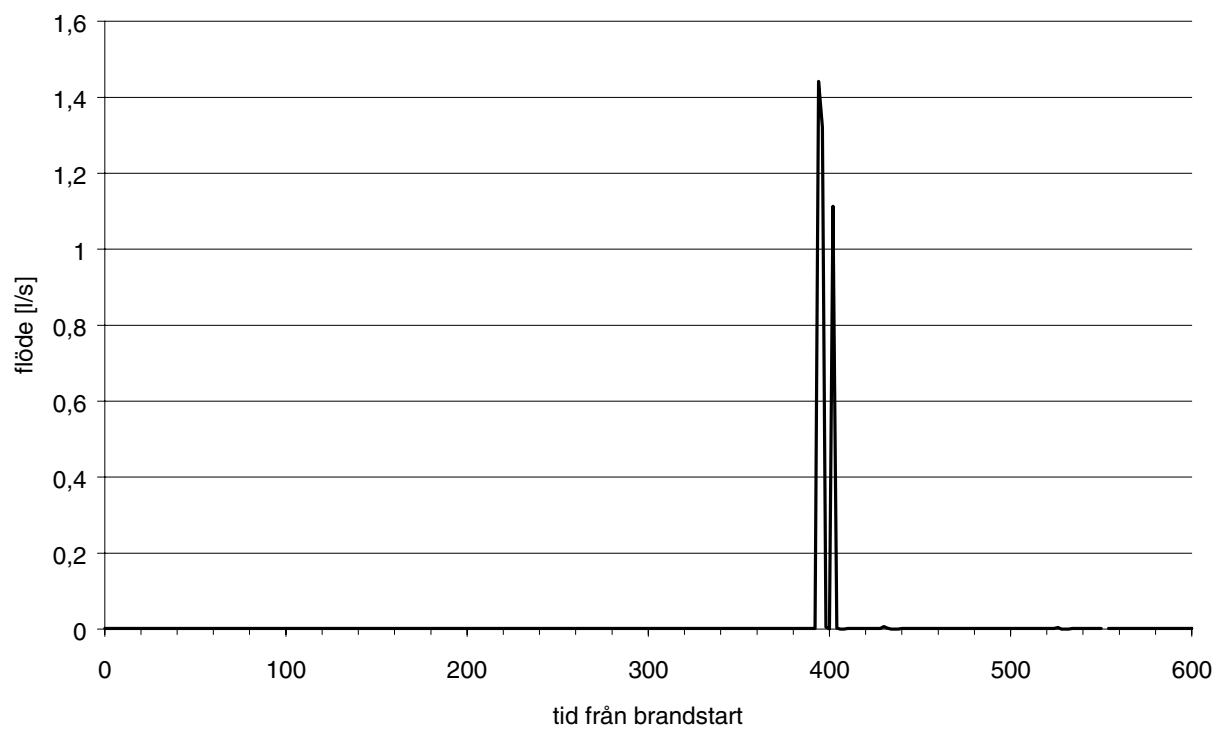
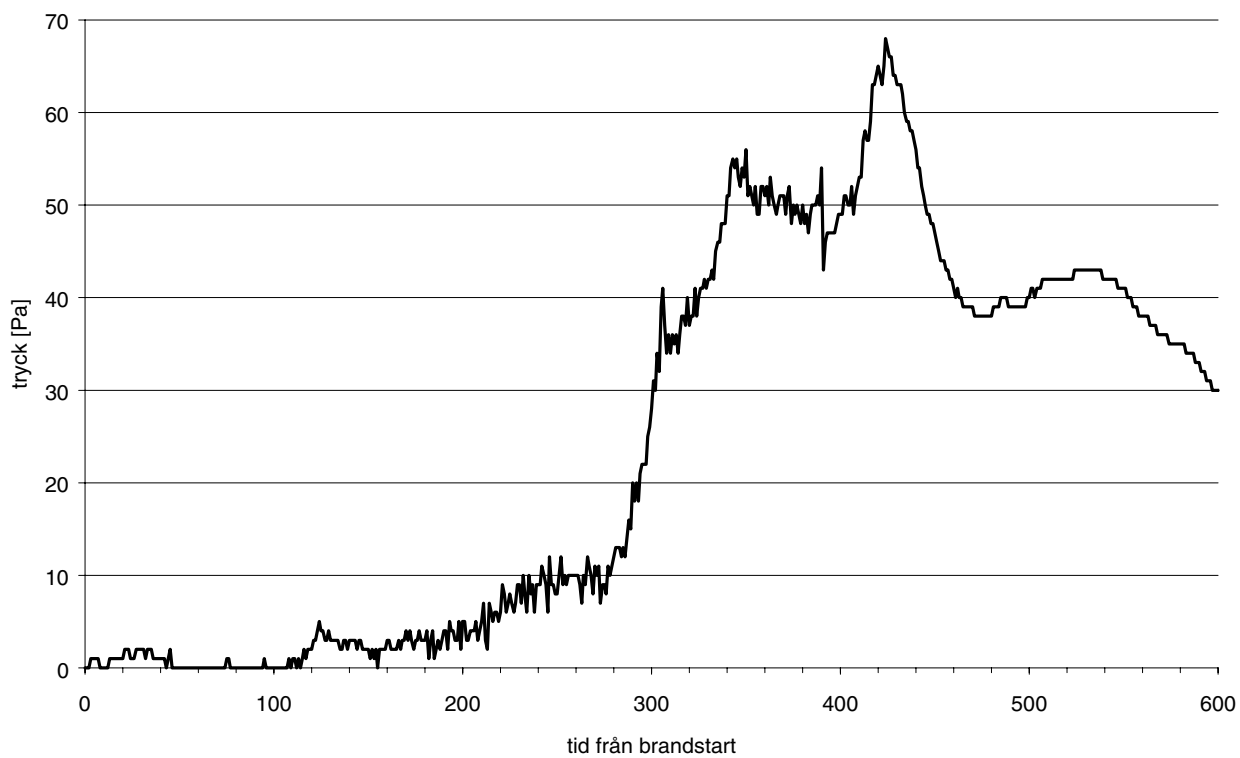


8. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna, flöde cirka 72 l/min.

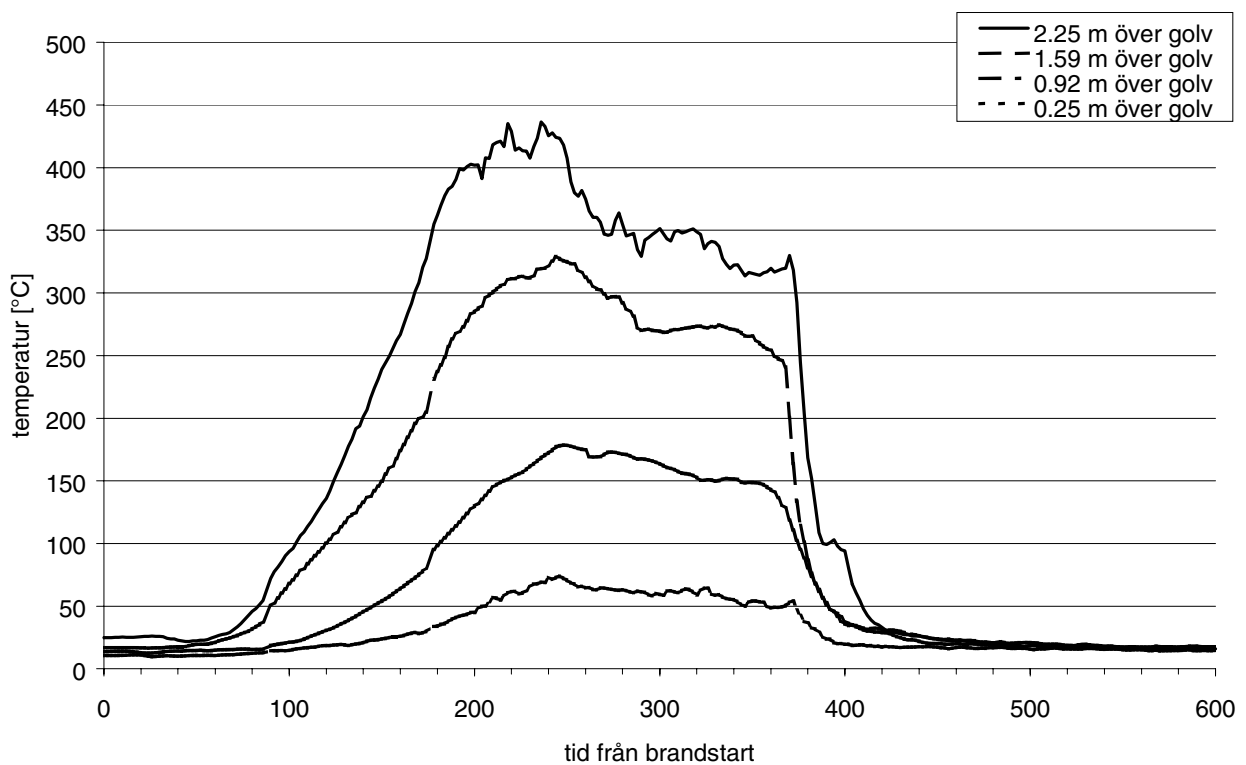
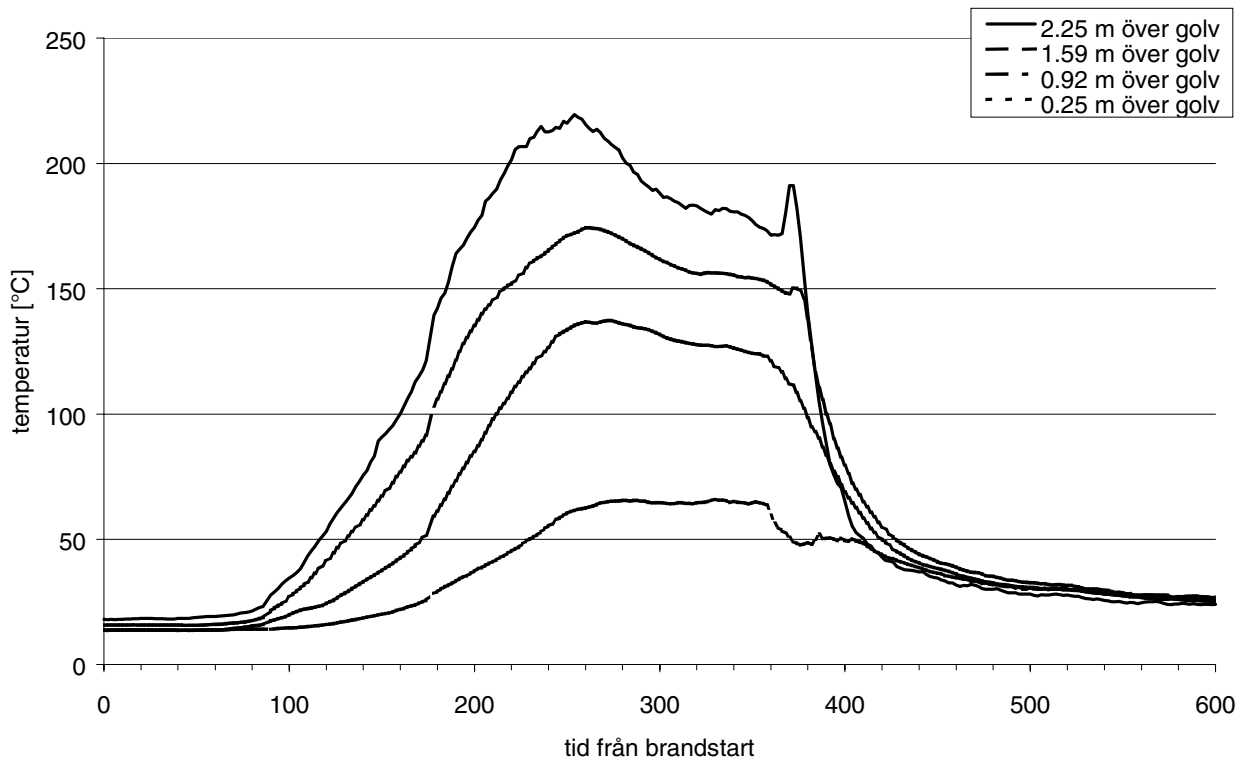


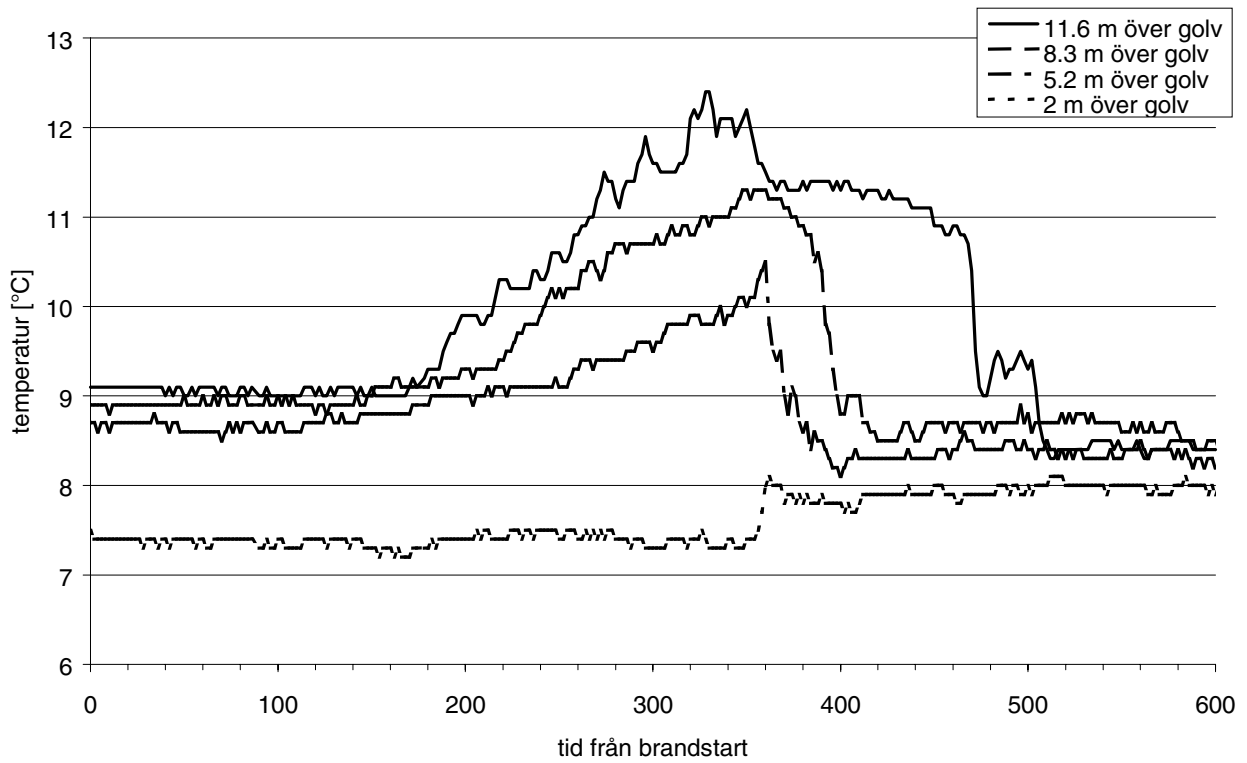
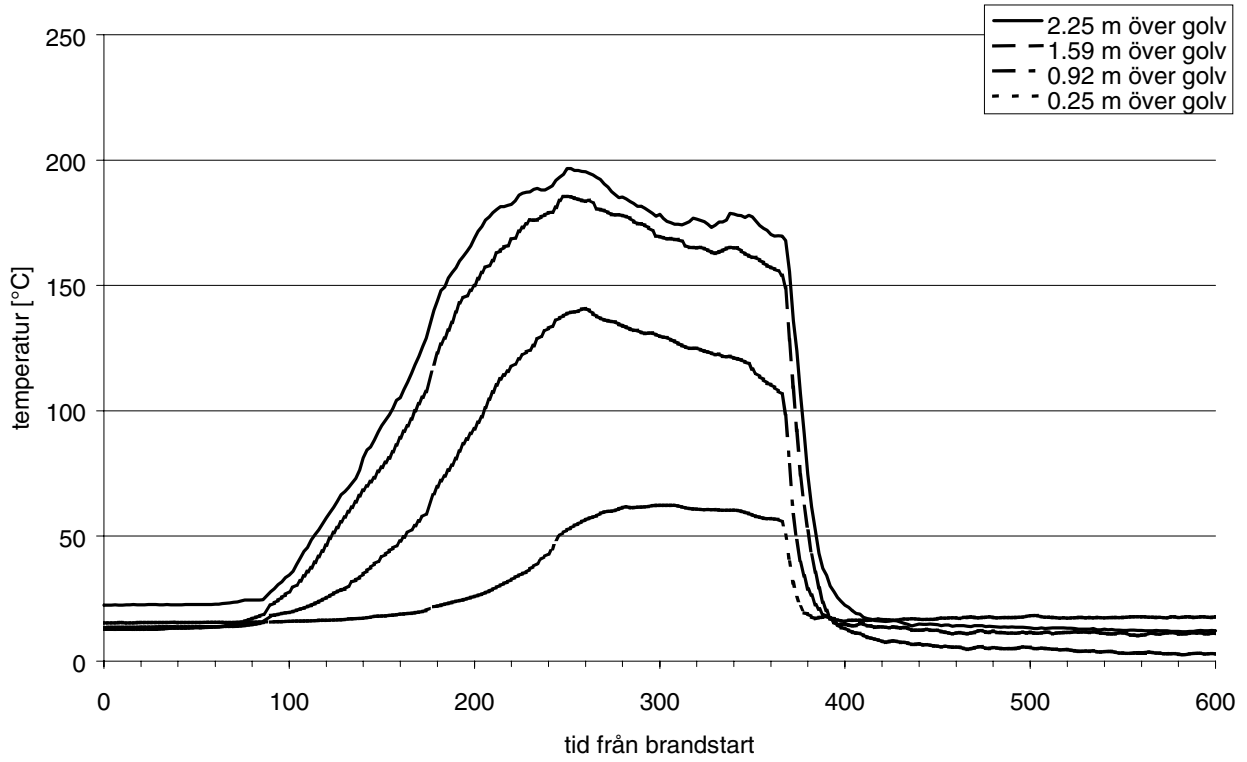


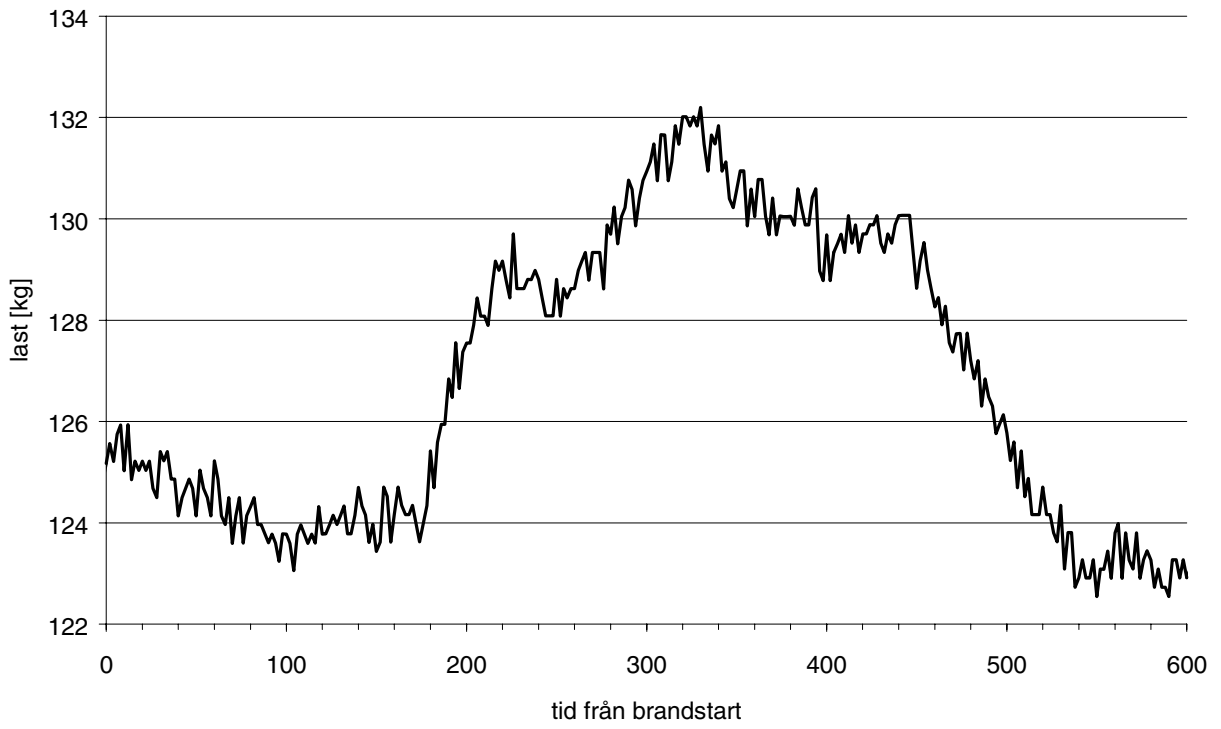
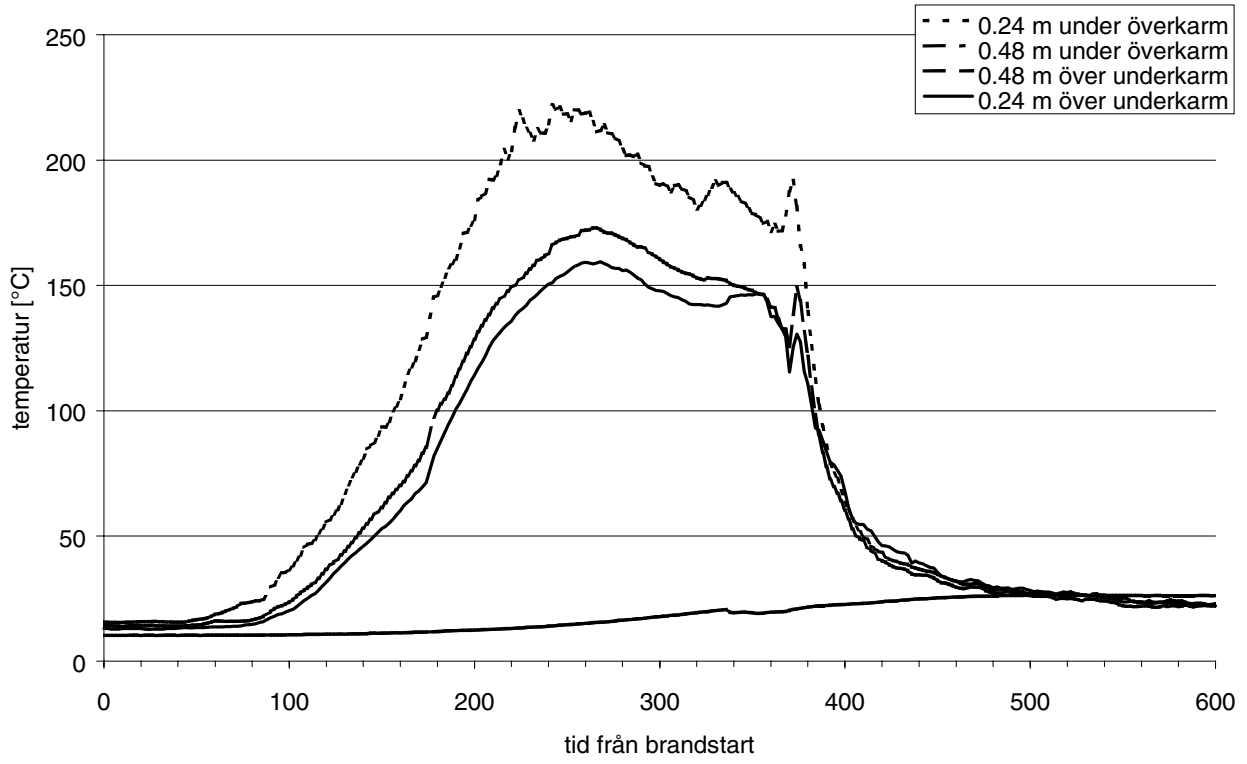


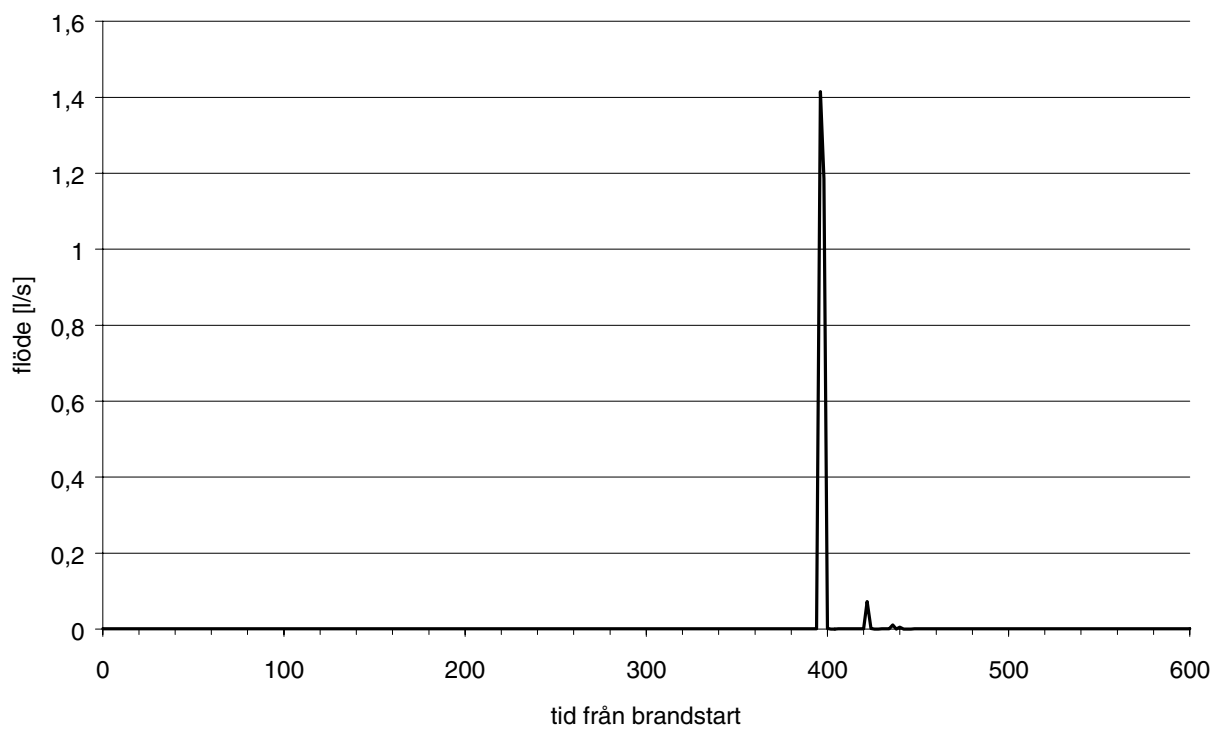
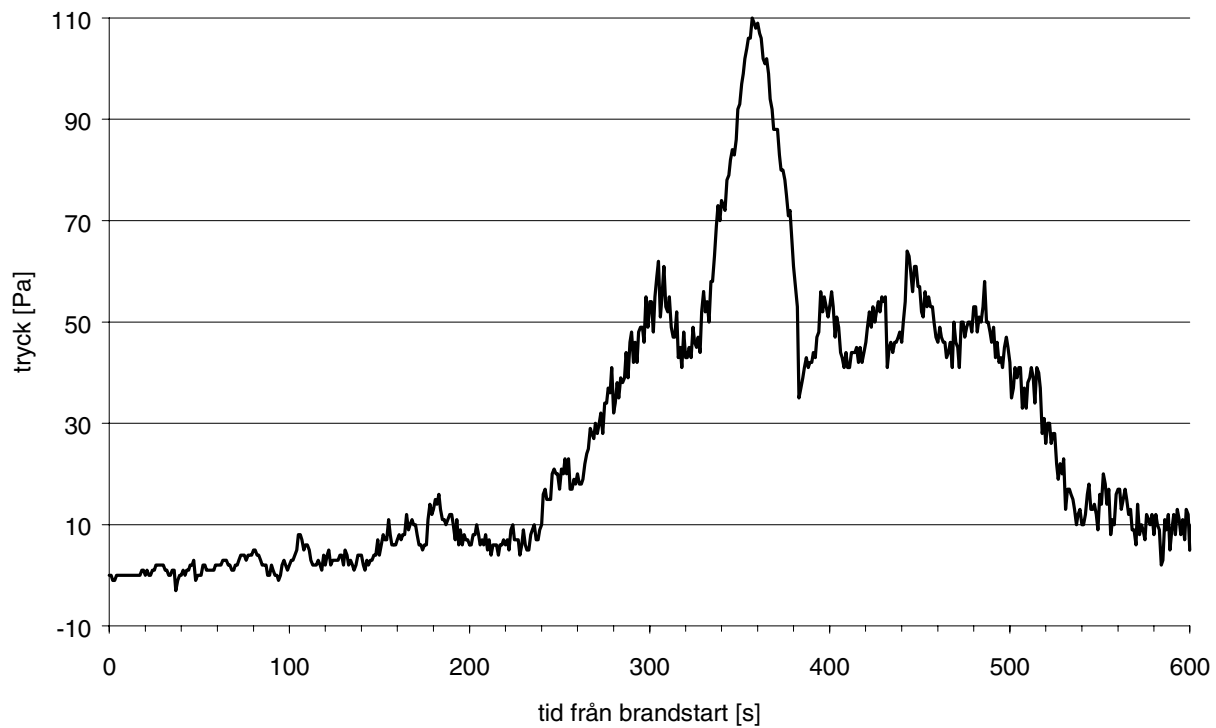


9. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppna samt övertrycksventilation, flöde cirka 78 l/min.

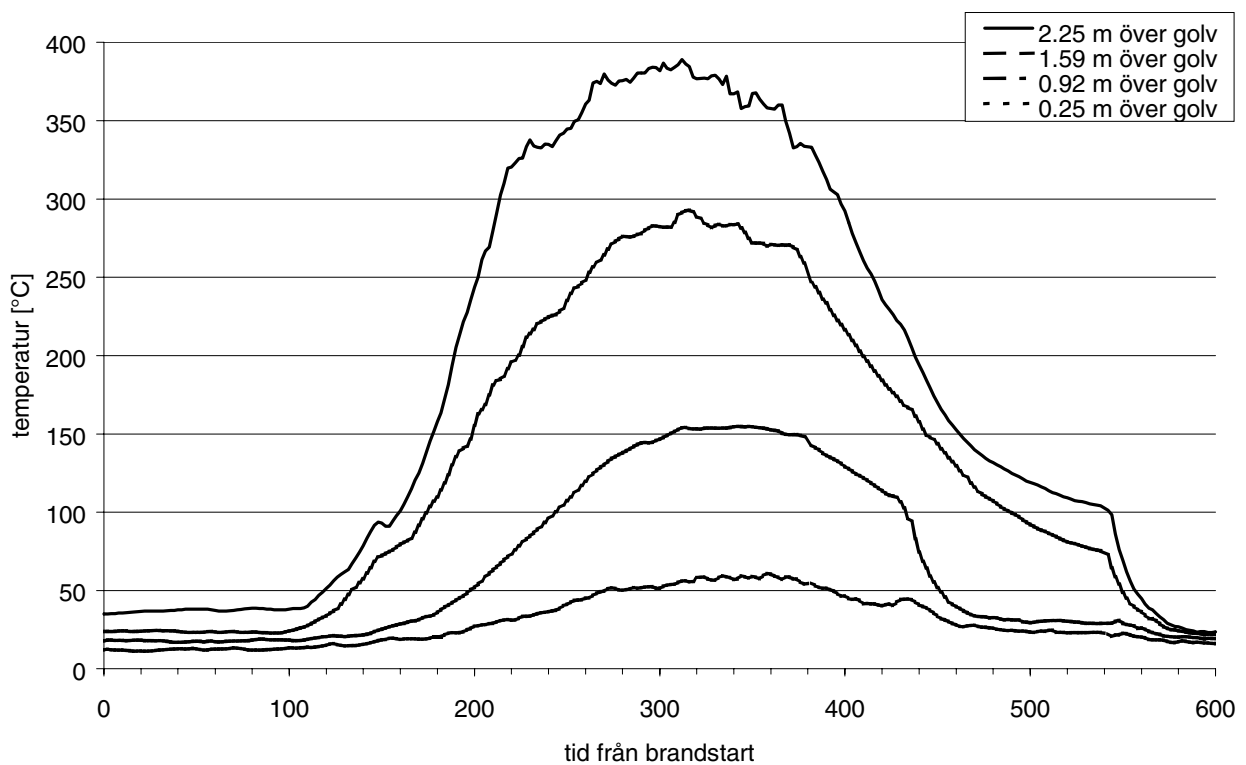
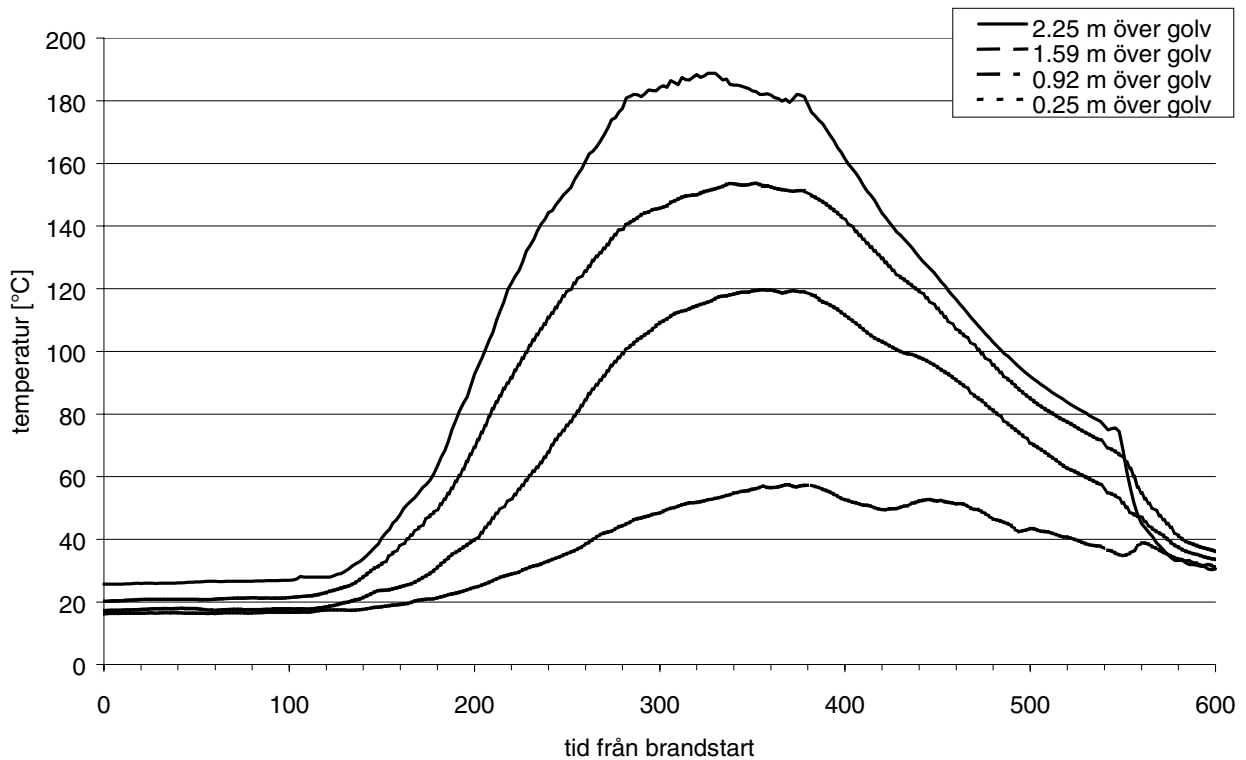


