

HeatSim

FÖR EFFEKTIV RÖKDYKNINGSTRÄNING

Agnes Broholm och Aron Mathiasson

2023 | NATIONELLT UTVECKLINGSCENTER MED RÄDDNINGSTJÄNSTEN STORGÖTEBORG

Nationellt utvecklingscenter – säkerhet på skadplats

Christian Carlsson

christian.carlsson@rsgbg.se

031-385 6518/0706-226844

Sammanfattning

Rökdykare ska enligt AFS 2007:7 öva med värmetsats två gånger per år för att upprätthålla kompetensen för arbetsuppgiften rökdykning. Dagens metoder för att uppfylla detta bygger på att rökdykarna belastas genom att värme från ett uppvärmt utrymme tränger igenom larmstället och höjer dennes kroppstemperatur.

De varma övningarna kräver särskilda övningsanläggningar där lokaler kan värmas upp till temperaturer mellan 60–80°C eller mer. Att de övande behöver ta sig till dessa anläggningar leder i regel till logistik- och planeringsproblem.

Projektet HeatSim har utforskat möjligheten att flytta värmepåföringen till rökdykaren från omgivningen utanför larmstället, till skiktet mellan rökdykare och larmställ. Detta för att underlätta och förbättra förutsättningarna för effektiva och realistiska rökdykarövningar med värme. Dagens övningsmetoder verkar vara anpassade till övningsförutsättningar snarare än till verkligheten, vilket ökar risken för att öva in farliga felbeteenden.

Under projektet har försöksdeltagares belastning och upplevelser av 20 minuters cyklande på en motionscykel jämförts mellan om de befunnit sig i ett uppvärmt utrymme, i ett rumstempererat utrymme, eller i ett rumstempererat utrymme men med ett eluppvärmt underställ på sig mellan kropp och larmställ.

För att komma fram till om en övningsmetod baserad på uppvärmda klädesplagg skulle kunna vara möjlig har även resonemang förts kring varför vilket syfte det finns med att alls tillföra värme till övningen. De typer av övningar som har med värme att göra och förväntas genomföras kontinuerligt, skulle kunna delas in i två kategorier.

1. Övningar där värme finns närvarande men där själva flödet i sig inte behöver vara realistiskt. Övningens syfte är att lära känna, samt mängdträna, kroppen under arbete i värme, gärna i vanligt förekommande moment.
2. Övningar vars syfte är att känna hur värmen, men även övriga miljön, faktiskt känns och beter sig vid en riktig brand. Att öva med värme för att lära sig bedöma ett verklighetstroget brand- och värmeförlopp.

Som en del i projektet har även Arbetsmiljöverket kontaktats. Huvudsyftet med det var att utreda om en framtida övningsmetod med värmande underställ skulle kunna uppfylla kraven gällande övning med värmetsats som återfinns i AFS 2007:7 likväl som dagens övningar gör, där värmen tillsätts från omgivningen.

Sammanfattningsvis finns det inga hinder från Arbetsmiljöverket att arbeta vidare med en sådan övningsmetod förutsatt att lika eller högre säkerhetsnivå kan uppnås. Arbetsmiljöverket kunde inte heller presentera något närmare svar på vilken roll själva värmen bör spela i övningen, alltså vilket av de två övningskategorierna ovan som är relevant i bedömningen av om kravet är uppfyllt eller inte. Det kan således konstateras att ansvaret för att bedöma om AFS-kravet är uppnått eller inte ligger på räddningstjänsten själv.

Så. Vad ser vi själva är syftet med att öva varmt? En fråga som idag inte är särskilt analyserad. Det är vanligt att ifrågasätta nya metoder, men mindre vanligt att reflektera över det befintliga. Kan det vara så att befintliga metoder hamnat där av ren vana, snarare än via motiverade beslut?

