

Belastningsstudier av rökdykning vid extrem strålningsvärme

Belastningsstudier av rökdykning vid extrem strålningsvärme

Rapporten har utarbetats av

Ingvar Holmér, Désirée Gavhed, Eva Karlsson, Kalev Kuklane och Håkan Nilsson. Arbetslivsinstitutet, Enheten för ergonomi och psykologi.

Författarna svarar för innehållet i rapporten

Räddningsverkets kontaktperson:

Dan Carlsson, Räddningstjänstavdelningen, Enheten för metod och teknik,
tel direkt 054-10 42 13, växel 054-10 40 00

1997 Räddningsverket, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen
ISBN 91-88891-02-X

Beställningsnummer P21-202/97
1997 års utgåva

Innehållsförteckning

INLEDNING	1
SKYDDSVERKAN AV BRANDDRÄKT VID EXPONERING FÖR KORTVARIG, EXTREM HETTA	2
Bakgrund	2
Testmetod för personförsök	2
Försökspersoner	3
Mätmetoder	4
Resultat och diskussion	5
FYSISKA ARBETSKRAV VID ÖVNING PÅ ÖVNINGSFÄLT	9
Bakgrund	9
Metoder och uppläggning	9
Resultat och diskussion	9
FYSIOLOGISKA REAKTIONER VID KOMBINERAD FÖRFLYTTNING UTOMHUS OCH CONTAINERTEST MED EXTREM VÄRME	16
Bakgrund	16
Test	16
Försökspersoner	16
Metoder	17
Resultat och diskussion	18
SAMMANFATTANDE DISKUSSION	26
SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	26
SAMMANFATTNING	27
SUMMARY	27

Inledning

Vid brandsläckningsarbete är exponering för extrem hetta vanlig. Detta gäller framför allt vid förekomst av strålningsvärme. Framgångsrik brandsläckning och brandmannens säkerhet är mycket beroende av rationella arbetsmetoder och effektiva skyddsåtgärder. För en bedömning av skyddsbehov krävs en ingående kännedom om de klimatförhållanden som kan uppkomma vid olika former av rökdykning. På likartat sätt kan dräktsystemets skyddsverkan bedömas utifrån realistiska test. Flera sådana tester finns framtagna på internationell nivå. En ytterligare faktor som bestämmer rökdykarens belastning och kapacitet är det fysiska arbete som utförs under rökdykningen.

Föreliggande undersökning har genomförts för att bedöma den metod för persontester i stark strålningsvärme som utarbetades som förslag inom ISO TC94/SC13 arbetsgrupp 4. Mer specifikt har syftet varit att

1. bestämma den fysiologiska belastningen vid rökdykning under extrem strålningsvärme
2. bedöma risk och användbarhet av ett så kallat container test för dräktprovning
3. bestämma fysisk belastning vid övning i rökövningshus
4. föreslå och validera ett modifierat containertest för övnings- och utbildningsändamål

Undersökningen har genomförts i tre olika delstudier, som rapporteras var för sig i det följande.

En diskussion med generella slutsatser och rekommendationer avslutar denna rapport.

Undersökningen har genomförts på uppdrag av Räddningsverket.

Undersökningsarbetet har skett i nära samarbete med Dan Carlsson, Räddningsverket och medicine doktor Anders Holmström, Lidingö som svarat för bland annat medicinsk övervakning. Värdefulla och uppskattade insatser har också gjorts av chefer och personal vid räddningstjänsterna i Håbo, Skövde och Karlstad. Utan de deltagande brandmännens uppoffrande och tålmodiga insatser hade undersökningen inte varit möjlig.

Skyddsverkan av branddräkt vid exponering för kortvarig, extrem hetta

Bakgrund

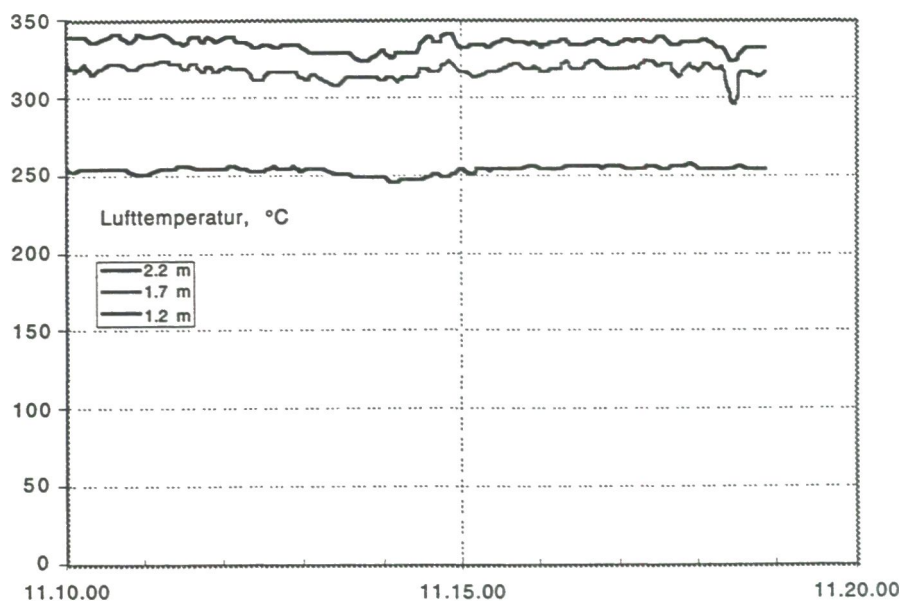
Brandmännens skyddsklädsel måste genomgå ett antal tekniska tester för att värdera dess skyddsförmåga mot bestämda typer av risker i värme.

I vissa tester har personförsök med skyddskläder föreskrivits för att bedöma mer komplexa funktioner hos skyddskläderna. Sådana test används för att utvärdera räddningsdräktens totala skyddsfunktion.

Denna delundersökning genomfördes med syfte att validera det förslag till testprocedur som tagits fram inom ISO TC94/SC13/WG4. Testet relevans och användbarhet bedömdes i förhållande till den sammanhängande fysiologiska belastningen på försökspersonerna.

Testmetod för personförsök

Testmetoden är beskriven i detalj i ISO TC94/SC13/WG4 arbetsdokument N178R. Kortfattat består exponeringen av en serie moment av standardiserade rörelser och kroppsställningar som ska genomföras under 5 minuter i värme. Exponeringen sker i en kammare som upphettas med hjälp av två propangasolbrännare: en avskärmad och en utan avskärmning för att skapa värmebelastning genom strålning. Den total effekten på respektive brännare är reglerbar. I kammaren skapades en vertikal lufttemperaturgradient med 250 °C vid 1.2 m, 320 °C vid 1.7 m och 340 °C vid 2.2 m från golvs yta. Om väggar och golv i containern antas ha en genomsnittlig yttemperatur på 200 °C motsvarar detta en strålning belastning på individen motsvarande cirka 1500 W/m². En typisk temperaturprofil visas i figur 1-1.



Figur 1-1. Lufttemperatur profil i testkammaren.

I kammaren utförde försöksperson nedanstående aktiviteter:

30 s	stående
15 s	sittande på knä
15 s	stående på en upphöjning (ca 30 cm)
30 s	liggande på golvet
15 s	stående på en upphöjning (ca 15 cm)
30 s	sittande på knä
30 s	stående (vändning efter 15 s)
30 s	sittande på knä
15 s	stående på en upphöjning(ca 15 cm)
30 s	liggande på golvet
15 s	stående på en upphöjning (ca 30 cm)
15 s	sittande på knä
30 s	stående

Båda gasbrännarna är placerade på ena sidan av kammaren och aktivitetsområdet är längs den andra sidan. Under de första 2,5 minuterna kommer strålningen således från vänster (med mer strålningsvärme i slutet av området). Försökspersonerna vänder sig där och börjar röra sig tillbaka i samma område under upprepning av de givna aktiviteterna.

Försökspersonerna hade standardklädsel för brandmän (RB90). De använde en luftapparat (AGA Divator). Utrustningens totala vikt var 20-25 kg. Uppsättningen visas i Figur 1-2.



Figur 1-2. Bild av brandmannens dräkt och utrustning vilka användes under försöket.

Försökspersoner

Totalt 18 personer deltog i försöket; 16 av dem var utbildade brandmän och två var anställda vid forskningslaboratoriet. Försökspersonsdata visas i Tabell 1-1.

Tabell 1-1. Medelvärden, variation samt min och maxvärden för ålder, vikt och längd på de 18 försökspersonerna.

	Ålder	Vikt	Längd
Medel	36	82	180
SD	12	7	4
Min	22	72	171
Max	58	99	187

En läkare och en sjuksköterska var alltid på plats för att övervaka försökspersonerna under värmeexponeringen och för att behandla eventuella olycksfall. Inga olycksfall inträffade under försöken.

Mätmetoder

I ett förberedelserum utrustades försökspersoner med 4 temperaturgivare (termistorer), vilka fästes på huden med kirurgisk tejp (Blendderm). En datalogger (TinyTalk) per termistor placerades under försökspersonens klädsel. Dessa programmerades i förväg och registrerade temperaturvärden varje sekund. Sensorer placerades på utsidan av överarmen/axeln (vänster och höger) och på vaden (vänster och höger). Hjärtfrekvensen mättes var 5:e sekund med en Sporttester (Polar Electronics).

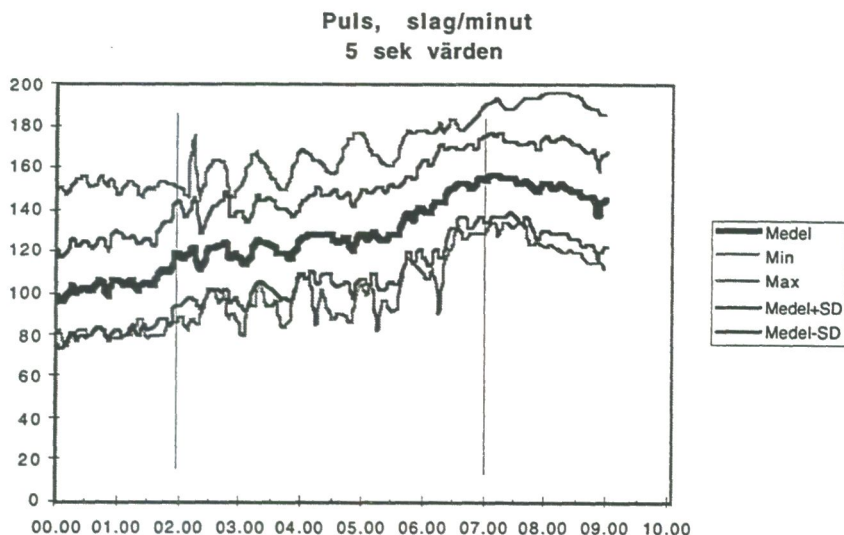
Försökspersoner fick skatta sin temperatur- och smärtupplevelse en minut före, i mitten av (efter 2,5 minuter inne i kammaren) och strax efter exponeringen (ca 5 minuter efter början). Detta skedde via kommunikationsradio. Bedömningsskalorna visades före försöken (Tabell 1-2).

Tabell 1-2. Bedömningsskalor för temperatur-, smärt- och ansträngningsupplevelse.