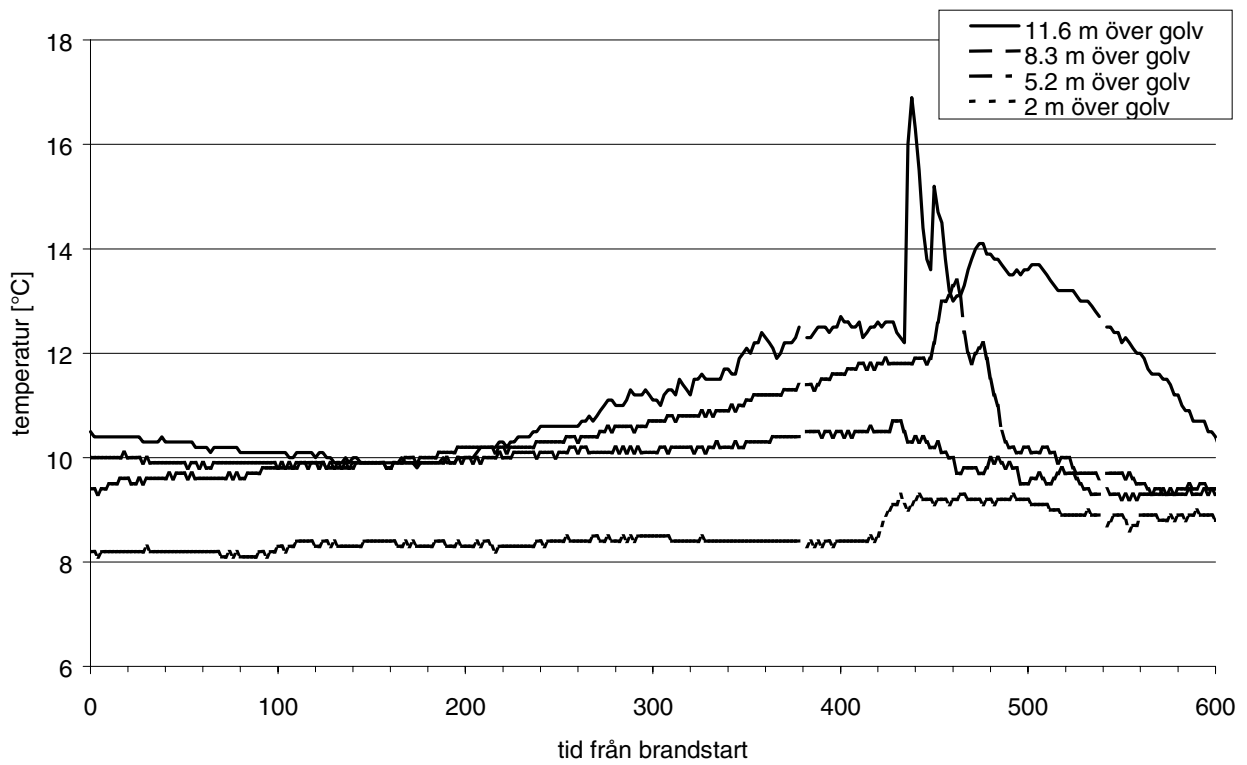
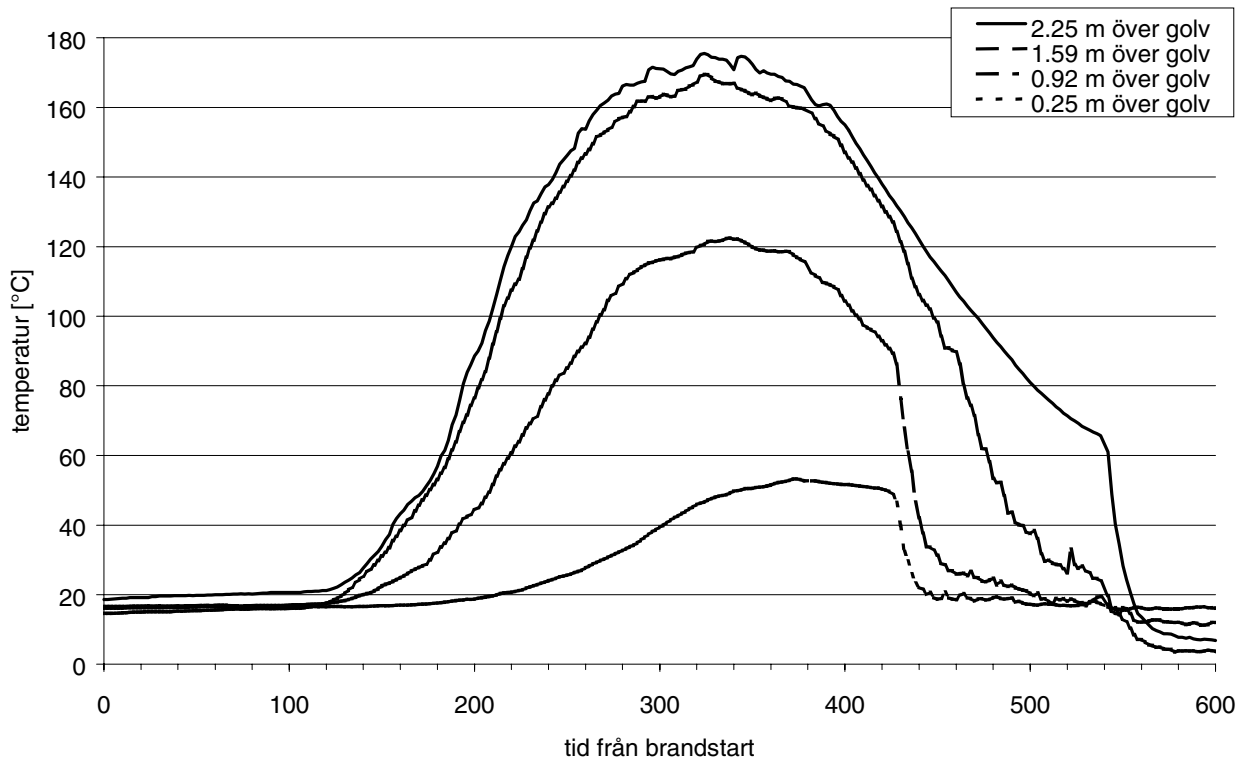


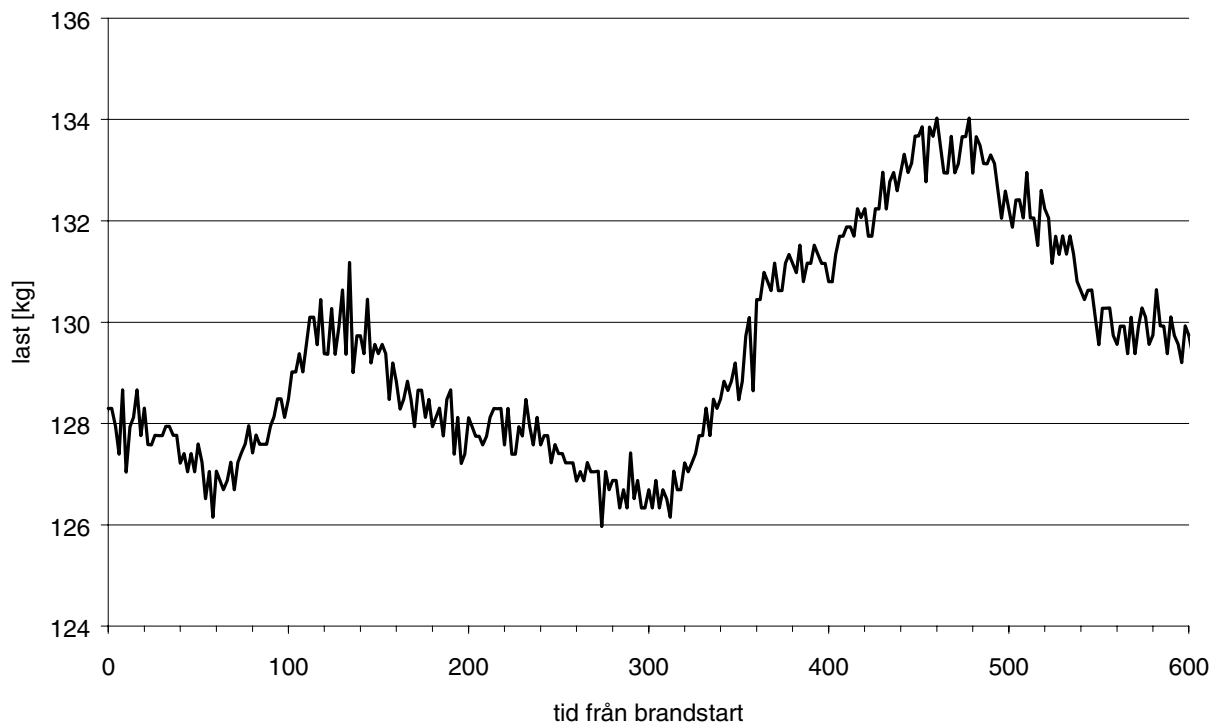
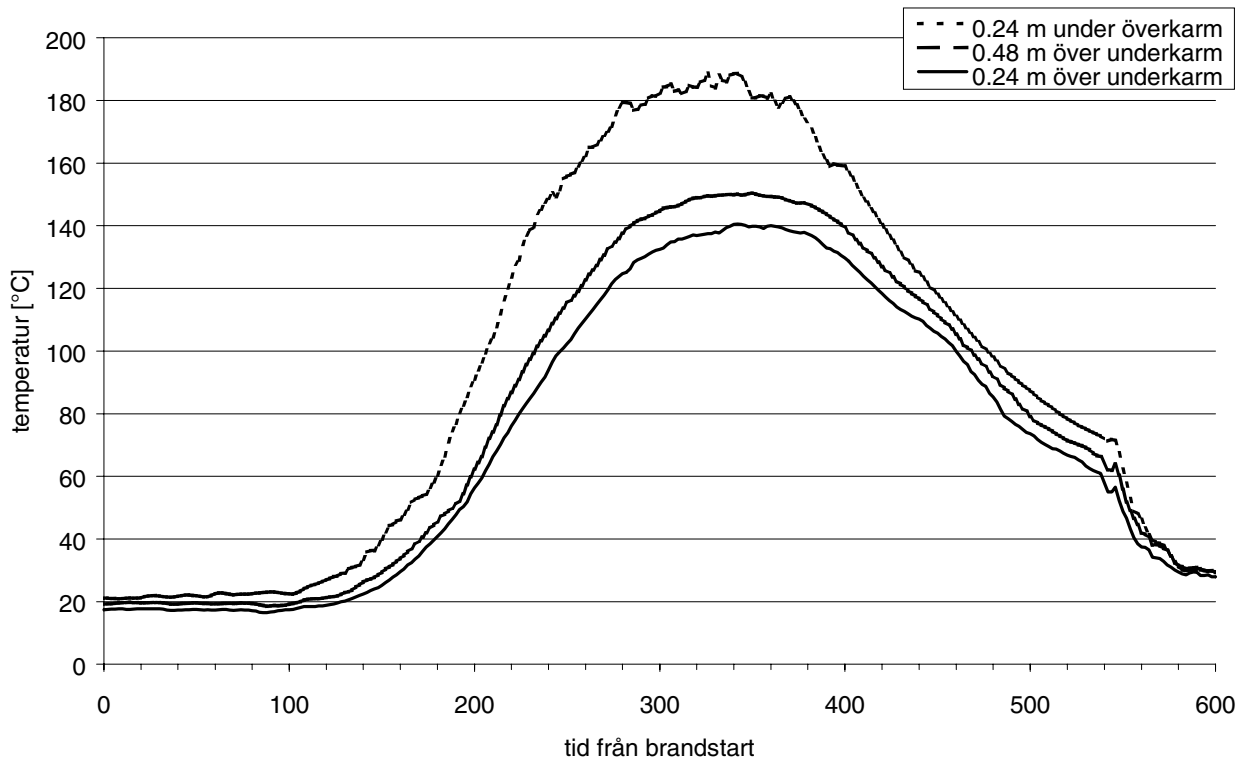


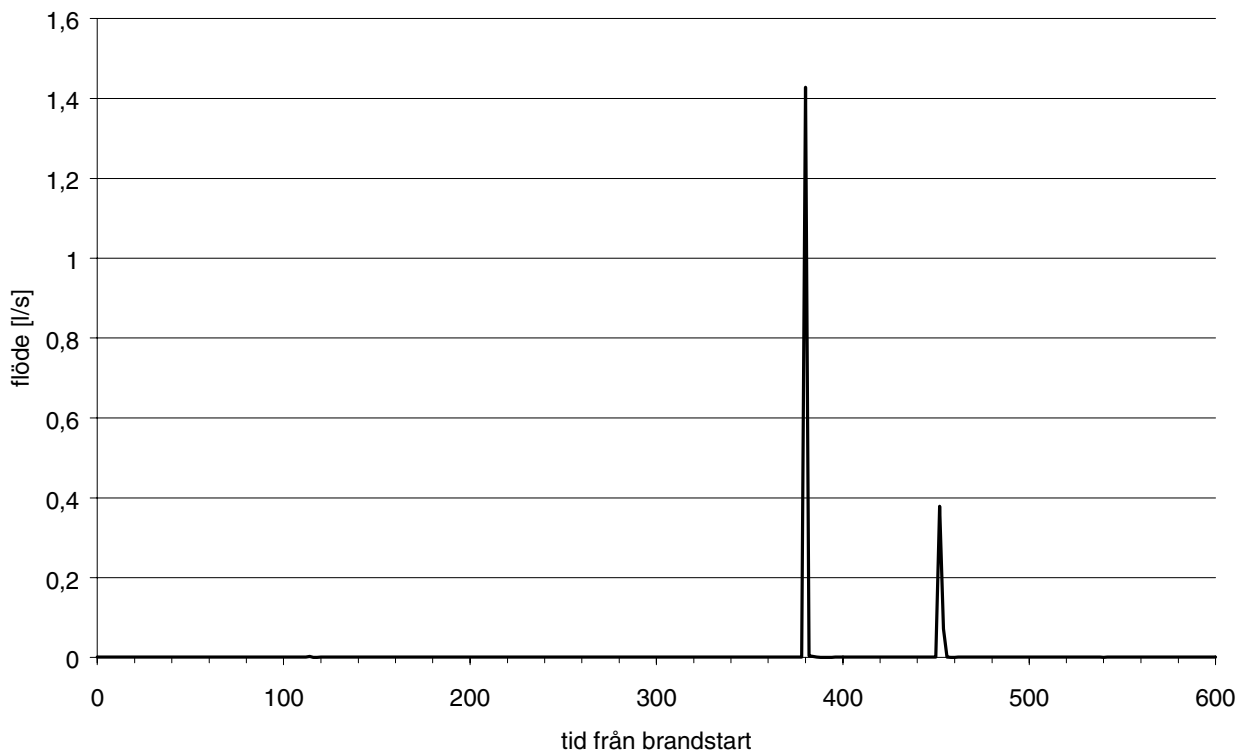
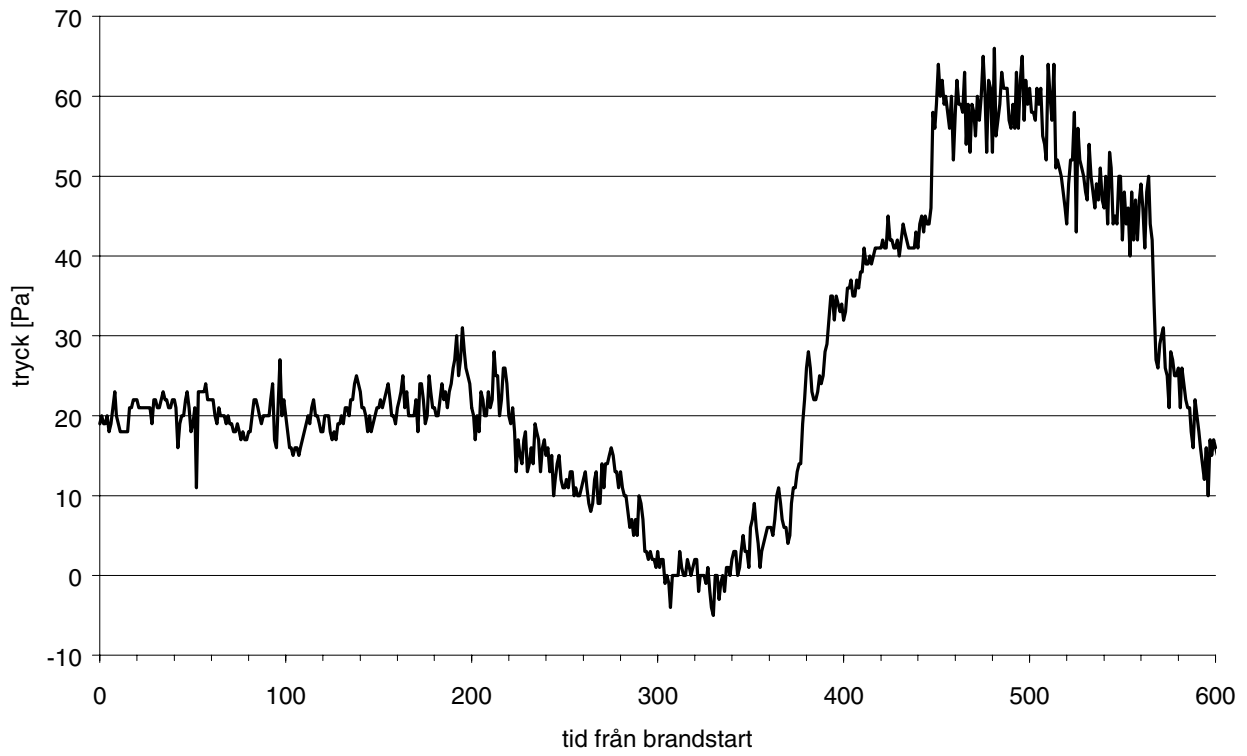


10. Angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen samt övertrycksventilation, fönster öppnat efter ytterligare 2 min, flöde cirka 80 l/min.

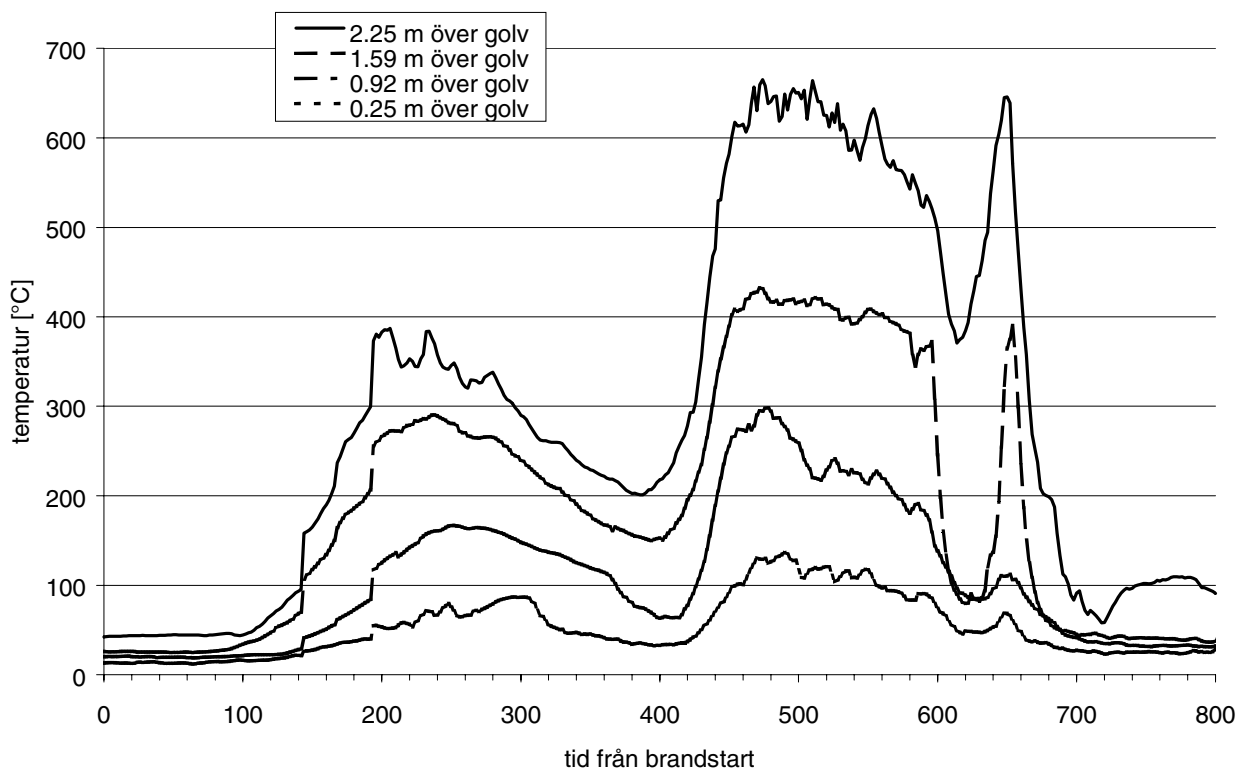
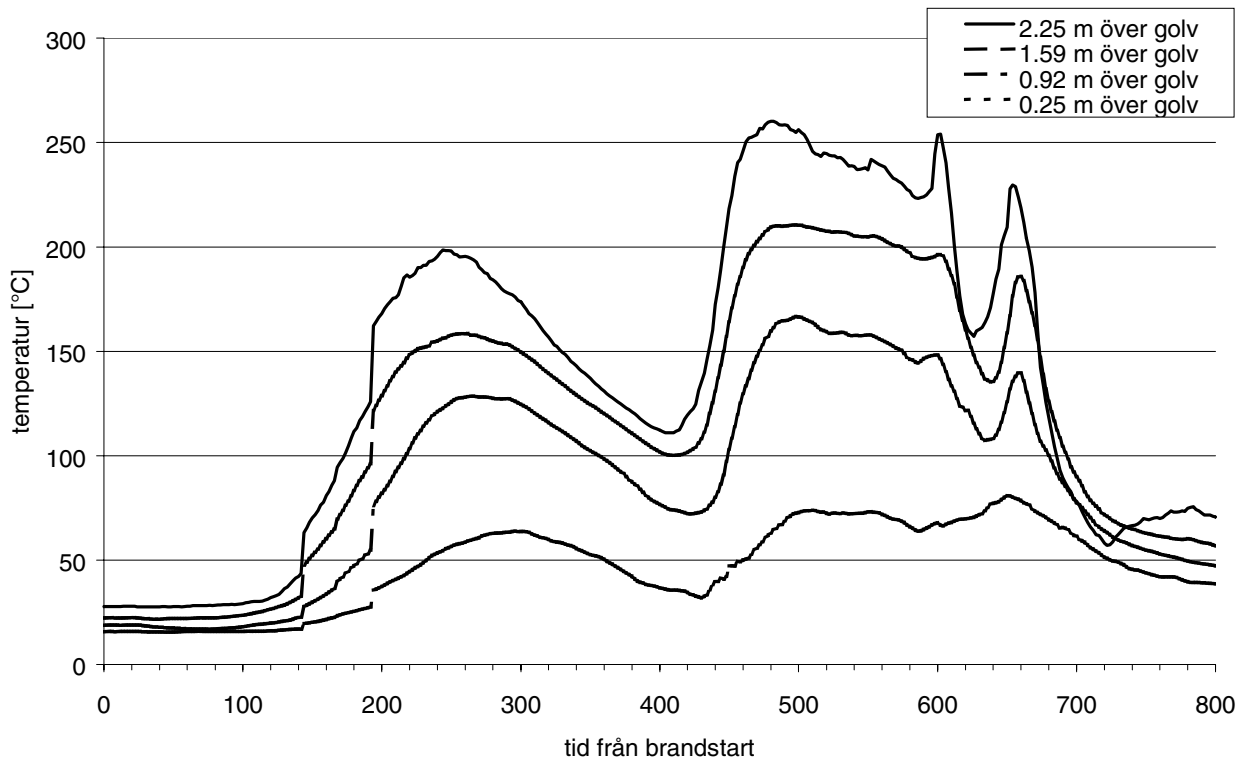


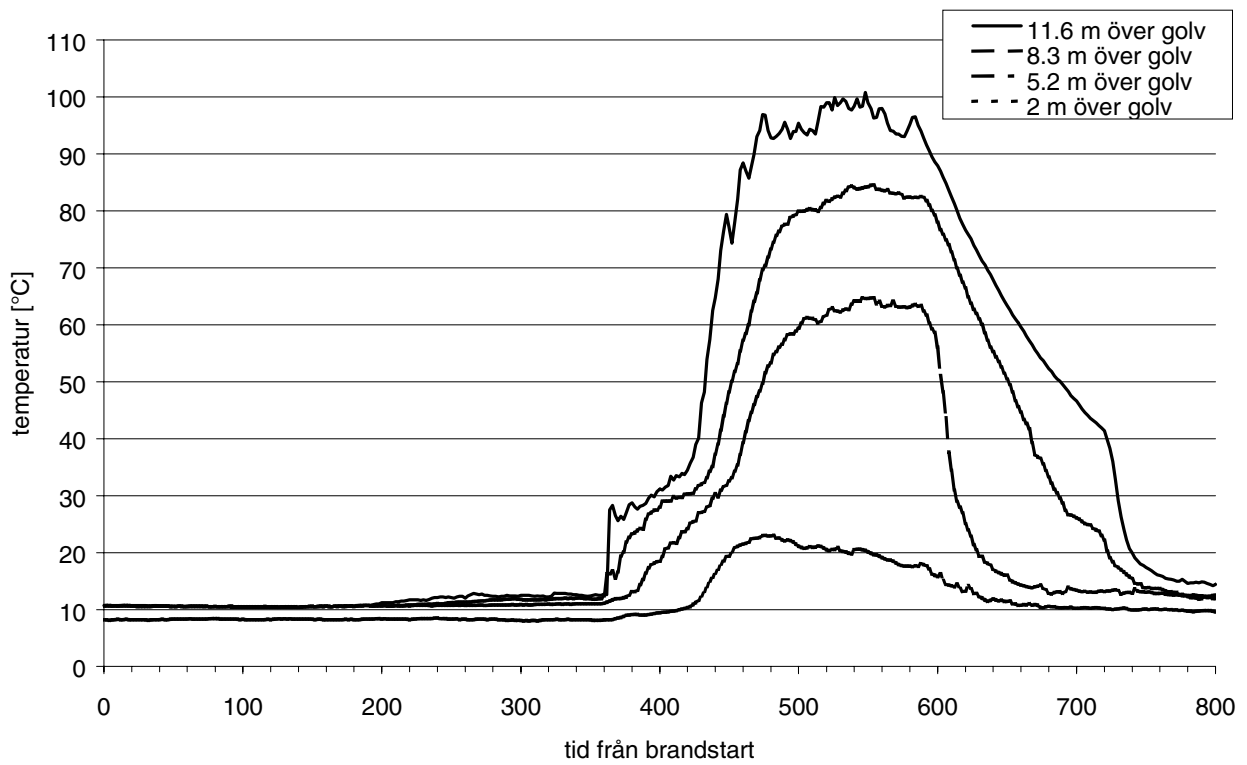
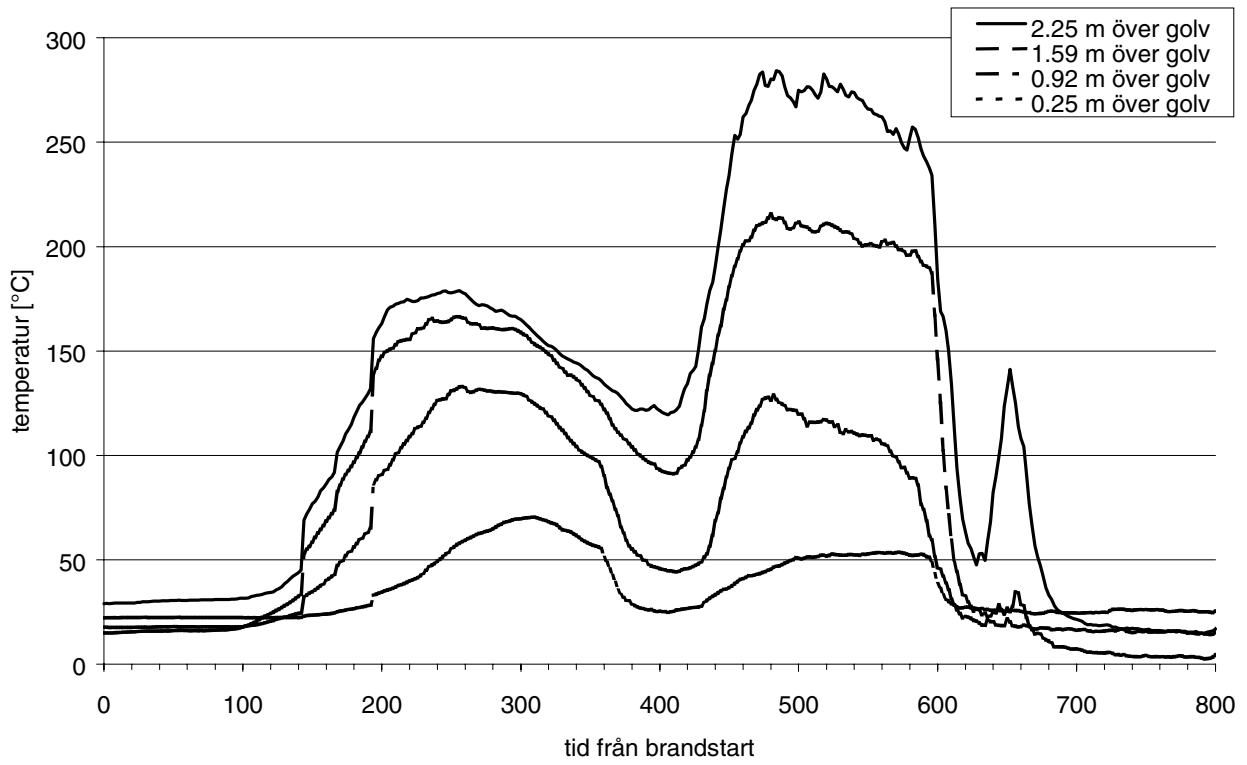


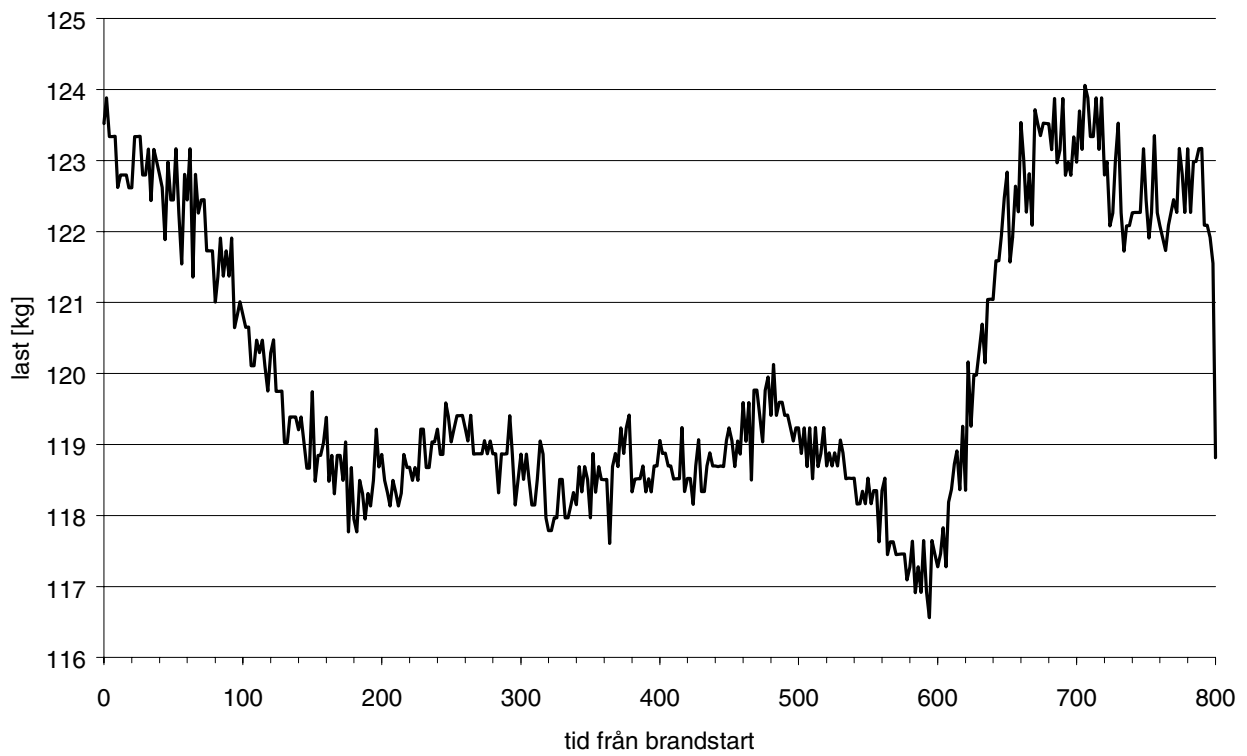
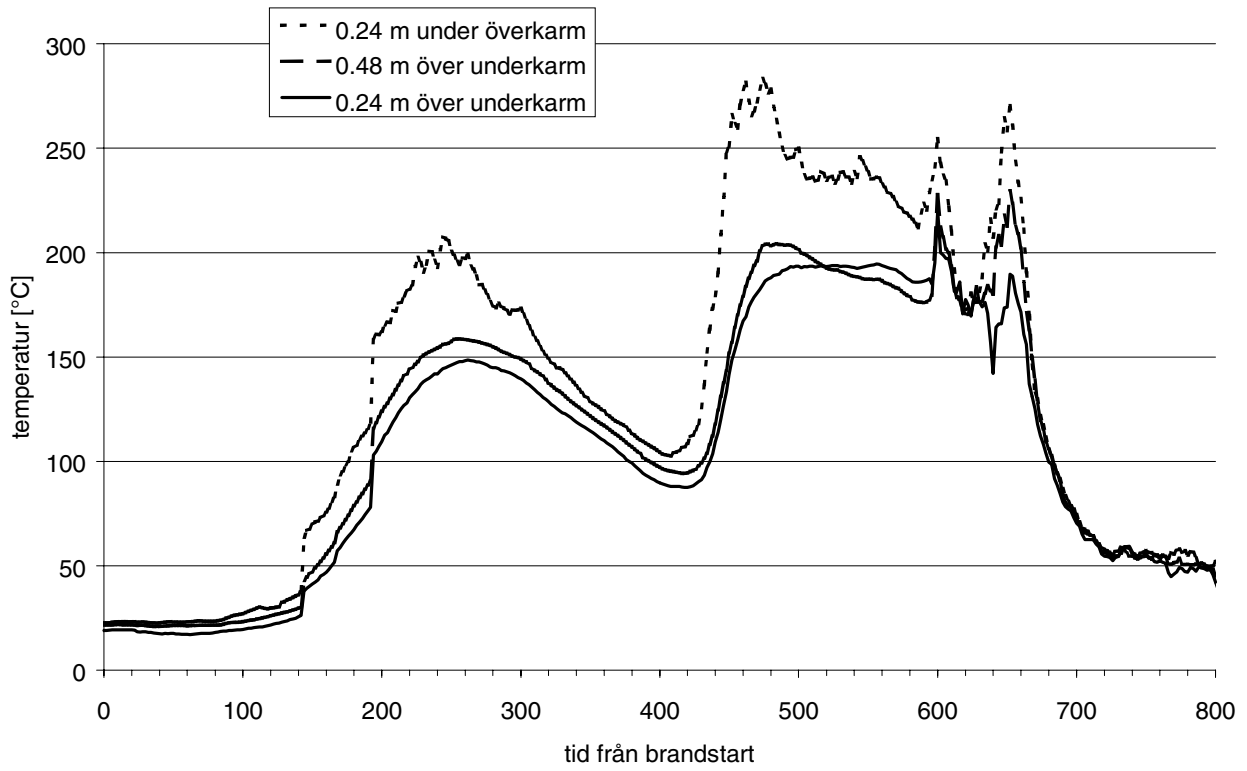