Försöksresultaten visar att värmeunderställen kan skapa en ökad belastning hos den övande, men sett till helheten inte i samma omfattning som bastuvärmen skapade. Resultaten bedöms stärka tesen om att det går att belasta rökdykare med hjälp av elektriska slingor i ett underställ

på motsvarande sätt som en varm omgivning gör. Däremot behöver det sannolikt utvecklas ett specifikt plagg för just detta ändamål.

Ett utvecklat underställ för rökdykarövningsbruk skulle kunna innehålla sensorer som känner av hur den övande rör sig. Detta skulle kunna hjälpa till att simulera värmebelastningen realistiskt utifrån den övandes beteende, till exempel om hen håller låg ställning eller inte, vilket i förlängningen understödjer ett önskvärt beteende vid skarp händelse. Ett utvecklat underställ skulle även kunna kombineras med VR- eller AR-glasögon för att skapa verklighetstroga övningsmöjligheter.

Det bedöms också föreligga ett behov av att utveckla sensorer som kan övervaka bland annat rökdykarens hälsodata, samt sensorer för temperatur och troligtvis luftfuktighet mellan larmställ och människa. Det här är faktorer som påverkar rökdykarens status avsevärt och som vi inte har koll på idag. Idag förlitas rökdykarens status på hur den kommunicerar ut hur varmt det är och hur påverkad den är.

Som en fortsättning föreslås ett bredare testförfarande. Dels behöver beskrivningen av det man önskar simulera via underställerna utvecklas, för att sedan få möjlighet att närmare utforska hur den simuleringen kan göras på bästa sätt. Läs mer om förslagen på fortsättning i kapitel 6.

Att implementera en övningsmetod med uppvärmda klädesplagg som bas skulle sammanfattningsvis kunna bidra till

- En geografisk frihet med möjlighet att öva med värme precis vart som helst.
- Mindre belastning och bättre arbetsmiljö för övningsledningen, samtidigt som kvaliteten för den övande höjs då övningarna kan arrangeras mer likt en riktig insats.
- En vinst ut både miljö- och ekonomisynpunkt genom att slippa värma upp stora betongkonstruktioner
- En enklare säkerhetsrutin än någonsin, eftersom värmen kan avlägsnas från personen på ett klick, utan något behov av förflyttning.

Samtidigt skulle rekommendationerna i AFS 2007:7 gällande realistiska, säkra och varierande övningar kunna uppfyllas på ett bättre sätt än vad som görs idag.

Ponera att övningar i uppvärmda utrymmen och gas- eller dieseleldade containers skulle ersättas med värmande klädesplagg. Om detta skulle minska övningsverksamhetens miljöbelastning genom minskade utsläpp från transporter och uppvärmning, kanske en ökning av belastningen i en annan del av övningsverksamheten kan motiveras - exempelvis en ökad övningsfrekvens med fibrös brand. Detta för att skapa förståelse och utveckla metoder för hantering av brand i byggnad. Sådana övningar behöver idag prioriteras ned av bland annat hälso- och miljöskäl.

Avslutningsvis belyses att rapporten ska ses som en startpunkt för fortsatt utveckling. Författarna bedömer att idén håller men behöver utvecklas vidare, och ser med spänning på hur den utvecklingen kan fortlöpa i framtiden.

Innehåll

Sammanfattning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Uppdrag	1
1.3 Mål och syfte.....	1
1.4 Metod.....	2
1.5 Avgränsningar.....	2
2. Teori.....	3
2.1 Rök- och kemdykning (AFS 2007:7).....	3
2.2 Befintliga uppvärmningsmöjligheter för övning	4
2.3 Hur värme påverkar människan	5
2.4 Borg-skalan.....	6
3. Praktiska försök	7
3.1 Försöksscenarioer	7
3.2 Datainsamling	8
3.3 Försöksdeltagare	8
3.4 Försöksuppställning	8
3.5 Utrustning.....	9
3.6 Riskanalys.....	11
4. Resultat	12
4.1 Omvärldsbevakning	12
4.2 Kontakt med Arbetsmiljöverket.....	12
4.3 Praktiska försök.....	13
5. Diskussion	22
5.1 Tolkning av AFS 2007:7.....	22
5.2 Varför övar vi med värme?.....	23
5.3 Övningsmetoder	24
5.4 Analys av försöksresultat.....	27
6. Förslag på fortsättning.....	31
6.1 Utveckla beskrivningen av det som ska simuleras.....	31
6.2 Utforska hur simuleringen kan göras bäst	32