	0	ingen smärta alls	6	ingen ansträngning alls
+ 4 mycket, mycket varm	1		7	extremt lätt
+ 3 mycket varm	2		8	
+ 2 varm	3		9	mycket lätt
+ 1 något varm	4		10	
0 neutral	5		11	ganska lätt
- 1 något kall	6		12	
- 2 kall	7		13	något ansträngande
- 3 mycket kall	8		14	
- 4 mycket, mycket kall	9		15	ansträngande
	10	outhärdlig smärta	16	
			17	mycket ansträngande
			18	
			19	extremt ansträngande
			20	maximal ansträngning

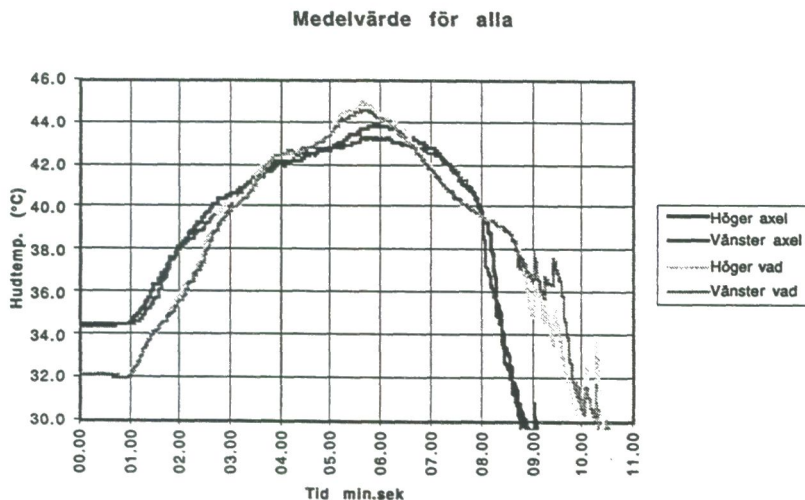
Resultat och diskussion

Hjärtfrekvensen visas i figur 1-3. Medelvärdet för 18 personer över mätperioden visas med tjock linje. De individuella variationerna var stora. Det illustreras av två linjer som representerar medelvärdet plus och minus en standardavvikelse. I figuren visas också värdena hos de personer som hade högst respektive lägst hjärtfrekvens. I slutet av exponeringen uppnådde de 190 respektive 125 slag per minut.

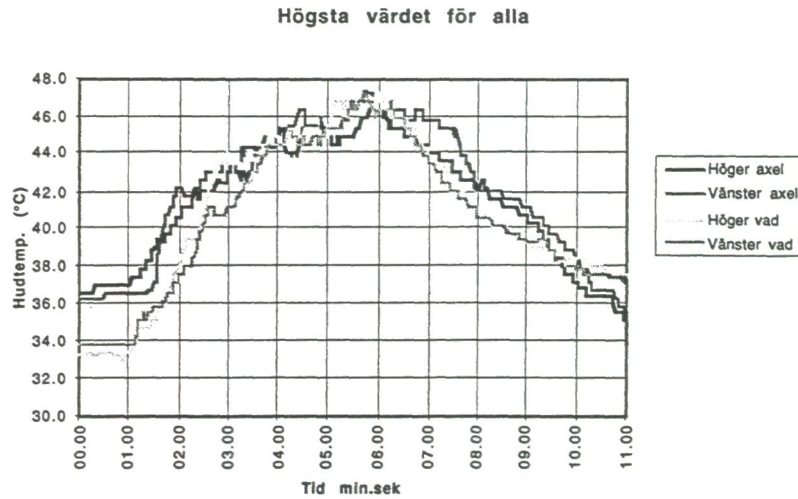


Figur 1-3. Hjärtfrekvens under försöken.

Figur 1-4 visar den genomsnittliga hudtemperaturen för alla försökspersoner från de fyra mätpunkterna. Hudtemperaturen ökade och minskade beroende på aktivitet och position i förhållande till gasolbrännarna i kammaren. Till vändpunkten hade hudtemperaturen stigit upp till 41–42 °C. På väg tillbaka påverkade strålningskällan den högra sidan hos försökspersonerna, som därför fick något högre temperatur än den vänstra. Nära slutet av exponeringen steg hudtemperaturen upp till 45 °C i de flesta försöken och i några fall överstegs denna temperatur, särskilt ofta på höger vad. Man ser också tydligt på diagrammen att givarens placering hade stor betydelse. Klädselns storlek, passning och antal skikt ovan givaren spelar också in.



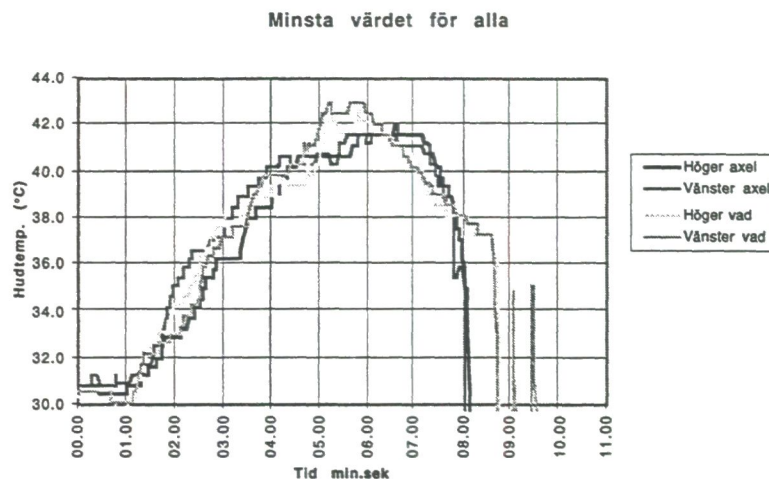
Figur 1-4. Medelhudtemperatur av alla fyra mätpunkter.
Exponeringstid var mellan minut 1 och 6.



Figur 1-5. De högsta värdena av hudtemperatur i fyra mätpunkter.
Exponeringstid var mellan minut 1 och 6.

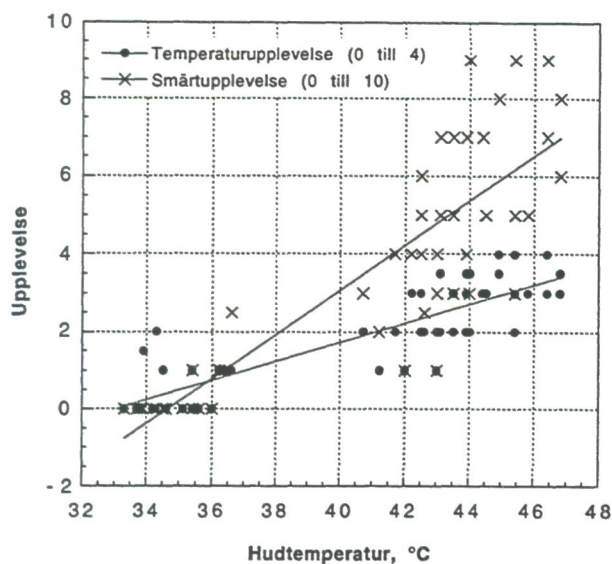
De högsta registrerade temperaturerna på de fyra mätpunkterna från samtliga försökspersoner visas i figur 1-5. Man kan tydligt se att temperaturen översteg 45 °C i mer än en minut hos några personer. En hudtemperatur på 45 °C anses som smärigräns och resultaten från de subjektiva bedömningarna bekräftade detta.

Kurvor för de uppmätta lägsta temperaturerna visas i figur 1-6. Hudtemperaturen hos dessa försökspersoner översteg inte 42-43 °C.



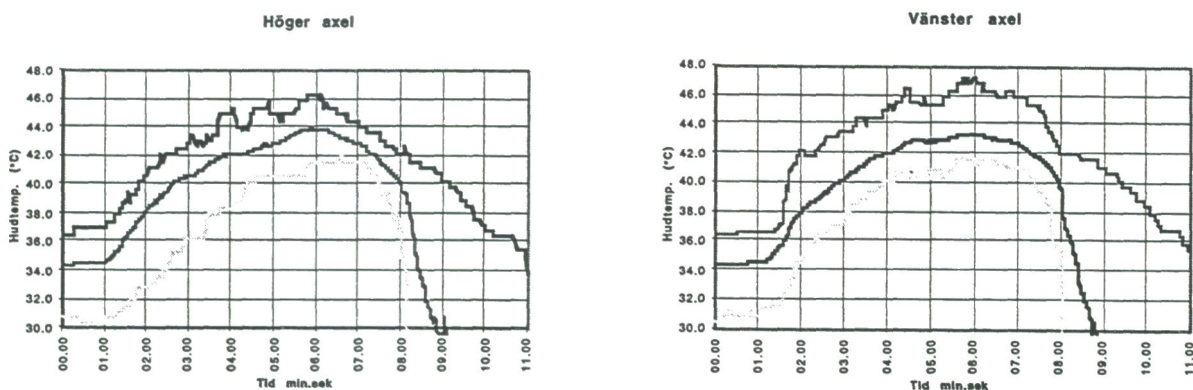
Figur 1-6. De lägsta värdena av hudtemperatur i fyra mätpunkter.
Exponeringstid var mellan minut 1 och 6.

I figur 1-7 visas sambandet mellan hudtemperatur och subjektiva bedömningar. Sambandet är gott. Skattningarna av temperatur och smärta uppvisade en betydande individuell spridning - variationsvidden i slutet av exponeringen var +2 till +4 för temperaturupplevelse och 3-9 för smärta. Många försökspersoner uppgav sin skattning strax efter test (omedelbart utanför värmekammaren). Smärtbedömningarna kunde sannolikt ha varit ännu högre om skattningarna getts strax före exponeringens slut.

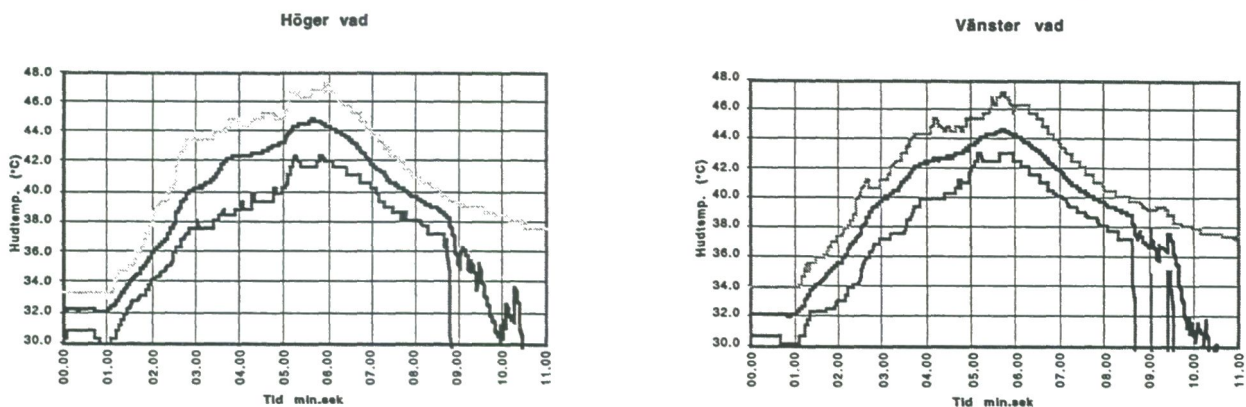


Figur 1-7. Samband mellan hudtemperatur och upplevd temperatur/smärta.

Figur 1-8 till 1-11 visar medelhudtemperaturen på de fyra olika mätpunkterna. De övre och nedre kurvorna visar maximala och minimala värdena i varje tidpunkt, dvs. alla försökspersonernas hudtemperatur låg däremellan.

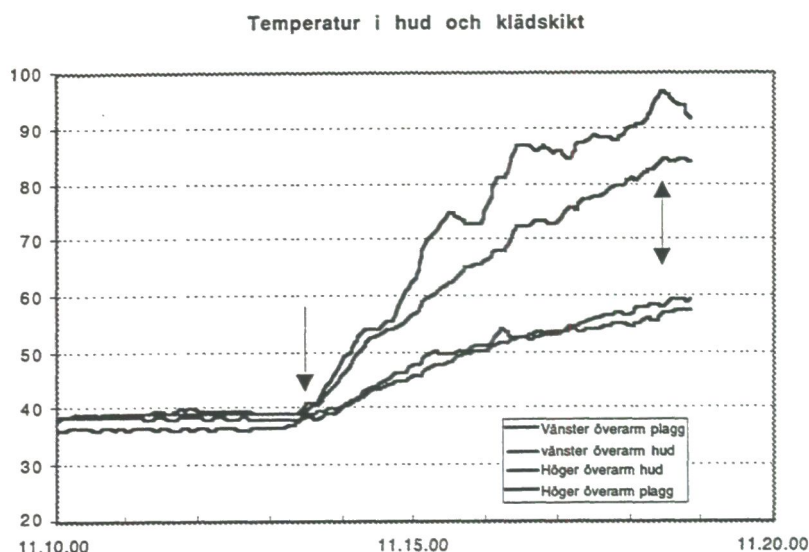


Figur 1-8 och 1-9. Hudtemperatur på höger och vänster axel. Medel, högsta och lägsta värden.



Figur 1-10 och 1-11. Hudtemperatur på höger och vänster vad. Medel, högsta och lägsta värden.