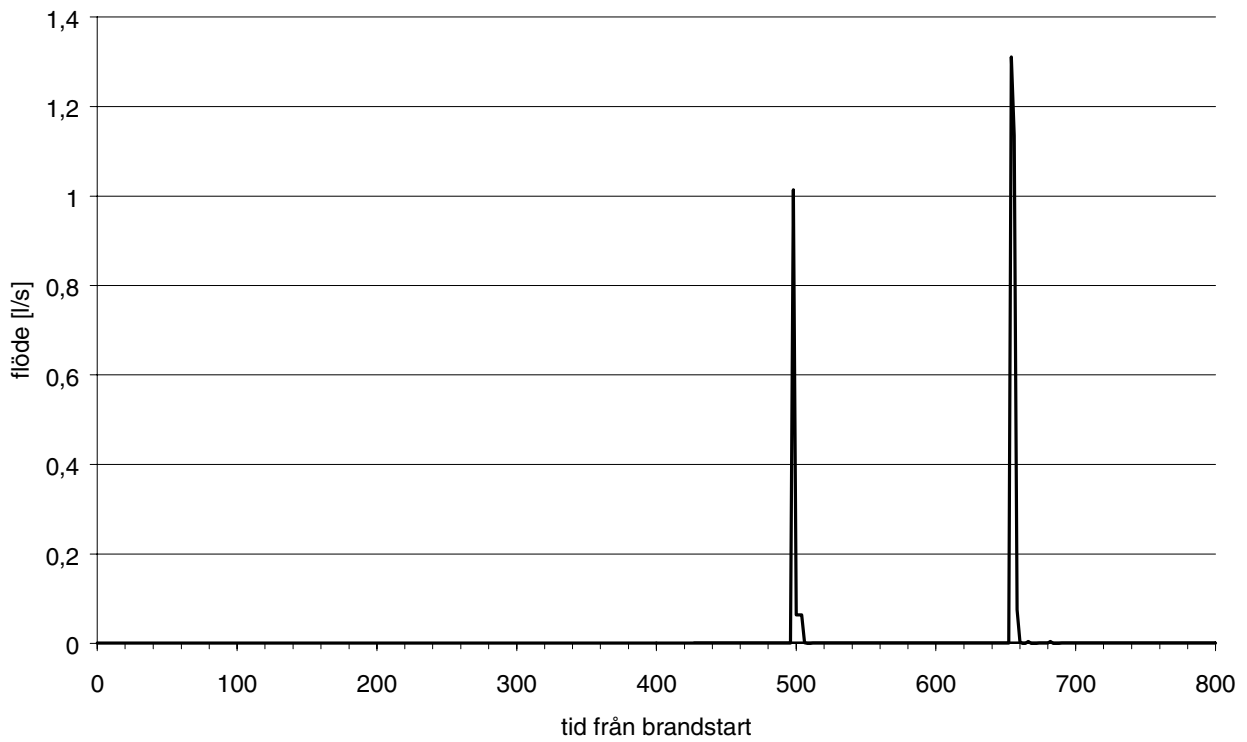
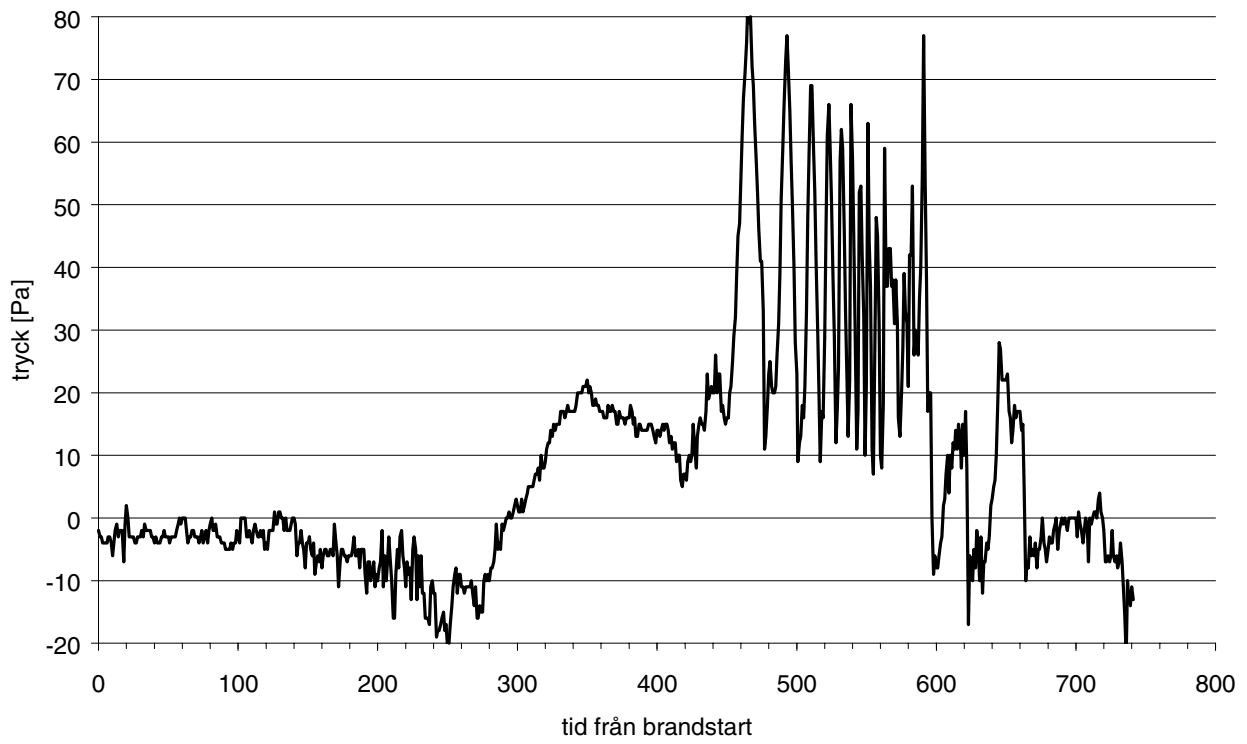


11. Inget angrepp, trapphusdörr och fönster öppnade efter 6 min, endast dämpning av branden, flöde cirka 60 – 78 l/min.

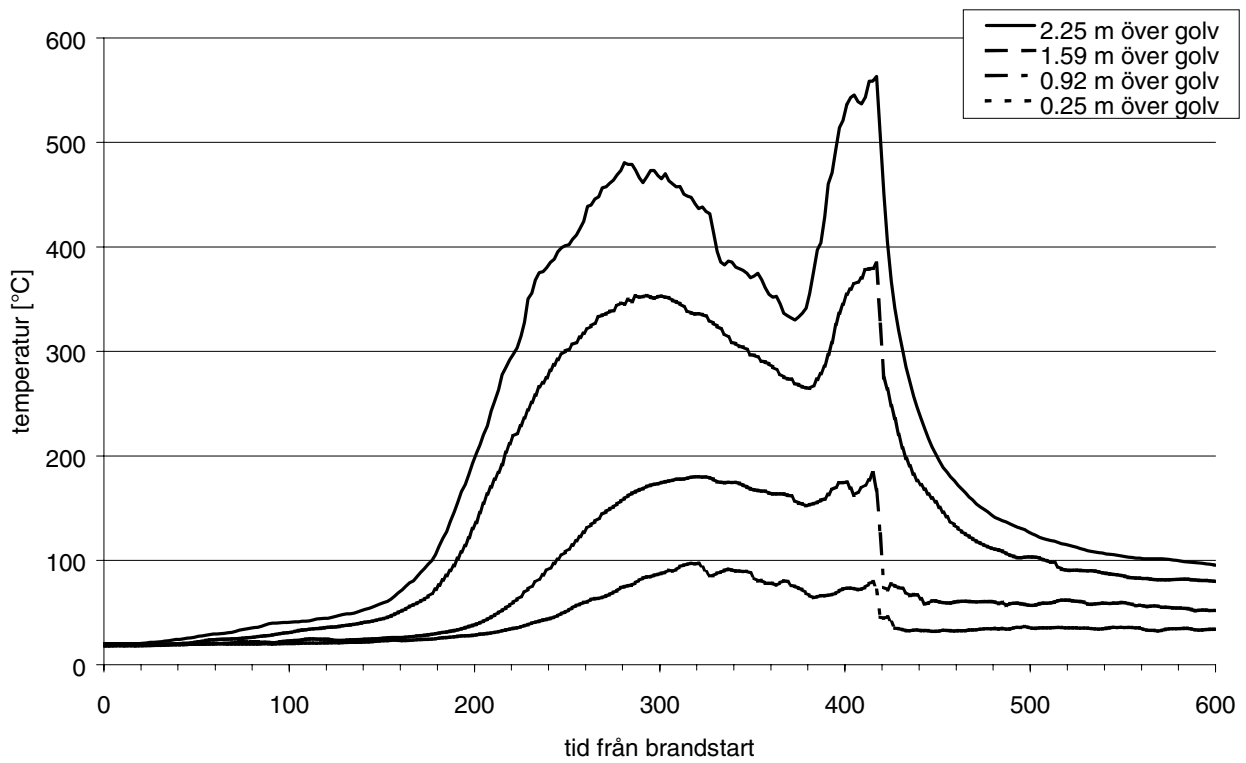
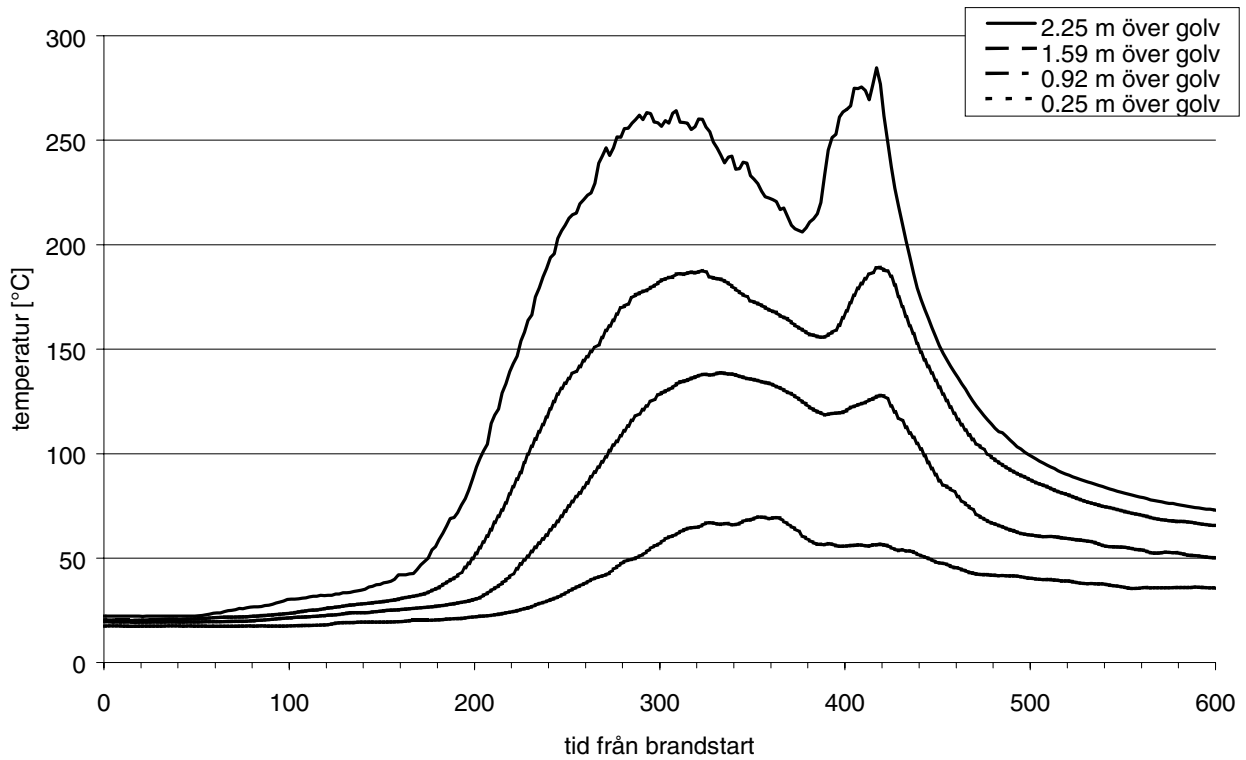


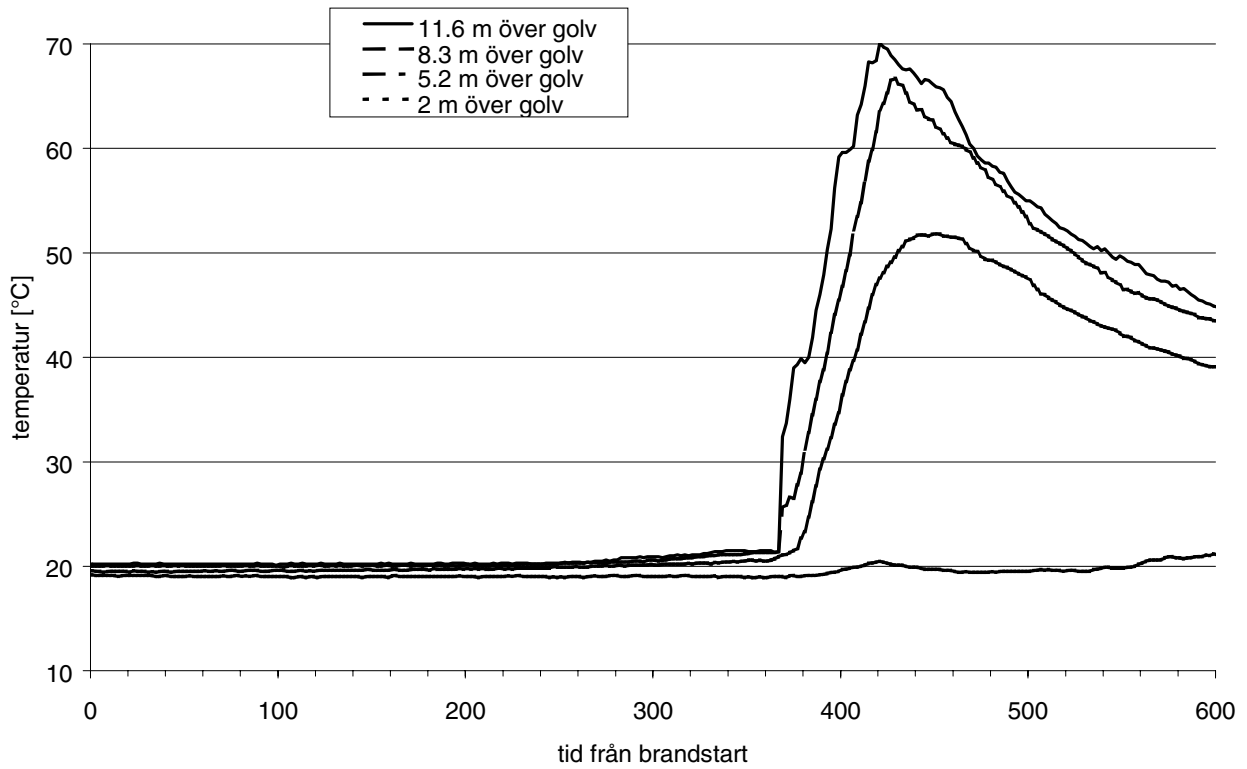
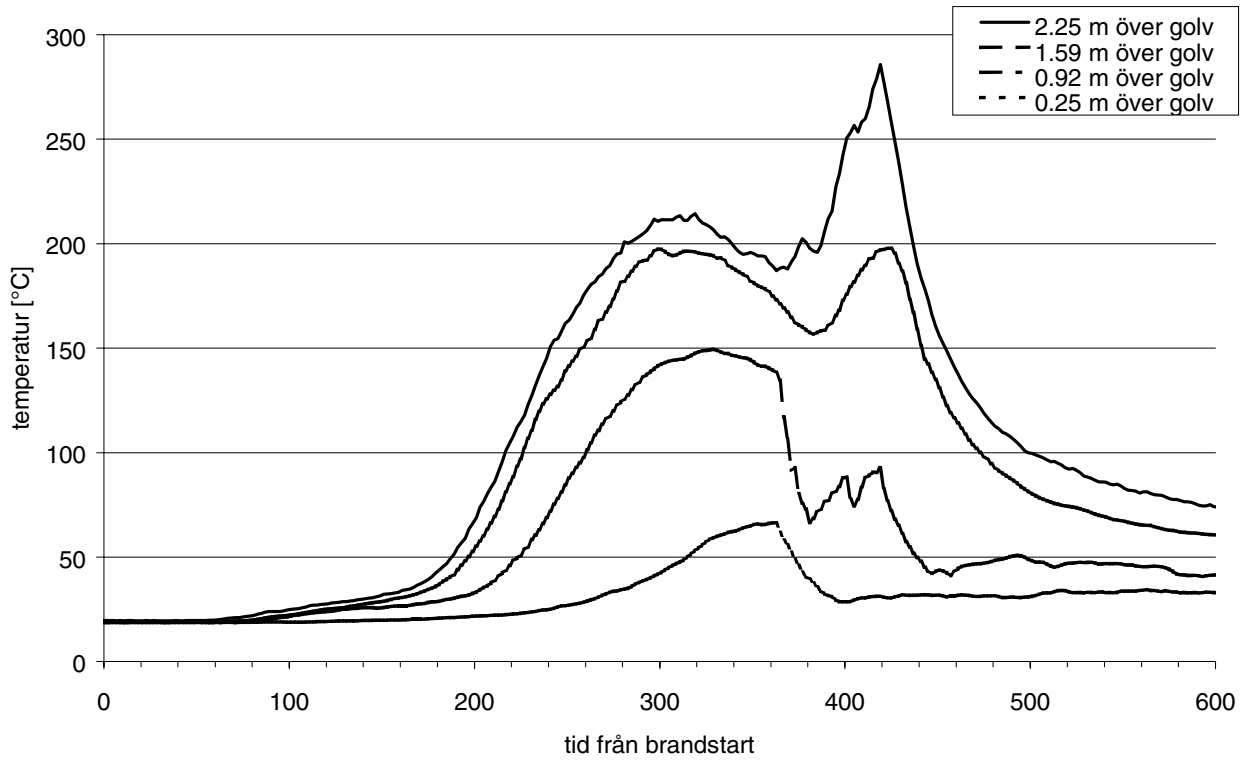


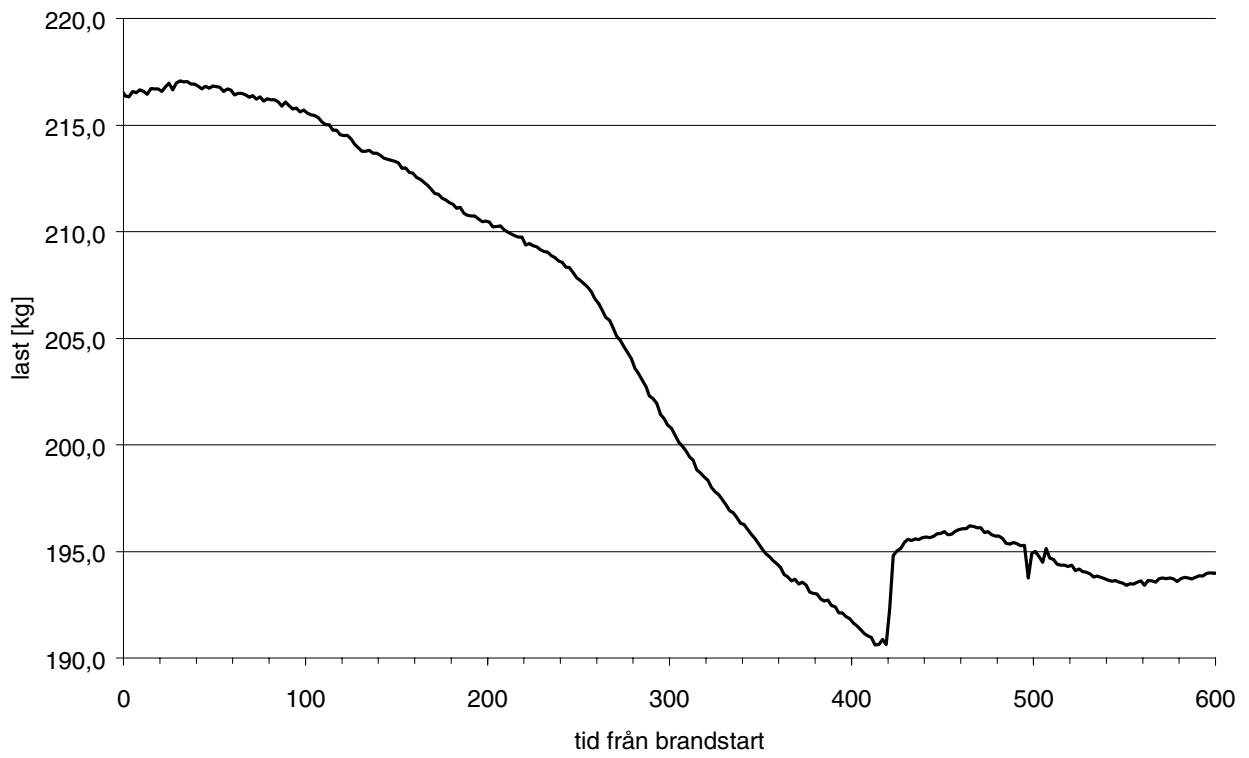
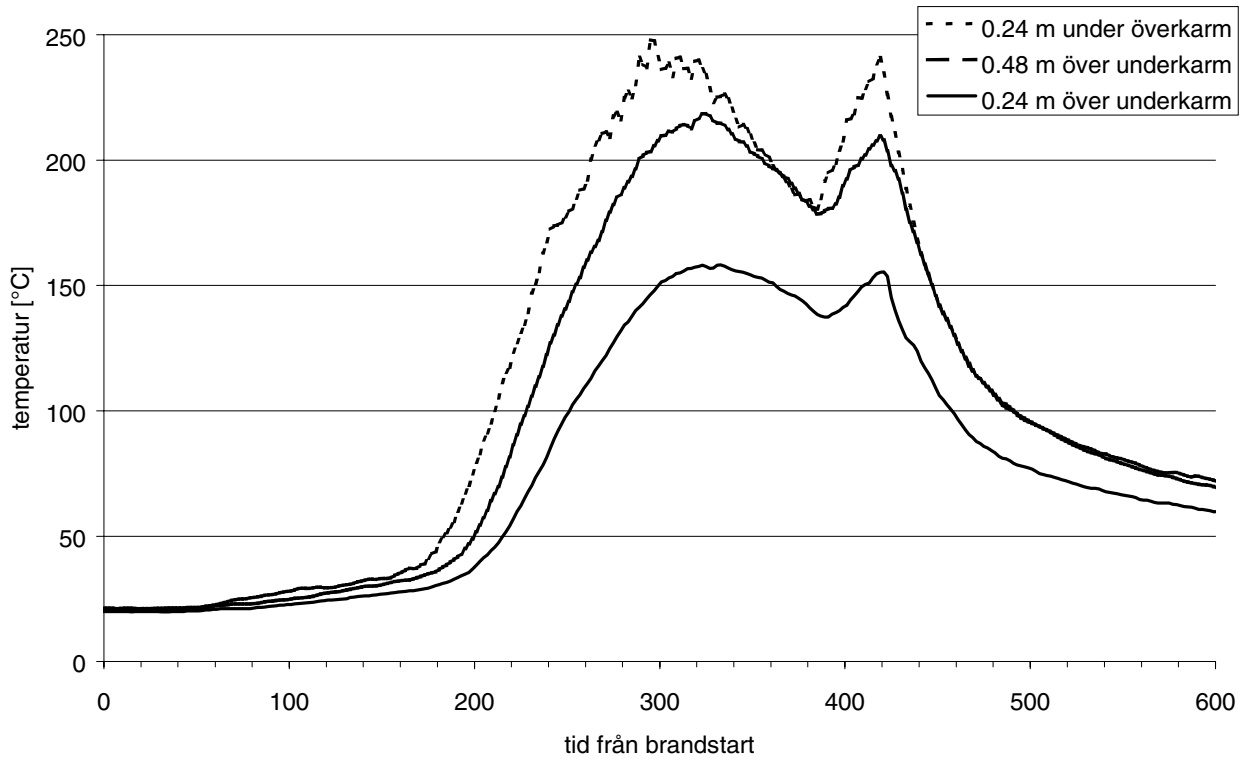


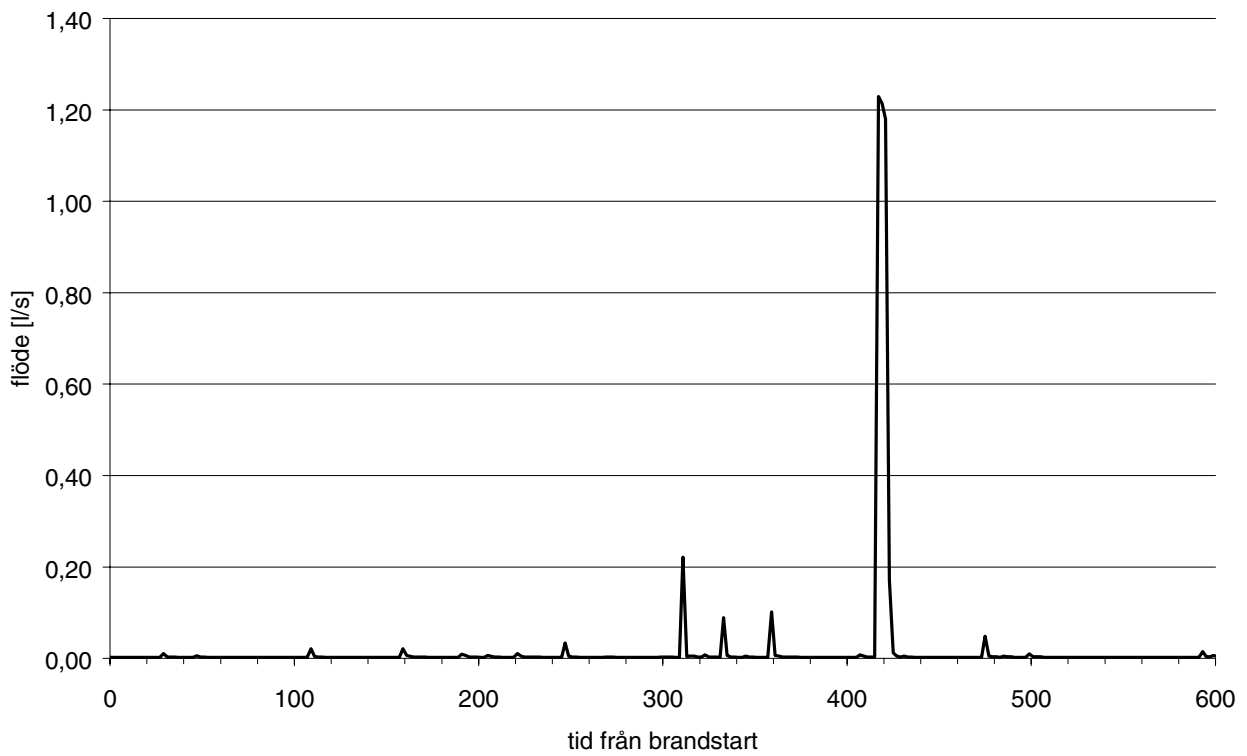
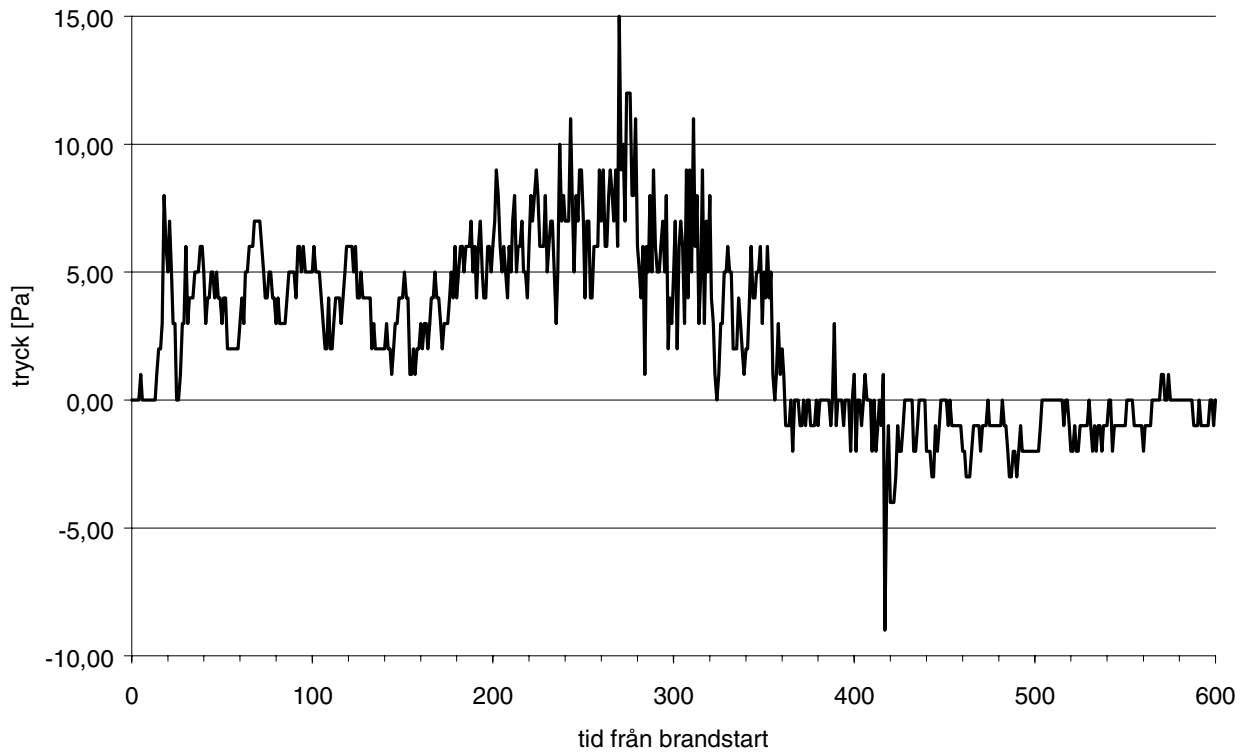


12. Angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, flöde cirka 74 l/min.

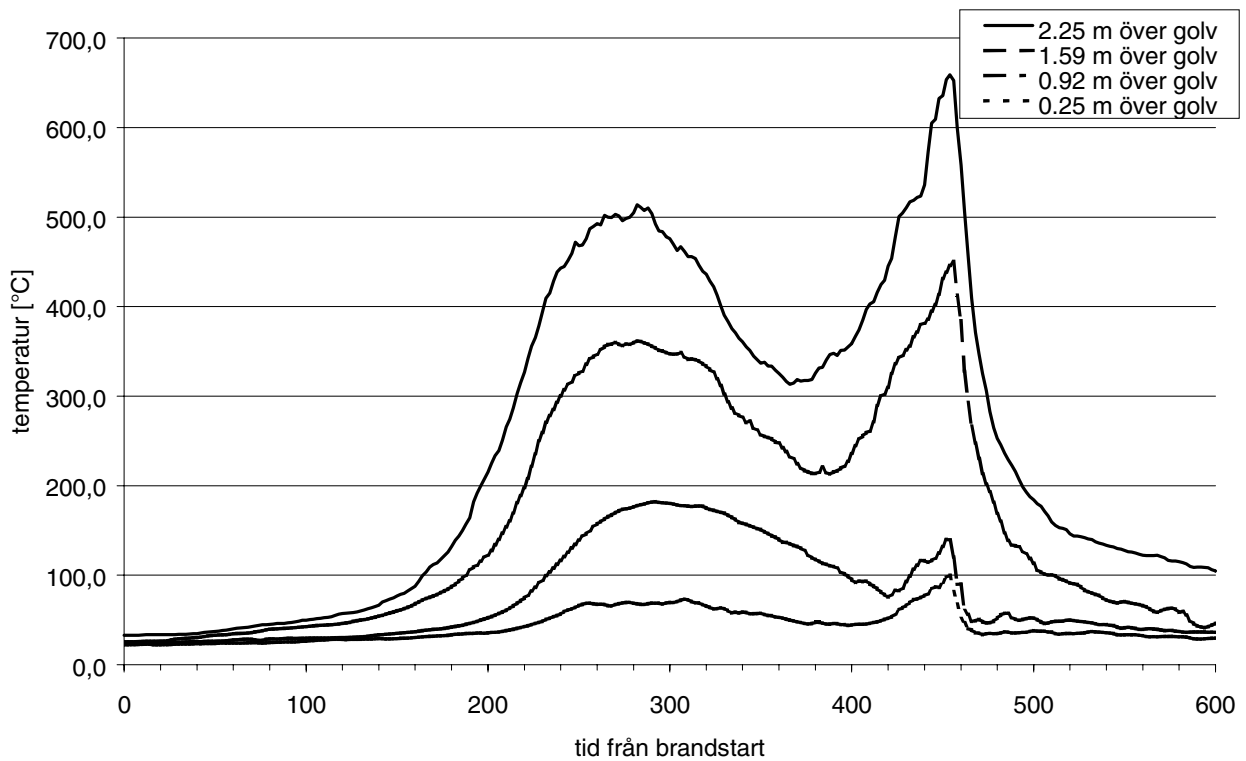
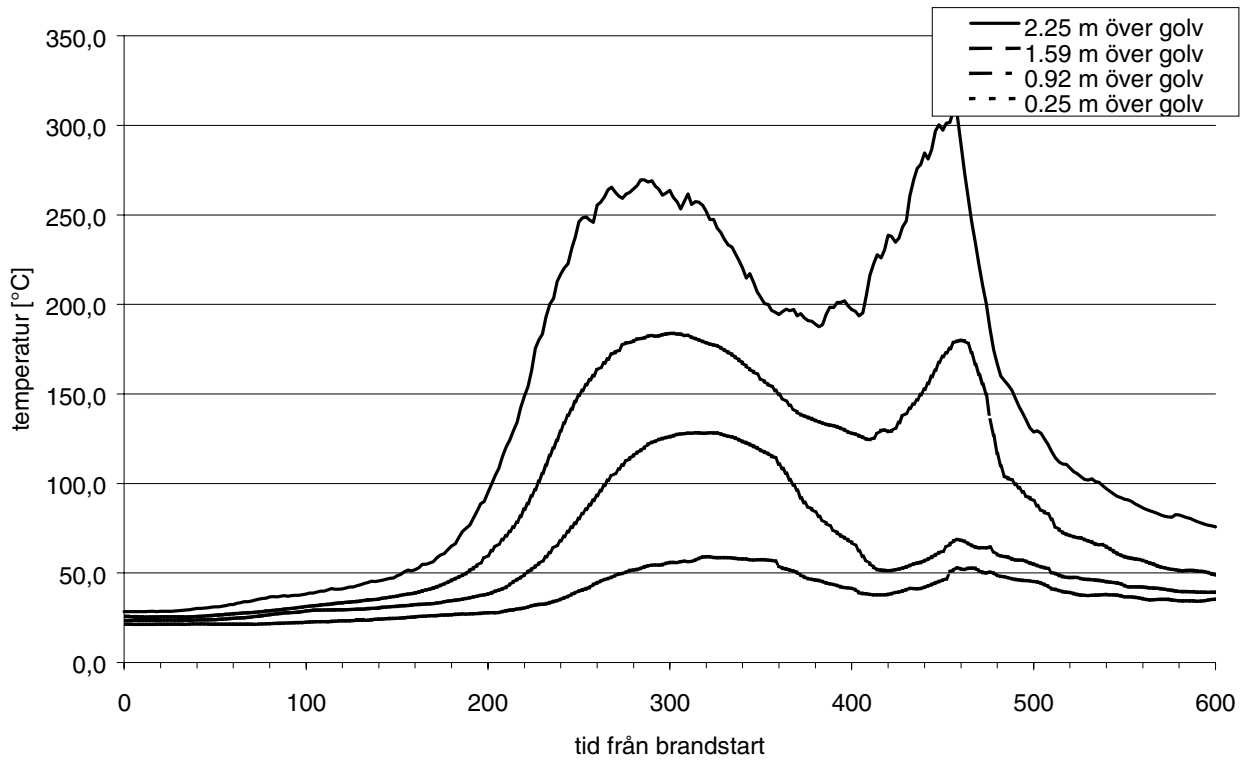