6.3 Undersök ytterligare påverkansfaktorer	34
7. Slutsats	35
Referenser	37
Bilaga A: Borg-skalan	38
Bilaga B: Motivering till försöksuppställning.....	39
Bilaga C: Protokoll som användes under praktiska försöken	40
Bilaga D: Skala för upplevd värme	42
Bilaga E: Utvärdering efter försök för försöksledare.....	43
Bilaga F: Mailkonversation med arbetsmiljöverket	44

1. Inledning

En brandman förväntas ha många verktyg i sin verktygslåda för att kunna möta de behov som kan uppstå på en skadeplats. Vid brand i byggnad är rökdykning en av de uppgifter som brandmannen behöver ha förberett sig för.

Övningstid och övningsmoment för rökdykning regleras i Arbetsmiljöverkets föreskrifter för rök- och kemdykning (AFS 2007:7) (1). Ett krav säger att två av övningstillfällena varje år ska genomföras med värmetillsats. Kravet gäller samtliga brandmän i hela Sverige som förväntas arbeta med uppgiften rökdykning.

Idag genomförs de så kallade varma övningarna oftast i någon form av uppvärmt utrymme. Värmetillsatsen når alltså brandmannen via omgivningen, genom larmstället och sedan in till kroppen. Vad skulle det innebära om man istället tillsatte värmen direkt på kroppen?

Projektet HeatSim bygger på denna idé och undersöker om man kan simulera effekten av omgivningens värme genom att använda värmande kläder under larmstället.

1.1 Bakgrund

De "varma övningarna", som de kallas till vardags, är på bred front förknippade med logistikproblem. Problematiken uppstår till stor del för att varje brandman, rent geografiskt, behöver ta sig till ett övningsobjekt som har förutsättningarna att husera en sådan typ av övning. Övningsobjektet kan ligga flera mil från hemmastationen.

Aron Mathiasson, nu räddningslärare på Räddningstjänsten Storgöteborg (RSG) och tidigare brandman, fick en idé om att elektriskt uppvärma klädesplagg skulle kunna vara ett alternativ till uppvärmda lokaler, för att uppfylla AFS 2007:7:s krav på varma övningar.

I samband med att Nationellt utvecklingscentrum (NUC) inrättades öppnades möjligheten upp att starta ett projekt för att arbeta vidare med idén. Under 2022 formades projektidén och projektet har sedan genomförts under 2022–2023.

1.2 Uppdrag

Projektet är ett samarbete mellan Nationellt utvecklingscenter (NUC) och Räddningstjänsten Storgöteborg (RSG). Tabellen nedan förtydligar projektorganisation och projektägare.

Roll	Namn
Projektägare och beställare	Christian Carlsson (NUC)
Projektledning	Agnes Broholm (RSG)
Arbetsgrupp	Aron Mathiasson (RSG) och Agnes Broholm (RSG)

1.3 Mål och syfte

Målet med projektet har varit att undersöka om någon typ av beklädnad som alstrar eller ackumulerar värme, alltså tillsätter värme innanför larmstället, skulle kunna utgöra basen i en övningsmetod likväl som dagens alternativ, där värmen tillsätts utanför larmstället, för att uppfylla krav och rekommendationer från AFS 2007:7. Utifrån detta skulle sedan slutsatser formuleras kring eventuella framtida användningsområden.