Figur 1-12 visar genomsnittlig hudtemperatur från alla försökspersoner i de fyra mätpunkterna, mätt med Räddningstjänstens mätutrustning. Dessa temperatursensorer mätte inte den riktiga hudtemperaturen (jämför med Figur 1-9 och 1-10), beroende på att de inte hade direkt kontakt med huden. De andra två sensorerna visade temperaturförändringar på underklädernas yta.



Figur 1-12. Temperaturer som mättes med standardutrustning. Pilar visar exponeringstider. Medelvärden av alla försökspersoner.

Sammanfattningsvis resulterade testet i en hög fysiologisk belastning. En betydande del av ökningen i hjärtfrekvensen hos några försökspersoner berodde troligen på mental belastning beroende på exponeringens natur. Stressen minskas med ökad erfarenhet, vilket troligen är den viktigaste förklaringen till de uppmätta individuella skillnaderna. De lokala temperaturerna var höga och smärtgränsen överstegs hos många försökspersoner. Värdena korrelerade väl med upplevd smärta hos de flesta försökspersonerna.

Som en test för en helhetsbedömning av det termiska skyddet av brandmansdräkter, visade sig testet vara tillräckligt belastande och känsligt nog att avslöja svagheter i klädsystemens konstruktion. Testet kan med de precisa instruktioner för kontroll och övervakning som framtagits, vara lämpligt och användbart som ett screeningtest för skyddsutrustning. Den lokala värmepåverkan kan bli mycket stor. Det är därför viktigt att instruktionerna följs. Särskilt gäller detta att testet ska avbrytas när personen upplever smärta eller annan outhärdlig belastning. Vidare betonas kraven på kontinuerlig övervakning av exponerade personer, akut beredskap för assistans, instruktioner om testets uppläggning och genomförande mm. Testet bedöms ge värdefull träning och erfarenhet genom direkt återkoppling av svagheter och ofullständig funktion hos provade dräktsystem.

Fysiska arbetskrav vid övning på övningsfält

Bakgrund

En viktig källa till belastning utgör det fysiska arbete som rökdykaren utför. Detta arbete ökas också på grund av den burna utrustningens vikt - ofta 15-25 kg. Det fysiska arbetet kan bestämmas genom bestämning av den effekt som rökdykaren måste producera genom sitt muskelarbete.

Syftet med mätningarna i denna delstudie var att bestämma fysiska krav och motsvarande fysiologisk belastning på rökdykare i samband med olika övningsmoment i rökhus.

Metoder och uppläggning

Totalt gjordes mätningar på 15 personer. Samtliga var rökdykare från olika kårer inom räddningstjänsten. En beskrivning av personerna finns i tabellen nedan. Tabell 2-1 anger medelvärdet, en standardavvikelse, lägsta samt högsta värdet bland personerna.

Tabell 2-1. Data på försökspersoner.

Personer	Ålder	Längd cm	Vikt kg	Tid på banan min
Medelvärde	34,9	183	81,9	22:17
1 SD	8,3	6	8,2	2:85
Min	22	173	71	16:30
Max	54	195	99	28:00

Övningen genomfördes på övningsfältet vid räddningstjänsten i Skövde som en del i brandmannautbildningen ("gula banan"). En beskrivning av övningen återfinns i bilaga 1. Personen utrustades med full larmutrustning.

Mätningarna avsåg bestämning av de fysiska kraven i samband med de olika arbetsmoment som ingår i övningen.

Personen utrustades med en Sporttester (Polar Electronics, Kempele, Finland) för bestämning av hjärtfrekvens. I stället för helmask bar personen en halvmask kopplat till en gasanalysutrustning (Metamax, Cortex, Tyskland). Denna utrustning registrerade respiratoriska variabler under hela övningen. Dessutom fick personen skatta ansträngningsgraden med hjälp av RPE-skalan (se bilaga).

Varje person genomförde arbetsmomenten på övningsfältet så snabbt han kunde. Tiden för att fullborda övningen var cirka 22 minuter med en variation mellan 16 och 28 minuter. Merparten av personerna gjorde övningen i marschfart (ca 4 km/tim), medan fyra personer gick betydligt snabbare.

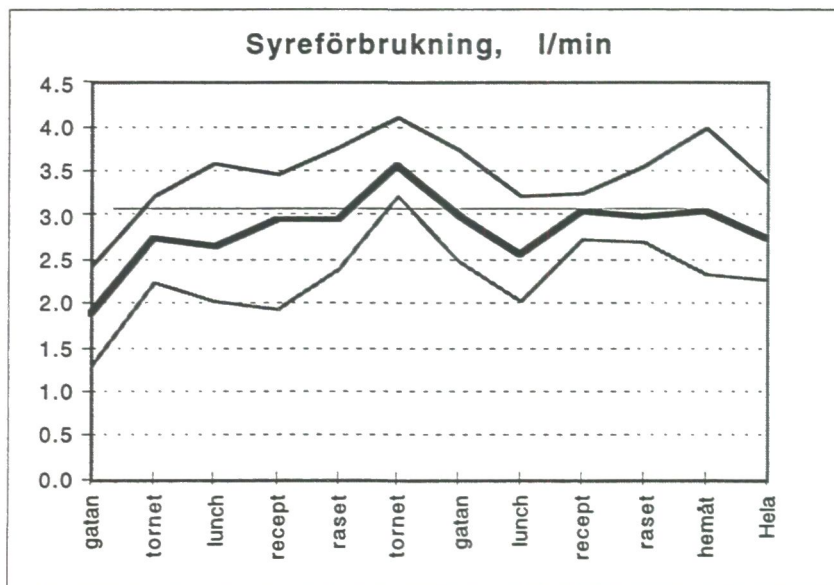
Resultat och diskussion

Figur 2-1 redovisar den uppmätta syreupptagningen för de olika arbetsmomenten. Mittenkurvan anger medelvärdet för hela gruppen på 15 personer. Den övre och undre kurvan anger värdena för personerna med lägsta respektive högsta värden i gruppen. Mellan dessa båda kurvor återfinns således samtliga 15 personer.

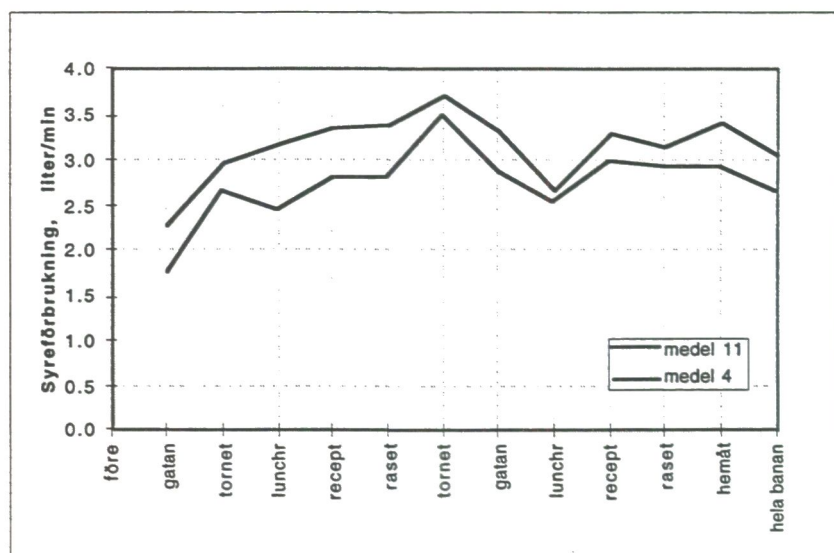
Den genomsnittliga syreförbrukningen under hela övningen (22 minuter) var 2,75 l/min (heldragen linje) med 3,5 l/min som högsta medelvärde för någon övning ("tornet"). Det individuellt högsta värdet för något moment var 4,1 l/min. Denne person hade också det högsta genomsnittet för hela övningen 3,37 l/min.

Värdena i figur 2-1 avspeglar en stor variation i energikrav vid "samma" arbetsmoment. Den kan förklaras av att en stor del av arbetstyngden bestäms av förflyttad kroppsmassa och burens utrustning. Energitravet kommer därför att bli större för större (tyngre) personer, särskilt vid vertikala förflyttningar (stegar, trappor). Variationen beror emellertid också på två andra viktiga faktorer; arbetshastighet (intensitet) och teknik. Energitravet ökar starkt när arbete utförs snabbare. En effektiv arbetsteknik innebär lägre energikostnad för givet arbete. Kroppsstorlek är en individvariabel som kan påverkas i begränsad utsträckning (övervikt kan dock reduceras). Däremot kan utrustningens vikt reduceras (ex vis Spirolite) och arbetsteknik tränas så att intensitet och teknik optimeras.

En annan viktig bestämmande faktor för energitravet utgör externa arbetsuppgifter (utöver egen förflyttning). Det tyngsta av detta torde gälla transport/lyft av skadade personer. Detta moment kan påverkas framför allt genom lyft- och bärteknik.



Figur 2-1. Uppmätt syreförbrukning som medelvärde för alla personer (grova linjen). Den övre och undre linjen anger värdena för personen med högst respektive lägst syreförbrukning under de olika momenten.



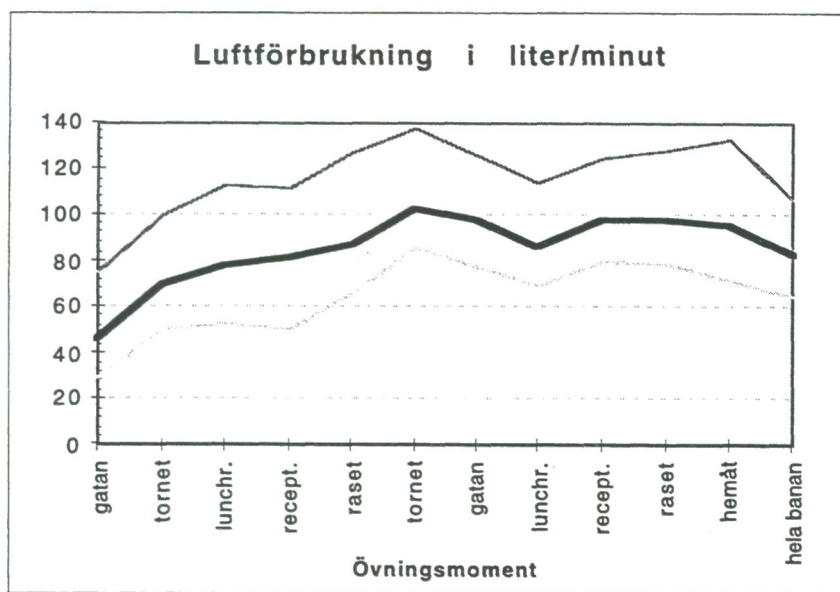
Figur 2-2. Uppmätt syreförbrukning som medelvärde för 11 personer med tider över 20 minuter samt 4 personer med tider under 20 minuter.

Syreförbrukningen var 0,2-0,7 l/min högre i medeltal för de fyra personer som tog sig igenom banan på mindre än 20 minuter (medeltid: 18 min 36 sek). Övriga 11 personer använde i genomsnitt 23 min och 30 sek (figur 2-2).

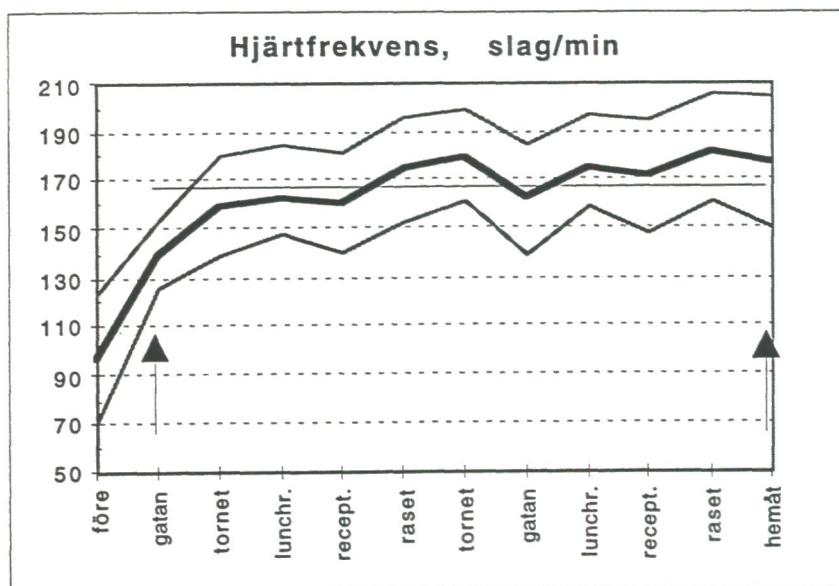
I figur 2-3 anges mängden förbrukad luft i liter/minut under de olika momenten. Personen andas denna mängd luft för att tillgodose syrgasbehovet enligt ovan. Genomsnittet för hela övningen anges som sista värde på x-axeln ("hela banan"). Multipliceras detta värde med arbetstiden kan den totalt förbrukade luftmängden bestämmas. Med en genomsnittlig arbetstid på cirka 22 minuter erhålls en totalmängd förbrukad luft på cirka 1800 liter ($\approx 1,8$ kg luft).