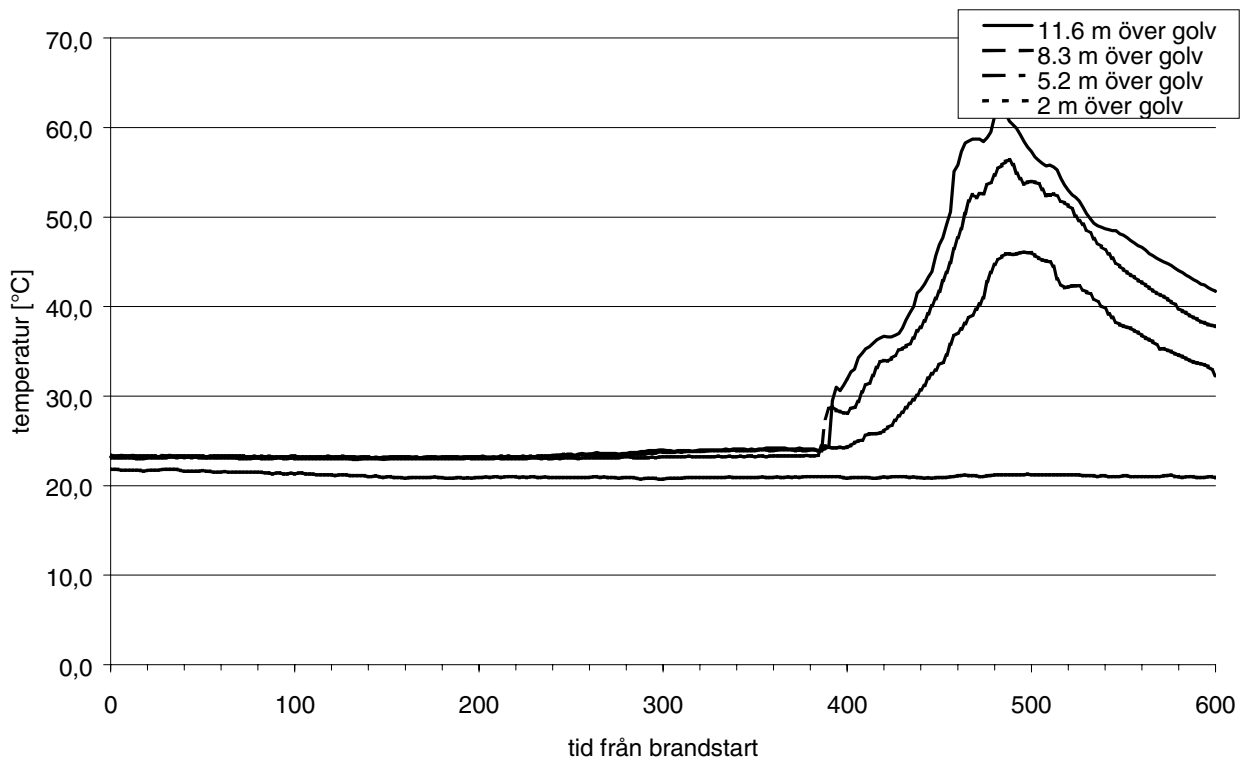
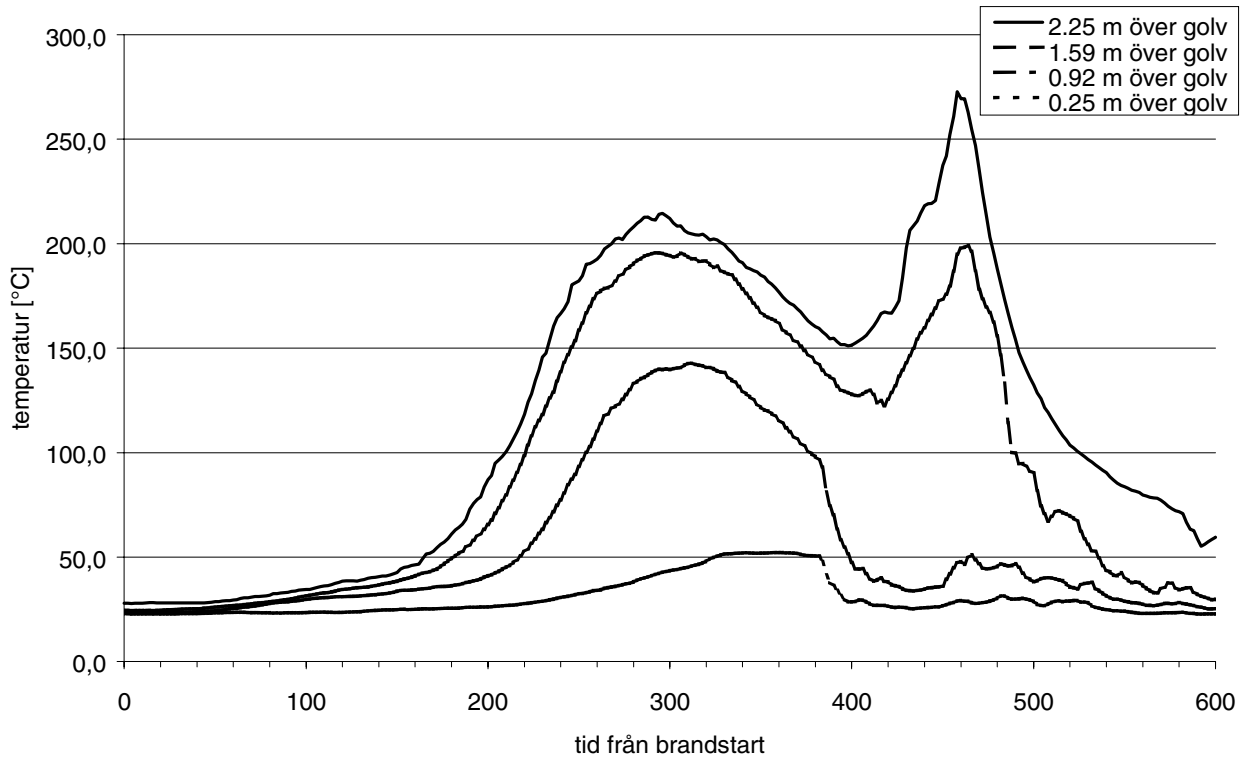


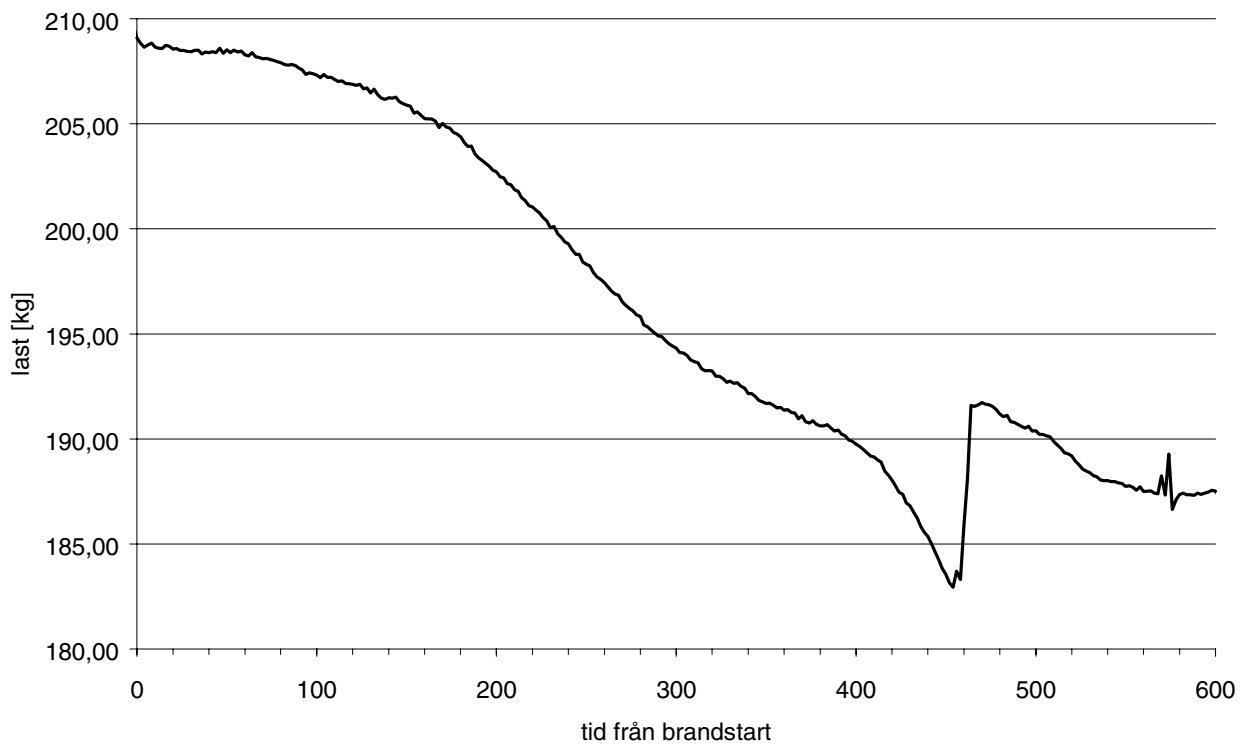
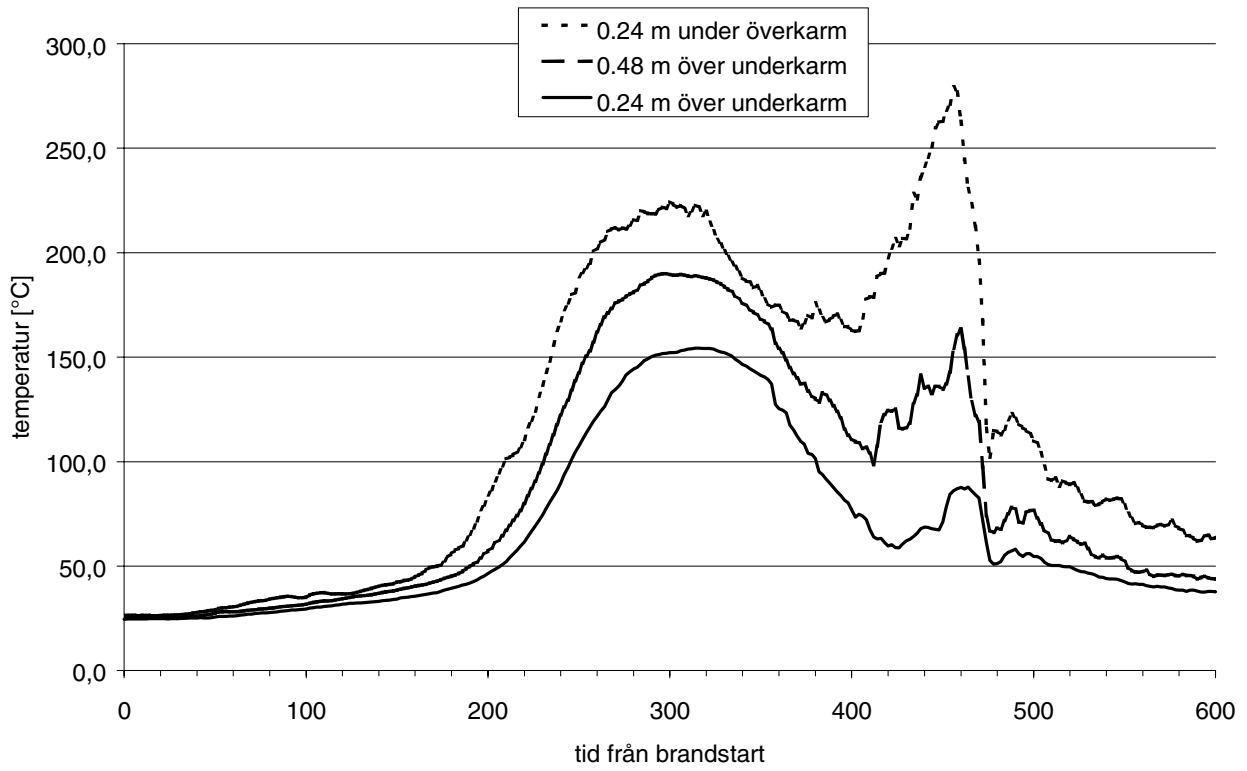


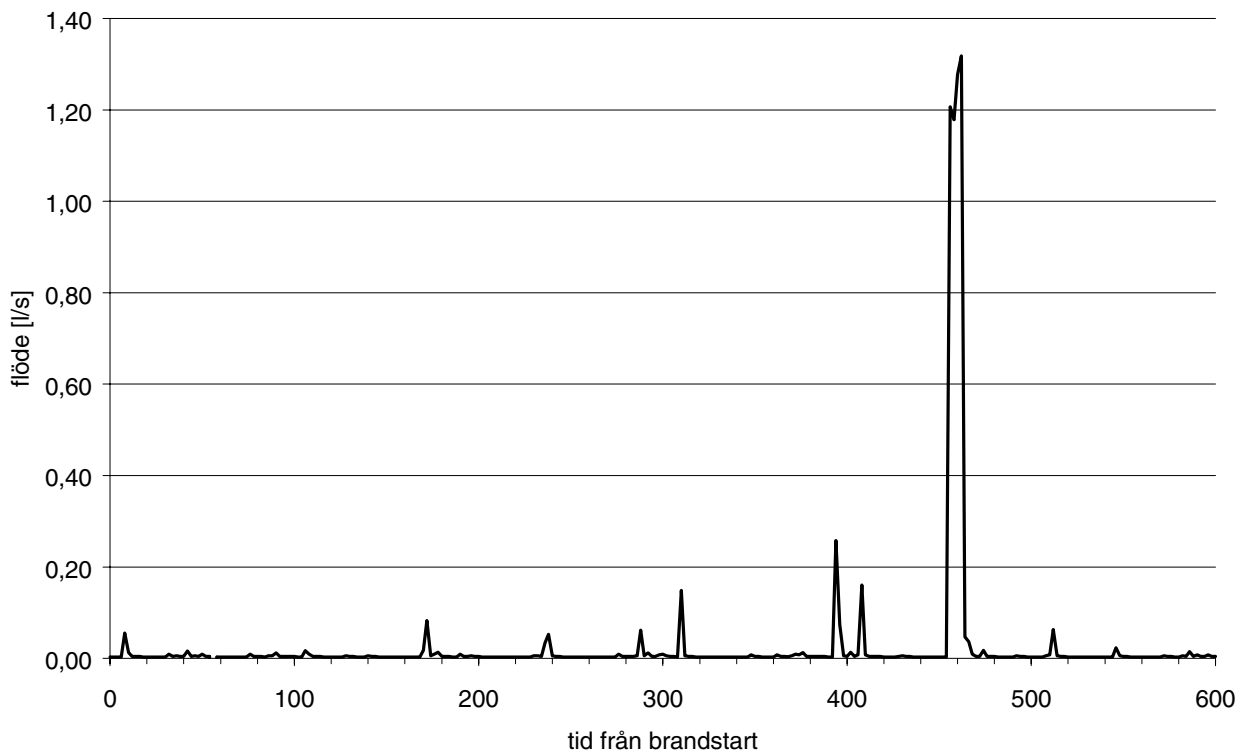
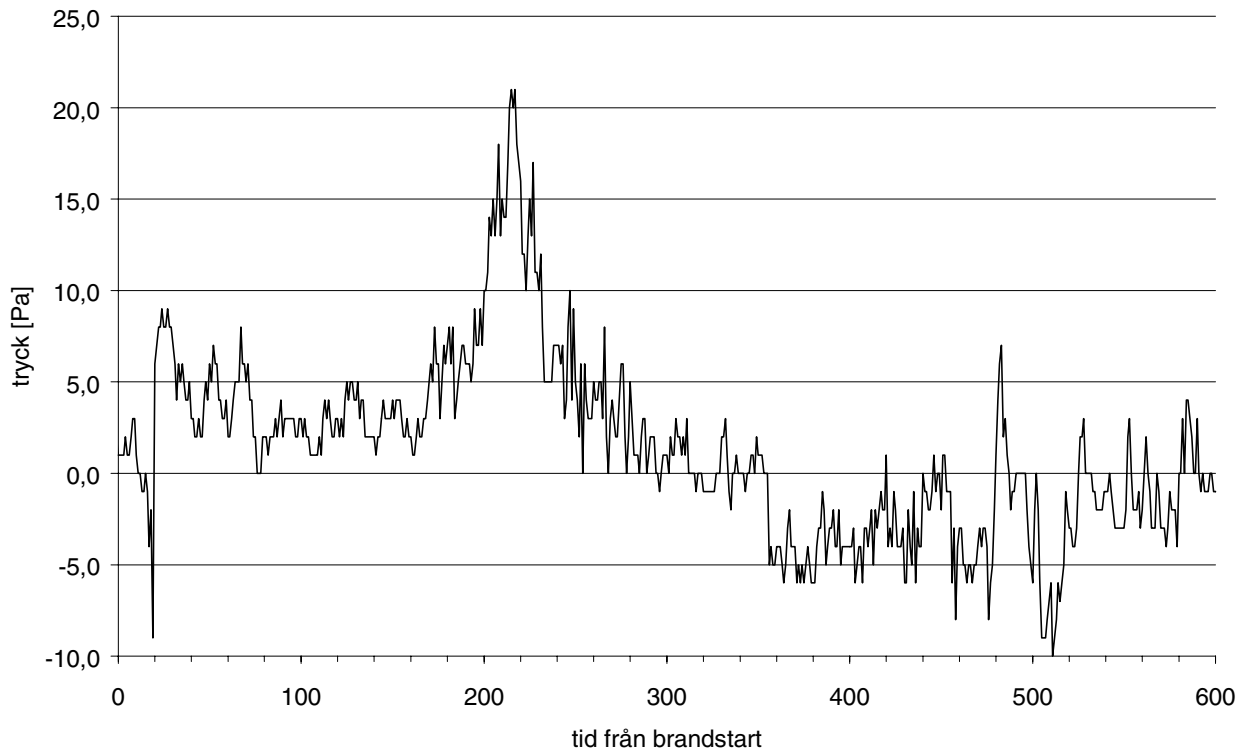


13. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppet, flöde cirka 78 l/min.

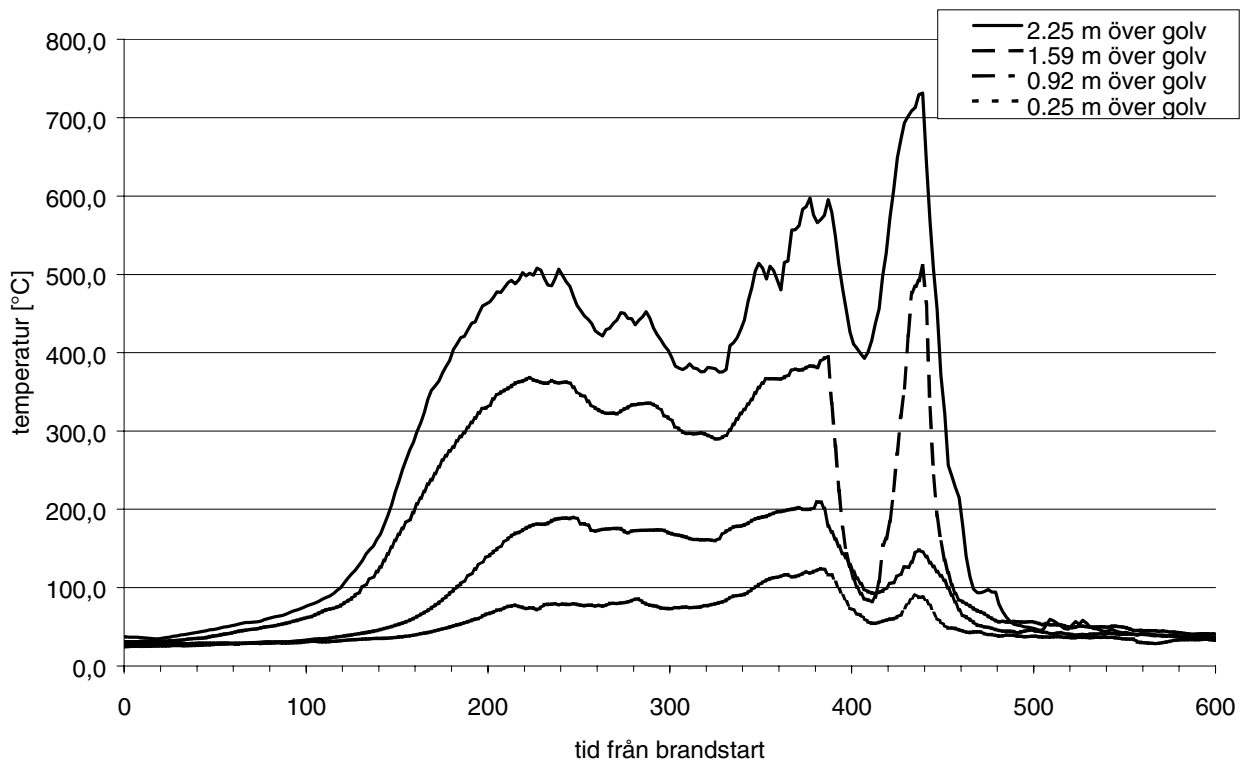
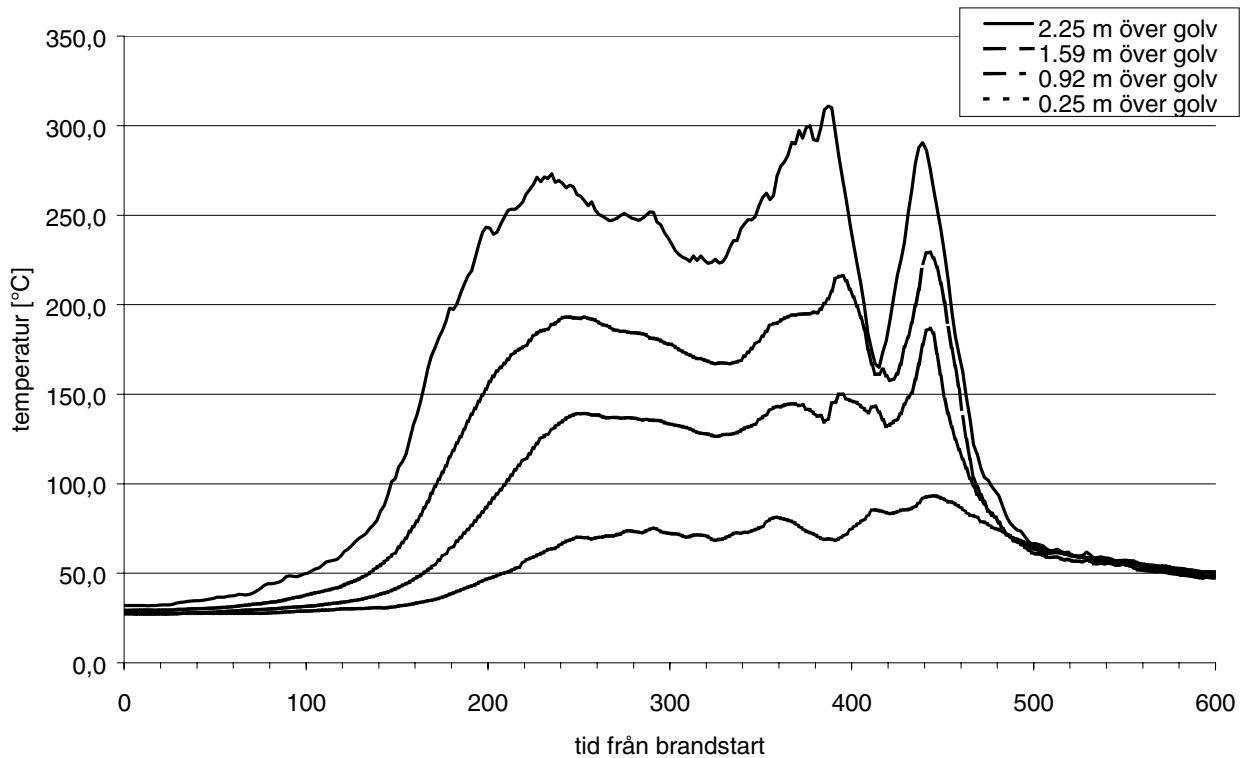


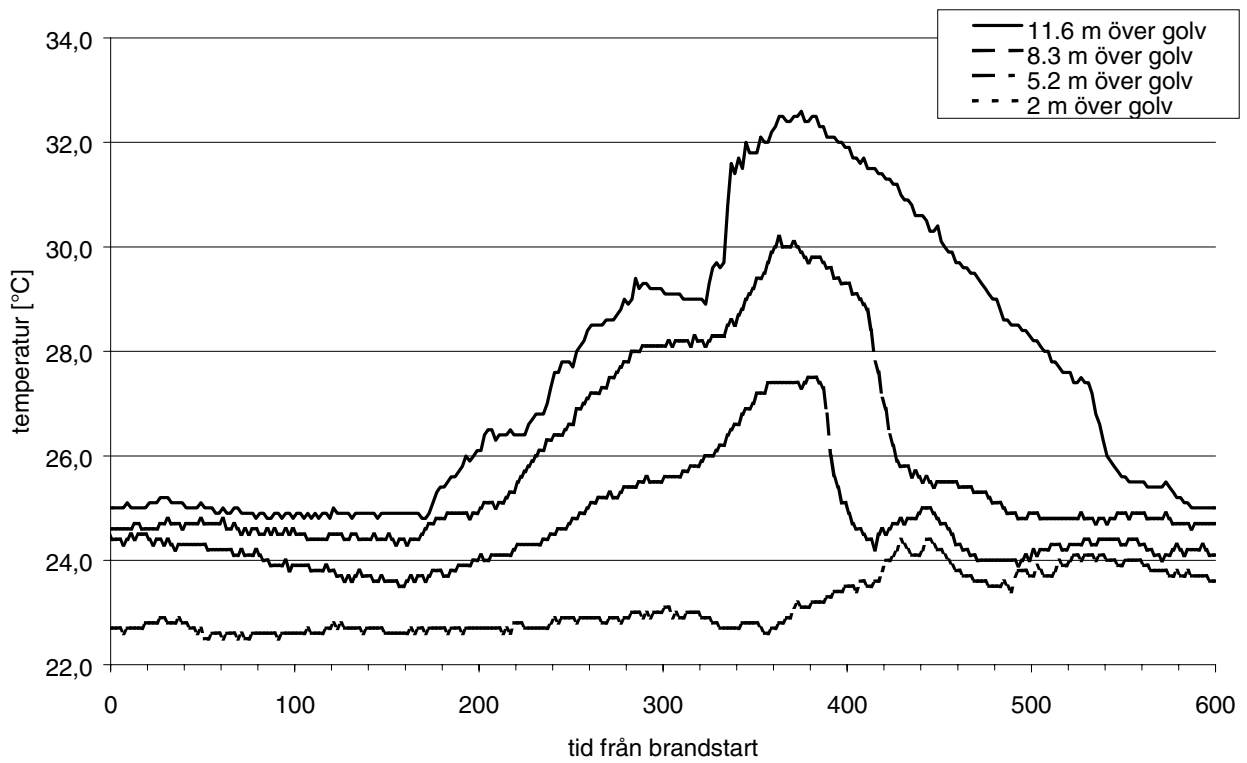
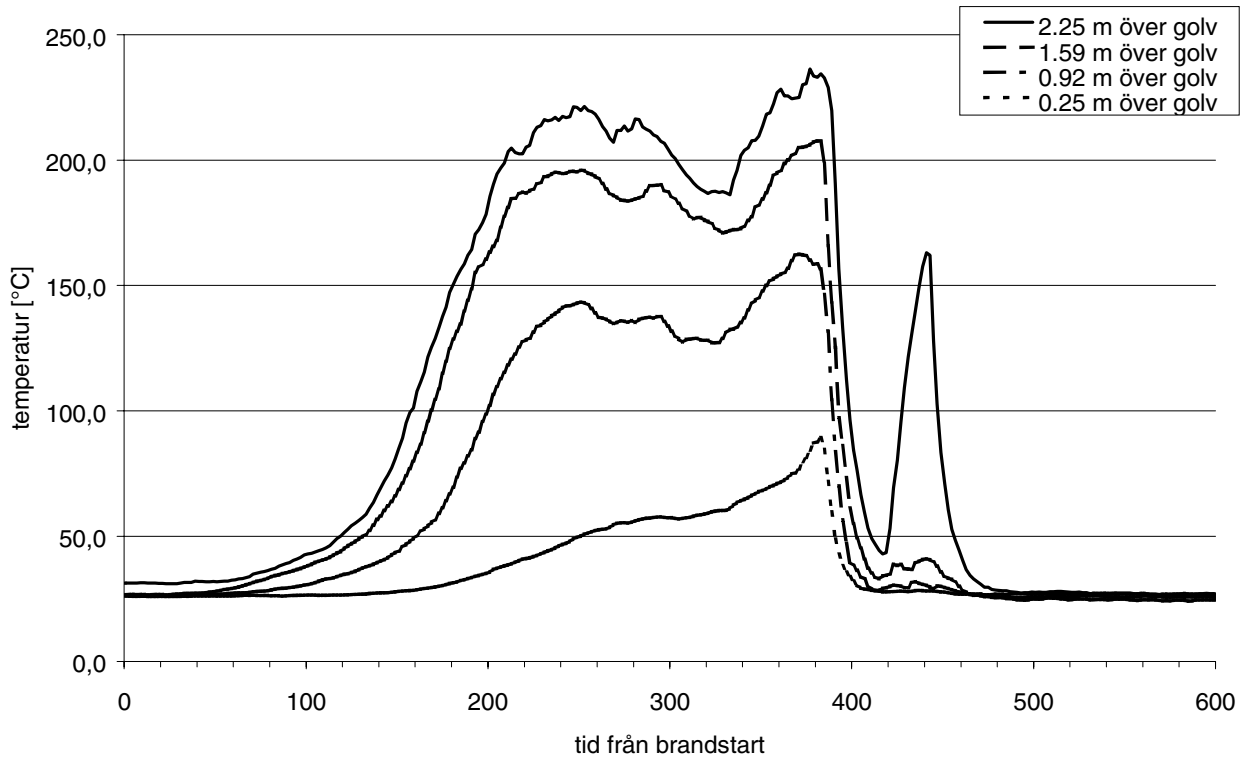


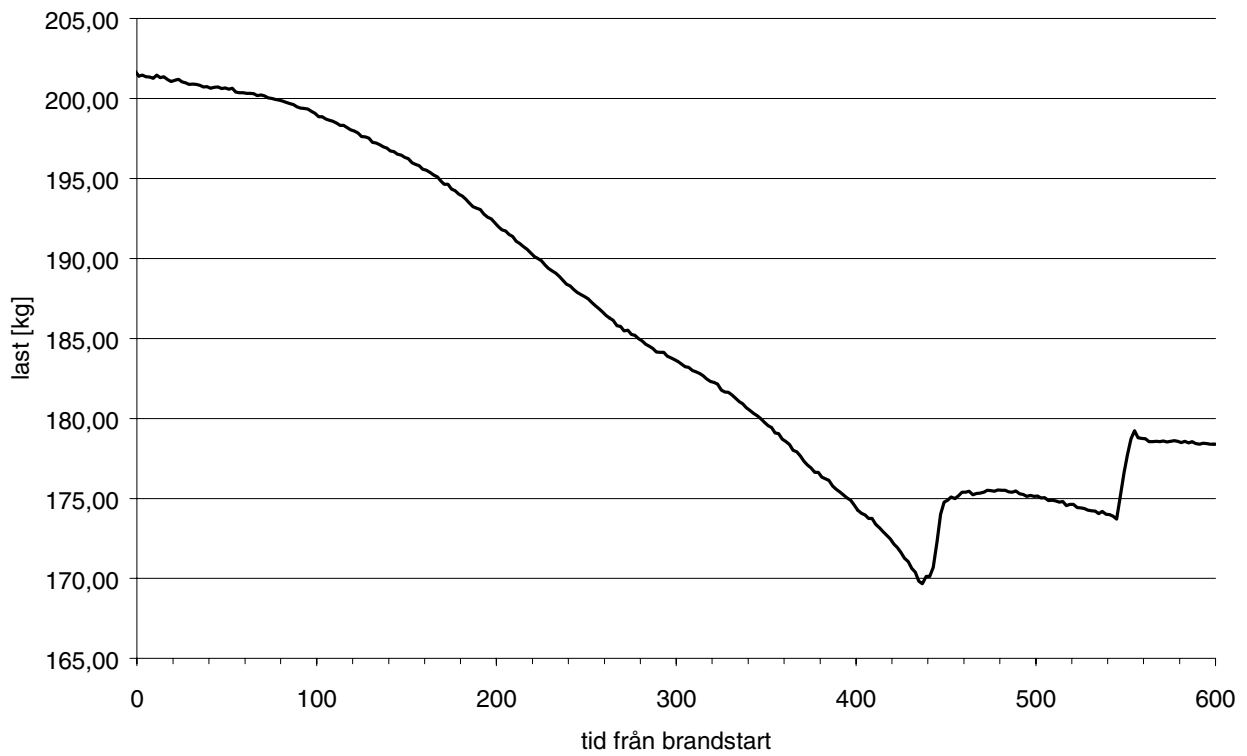
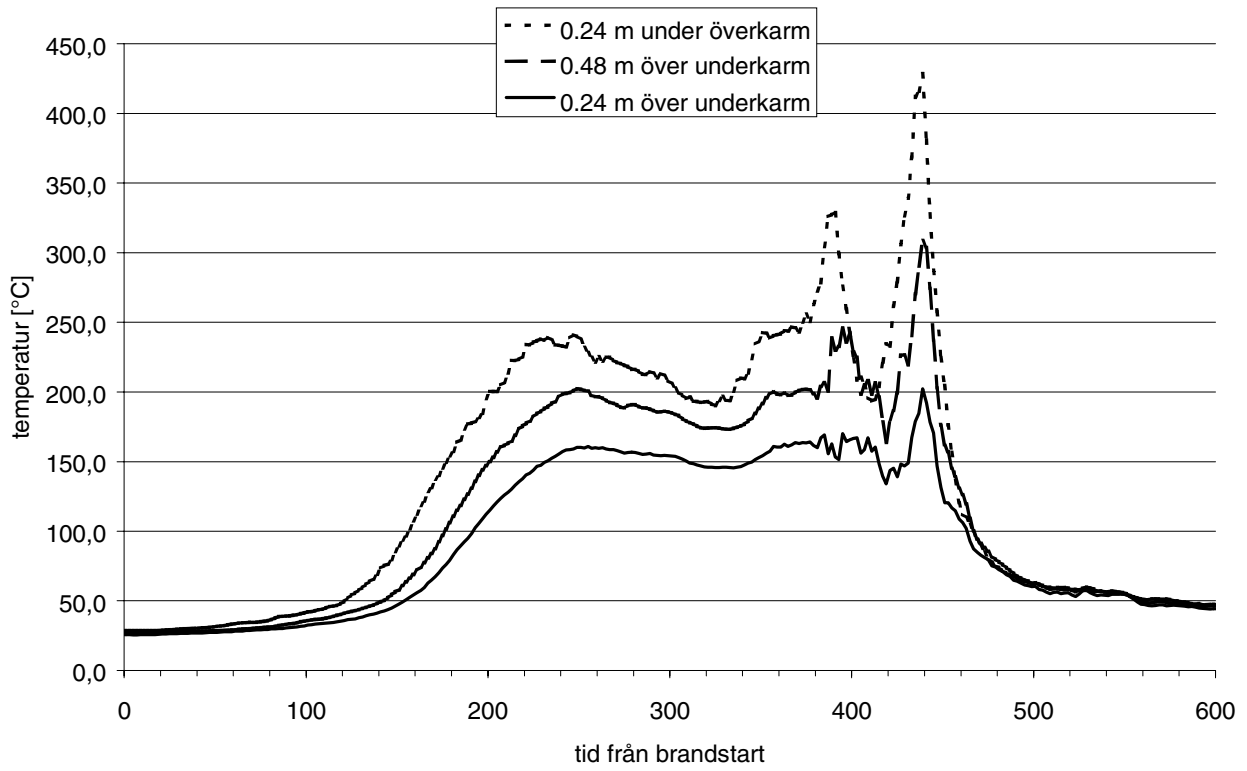


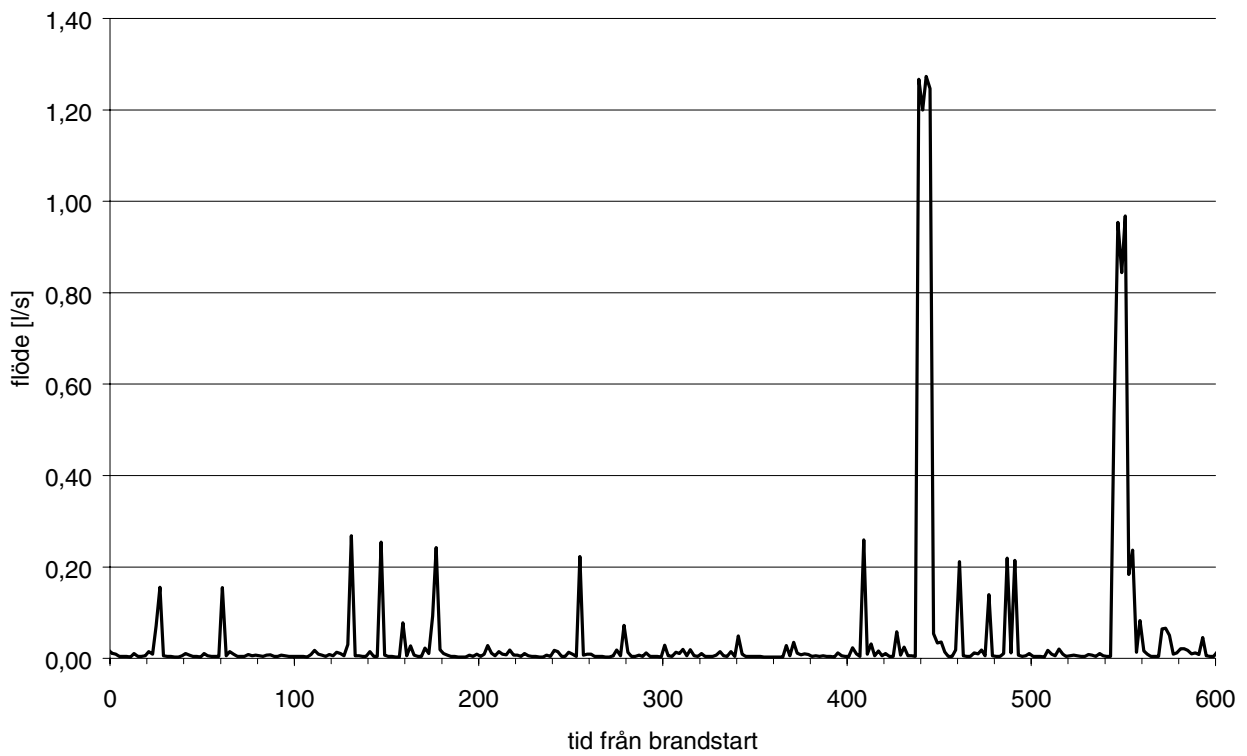
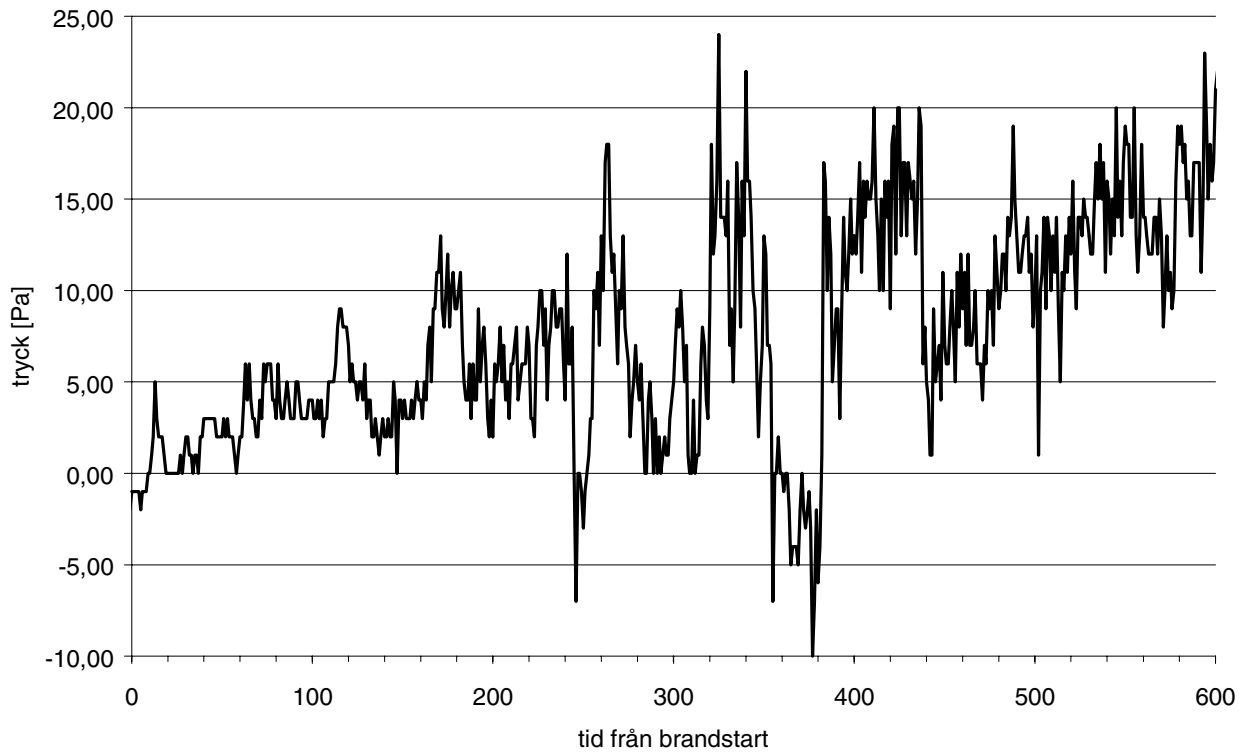


14. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppet, övertrycksventilation, flöde cirka 76 l/min.

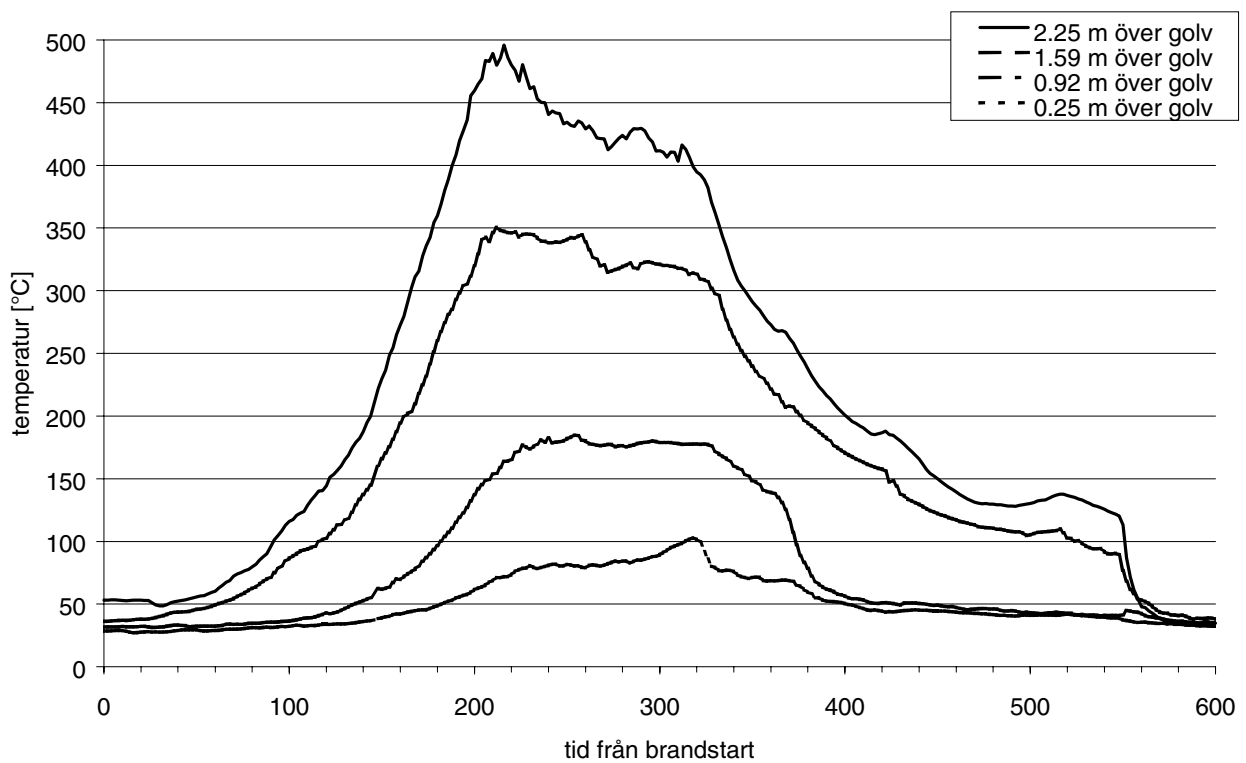
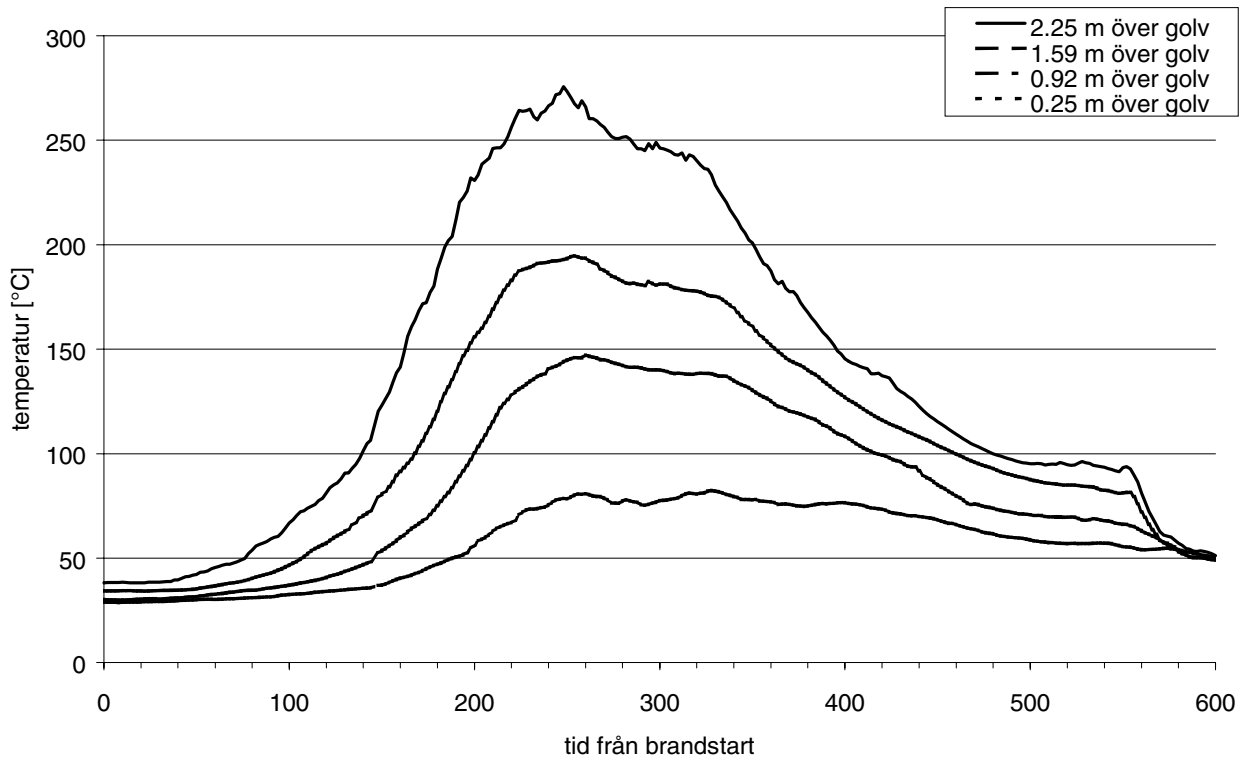


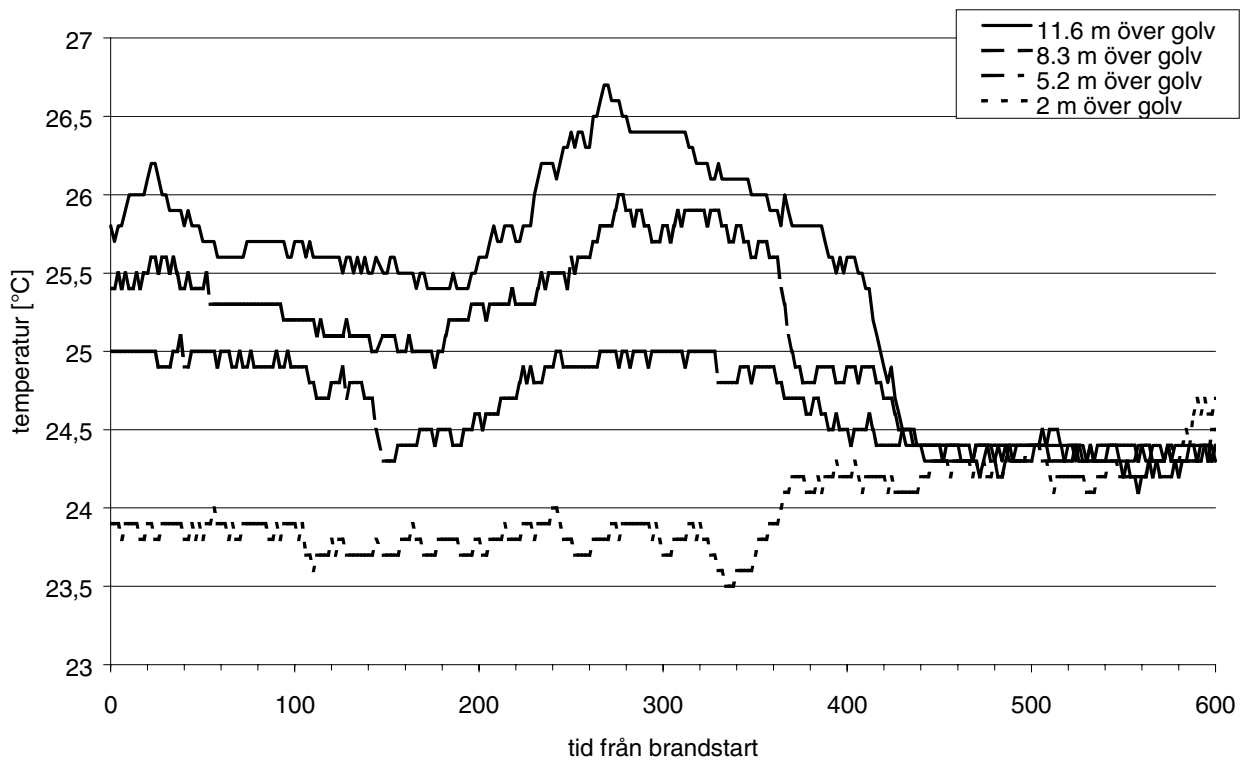
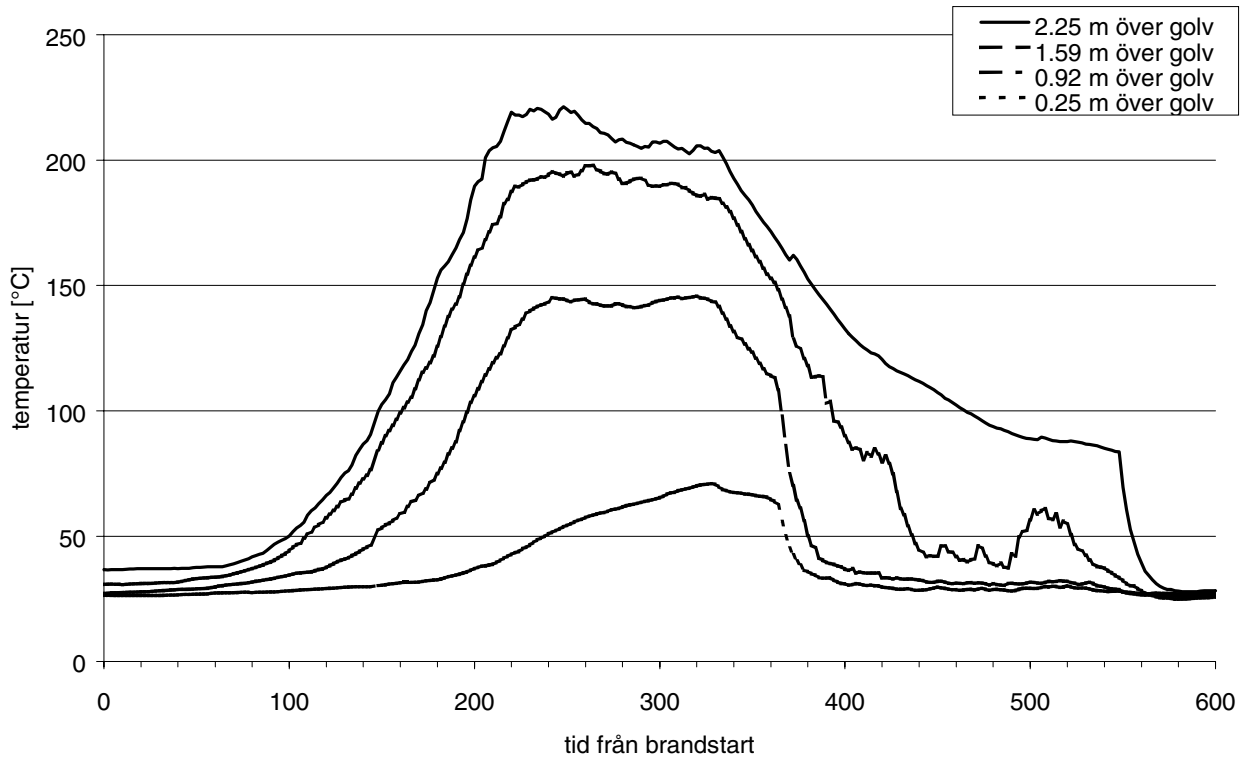


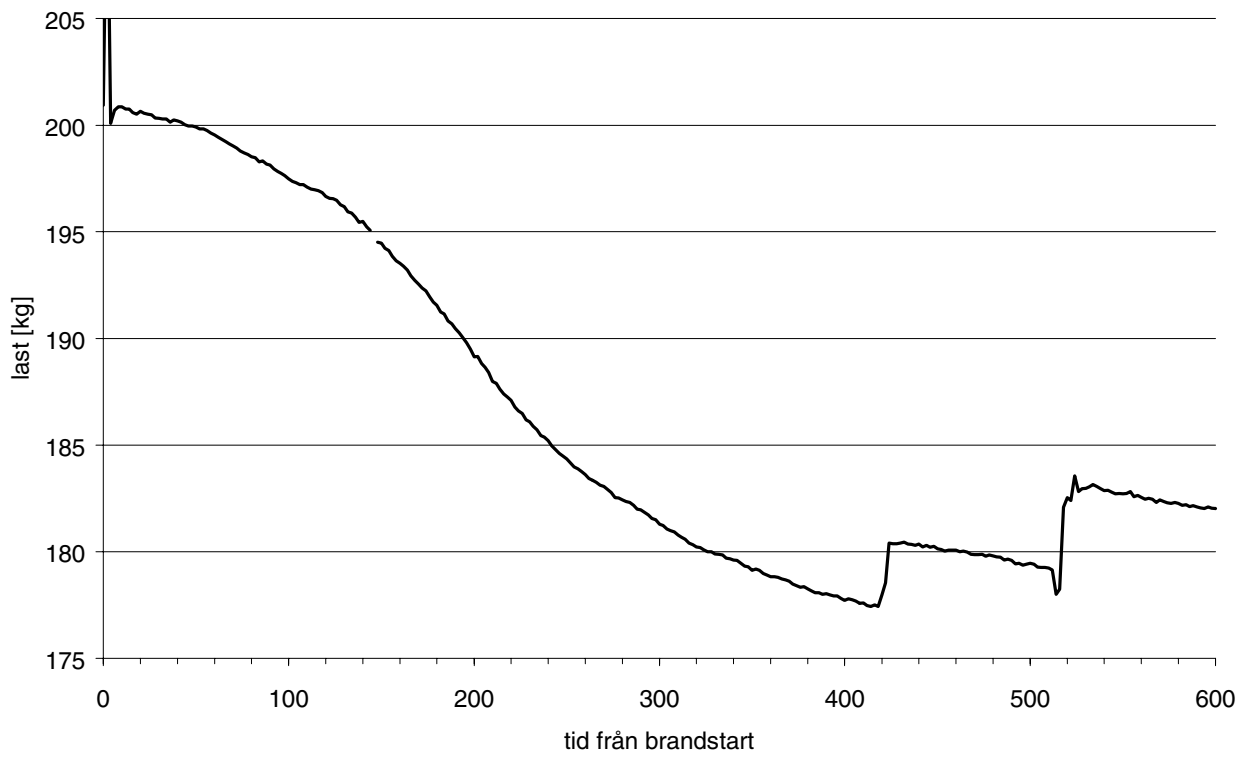
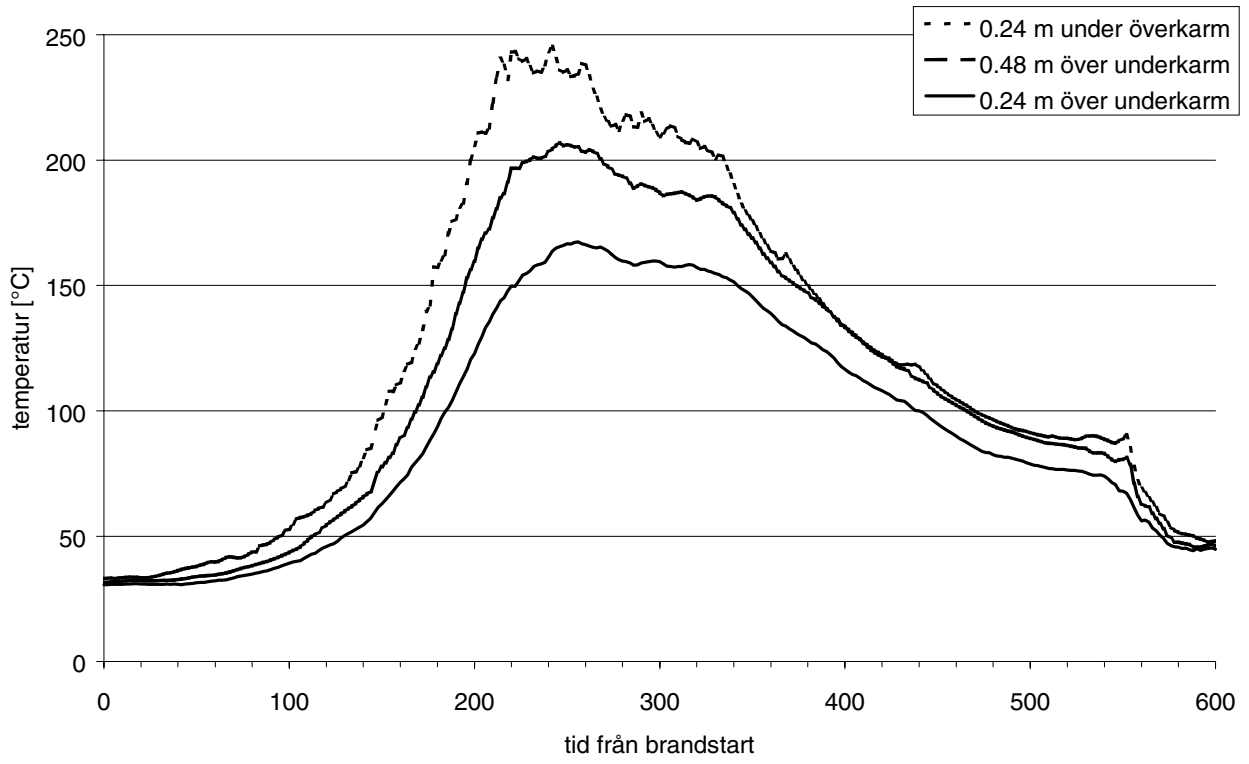


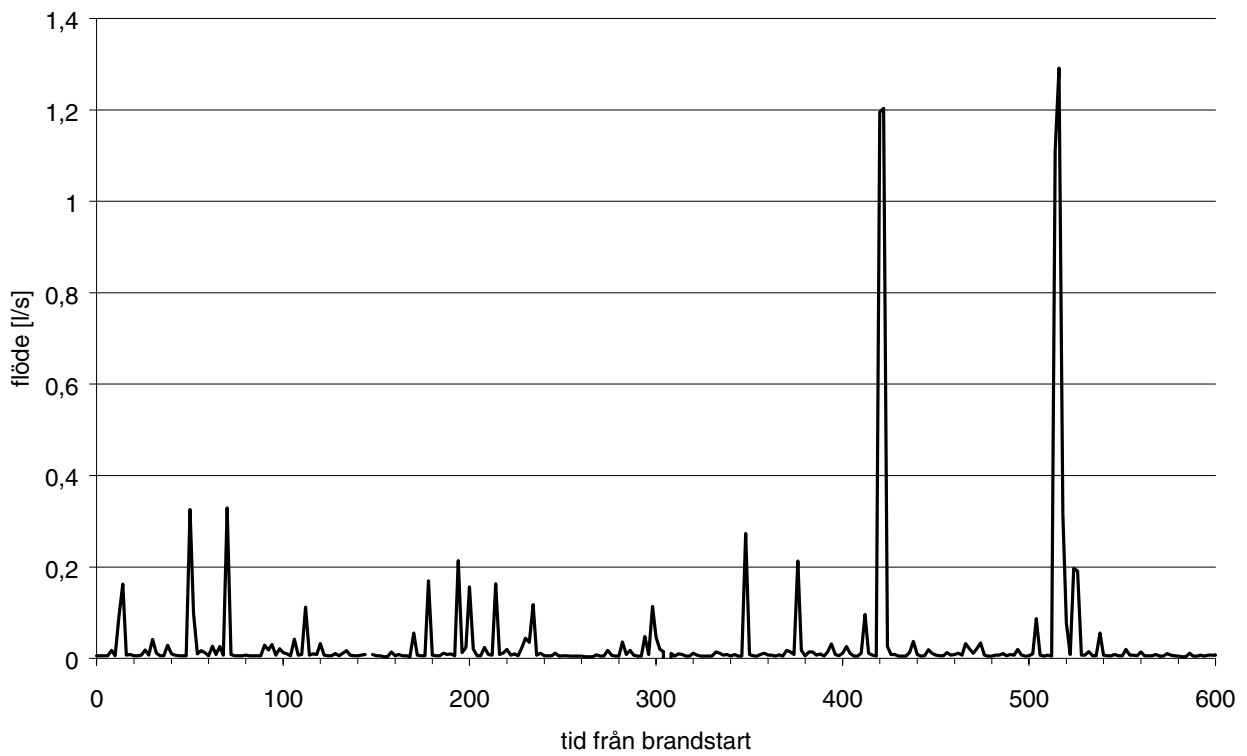
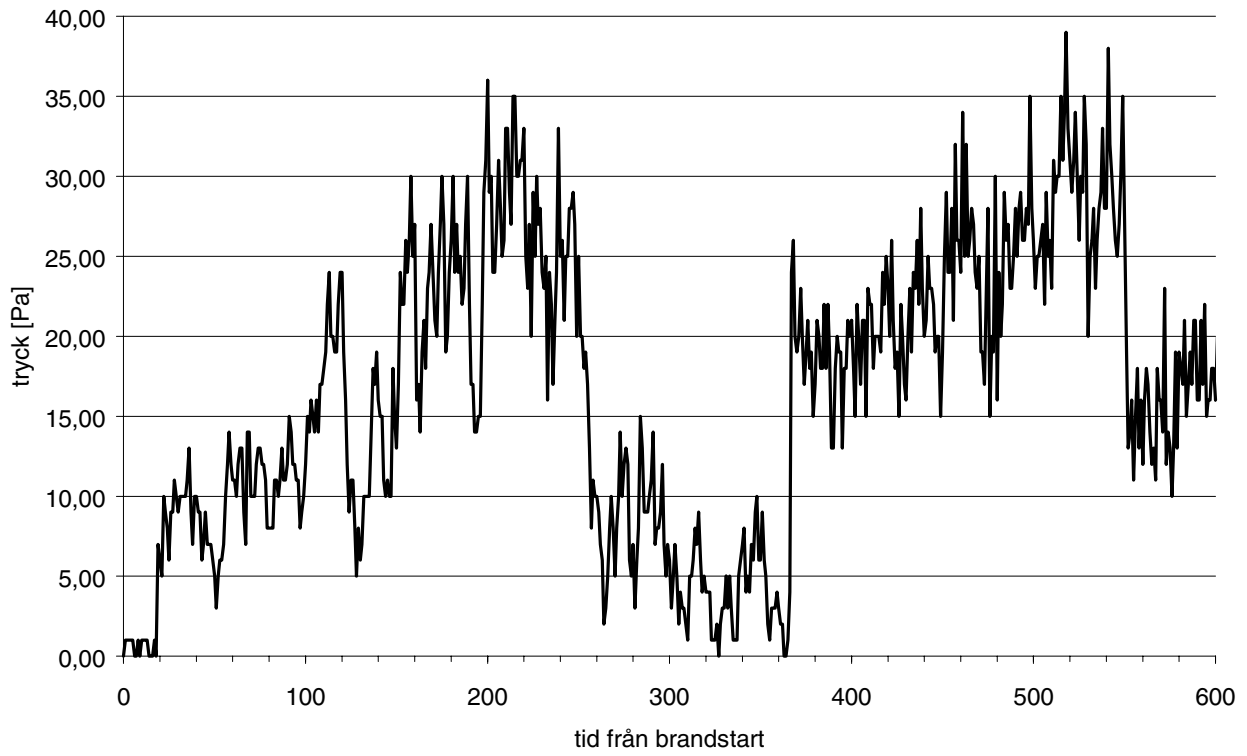


15. Angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, övertrycksventilation, flöde cirka 75 l/min.

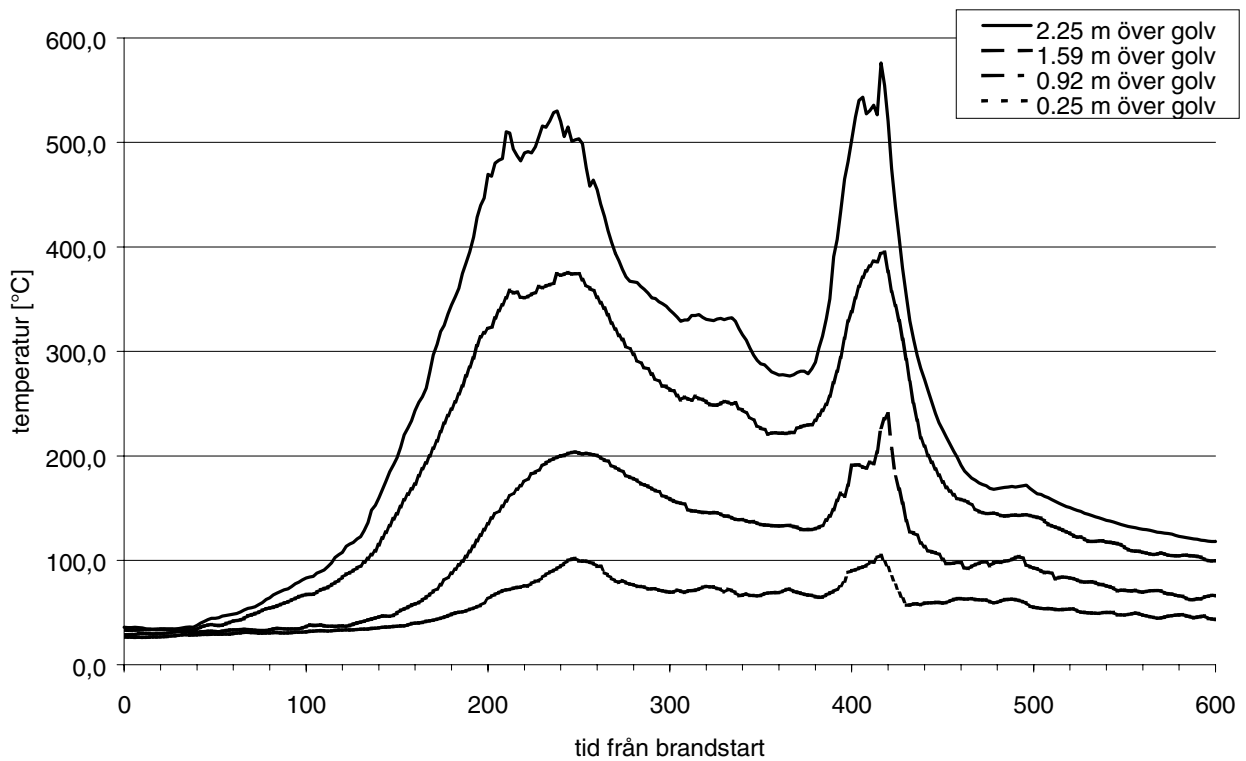
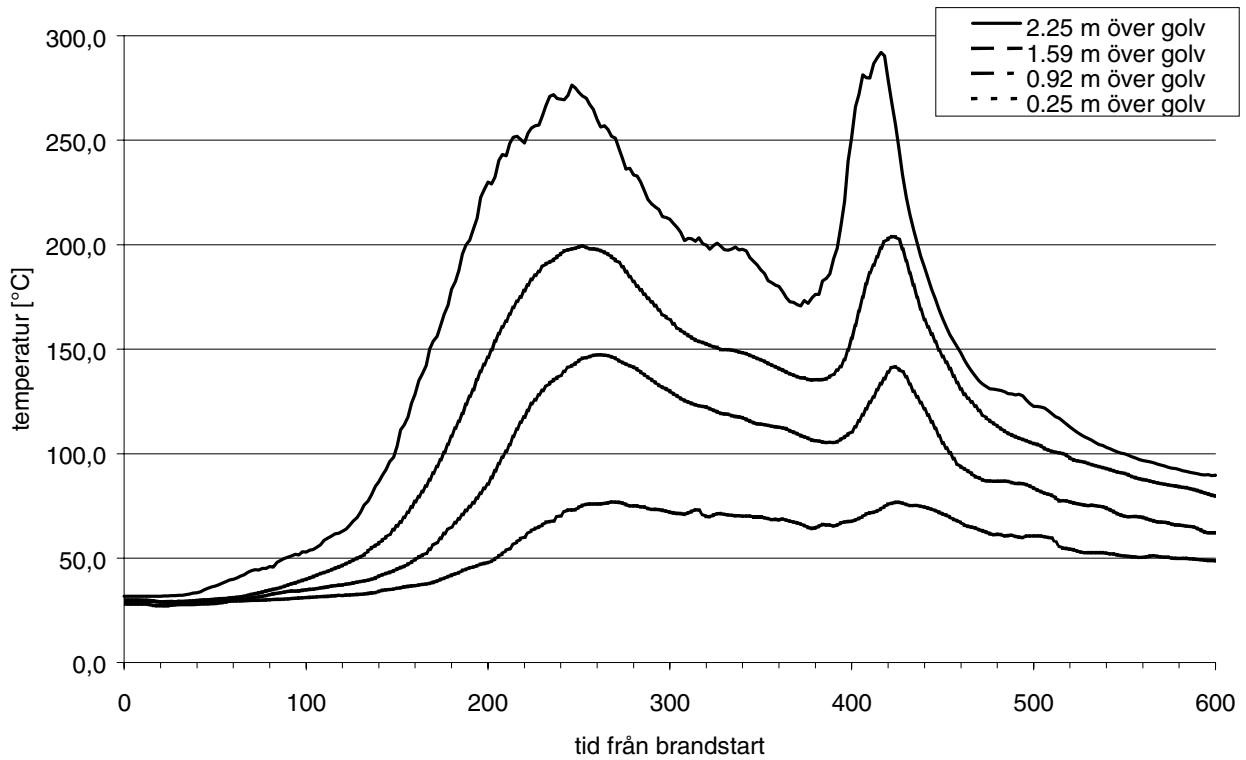