I figur 2-4 visas hjärtfrekvensen (puls) under övningen. Linjen i mitten anger gruppens medelvärde, medan övre och undre kurvan anger högsta resp lägsta värde hos någon person under respektive moment. Den rätta linjen anger medelvärdet för alla under hela övningen - 168 slag/min (pil till pil). Under sammanlagt 40 av 165 arbetsmoment överskreds värdet 180 slag/min av totalt 10 personer (av 15) vid ett eller flera tillfällen.

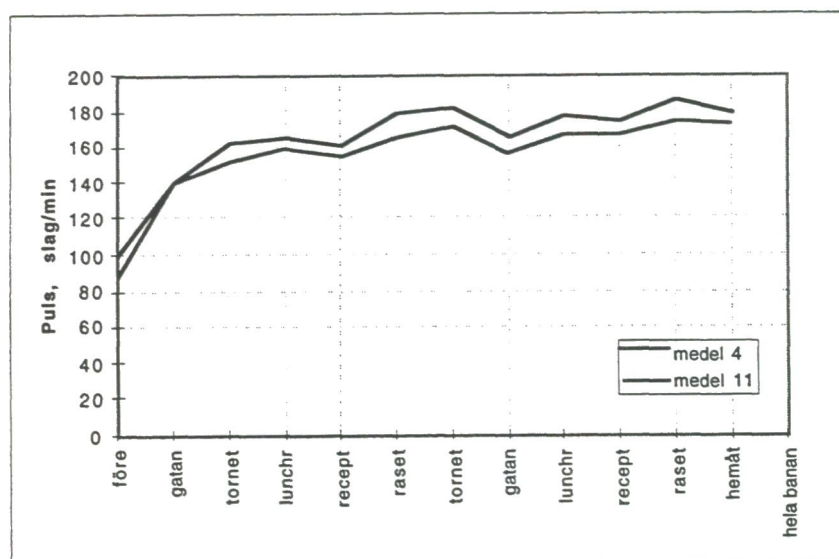
Pulsen stiger snabbt under övningens inledande moment och kvarliggjer på en hög nivå under resten av övningen. De olika arbetsmomenten ger en viss variation i belastningen på denna höga nivå. De högsta pulsvärdena uppnåddes under moment "tornet", andra etappen, samt under de avslutande två momenten. Dessa pulstoppar sammanfaller med de högsta syreförbrukningsvärdena (se figur 2-1).



Figur 2-3. Uppmätt luftförbrukning som medelvärde för alla personer (grova linjen). Den övre och undre linjen anger värdena för personen med högst respektive lägst luftförbrukning under de olika momenten.



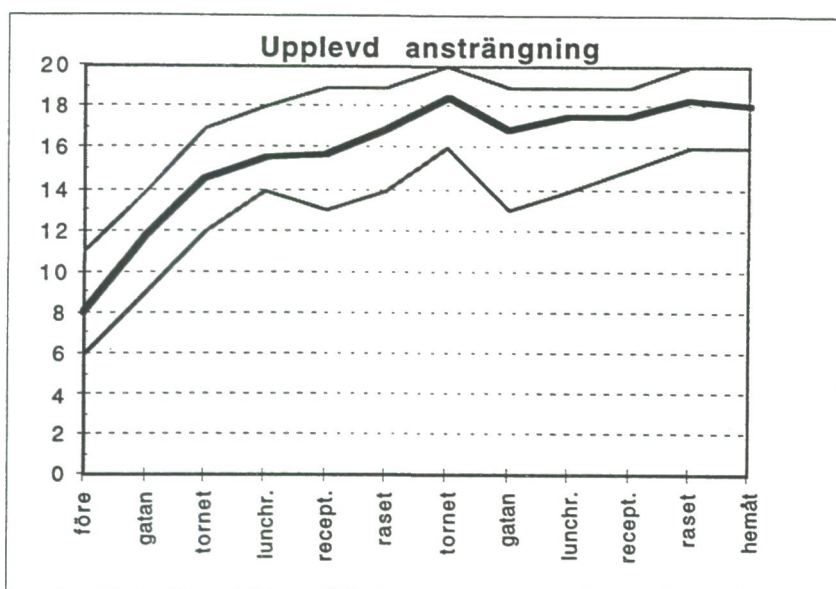
Figur 2-4. Uppmätt hjärtfrekvens som medelvärde för alla personer (grova linjen). Den övre och undre linjen anger värdena för personen med högst respektive lägst hjärtfrekvens under de olika momenten.



Figur 2-5. Uppmätt hjärtfrekvens som medelvärde för de 11 personer som gick banan över 20 min och de fyra som gick under 20 min.

På samma sätt som för syreförbrukningen hade de fyra personer som gick banan under 20 minuter i genomsnitt högre puls under alla momenten (figur 2-5).

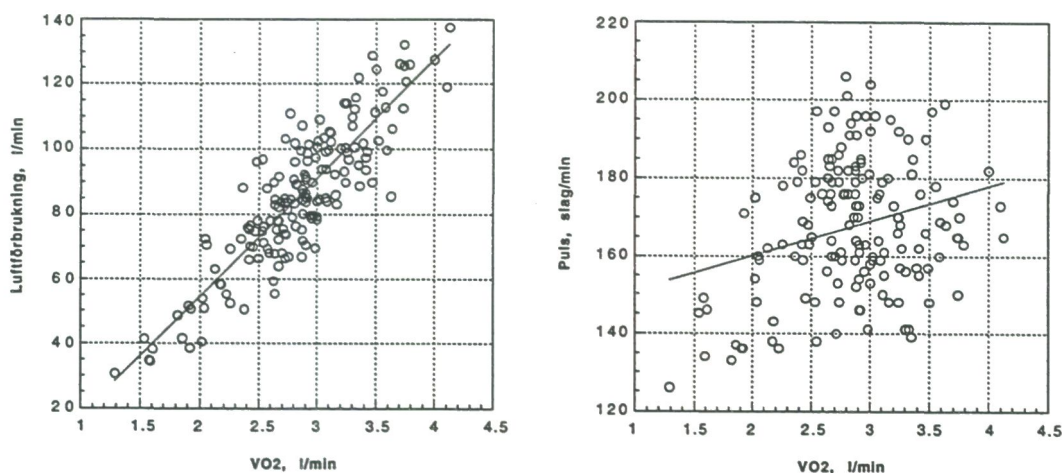
I figur 2-6 anges den skattade ansträngningsgraden. Ansträngningen motsvarar i medeltal "ansträngande" redan efter det andra momentet "tornet" och stiger sedan till en nivå kring cirka 18 ("mycket ansträngande") under resten av övningen (jämför tabell 1-2, sidan 5). Den individuella variationen avspeglar de bakomliggande skillnaderna i belastning.



Figur 2-6. Upplevd ansträngning som medelvärde för alla personer (grova linjen). Den övre och undre linjen anger värdena för personen med högst respektive lägst ansträngning under de olika momenten.

I figur 2-7a redovisas sambandet mellan luftförbrukning och syreupptag. Sambandet är som förväntat starkt. Ju mer syrgas som omsätts desto mer luft måste förbrukas. Variationen orsakas främst av att personerna dels har olika andningsmönster, dels arbetar mer eller mindre nära sin maximala kapacitet. I båda fallen påverkas förbrukad luftmängd per liter syrgas.

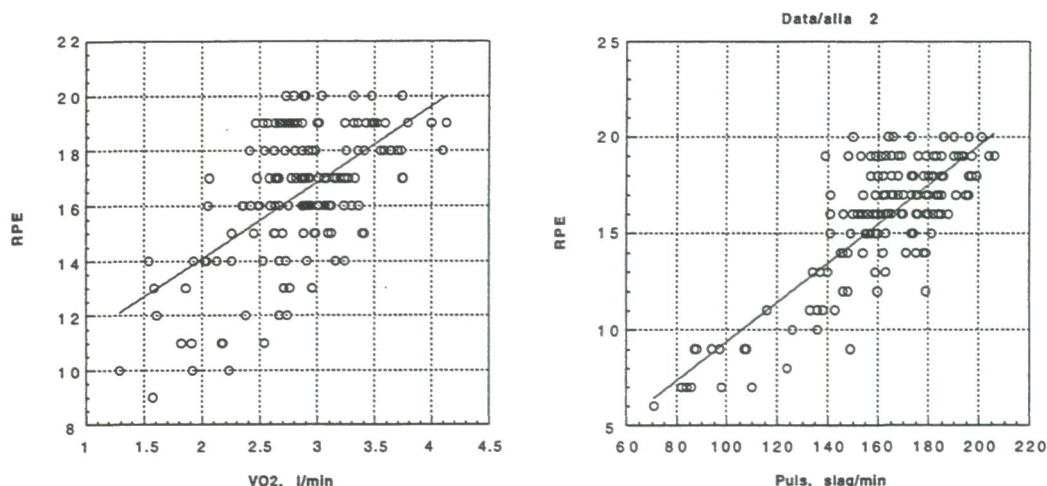
Figur 2-7b anger sambandet mellan puls och syreupptag. Pulsen avspeglar den fysiologiska belastningen vid ett givet energikrav (syreupptag). Detta samband är individuellt. Den stora variationen avspeglar dels variationen i maximal syreupptagningsförmåga, dels olikheter i energikrav vid givet arbetsmoment.



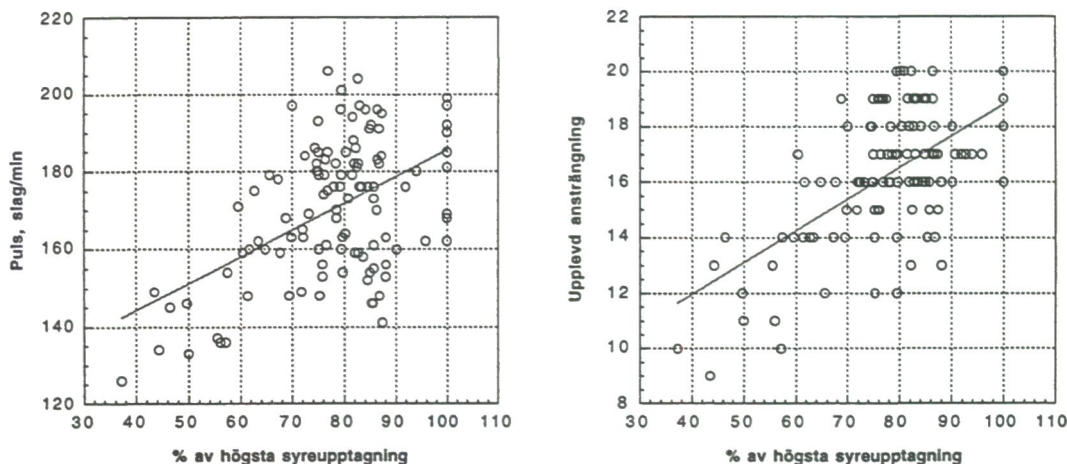
Figur 2-7a och b. Samband mellan syreförbrukning och luftförbrukning respektive puls.

Figur 2-8a och 2-8b visar sambandet mellan upplevd ansträngning (RPE) och energikrav (VO_2) respektive puls. Båda sambanden är förväntade och starka. Den individuella variationen är dock stor

men minskar i relation till pulsen. Den torde minska ytterligare om hänsyn tas till skillnader i maximal puls hos personerna.