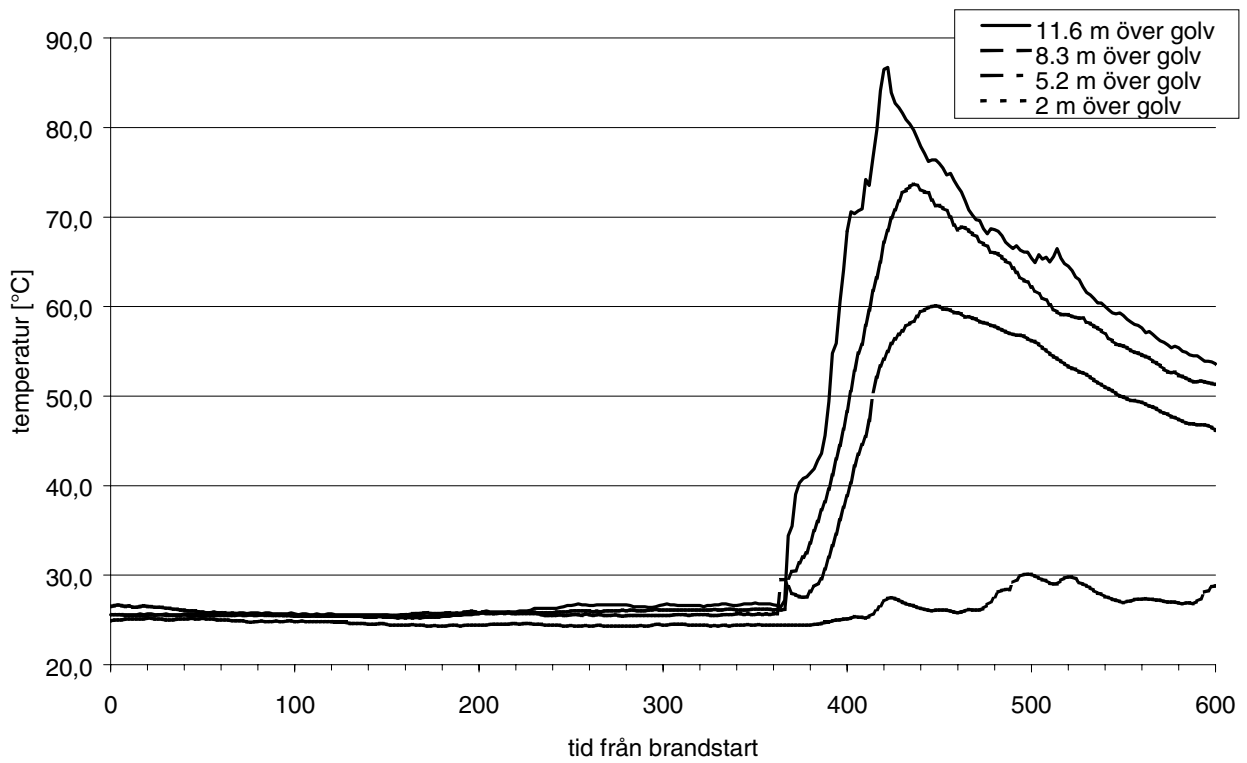
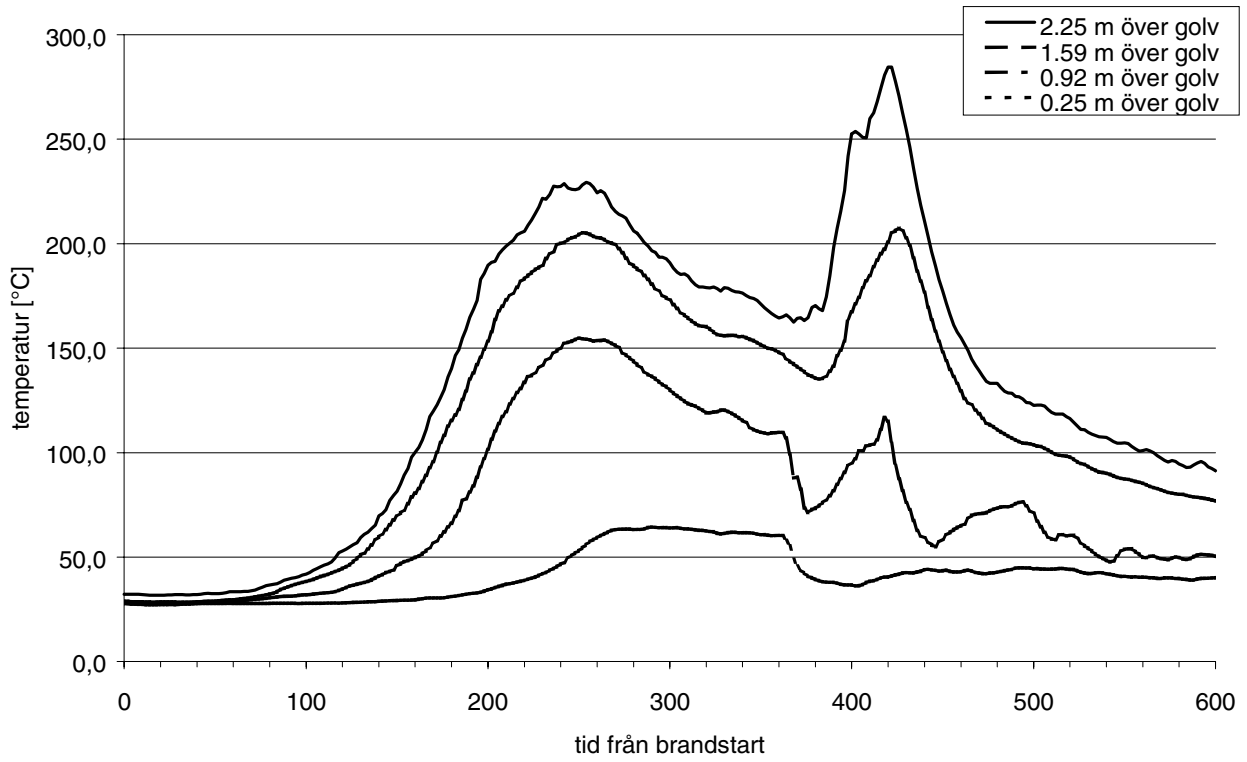


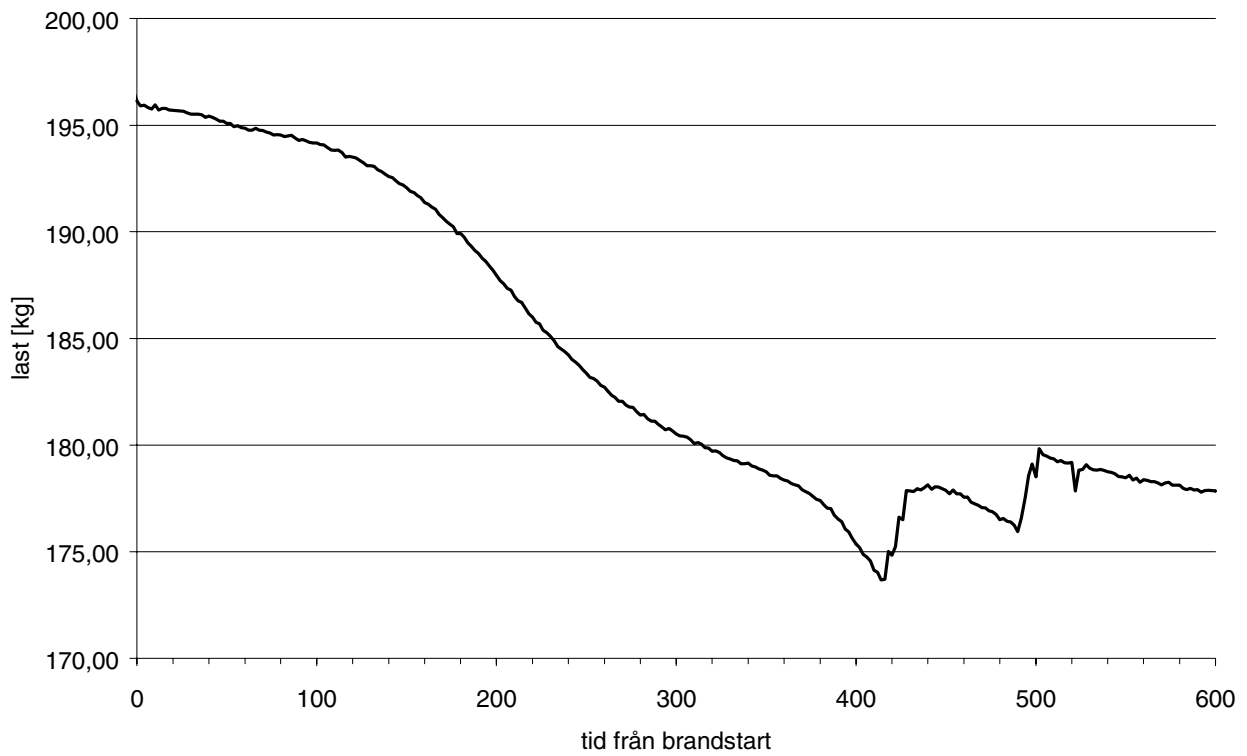
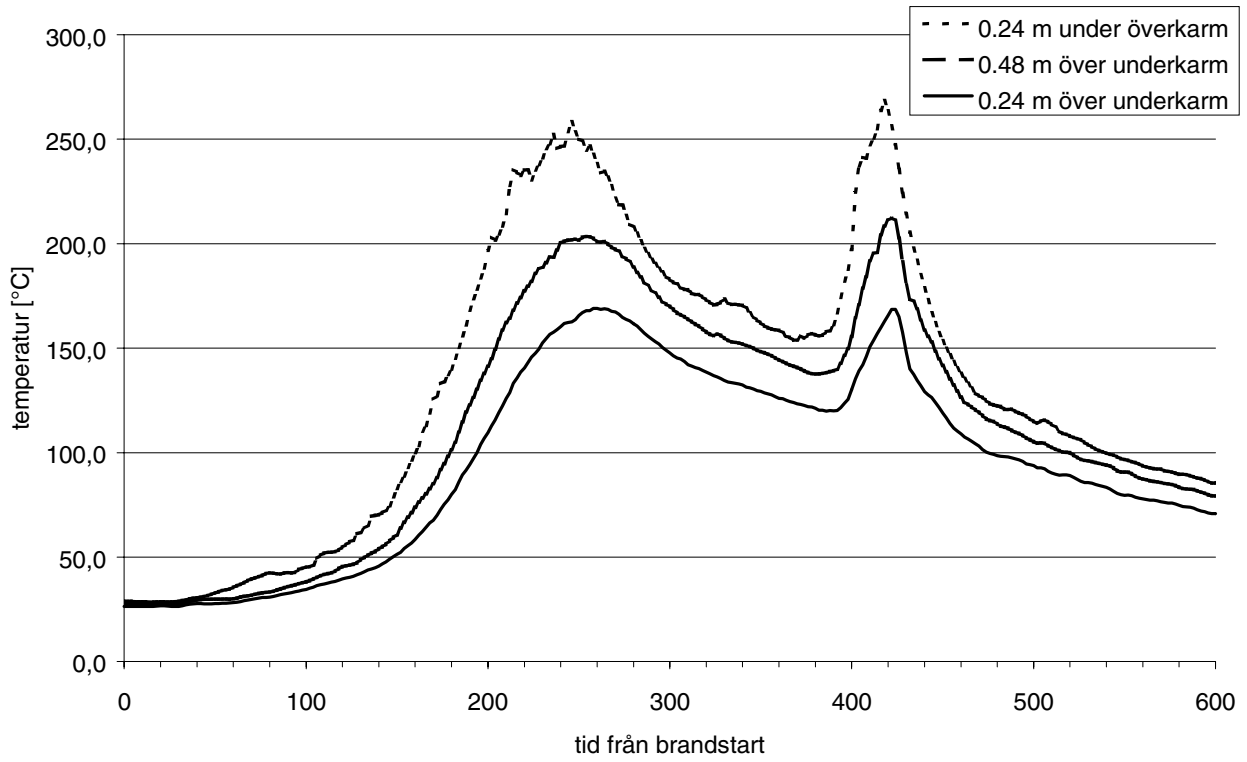


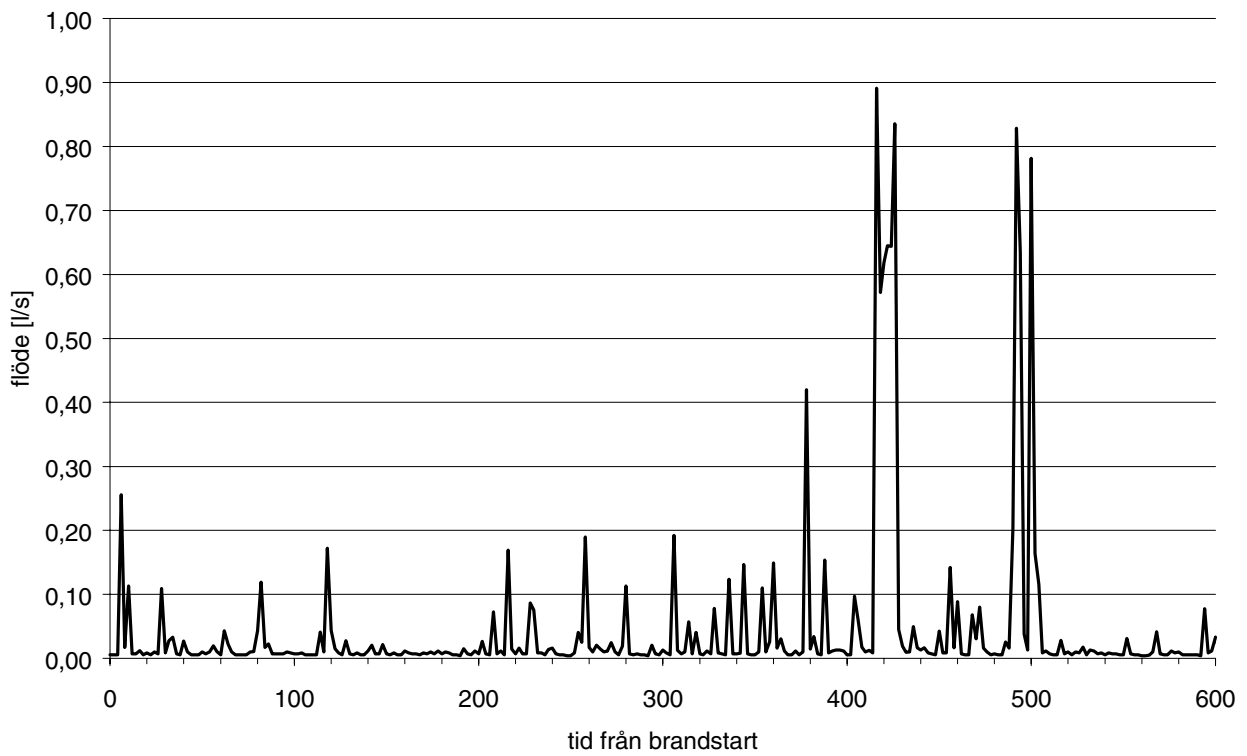
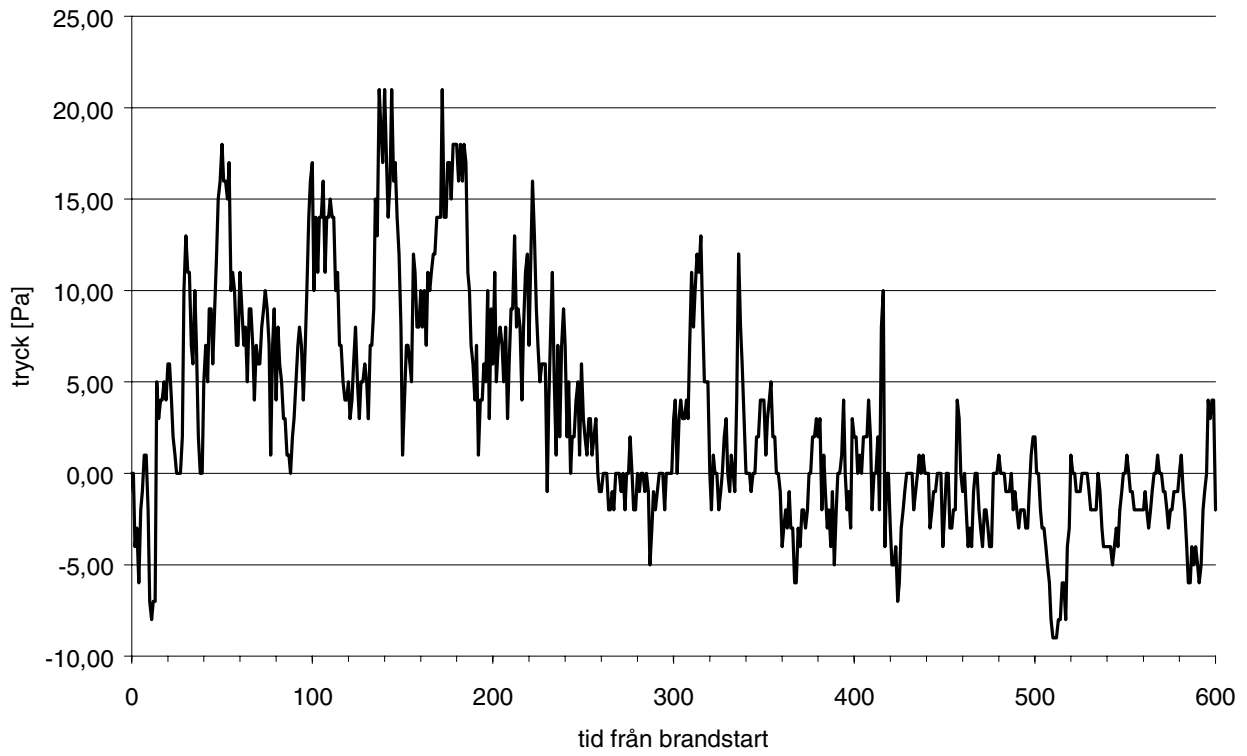


16. Angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, flöde cirka 38 l/min.

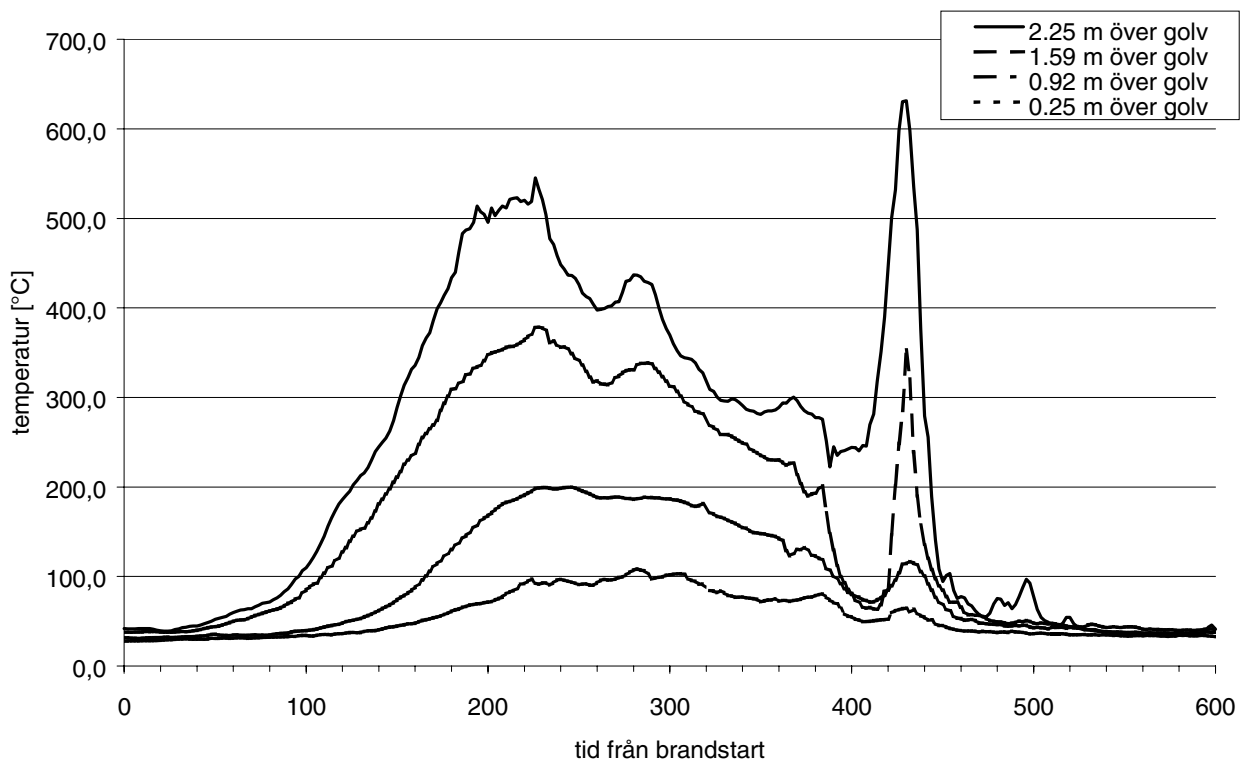
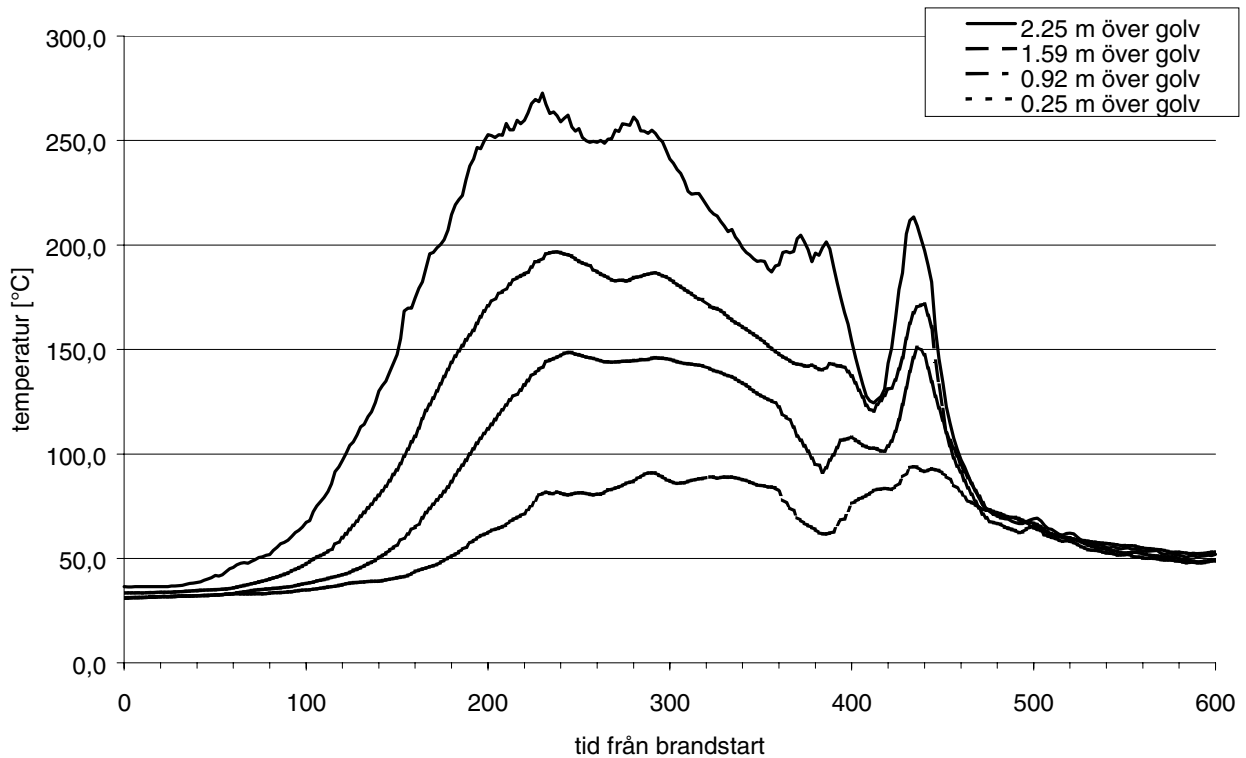


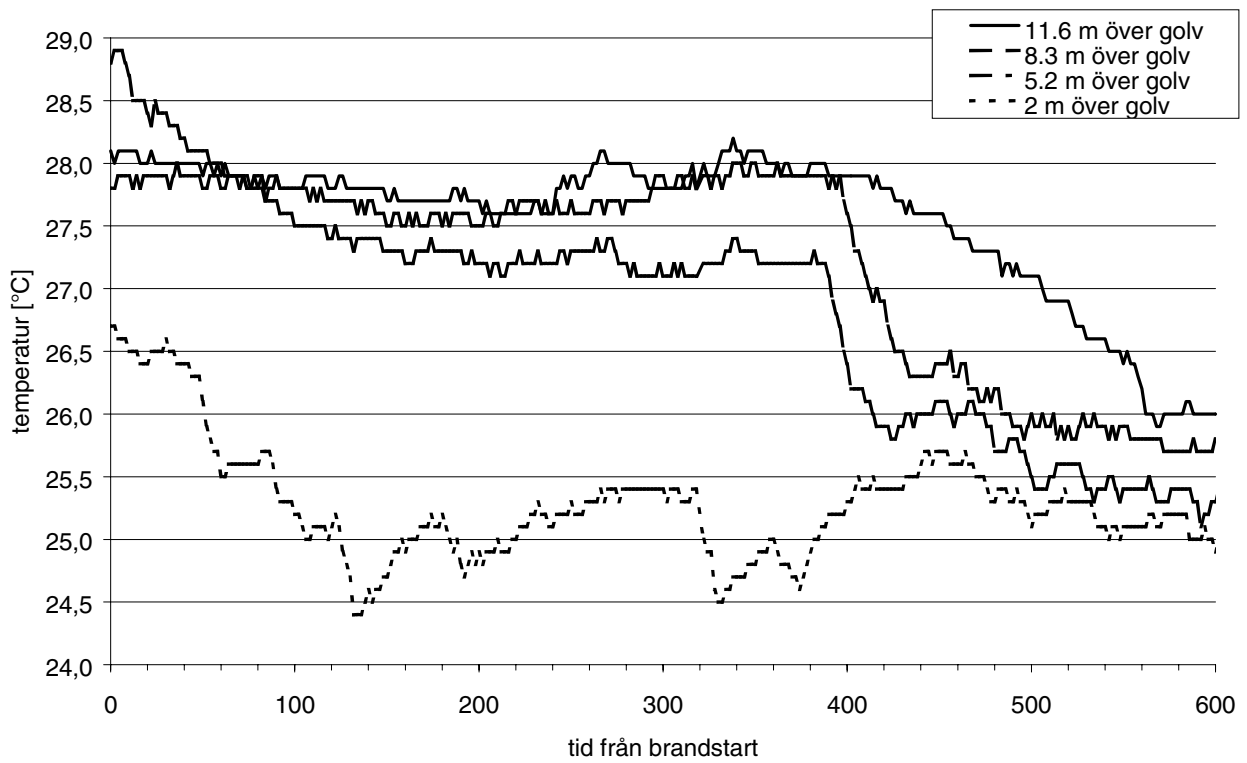
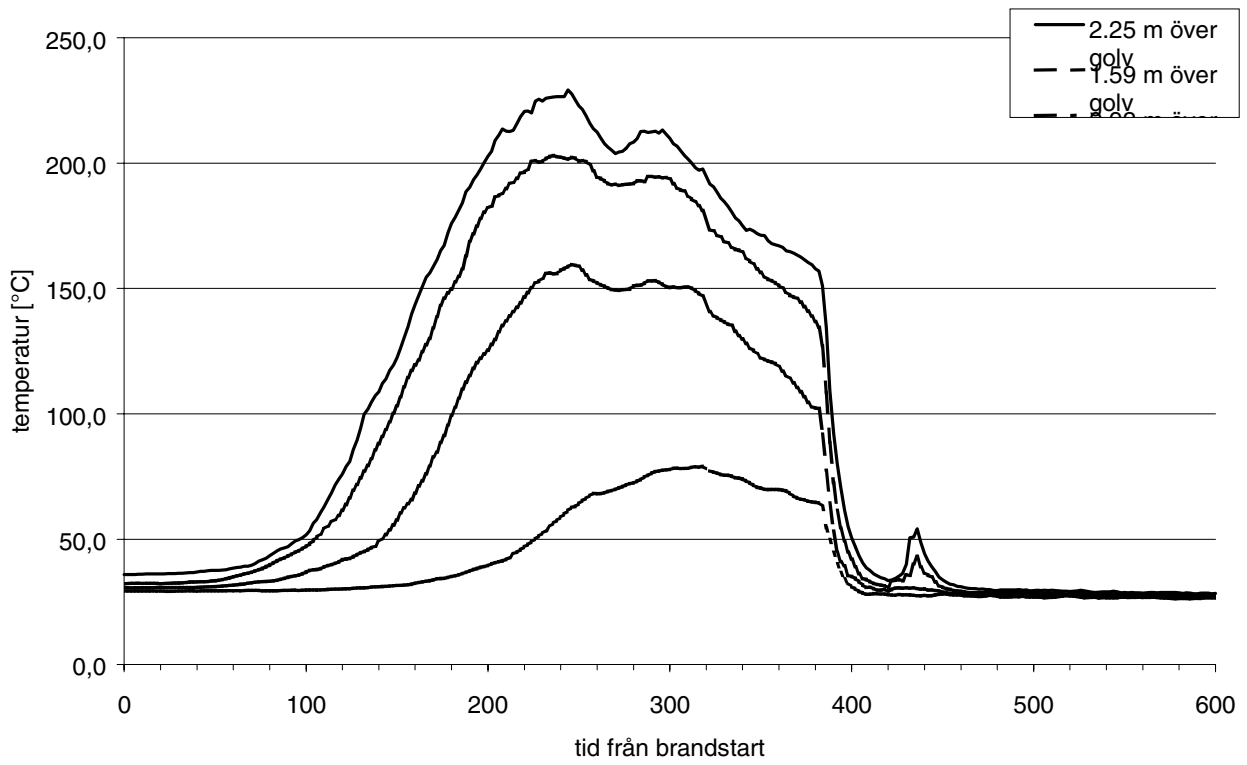


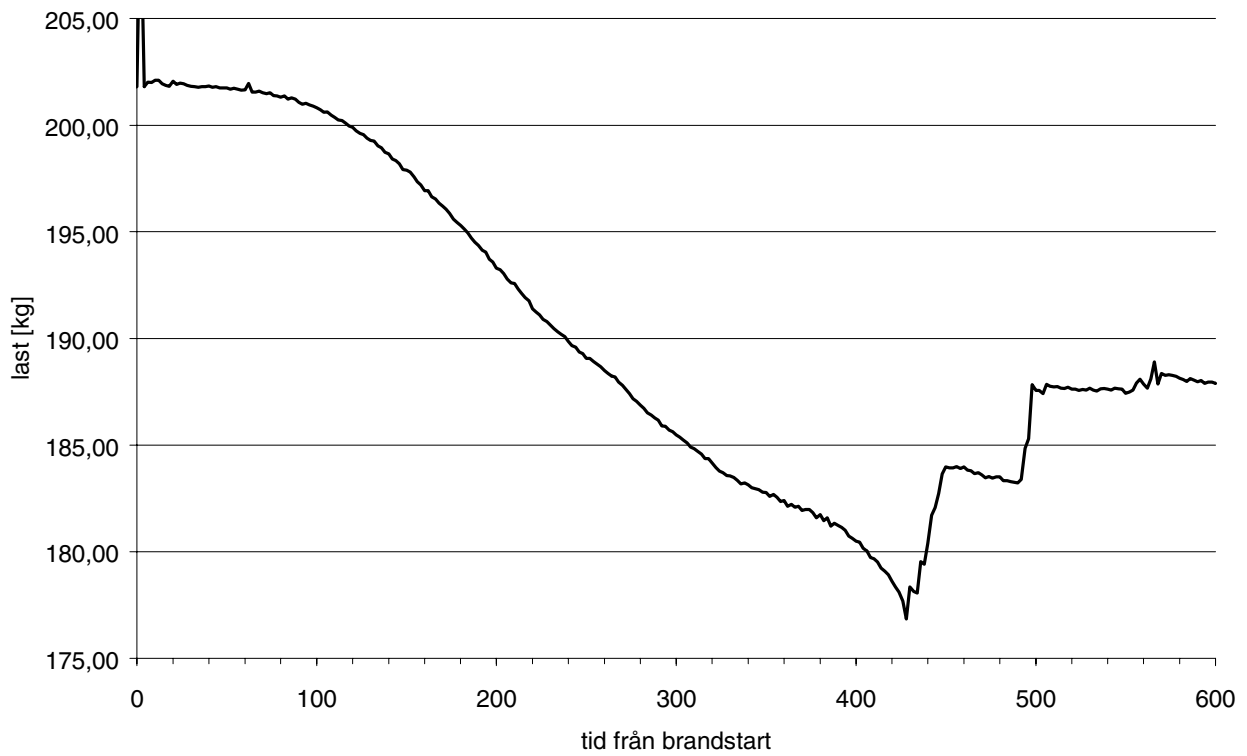
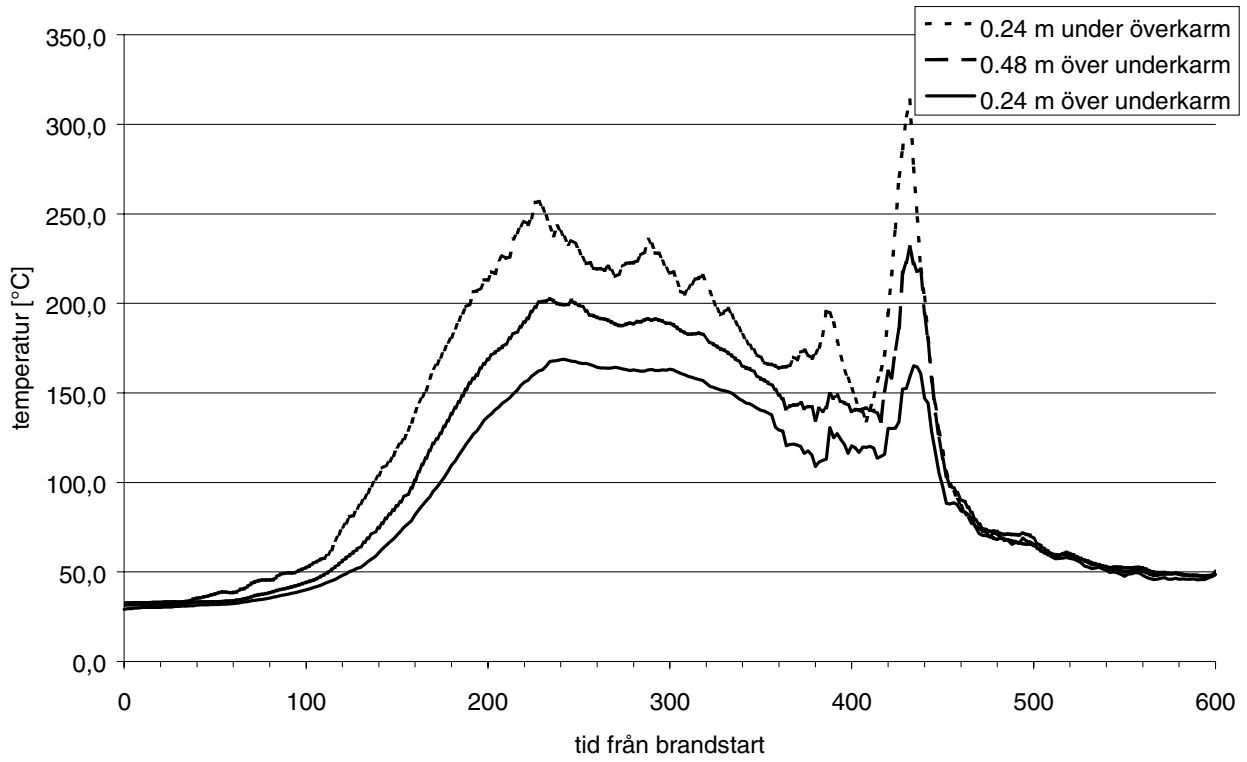


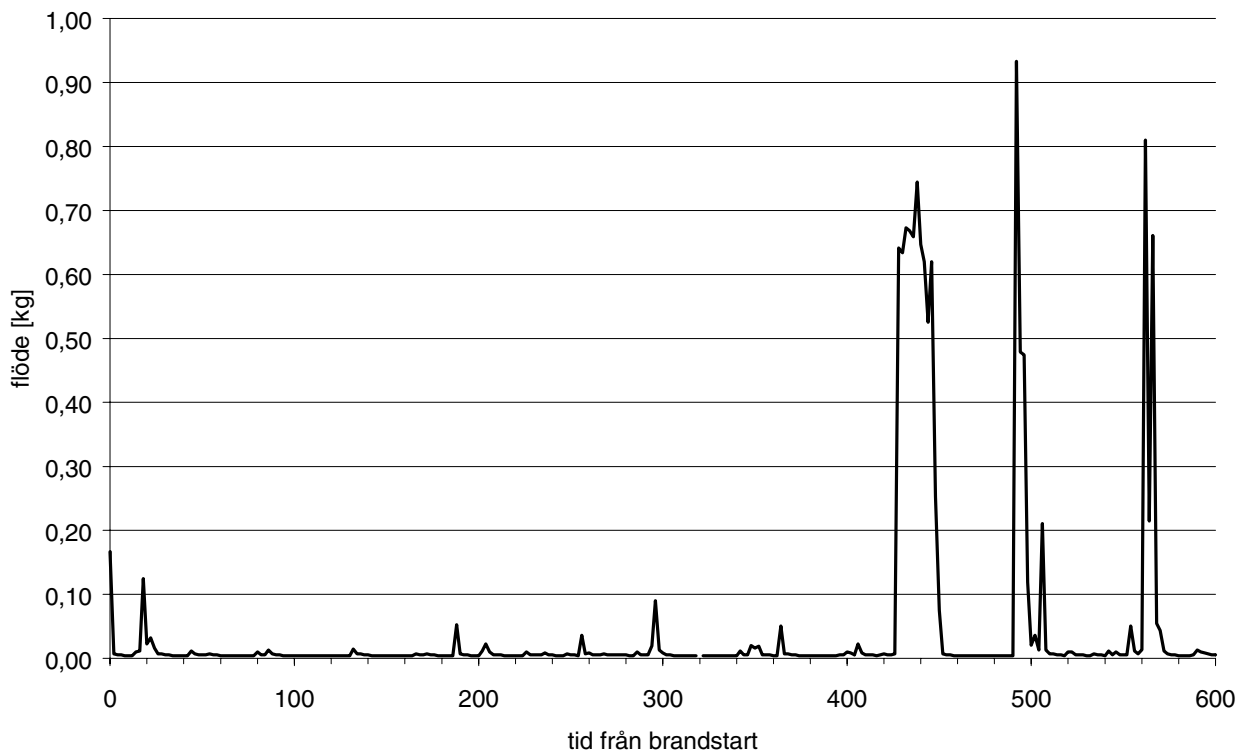
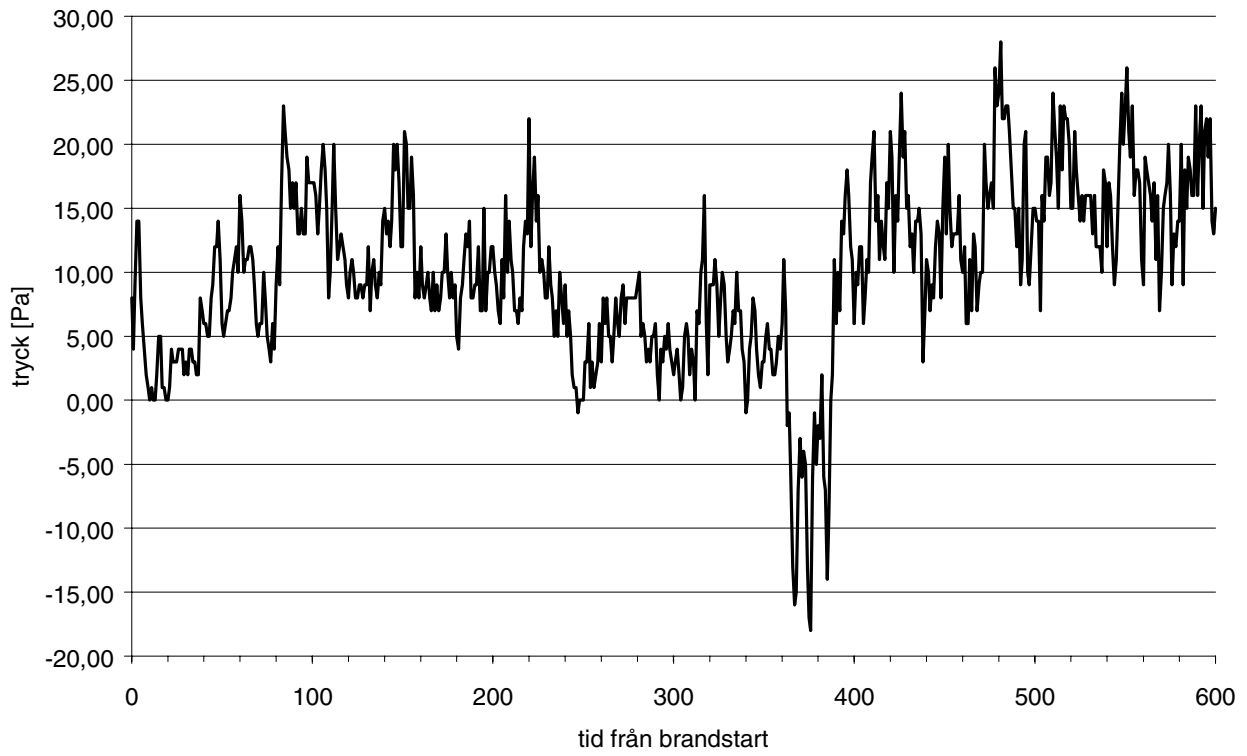


17. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppet, övertrycksventilation, flöde cirka 40 l/min.