Figur 2-8a och b. Samband mellan upplevd ansträngning och syreförbrukning respektive puls.



Figur 2-9a och b. Samband mellan puls resp upplevd ansträngning i förhållande till relativ belastning (uttryckt som % av högsta syreupptagning).

Genom att för varje person beräkna den relativa arbetsbelastningen erhålls en klarare bild av samband mellan krav och belastning (figur 2-9a och b). Den relativa arbetsbelastningen har uttryckts som procent av den högst uppmätta syreförbrukningen, vilket för alla personer var vid tornet andra gången (se figur 2-1). Som synes i figur 2-9a uppvisar pulsen ett bättre samband med relativ belastning än med absolut belastning (figur 2-7b). På samma sätt var den upplevda ansträngningen något bättre korrelerad med relativ belastning (jämför figur 2-8a och 2-9b). Det är viktigt att påpeka att flera andra faktorer påverkar såväl puls som upplevelse, varför stor individuell variation fortfarande kvarstår. Referensramarna för upplevd ansträngning varierar sannolikt också stort mellan personerna.

Sammanfattningsvis kan konstateras att övningarna på fältet innebär en hög till mycket hög arbetsbelastning. För vissa moment motsvarade det fysiska arbetskravet en syreförbrukning på upp mot 4 l/min, dvs en effektutveckling motsvarande 1400 Watt. Den belastningen låg för flera av deltagarna sannolikt på eller nära deras maximala kapacitet. Flera faktorer bidrar till den höga belastningen.

- förflyttad massa (egen kropp + utrustning)
- vikt på buren utrustning
- vertikala förflyttningar
- tunga lyft och bördor
- obekväma arbetsställningar
- arbetstempo

Arbetet sker ofta i uppdrivet tempo eftersom det finns en tidsfaktor med i allt "räddningsarbete". Tempots betydelse illustreras väl av det förhållandet att de fyra personer som gick banan snabbast (18:24) också uppvisade klart högre värden på såväl syreförbrukning som puls. En viktig åtgärd för att få ner arbetskravet är således att finna ett arbetstempo som sparar krafter samtidigt som räddningsarbetet ändå kan ske effektivt. Detta arbetstempo måste med nödvändighet bli individuellt eller utprovas gemensamt för arbetsgrupper.

Den förstnämnda faktorn påverkas främst genom att utrustningen görs lättare och mer ergonomisk. Ett stort framsteg härvidlag utgör den nya andningsapparaturen (Spirolite) som sänker burens vikt med cirka 7 kg.

Övriga moment är mer oförutsägbara och blir därför antagligen bestämmande för minimikrav vad gäller fysiska krav på rökdykande personal.

Del 3

Fysiologiska reaktioner vid kombinerad förflyttning utomhus och containertest med extrem värme

Bakgrund

Vid utbildning och övning av brandmän genomförs rökdykningsövningar normalt i måttlig värme ibland med kortare perioder med hög temperatur. Vid brandsläckning är dock extrem hetta vanlig. Att utsättas för förhållanden liknande de som förekommer i brandmannens arbete kan förbättra både prestation och säkerhet i arbetssituationen.

Syftet med denna studie var att kombinera resultat och erfarenheter från delstudie 1 och 2 utveckla ett nytt test med inslag av både höga fysiska arbetskrav och extrem värmebelastning. Olika fysiska arbetsmoment kombinerades med fem minuters "containertest" för att skapa en sammanhållen övning på cirka 20 minuter.

En undersökning gjordes av såväl arbetskrav som fysiologisk belastning av dessa testkombinationer.

Test

Två test med olika hög arbetsbelastning utformades. De innefattade olika aktivitetsmoment utomhus följt av exponering för hög temperatur i en värmekammare. Tio försökspersoner utförde ett test med relativt hög fysisk belastning utanför kammaren (H), fem försökspersoner utförde ett test med lägre fysisk belastning (L). Den högre fysiska belastningen bestod av följande moment: gång i måttlig hastighet på slät mark (3 km/h) i tre minuter, gång i samma hastighet bärande en slangrulle (20 kg) i ena handen i tre minuter, gång upp- och nerför en trappa i två minuter, gång upp- och nerför trappa i två minuter med slangrulle samt gång ca 30 sekunder med slangrulle. Efter dessa tio minuter förbereddes försökspersonerna inomhus för exponering i värmekammaren, vilket innebar att ytterligare ett temperaturmätssystem kopplades in (se delrapport 2) och instruktioner gavs. Exponeringen skedde i en uppvärmd kammare (container) som beskrivits i del 1. En typisk temperaturprofil visas i figur 1-1 (se del 1). I kammaren fick försökspersonerna förflytta sig på valfritt sätt fram och tillbaka i kammaren i fem minuter över två lastpallar som stod med ett mellanrum som hinder i kammaren. En slangstump (ca 5 m) fylld med sand medfördes. Det normala arbetssättet är att rökdykaren håller ett så lågt läge som möjligt (lägst temperatur vid golvet). Efter värmeexponeringen upprepades delvis samma övningar som under inledningen. Övningen redovisas i samband med mätdata i efterföljande tabeller och figurer.

Försökspersoner

Totalt 15 personer deltog i försöket, samtliga utbildade brandmän. Försökspersonsdata visas i tabell 3-1. Försökspersonerna övervakades under testerna av en läkare och en sjuksköterska. Inga olycksfall inträffade under försöken.

Tabell 3-1. Beskrivning av försökspersonerna.

Försöksperson	Ålder (år)	Längd (cm)	Vikt (kg)
Medel	35.6	182.6	81.2
SD	8.7	5.4	8.4
MIN	22	173	71
MAX	54	195	99

Metoder

Försökspersonerna förbereddes i ett separat rum. Försökspersoner försågs med 4 temperaturgivare (termistorer), som tejpades fast på huden (bägg överarmar och underben) med kirurgisk tejp (Blendderm). Termistorerna var förbundna med dataloggrar (TinyTalk). Dataloggrarna registrerade temperaturvärden varannan sekund. Ytterligare ett mätsystem för temperaturmätning, beskrivet i delrapport 1 användes. Hjärtfrekvensen mättes var femtonde sekund med en telemetrisk utrustning (Sporttester, Polar Electronics, Kempele, Finland). Försökspersonerna hade standardklädsel för brandmän (RB90 och Brage resp.). De använde en luftapparat (Spiromatic med Spirolite flaskpaket eller AGA Divator). Utrustningens totala vikt var 20-25 kg. Personerna fick skatta sin upplevelse av ansträngning (se tabell 1-2) efter varje arbetsmoment samt eventuell smärtupplevelse på en tiogradig smärtskala under och efter värmeexponeringen. Information om skattningsskalorna gavs före försöken.

Resultat och diskussion

Hjärtfrekvensen visas i figur 3-1 och 3-2. Medelvärde för 10 resp 5 personer över mätperioden visas med tjock linje. I figuren visas också reaktionen hos de personer som hade högst respektive lägst hjärtfrekvens. I slutet av värmeexponeringen i både H och L uppnådde de 194 respektive 164 (L) och 158 (H) slag per minut. I övning L, före värmeexponeringen, arbetade personerna med i medeltal något under 70 % av maximal hjärtfrekvens. I övning H, som innefattade tyngre moment var hjärtfrekvensen i medeltal något högre än 80 % av maximal hjärtfrekvens. Muskelarbetet vid de olika arbetsmomenten utomhus orsakade ökningen av hjärtfrekvensen. Gång i trappa var det moment som gav högst hjärtfrekvens förutom värmeexponeringen. Syreupptagning, ventilation, hjärtfrekvens och skattningar under testens olika arbetsmoment visas i tabell 3-2.

Under värmeexponeringen var arbetstyngden inte särskilt hög. Hjärtfrekvensen blev mycket hög dels på grund av värmebelastningen, dels på grund av det starka stressmomentet (riskmiljö). Försökspersonerna upplevde trappgången efter värmeexponeringen som mycket belastande, vilket framgår av skattningarna i tabell 3-3.

Tabell 3-2. Syreupptagning (VO₂ i STPD), ventilation (VE i BTPS), puls och skattning på Borgskalan (RPE) under testens olika arbetsmoment.

	gång				gång m slang			
	VO ₂	VE	Puls	RPE	VO ₂	VE	Puls	RPE
	n=6				n=4			
MEDEL	1.55	34.7	114	11.2	1.85	42.7	128	12.5
STDAV	0.15	4.2	3.8	0.8	0.21	6.4	10.5	0.6
MIN	1.40	29.8	108	10	1.64	35.6	119	12
MAX	1.79	39.6	118	12	2.04	49.4	143	13
	efter värmeexp				trappa			
	VO ₂	VE	Puls	RPE	VO ₂	VE	Puls	RPE
	n=2				n=2			
MEDEL	2.59	67.8	154	14.0	2.67	65.5	157	14.5
MIN	2.43	63.1	143	14	2.63	63.5	148	14.0
MAX	2.75	72.5	164	14	2.70	67.5	165	15.0
	trapp m slang				gång			
	VO ₂	VE	Puls	RPE	VO ₂	VE	Puls	RPE
	n=3				n=2			
MEDEL	3.00	80.6	165	15.7	1.71	46.6	126	11
MIN	2.85	74.6	153	14	1.66	42.6	119	11
MAX	3.21	91.8	179	17	1.75	50.5	132	11
	gång m slang							
	VO ₂	VE	Puls	RPE				
	n=2							
MEDEL	2.54	72.1	152	15.0				
MIN	2.50	65.7	143	14				
MAX	2.58	78.4	161	16				

Figur 3-3 visar den genomsnittliga hudtemperaturen i L för alla försökspersoner från de fyra mätpunkterna. Hudtemperaturen på vänster arm steg mest i L, upp till 44 °C under värmeexponeringen. Detta upprepades inte i H, där alla mätpunkter var lika och steg till 42 °C i medeltal (fig. 2-10). Man kunde inte finna någon genomgående skillnad i de olika mätpunkterna. I H var vänster arm varmast, i L var vaderna varmast.

Tabell 3-3. Skattning av ansträngning efter olika arbetsmoment.

ÖVNING L.	MEDEL	MEDIAN	MAX	MIN
Före värme	10.8	11	12	10
Efter värme	14.6	14	17	13
Efter 5 min gång	13.2	12	15	12
ÖVNING H	MEDEL	MEDIAN	MAX	MIN
Efter 3 min gång utan slang	10.1	10	13	8
Efter 3 min gång med slang	12.2	12	15	10
Efter 2 min trappa utan slang	13.4	13	17	10
Efter 2 min trappa med slang	15	15	19	12
Före värme	12.2	12	17	10
Efter värme	16.3	15.5	19	14
Efter 2 min trappa utan slang	15.8	16	19	14
Efter 1 min gång	14.9	15	18	13

De högsta registrerade temperaturerna från alla försökspersoner i fyra mätpunkter visas i Figur 3-4 (L) och 3-11 (H). Smärta rapporterades inte från någon av mätpunkterna, men från knän, skuldror och händer (Tabell 3-4). Upplevd smärta visade betydande individuell variation. I slutet av exponeringen (efter 4 minuter) angavs smärtan vara mellan 0 och 6 (L) /7 (H). Direkt efter värmeexponeringen var spridningen mellan 0 och 7 (L) /9 (H).

Kurvor med de lägsta temperaturerna visas i Figur 3-5 (L) och 3-12 (H). Hudtemperaturen hos dessa försökspersoner översteg inte 42 °C.

Figur 3-6 till 3-9 (L) och figur 3-13 till 3-16 visar medelvärdet av hudtemperaturen på de fyra olika mätpunkterna. De övre och nedre kurvorna visar 1 standardavvikelse för varje tidpunkt.

Tabell 3-4. Skattning av smärta på tio-gradig skala under och efter värmeexponering.

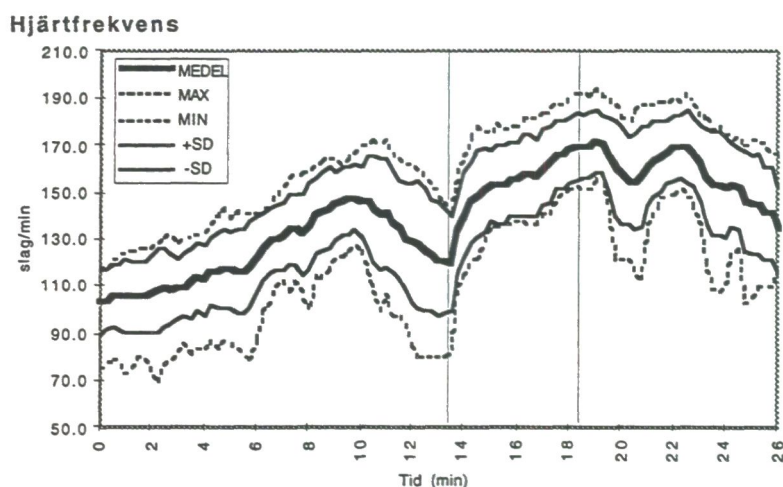
ÖVNING L.	MEDEL	MEDIAN	MAX	MIN
Efter 4 min i värme	2.4	1	6	0
Efter värme	3	1	7	0
ÖVNING H	MEDEL	MEDIAN	MAX	MIN
Efter 4 min i värme	2.9	3	7	0
Efter värme	5.1	5.5	9	0

Sammanfattningsvis resulterade arbetsprovet i relativt hög fysiologisk belastning. En betydande del av ökningen i hjärtfrekvens hos några försökspersoner berodde förmodligen på psykologisk belastning orsakad av exponeringens natur (extrem värme i containern). Stressen minskar med ökande erfarenhet och är troligen den mest betydande förklaringen till de stora individuella skillnaderna. De lokala temperaturerna var höga och låg hos några personer strax under smärtgränsen på 45 °C.

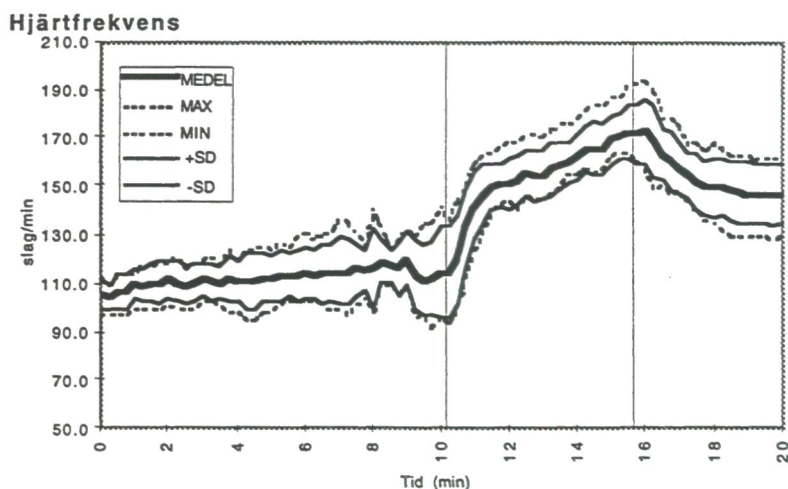
Merparten av smärtskattningarna härrörde i stället från knän, skuldror och händer. Detta var delar som utsattes för direktkontakt med varma ytor (golv, slangkran, andningsaggregat). Testet innebar i denna variant att personen delvis kröp på golvet och drog med sig en slang.

Arbetsmomenten före värmeprovet resulterade i måttlig till hög belastning. Denna belastning påverkade också efterföljande reaktioner i värmetestet. Genom lämpligt val av arbetsmoment före värmeprovet kan således en graderad övning konstrueras för olika behov (utbildning, träning etc.)

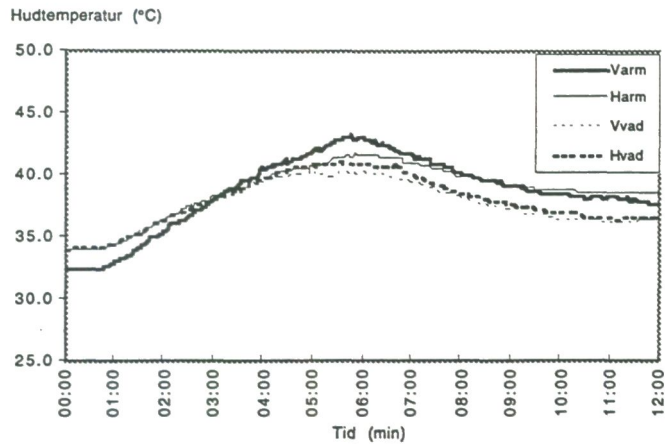
Testet kan bedömas ge försökspersonerna god värmeträning och viktiga erfarenheter och egenupplevelser av såväl fysiologiska som psykologiska reaktioner i mycket extrema belastningssituationer.



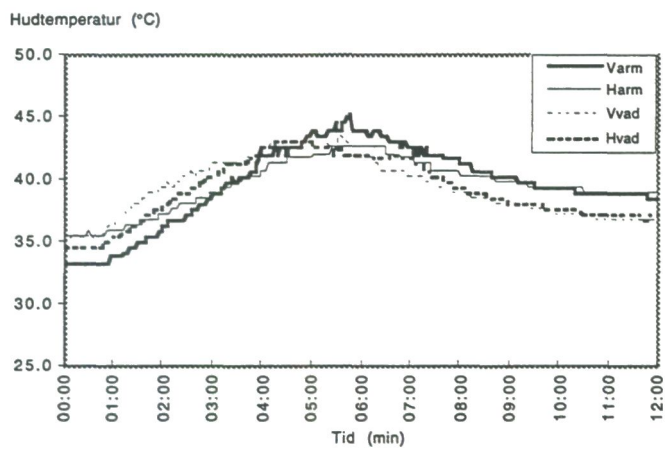
Figur 3-1. Hjärtfrekvens vid övning med högre fysisk aktivitet (H) före och efter värmeexponering (mellan de vertikala linjerna). Medelvärden för tio försökspersoner ± 1 standardavvikelse samt de högsta och lägsta uppmätta värdena anges i diagrammet. Momenten var: gång på slät mark (3 km/h) 3 min, gång m. slangrulle 3 min, gång i trappa 2 min, gång i trappa 2 min m. slangrulle samt gång ca 30 sek m. slangrulle, förberedelse i övningshus, krypning/gång i värmekammare 5 min, gång ca 30 sek utomhus, gång i trappa 2 min samt gång på slät mark ca 1 min.



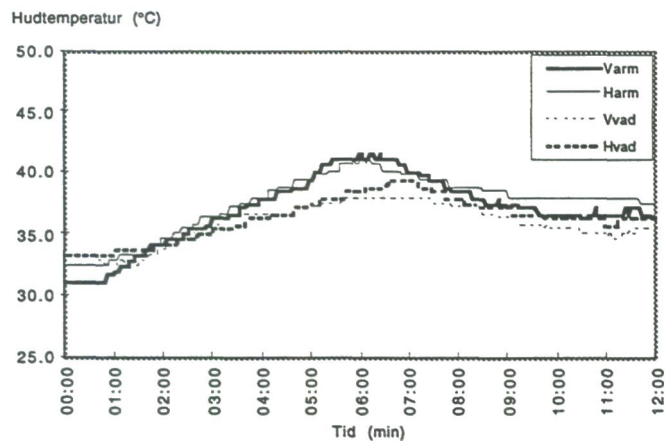
Figur 3-2. Hjärtfrekvens vid övning med måttlig fysisk aktivitet (gång med slangrulle) före och efter värmeexponering. Medelvärden för fem försökspersoner ± 1 standardavvikelse samt de högsta och lägsta uppmätta värdena anges i diagrammet.



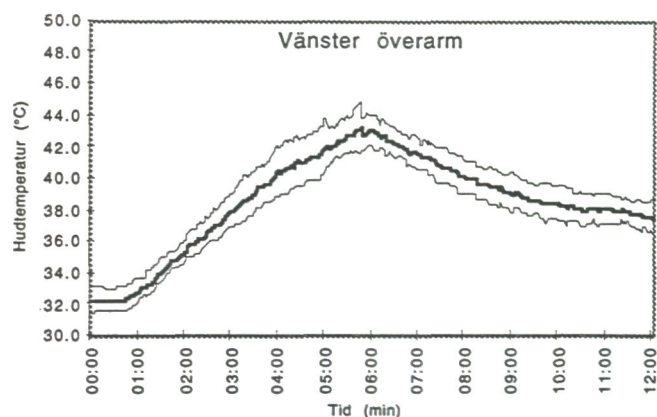
Figur 3-3. Hudtemperatur på vänster och höger överarm resp. vad vid övning med måttlig fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärden för alla fem försökspersoner. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



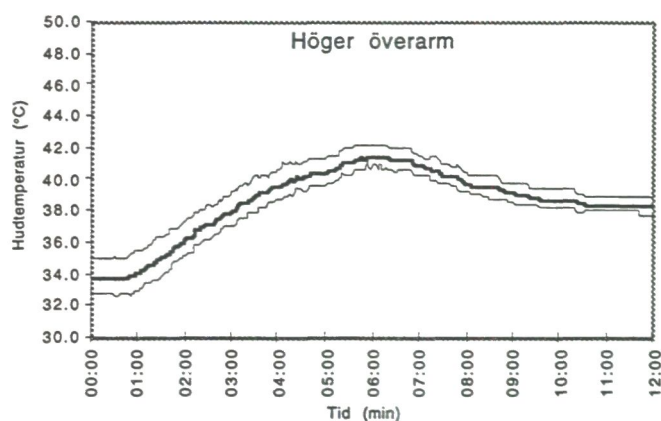
Figur 3-4. Högsta uppmätta hudtemperatur på vänster och höger överarm resp. vad vid övning med måttlig fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



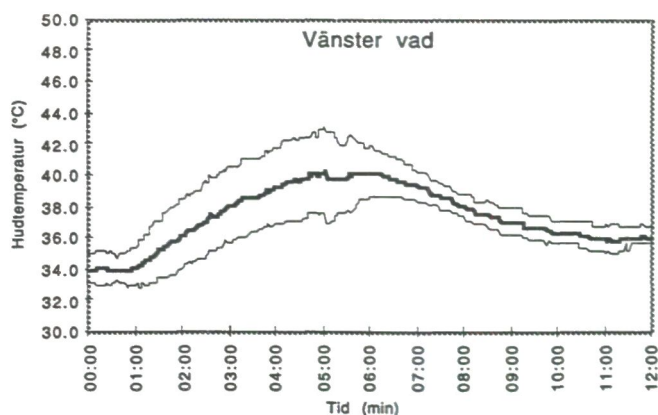
Figur 3-5. Lägsta uppmätta hudtemperatur på vänster och höger överarm resp. vad vid övning med måttlig fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Värmeexponeringen var mellan minut 1 och 6.