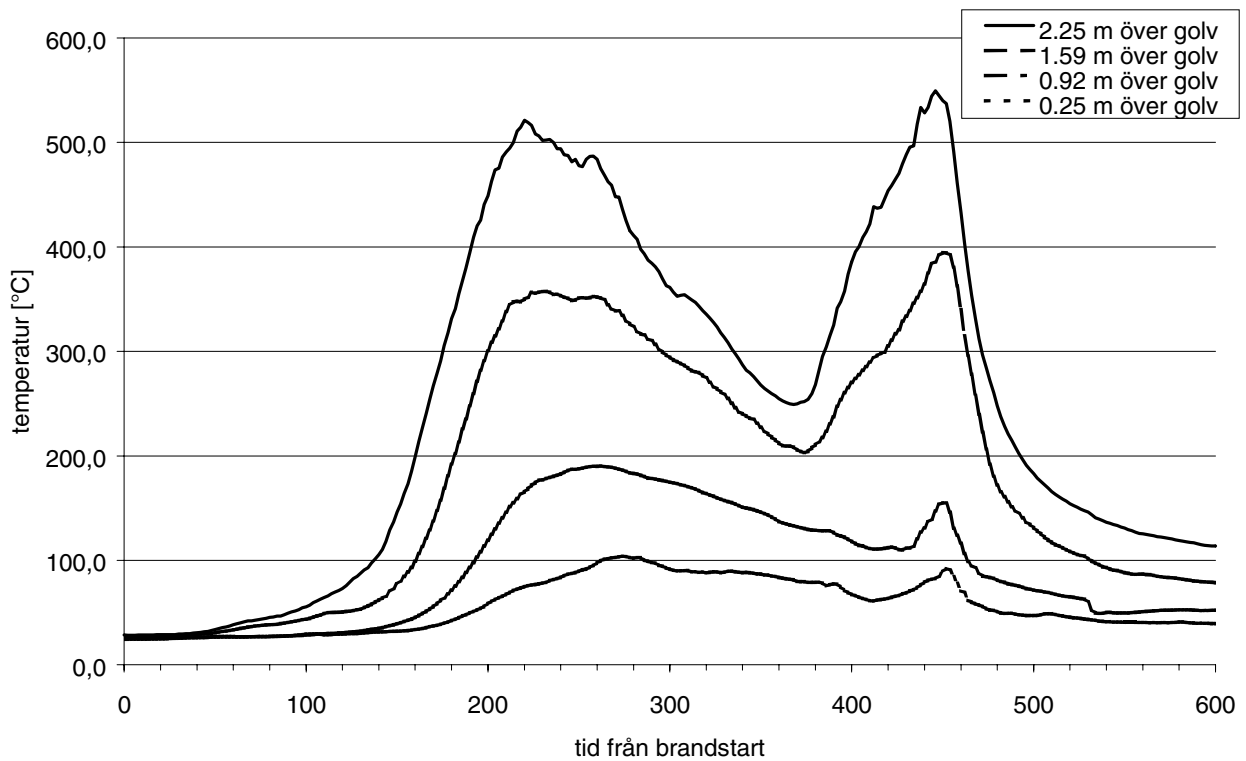
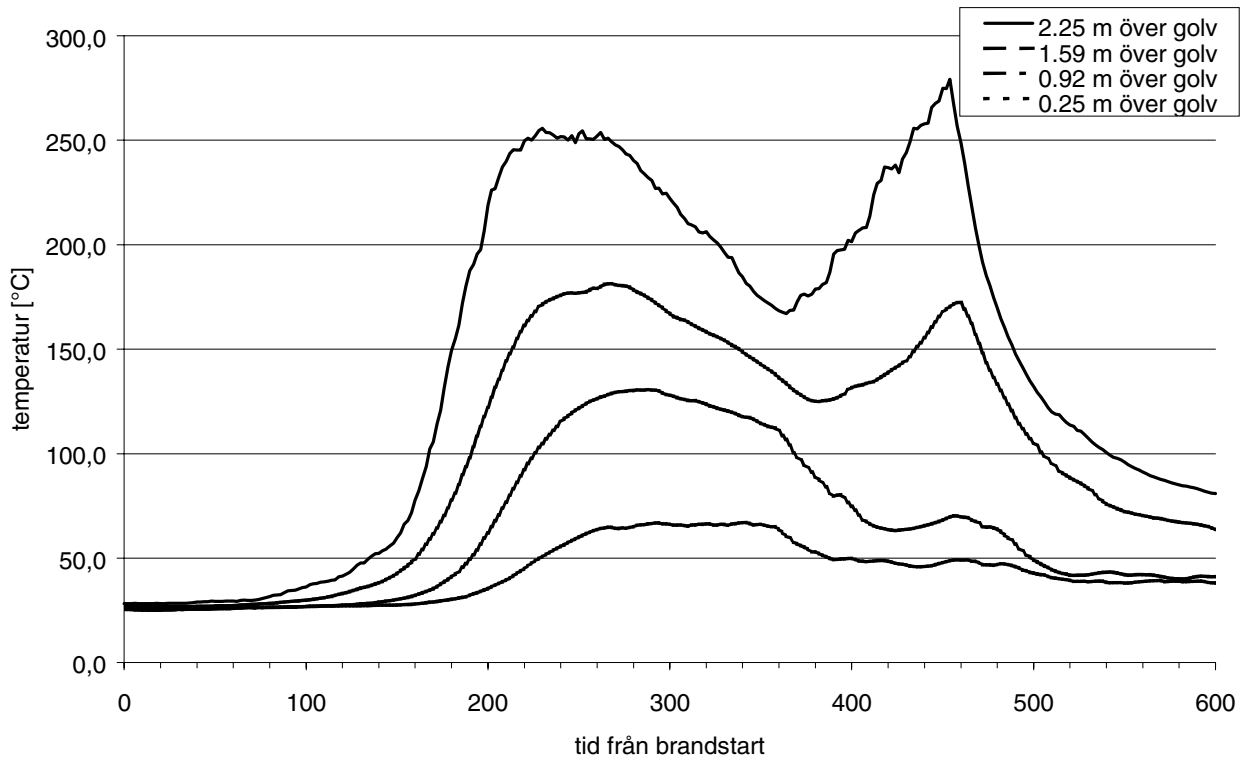


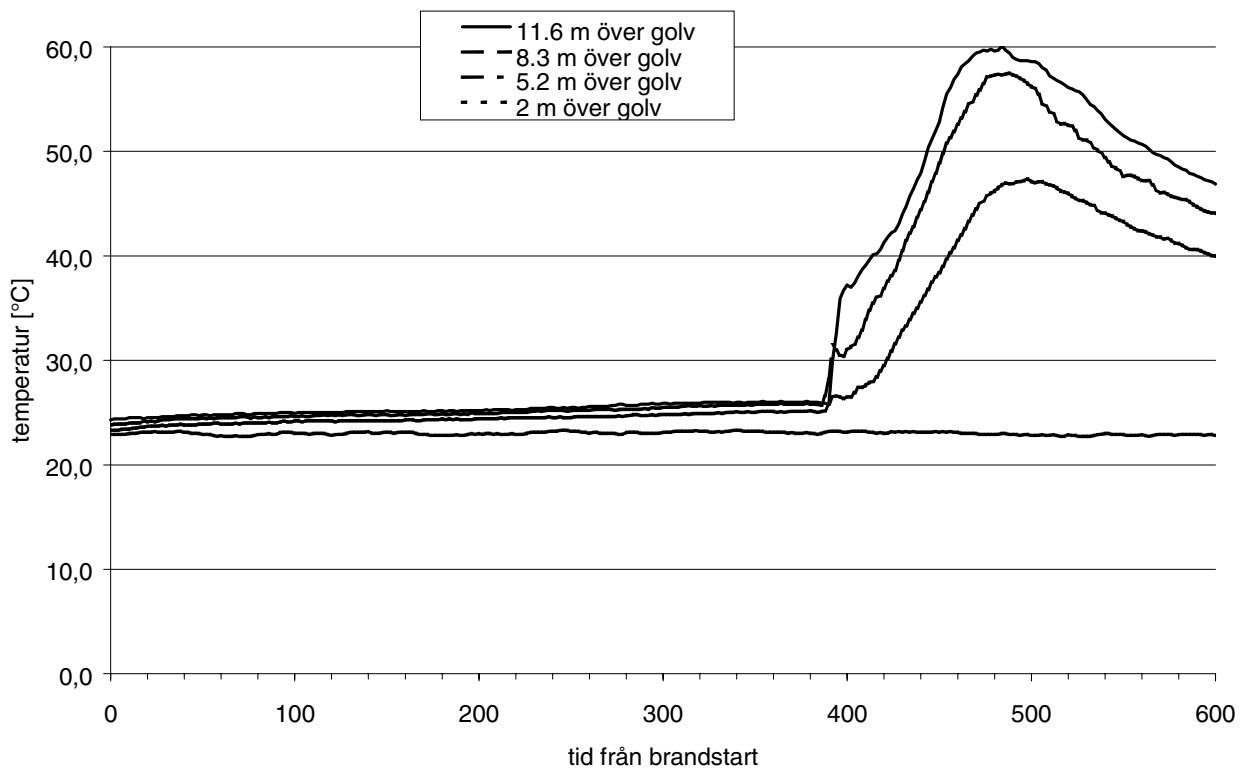
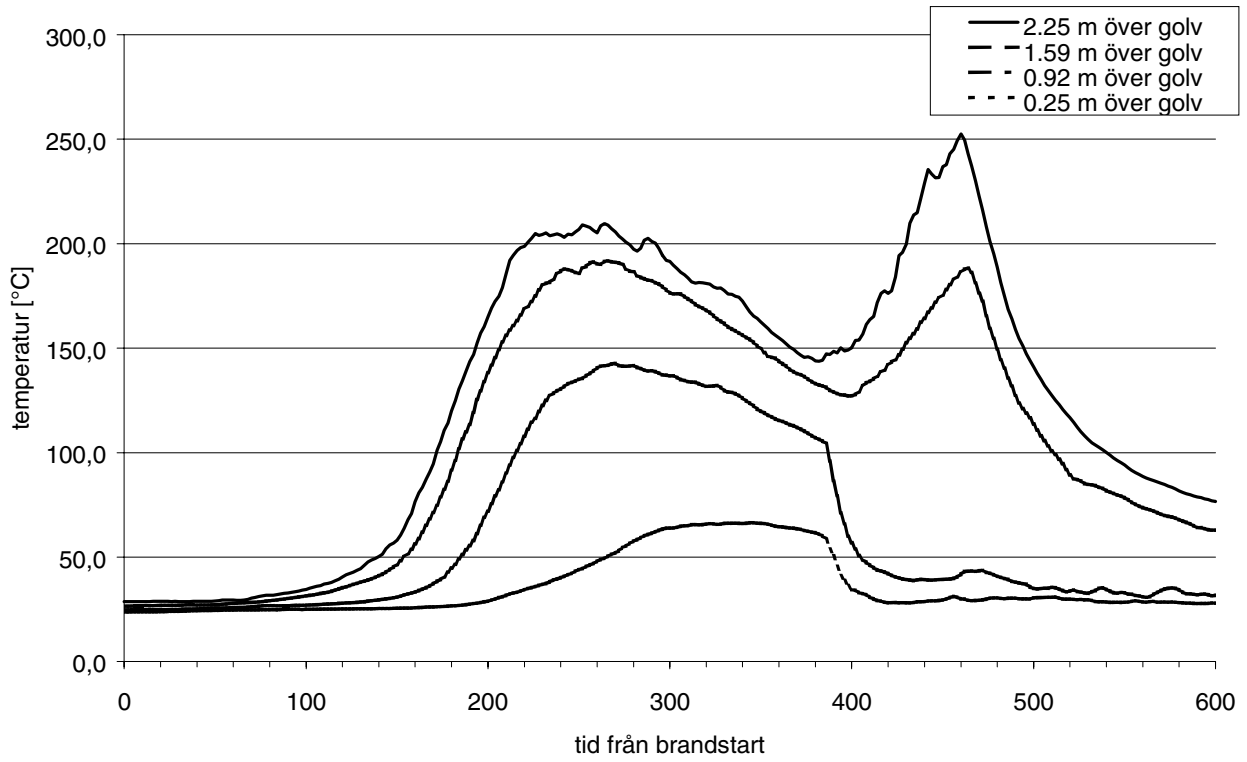


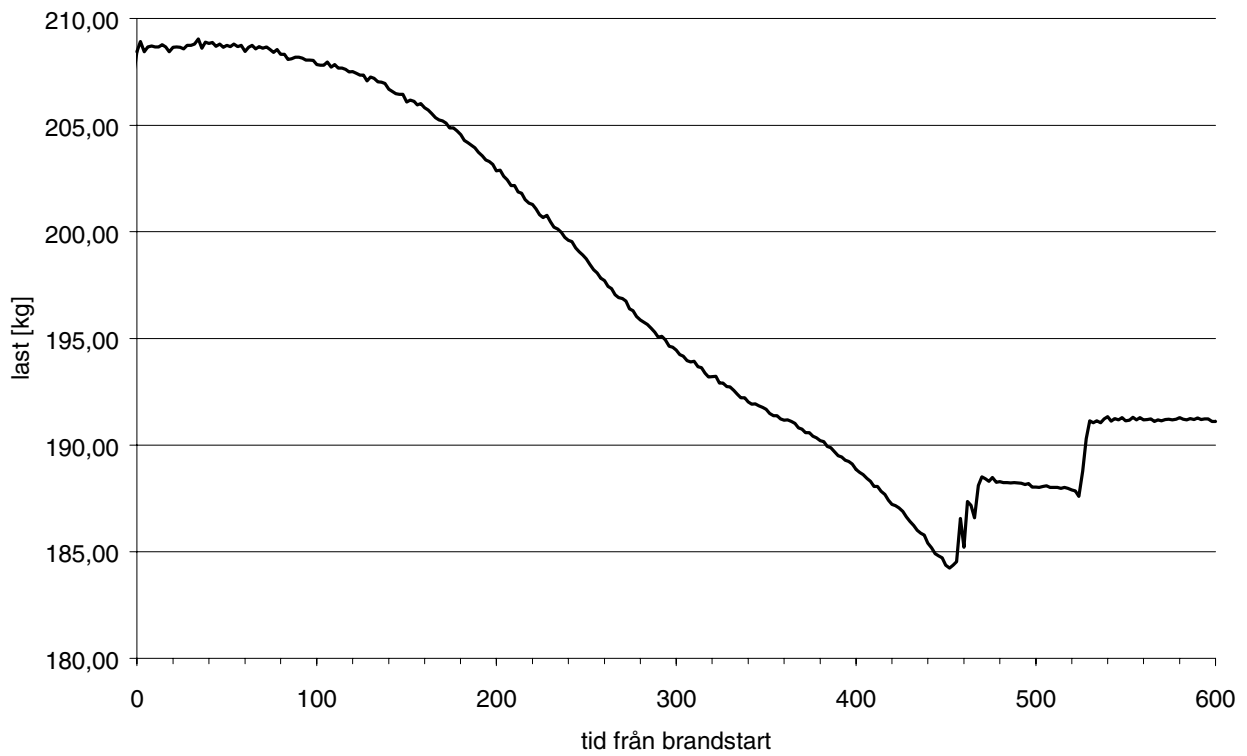
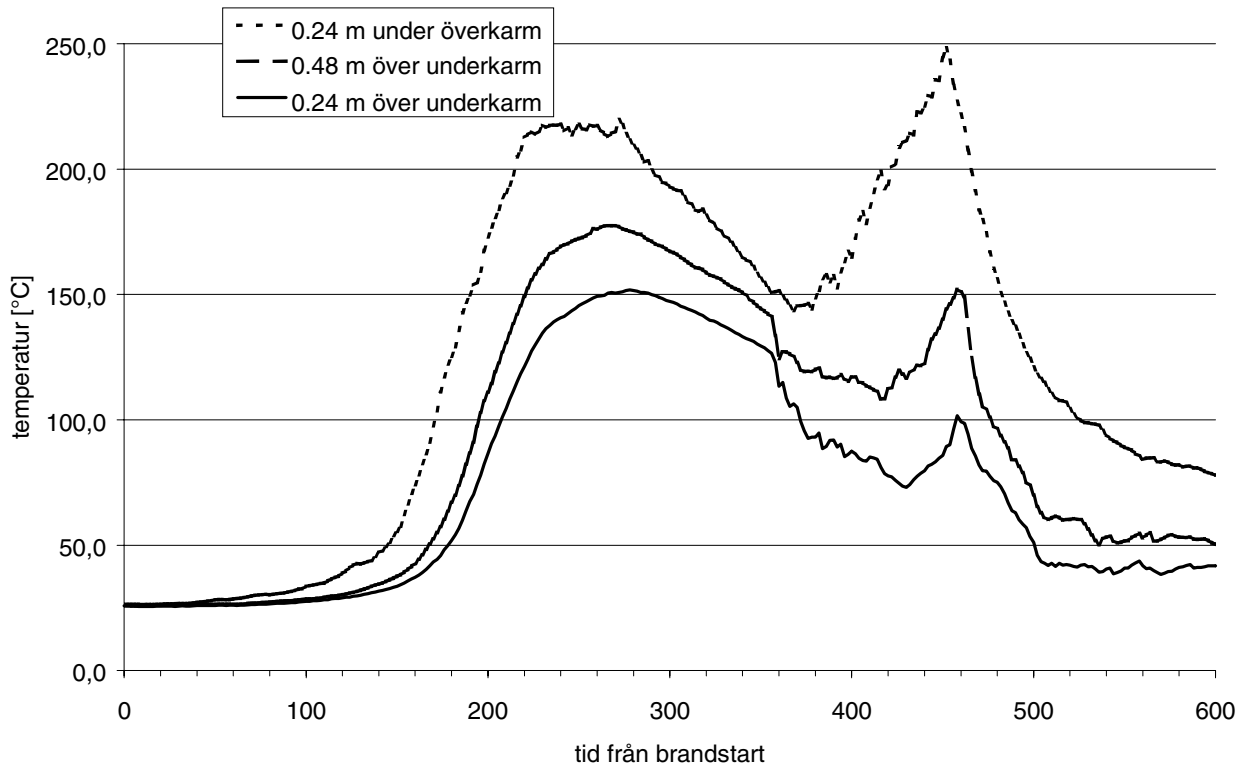


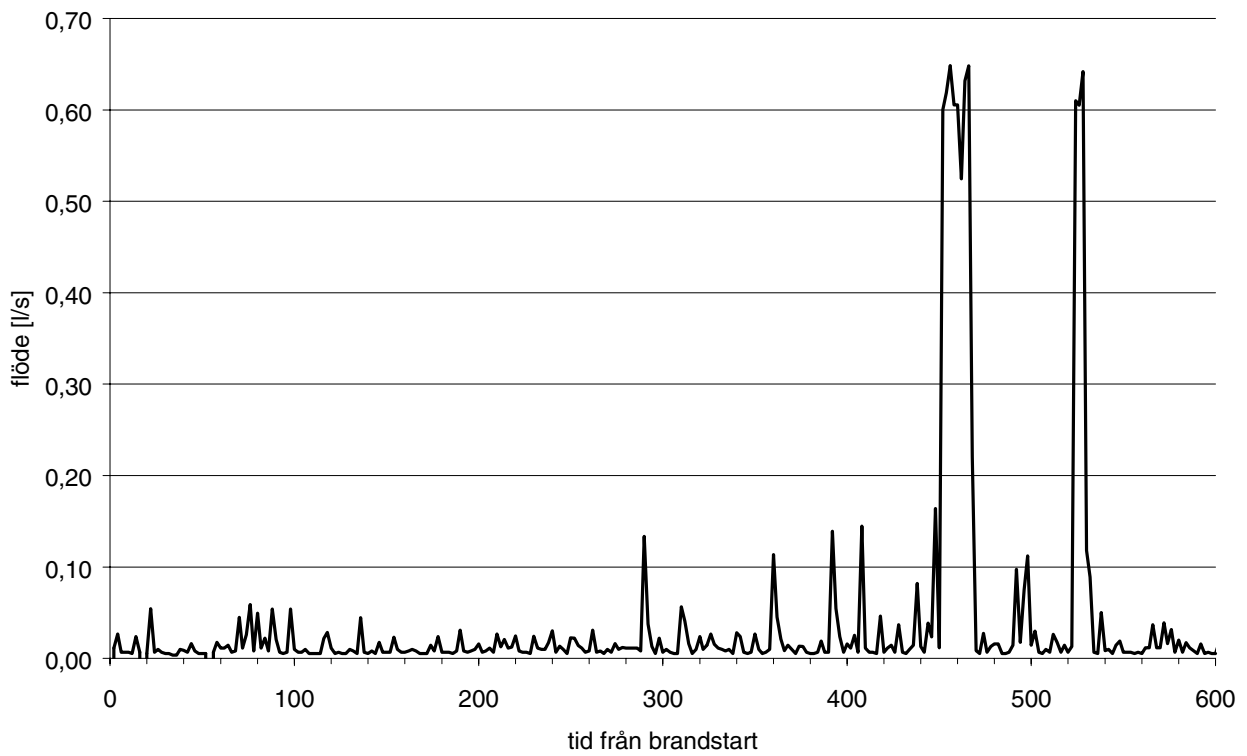
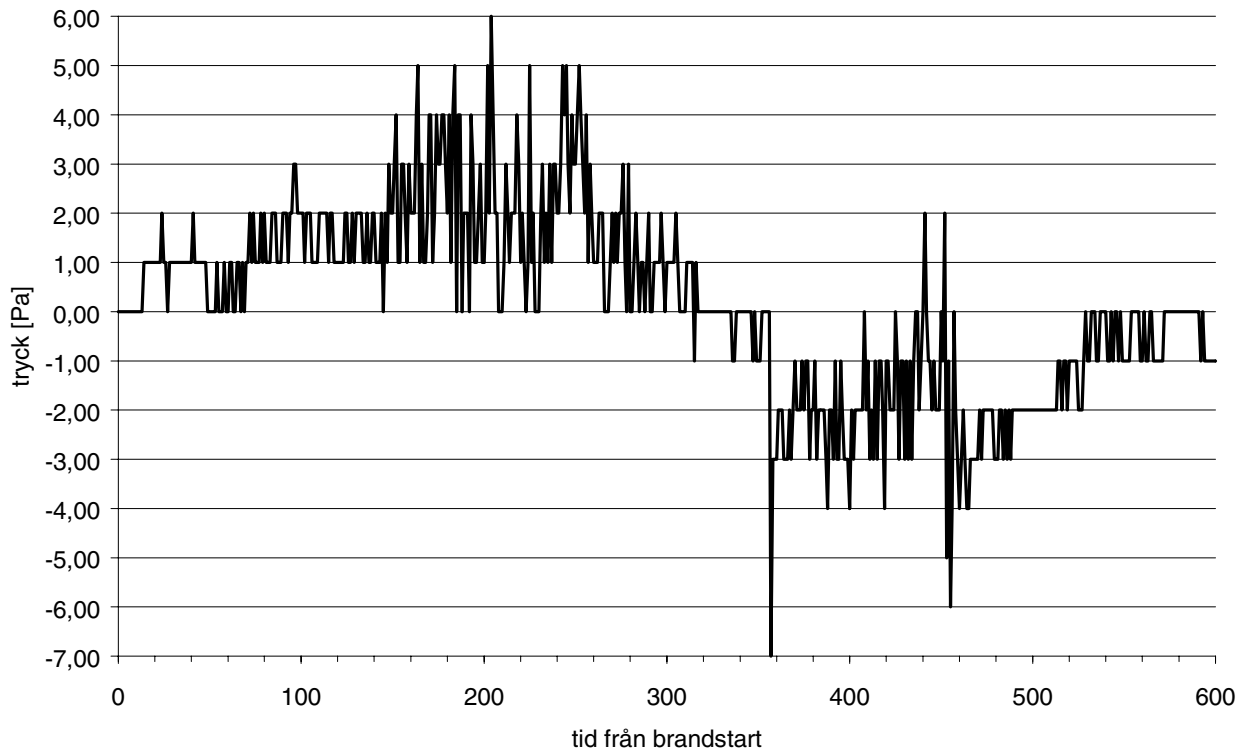


18. Angrepp genom trapphusdörr, trapphusdörr och fönster öppet, flöde cirka 38 l/min.

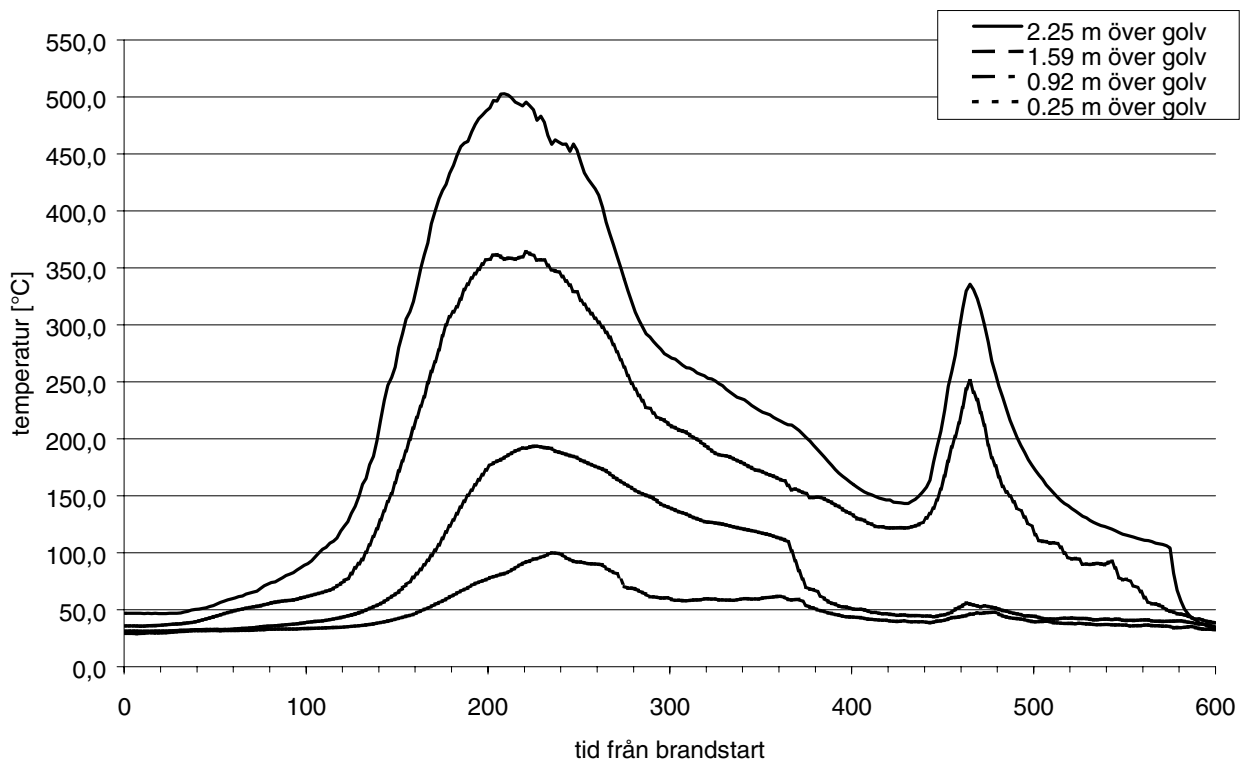
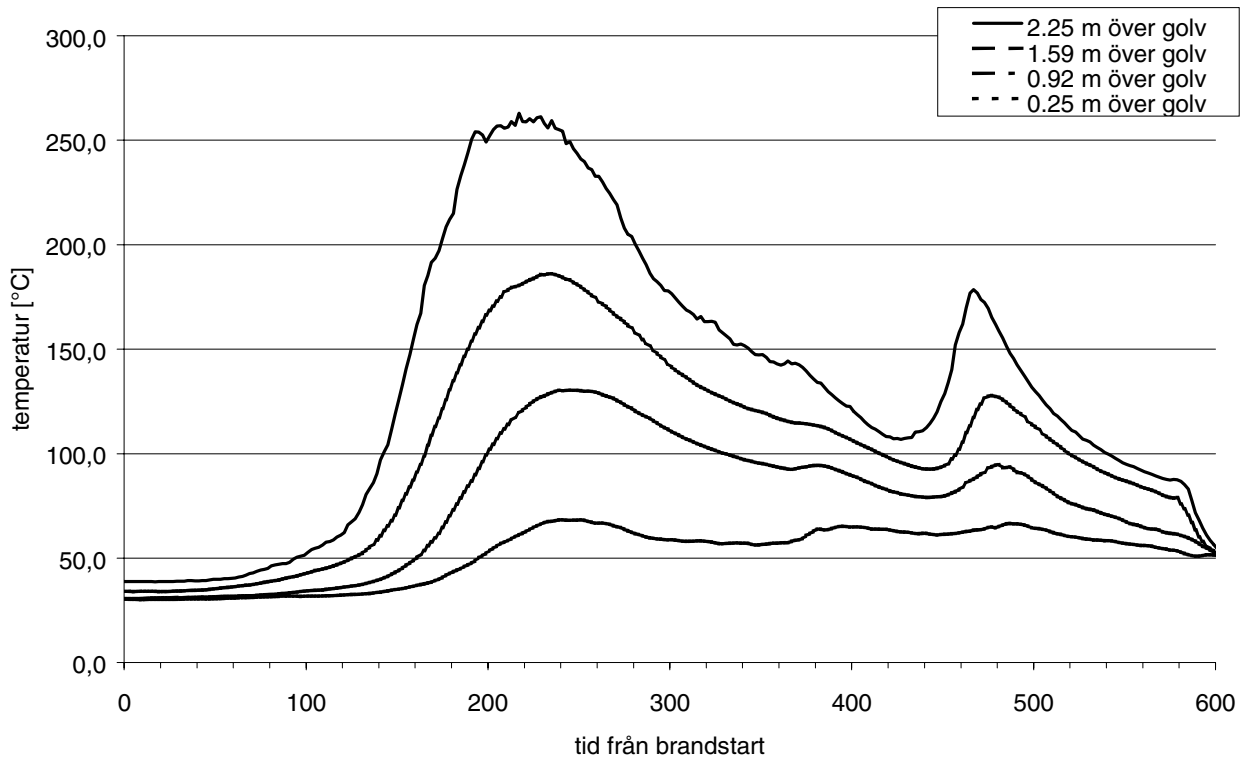