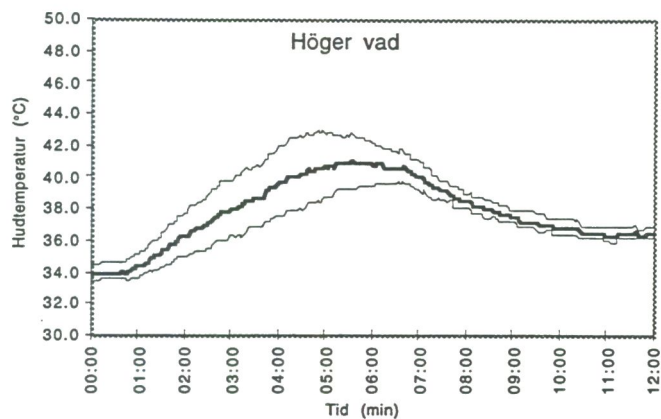
Figur 3-6. Hudtemperatur på vänster överarm vid övning med måttlig fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärden för fem försökspersoner $\pm$ 1 standardavvikelse samt högsta och lägsta uppmätta värden anges i diagrammet. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



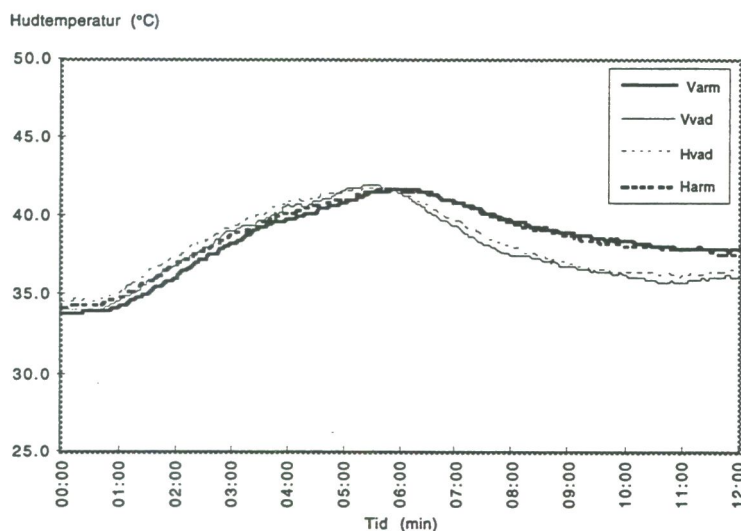
Figur 3-7. Hudtemperatur på höger överarm vid övning med måttlig fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärden för fem försökspersoner $\pm$ 1 standardavvikelse samt högsta och lägsta uppmätta värden anges i diagrammet. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



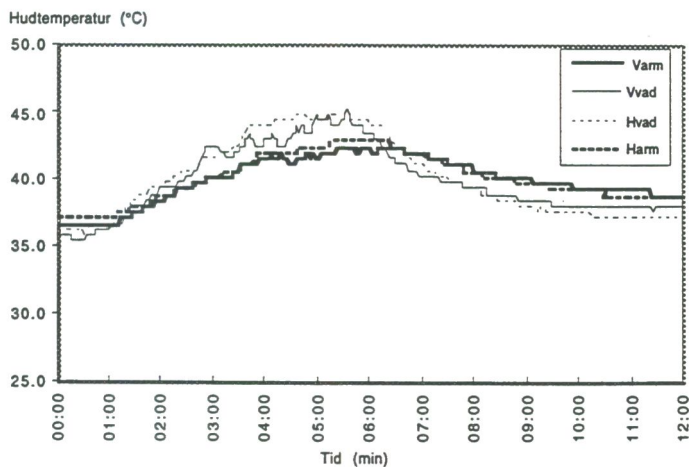
Figur 3-8. Hudtemperatur på vänster vad vid övning med måttlig fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärden för fem försökspersoner $\pm$ 1 standardavvikelse samt högsta och lägsta uppmätta värden anges i diagrammet. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



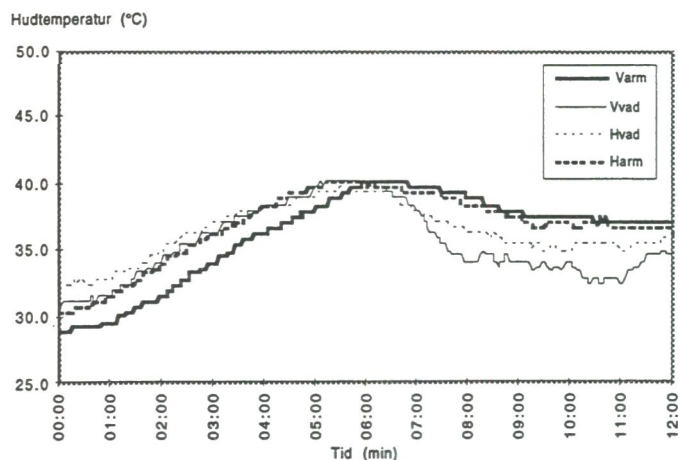
Figur 3-9. Hudtemperatur på höger vad vid övning med måttlig fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärden för fem försökspersoner $\pm$ 1 standardavvikelse samt högsta och lägsta uppmätta värden anges i diagrammet. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



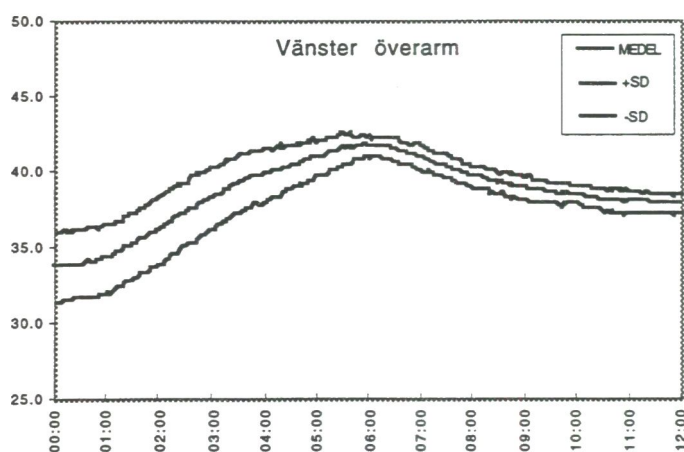
Figur 3-10. Hudtemperatur på vänster och höger överarm resp. vad vid övning med högre fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärden för alla försökspersoner, $n=10$. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



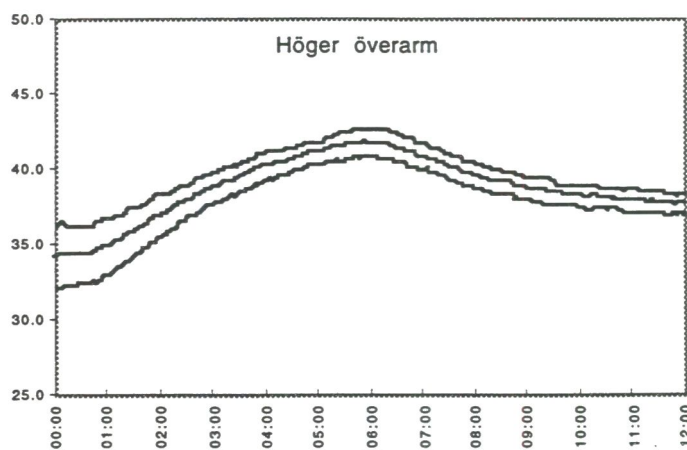
Figur 3-11. Högsta uppmätta hudtemperatur på vänster och höger överarm resp. vad vid övning med högre fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



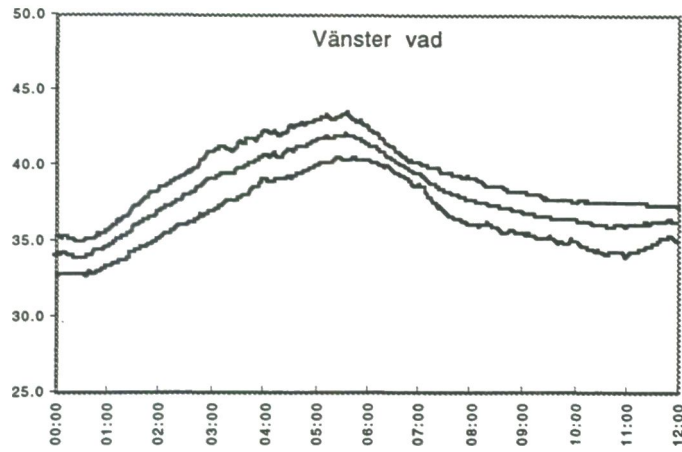
Figur 3-12. Lägsta uppmätta hudtemperatur på vänster och höger överarm resp. vad vid övning med högre fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



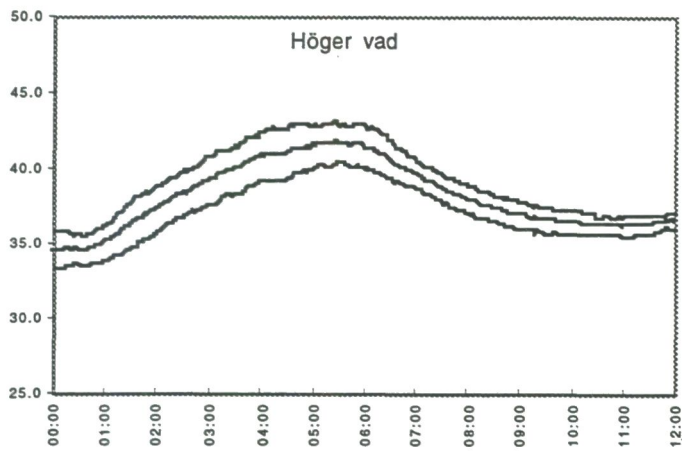
Figur 3-13. Hudtemperatur på vänster överarm vid övning med högre fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärde av tio försökspersoner ± 1 standardavvikelse samt lägsta och högsta uppmätta värde. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



Figur 3-14. Hudtemperatur på höger överarm vid övning med högre fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärde av tio försökspersoner ± 1 standardavvikelse. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



Figur 3-15. Hudtemperatur på vänster vad vid övning med högre fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärde av tio försökspersoner ± 1 standardavvikelse. Värmeexponeringen varade mellan minut 1 och 6.



Figur 3-16. Hudtemperatur på höger vad vid övning med högre fysisk aktivitet före och efter värmeexponering. Medelvärde av tio försökspersoner ± 1 standardavvikelse. Värmeexponeringen var mellan minut 1 och 6.

Sammanfattande diskussion

Tre studier har genomförts för att belysa de krav och belastningar som uppkommer på rökdykande personal.

Den första studien visade att fem minuters exposition för extrem värme (lufttemperatur 250-350 °C och hög strålningsvärme) ger hög termisk belastning även med fullgod skyddsklädsel. Hudtemperaturen på axel och vad kan uppnå eller överstiga 45 °C. Detta värde på hudtemperaturen förknippas med begynnande smärtsensation, vilket också bekräftades av de subjektiva omdömen som personerna avgav. Provet är inte särskilt fysiskt krävande, utan belastningen utgörs främst av den intensiva lokala värmepåverkan samt psykisk stress i den extrema miljön med flammande gasolbrännare. Provet ger värdefull insikt i skyddsklädselns funktion och har därför ett betydande utbildnings- och träningsvärde. Det har också föreslagits som ett realistiskt screeningtest för godkännande av branddräkter. Med de instruktioner som utarbetats för genomförandet utgör provet ett värdefullt komplement till materialtester.

Ett syfte med föreliggande arbete var att utveckla containertestet till en mer fullständig tränings- och utbildningsövning som komplement till andra övningar. För att få ett begrepp om lämplig belastningsnivå på kompletterande arbetsmoment gjordes en bestämning av arbetskrav och fysiologisk belastning vid övning på övningsfältet ("gula banan") vid räddningsskolan i Skövde. Resultaten visade att de fysiska kraven är höga till mycket höga. Detta beror framför allt på tung utrustning, krävande arbetsmoment och förflyttningar vertikalt och i högt tempo.

Som komplement till värmetestet valdes en måttlig och en hög arbetsinsats bestående av gång med resp utan slang, dels på plan mark, dels i trappa. Dessa arbetsmoment kan varieras och därmed ges möjligheter till individuell gradering av belastningen. Arbetsprovet kan därmed anpassas för användning i utbildnings- och träningssammanhang.

Det slutliga värmetestet modifierades till att simulera insats med kroppen i lågt läge och med slangdragning. Arbetet blir därmed mer individuellt eftersom personen kan bestämma egen arbetstakt och arbetssätt. Med denna modifiering minskar den lokala värmebelastningen på de ursprungliga mätpunkterna (axel och vad, se del 1). Istället ökar den termiska belastningen på andra, utsatta delar av kroppen. Detta gäller särskilt delar som är i kontakt med metall (knä, händer). På dessa delar nås smärtnivåer - å andra sidan kan påverkan delvis regleras genom att ändra arbetssätt.

Slutsatser och rekommendationer

En kombination av fysiskt arbete och värmetest ger en hög såväl fysiologisk som termisk belastning. Särskilt vad gäller den lokala termiska effekten kan hudtemperaturen stiga till nivåer som ger smärtförmimmelse.

Testen i sina olika former anses ha klara förtjänster genom hög kontrollerbar belastningsnivå och värdefull återkoppling av erfarenheter relaterade till skyddsfunktionen i burens utrustning. Testet är realistiskt och utslagsgivande.

Genom lämpligt val av arbetsmoment, utförliga instruktioner och kontinuerlig övervakning med insatsberedskap kan arbetsprovet i dess olika former användas såväl i utbildningssyfte som i mer rutinbetonad träningsverksamhet. Testet bör också kunna fungera som instrument för urval och rekrytering av personal.

Sammanfattning

Belastningsstudier av rökdykning vid extrem strålningsvärme.

I Holmér, D Gavhed, E Karlsson, K Kuklane och H Nilsson. Arbetslivsrapport 97: 11, Arbetslivsinstitutet.

I samarbete med räddningsverket har en serie undersökningar genomförts av fysisk belastning vid extrem, kortvarig värmebelastning. Den första studien visade att fem minuters exposition för extrem värme (lufttemperatur 250-350 °C och hög strålningsvärme) gav hög termisk belastning även med fullgod skyddsklädsel. Hudtemperaturen på axel och vad nådde eller översteg 45 °C. Detta värde på hudtemperaturen förknippas med begynnande smärtsensation, vilket också bekräftades av de subjektiva omdömen som personerna angav.

I den andra studien gjordes en bestämning av arbetskrav och fysiologisk belastning vid en standardiserad rökdykningsövning (ca 20 minuter). Resultaten visade att de fysiska kraven (energikostnaderna) är höga till mycket höga. Detta beror framför allt på tung utrustning, krävande arbetsmoment och förflyttningar vertikalt och i högt tempo.

I en avslutande studie provades en modifierad testbana med fysiskt krävande moment före respektive efter det fem minuters värmekammartestet. Testet resulterade i hög termisk belastning med viss individuell variation beroende på större frihet för brandmannen att påverka arbetssättet i kammaren.

Det slutliga arbetsprovet bedöms kunna användas såväl i utbildningssyfte som i mer rutinbetonad träningsverksamhet. Testet bör också kunna fungera som instrument för urval och rekrytering av personal.

Nyckelord: arbetsprov, energikrav, fysiologisk belastning, rökdykning, smärta, skyddsklädsel, värmebelastning

Summary

Physiological strain in firefighting under extreme, short-term heat exposure.

I Holmér, D Gavhed, E Karlsson, K Kuklane och H Nilsson. Arbetslivsrapport 97: 11, Arbetslivsinstitutet.

In co-operation with the Swedish rescue board a series of investigations of short-term exposure to extreme heat have been undertaken. The first study showed that five minutes of exposure to an air temperature of 250-350 °C and radiation from an open propane flame resulted in high thermal strain also with approved protective clothing. Skin temperature of the shoulder and calf reached or exceeded 45 °C. This is at the level of pain sensation, that was also reported by subjects.

In the second study the energetic load (oxygen consumption) was measured while performing a standardised firefighter training exercise. The energetic load varied from high to very high during the approx. 20 minutes exercise period. This was caused by heavy equipment and clothing, exerting work tasks, vertical movements and high intensity.

In the third study a test exercise was validated comprising physical work before and after the previously reported five minutes heat chamber test. The test showed high thermal strain, that varied between individuals partly because of the greater freedom for behavioral adjustments to the heat test.

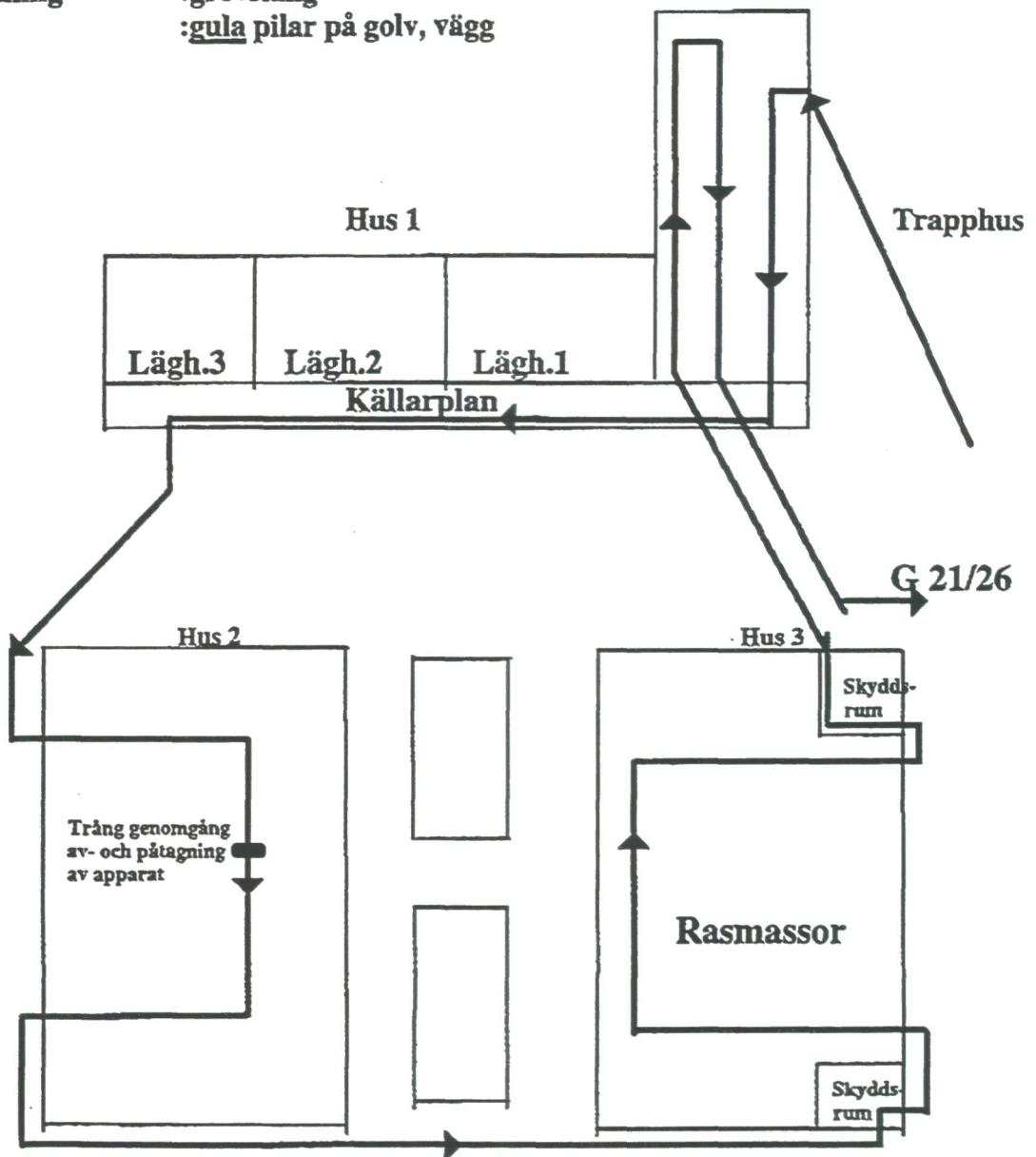
The final test exercise is assumed to provide relevant education, training and equipment testing and may also be used for selection and recruitment purposes.

Keywords: firefighting, heat stress, pain, physiological strain, protective clothing, test method

Arbetsprov luftförbrukning "Gula stigen"

Syfte: Utföra arbetsprovet och få egen luftförbrukning.
Beräkna egen luftförbrukning efter arbetsprovet.
Genomföra arbetsprovet under så lång tid att ni måste öppna reservluftventilen.

Org : parvis
Luftpaket : stålflaska
Startmellanrum : 2 min
Extra belastning : grovslang
Markering : gula pilar på golv, vägg



Startplats: G 21/G 26

Gång till Hus 1. Gång uppför trapphus och ut på balkong. Meddela övnledaren och ned i trapphus. Fortsätt genom källarplan ut ur HUS 1, vidare till HUS 2 ingång till 3:dje vån. Genom smal öppning, avtagning av apparat. Därefter påtagning och utgång ur HUS 2. Vidare till HUS 3, genomgång - skyddsrum - rasmassor - skyddsrum och utgång ur HUS 3. Därefter upp i trapphus HUS 1 och ned till markplan. Tillbaka till G 21/G26.

1996:19 En longitudinell studie av arbete och hälsa med en dagbok som undersökningsinstrument. Delrapport 5: Resultat från det fjärde och femte dagbokstillfället. M Dallner.

1996:20 Application and Modification of Two-Equation Turbulence $k-\omega$ Models for Recirculating Ventilation Flows. S-H Peng, L Davidson och S Holmberg.

1996:21 Inverkan av grip- och matningskraften på handens upptag av vibrationsenergi. L Burström och S Hörnqvist Bylund.

1996:22 De regionala skyddsombudens verksamhet. K Frick.

1996:23 De regionala skyddsombudens verksamhet – deskriptiva data från en enkätundersökning. C Torehov, F Sigala, C Sundström-Frisk och K Frick.

1996:24 Kroppens absorption av energi i sittande ställning vid exponering för helkroppsvibrationer. 1. Vertikal riktning. R Lundström, P Holmlund och L Lindberg.

1996:25 Elektrisk utrustning och elinstallationer mot bakgrund av exponering för magnetfält. B Floderus och H Parsman.

1996:26 En longitudinell studie av arbete och hälsa med en dagbok som undersökningsinstrument. Delrapport 6. Resultat från det sjätte och sjunde dagbokstillfället. M Dallner.

1996:27 1995 års avtalsrörelse: Bakgrund, förlopp, erfarenheter. Rapport till "Edingruppen". N Elvander.

1996:28 Laborativa studier avseende ljusexponering och dess inverkan på sömnighet. U Landström, M Byström, B Nordström, R Wibom och T Åkerstedt.

1996:29 Förartester avseende inverkan av ljusexponering på sömnighet. U Landström, M Byström, B Nordström, R Wibom och T Åkerstedt.

1996:30 Uppfattningar om arbete och arbetsorganisation hos vårdpersonal och läkare på ett landsortssjukhus. Delrapport 1 i projektet "Yrkesidentitet i sjukvård". H Robertsson och B Pingel.

1996:31 Uppfattningar om arbete och arbetsorganisation hos vårdpersonal och läkare på ett centralsjukhus. Delrapport 2 i projektet "Yrkesidentitet i sjukvård". B Pingel och H Robertsson.

1996:32 Uppfattningar om arbete och arbetsorganisation hos vårdpersonal och läkare på ett storstadssjukhus. Delrapport 3 i projektet "Yrkesidentitet i sjukvård". H Robertsson och B Pingel.

1996:33 Uppfattningar om arbete och arbetsorganisation hos vårdpersonal och läkare på ett regionsjukhus. Delrapport 4 i projektet "Yrkesidentitet i sjukvård". B Pingel och H Robertsson.

1997:1 Kromosomförändringar hos lokförare. I Nordenson, K Hansson Mild, A Berglund och M Sandström.

1997:2 Inverkan av stöt vibrationer på handens upptag av vibrationsenergi. L Burström, S Hörnqvist Bylund och A Sörensson.

1997:3 Slutrapport. Perspektiv på Arbetslivsfonden – analyser och kommentarer. C von Otter.

1997:4 Prövning av modell för internkontroll i skolan. Skolmiljö 2000 – skolans arbetsmiljöromd. S Häggqvist, L Johansson, R Olsson och A Wennberg.

1997:5 Olycksfall vid tunga skogsmaskiner. T Backström och E Åberg.

1997:6 Arbetsgivare i samarbete – om rehabilitering i arbetsgivarringen i Karlskrona. C von Otter och M Widman.

1997:7 Att dagligen möta hot och våld. Utveckling av metoder för kartläggning och analys av hot och våld i arbetet med vuxna utvecklingsstörda. E Viitasara, E Menckel och N Carter.

1997:8 Of Universities and Churches: Dilemmas of Management Education. I Hampson.

1997:9 Proceedings of a European Seminar on Thermal Manikin Testing at the National Institute for Working Life, Wednesday, February 12, 1997. H Nilsson and J Holmér.

1997:10 Skolvärlden och dess anställda – ett exempel på omvandling inom offentlig sektor. Arbetsrapport från SÖ-projektet, delstudie 2. L Gonäs.

1997:11 Belastningsstudier av rökdykning vid extrem strålningsvärme. I Holmér, D Gavhed, E Karlsson, K Kuklane och H Nilsson.

7547/3
(3.43.1)
M 101

Räddningsverkets bibliotek
Karlstad



26152004335

Räddningsverket, 651 80 Karlstad.

Telefon 054-10 40 00, telefax 054-10 28 89. Internet <http://www.raeddningsverket.se>

Beställningsnummer P21-202/97. Telefon 054-10 42 86, telefax 054-10 42 87

ISBN 91-88891-02-X



nr 7547
**RÄDDNINGSS
VERKET**

P5 * db

Belastningsstudie