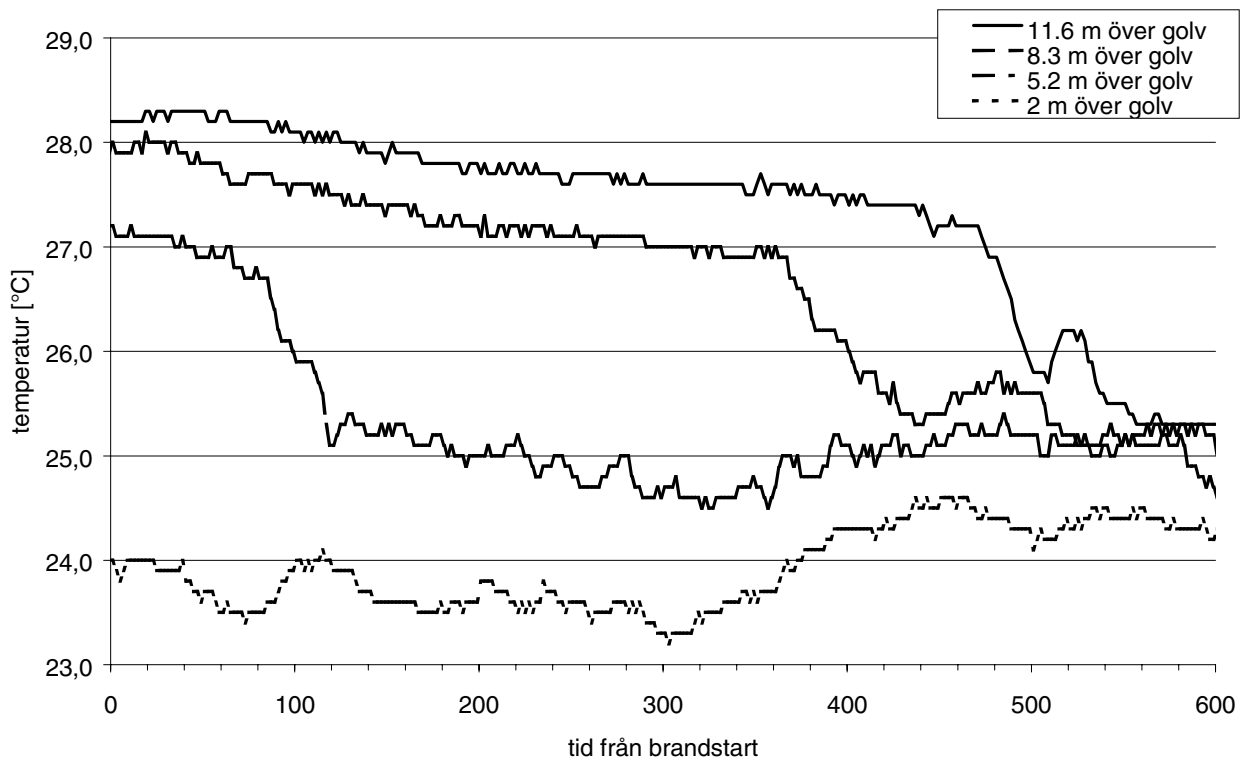
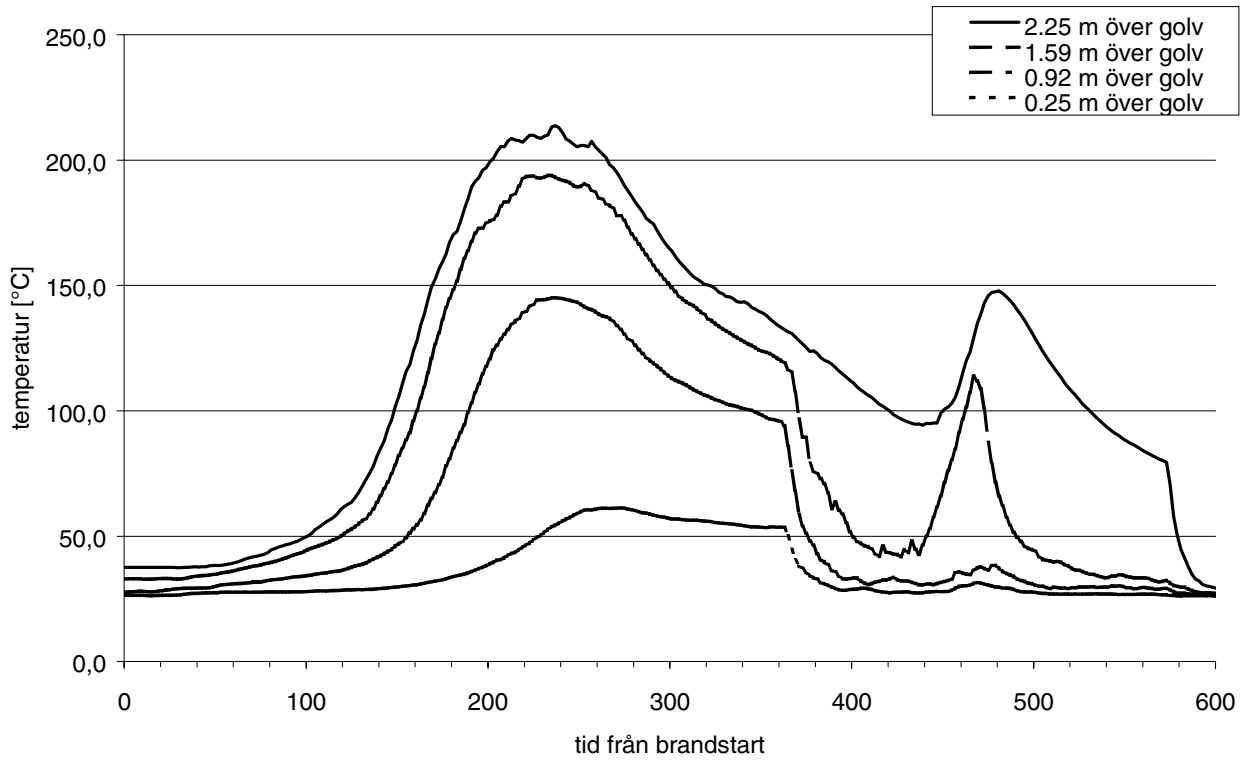


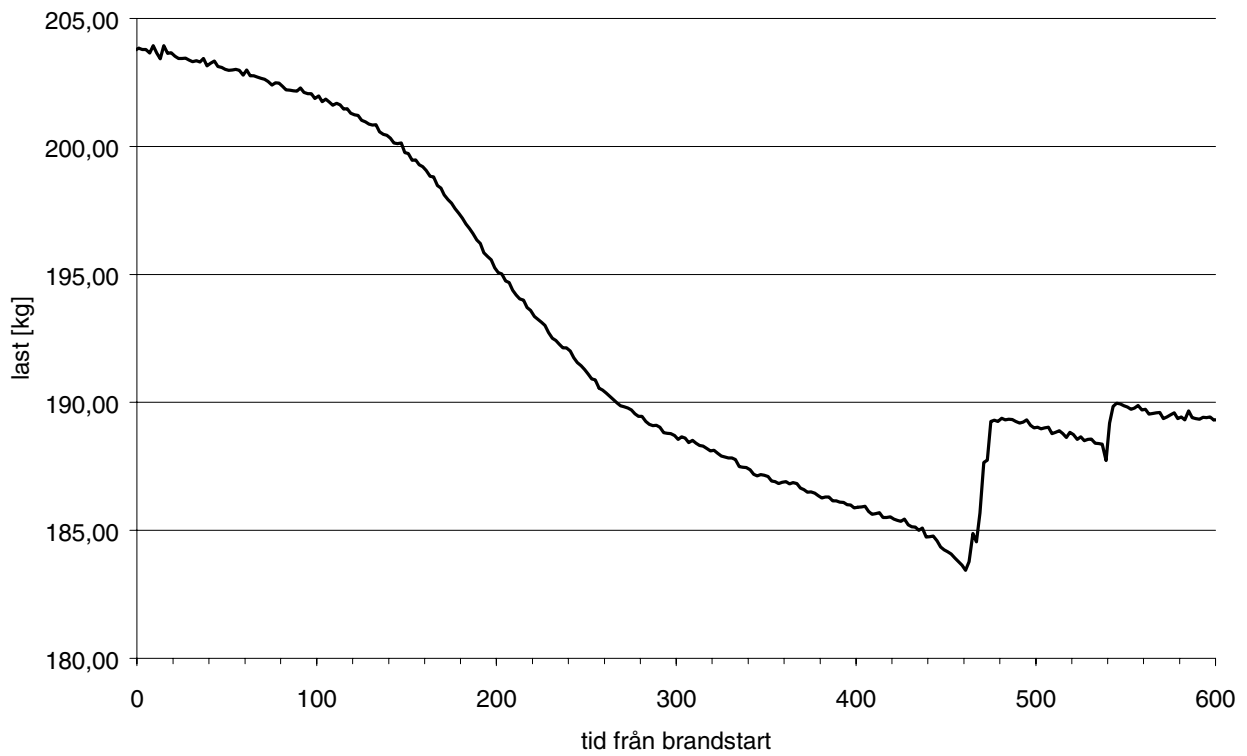
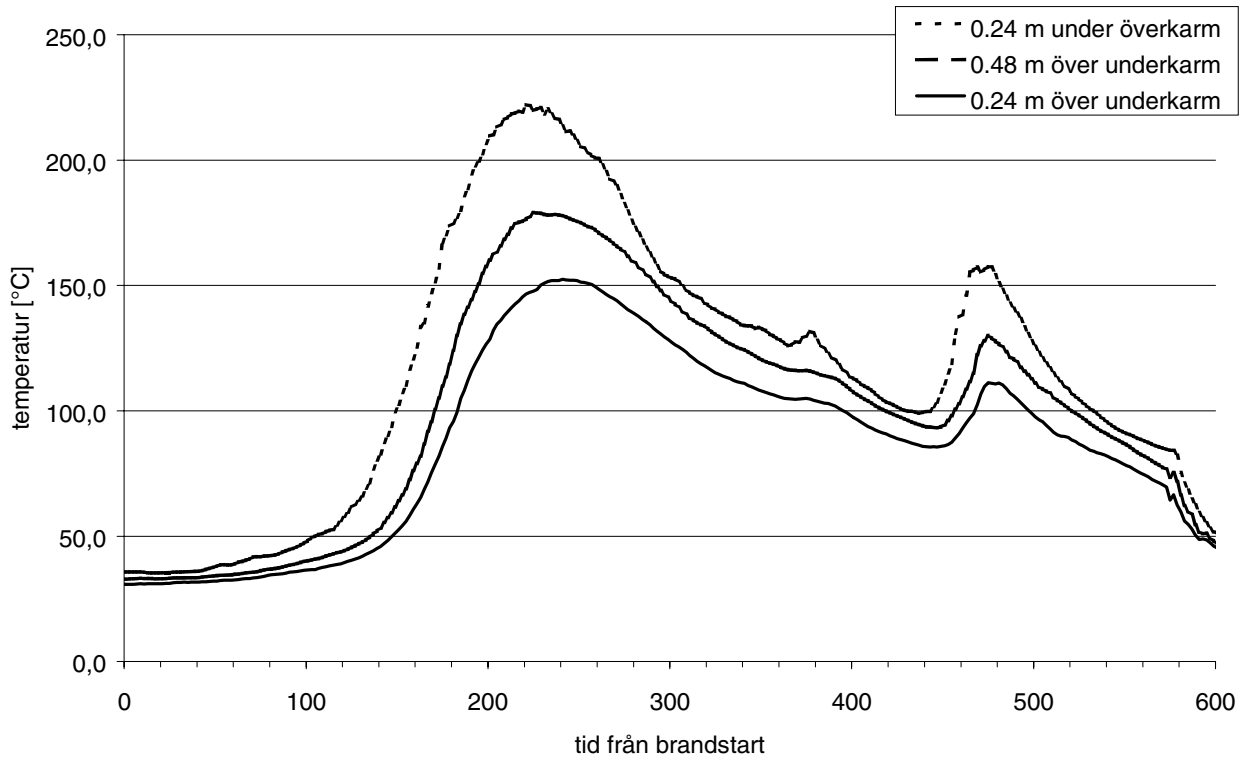


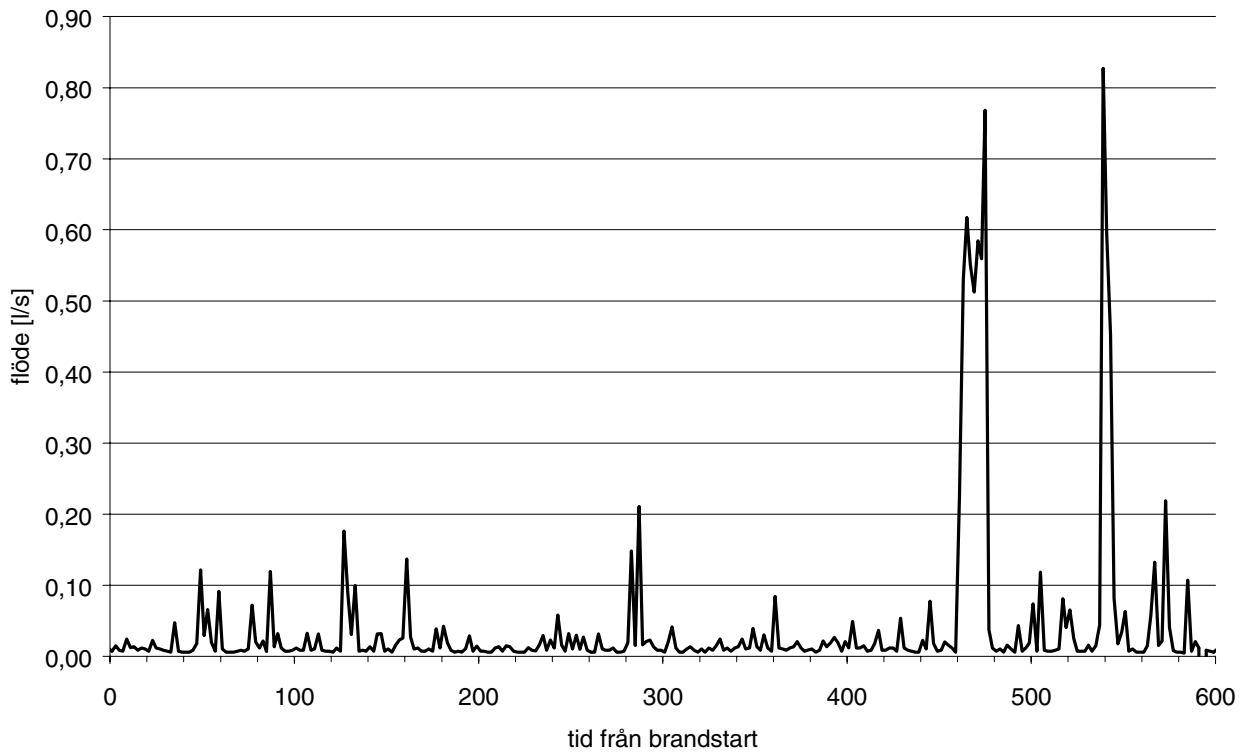
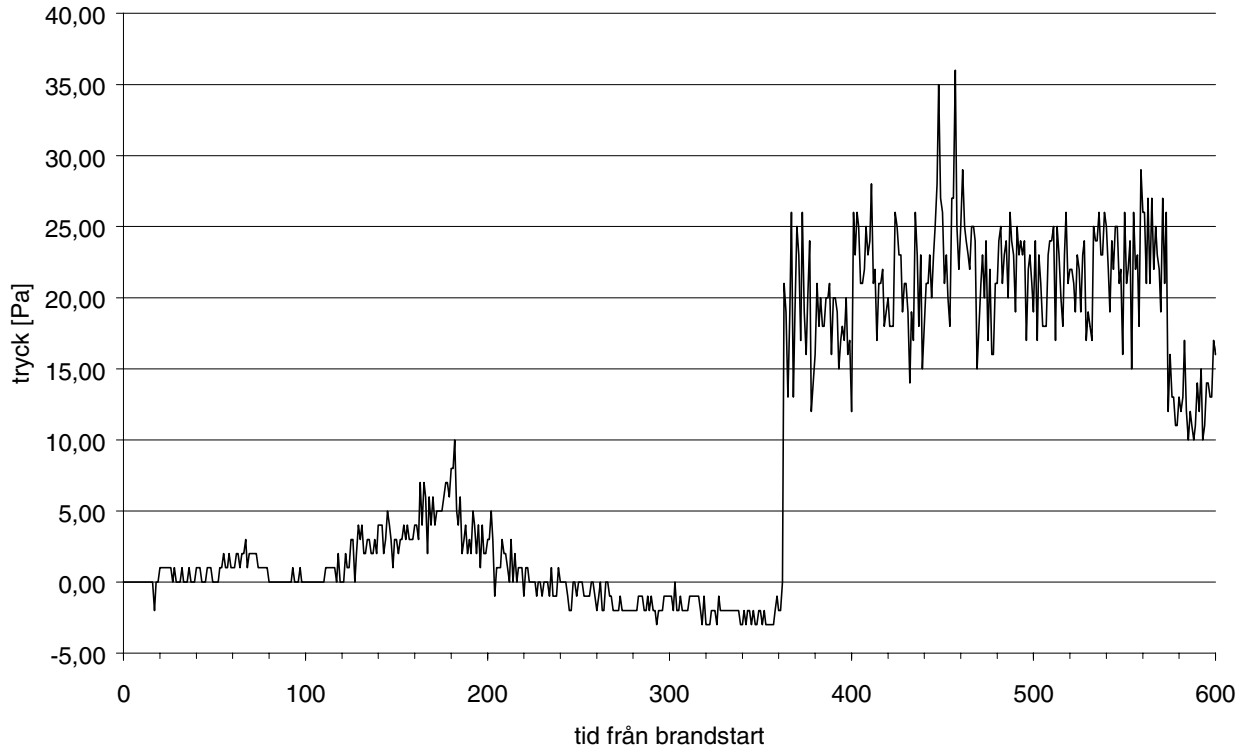


19. Angrepp genom trapphusdörr, endast trapphusdörr öppen, övertrycksventilation, flöde cirka 35 l/min.

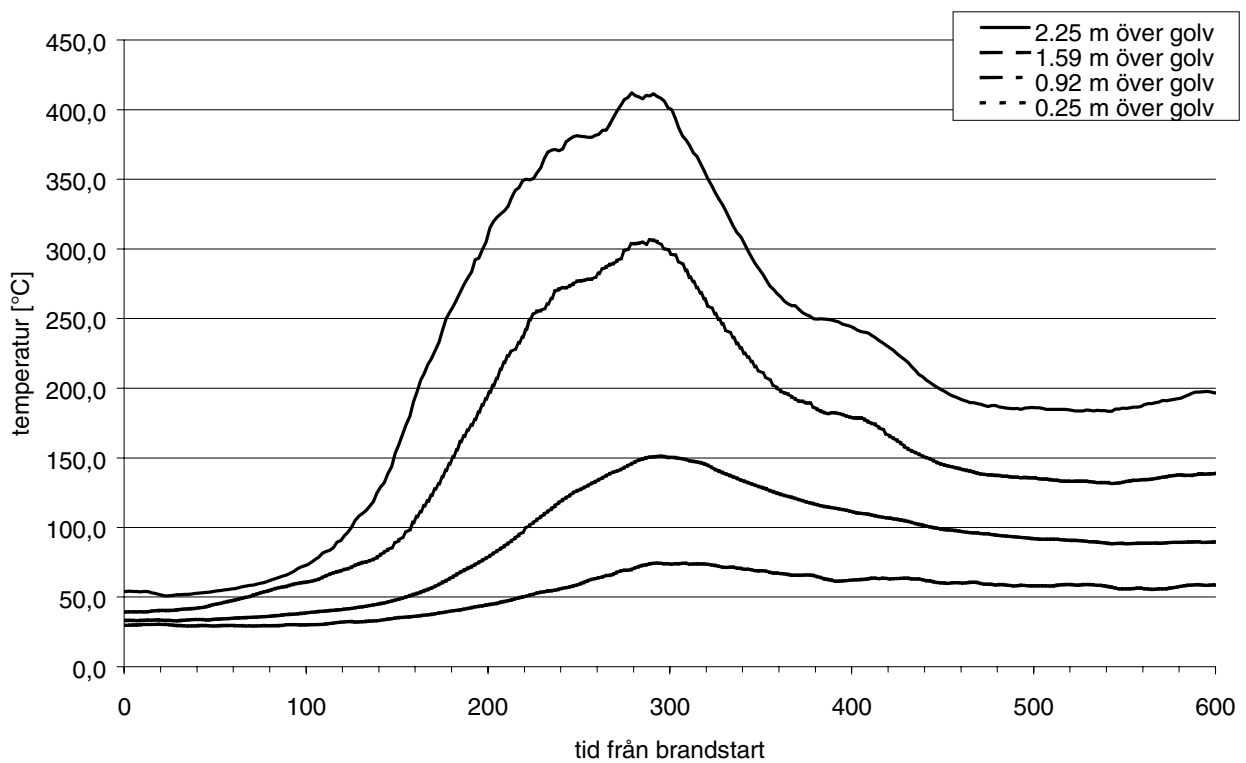
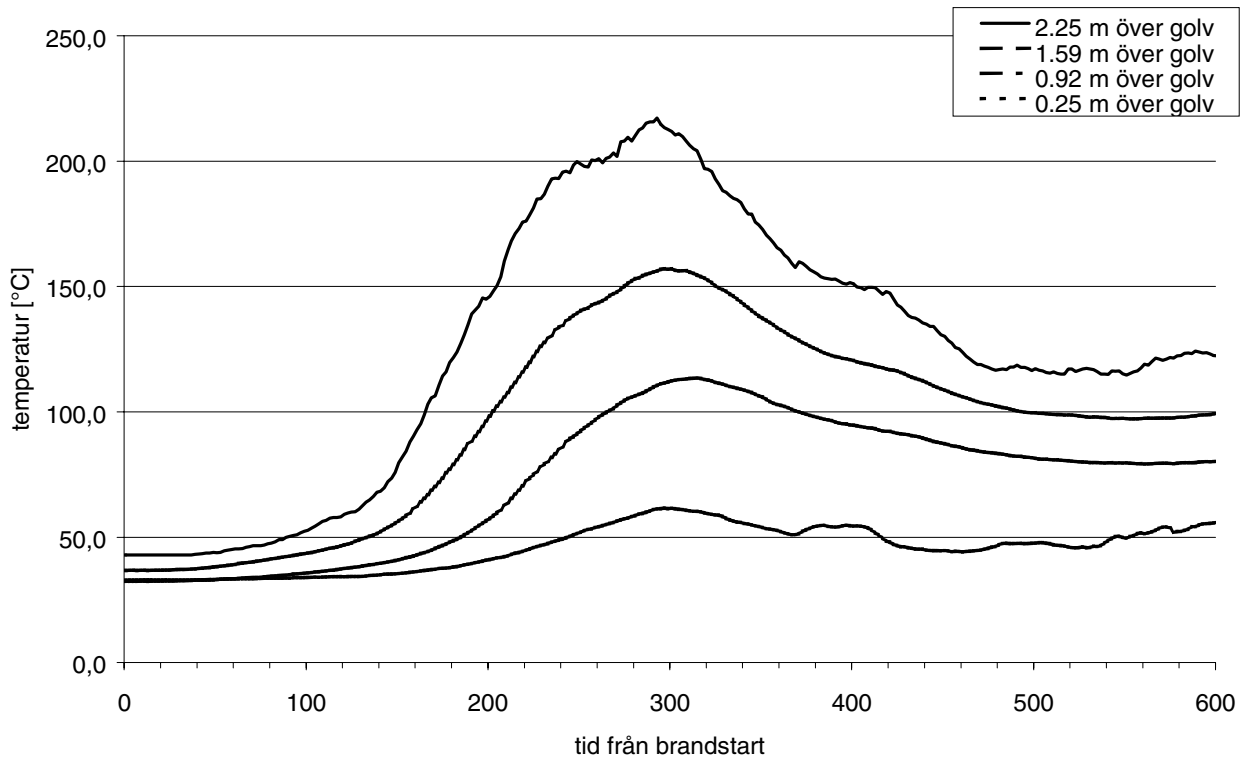


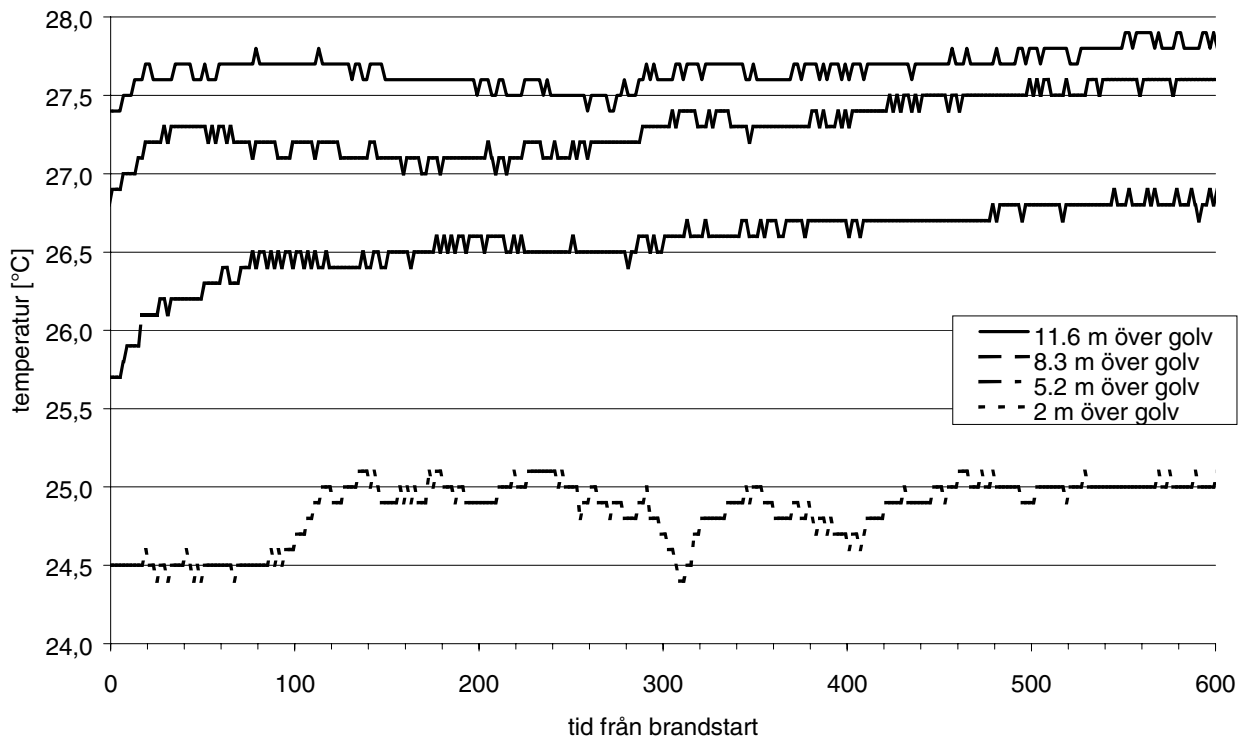
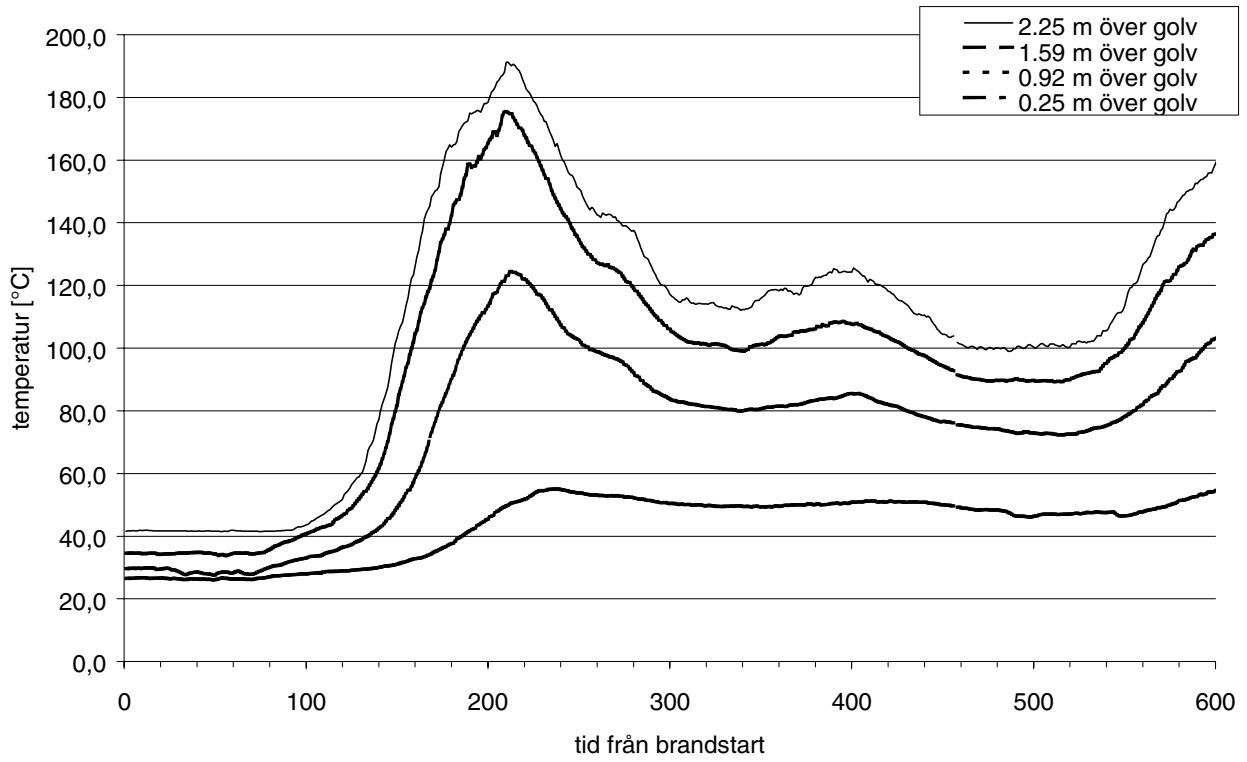


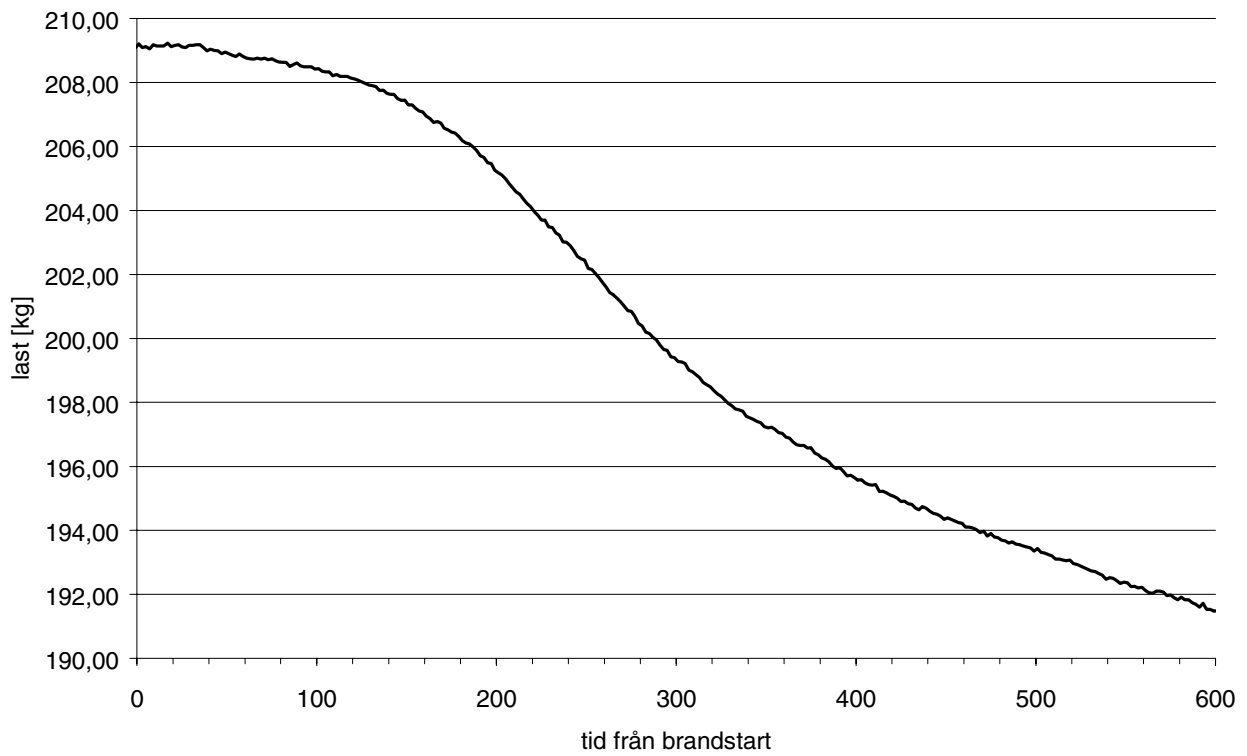
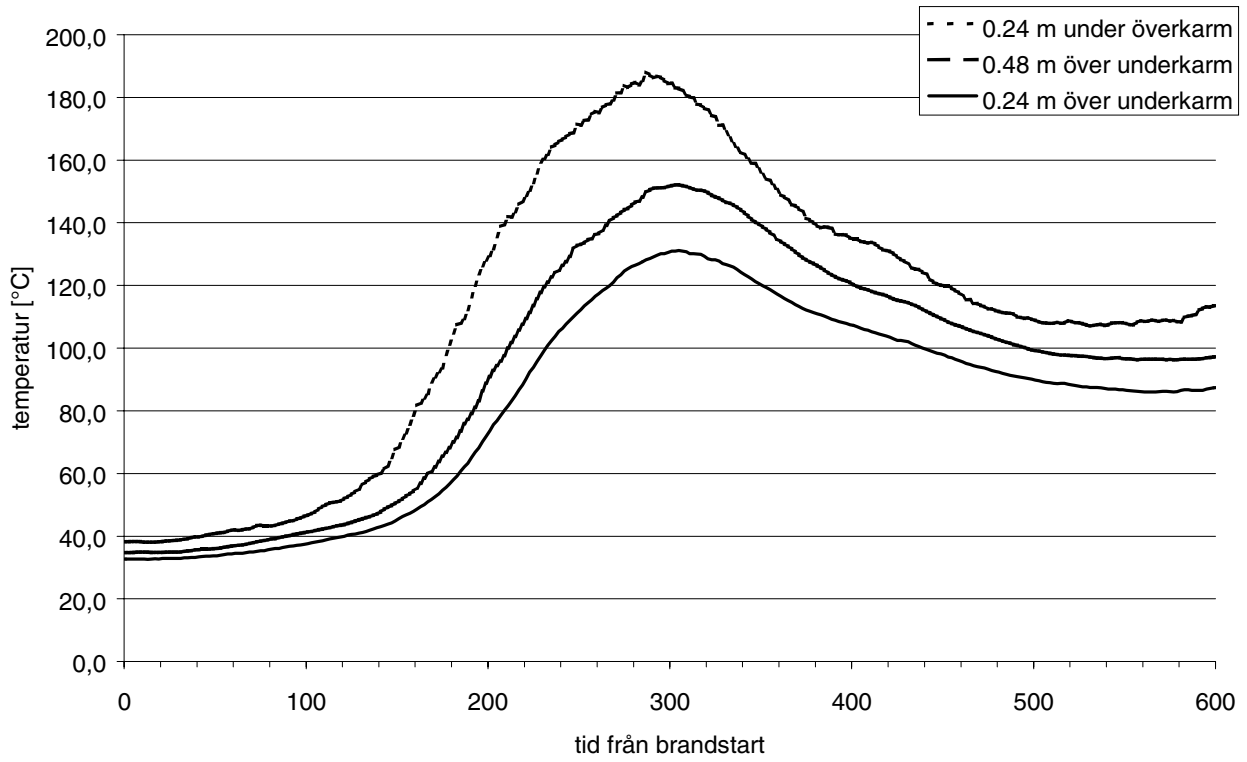


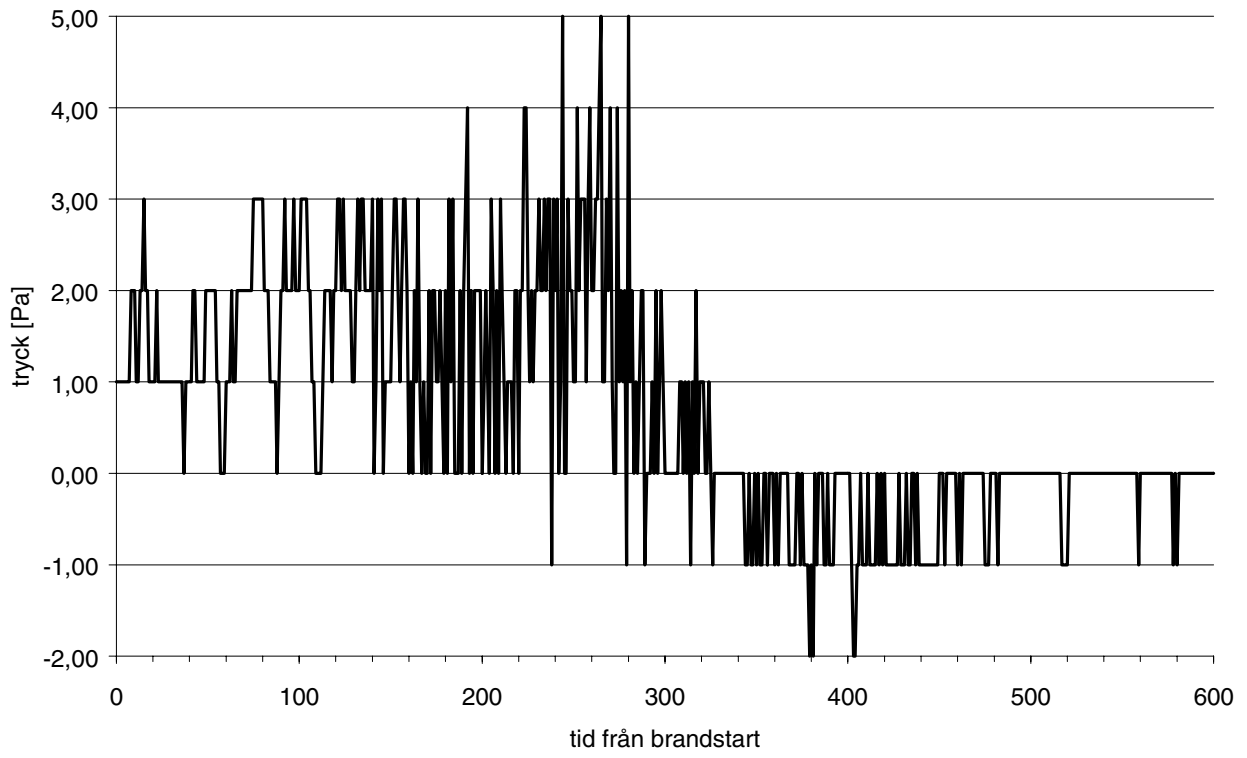


20. Inget angrepp, trapphusdörr och fönster stängt, endast dämpning av branden, flöde cirka 40 l/min.









Räddningsverket, 651 80 Karlstad
Telefon 054-13 50 00, telefax 054-13 56 00

Beställningsnummer P21-380/01. Telefax 054-13 56 05, telefon 054-13 57 10
ISBN 91-7253-123-1