Projektet syftar till att hitta möjligheter att effektivisera och förenkla genomförandet av varma rökdykningsövningar, samtidigt som kvaliteten höjs.

1.4 Metod

För att uppnå projektets mål har praktiska försök genomförts, se mer detaljer gällande försöksuppställningen under Kapitel 3 *Praktiska försök*.

Inför försöken genomfördes också en omvärldsbevakning. Dels för att undersöka huruvida liknande försök gjorts tidigare, dels för att hitta lämpliga klädesplagg att använda under försöken.

En kontakt har även tagits med Arbetsmiljöverket för att eftersöka det faktiska syftet med de krav som ställs gällande övning med värmetsats.

1.5 Avgränsningar

Det har inte ingått i projektet att implementera en ny övningsmetod, endast att undersöka och utvärdera framtida möjligheter.

De praktiska försöken inom projektet har fokuserat på en jämförelse med den typen av varm övning som genomförs i uppvärmda utrymmen, inte den typen av övning som görs med fibrös brand eller gas/diesel-eldning.

Under projektet har kommersiella underställ som redan finns på marknaden använts, ingen särskild utrustning har alltså utvecklats för ändamålet.

2. Teori

I följande kapitel beskrivs teorier och förutsättningar som legat till grund för projektet.

2.1 Rök- och kemdykning (AFS 2007:7)

Följande är utklipp från föreskriften Rök- och kemdykning (AFS 2007:7) (Arbetsmiljöverket, 2019).

Det är 19 § är som ställer grundkravet på de två övningarna med värmetillsats:

19 § Den som anlitas för rök- eller kemdykning ska ha genomgått särskild teoretisk och praktisk utbildning som minst motsvarar utbildningsnivån som anges i bilaga 1. Färdigheten ska upprätthållas genom minst fyra övningar per år, varav **minst två med värmetillsats**. Övningstillfällena ska fördelas över året.

Utbildning och övning ska anpassas till riskerna inom räddningstjänstens insatsområde och till de resurser beträffande personal och materiel som finns. Även andra verksamheter som omfattas av dessa föreskrifter ska anpassa sin utbildning och övning till riskerna och resurserna.

Rök- och kemdykare ska ges tillfälle till fysisk träning i erforderlig omfattning.

I Bilaga 1, som exemplifierar ett utbildningsprogram för rök- och kemdykning, återfinns detta stycke:

Den som genomgått utbildning ska ha förvärvat sådana kunskaper och färdigheter att denne kan tjänstgöra som rökdykare vid brand och klara enklare kemdykning. **Övningar med rök, värme och kemikalier ska dock genomföras under kontrollerade förhållanden och så långt möjligt utan hälsofarliga ämnen.**

Arbetsgivaren ansvarar för att utbildningen håller tillräcklig kvalitet och att eleven genomgår kunskapsprov (examineras) på de olika momenten.

I de allmänna råden om tillämpning av föreskriften återfinns följande under de kommentarer som specifikt berör 19 §:

Till 19 Som framgår av 19 § är utbildningsprogrammet i bilaga 1 endast ett minimikrav för dem som anlitas för rök- och kemdykning.

Övningarna bör så långt det är möjligt efterlikna en tänkt räddningsinsats men genomföras under kontrollerade förhållanden så att inte personalens hälsa och säkerhet äventyras.

Det är viktigt att heltidsbrandmän får öva tillsammans med deltidsbrandmän och vikarier för att svetsa samman personalen och öka samhörigheten samt för att öka säkerheten i arbetet inom räddningstjänsten.

Övningarna bör inom rimliga gränser vara så realistiska som möjligt. Övningar kan utföras i särskilda övningshus (containerbyggnader) med rök, värme och ljudkuliss, i uttrangerad byggnad eller på annat lämpligt ställe. Det är viktigt att övningarna anpassas till deltagarnas erfarenhet och utbildningsnivå. **De måste också varieras så att nya arbetsmoment kan övas, helst i nya miljöer.** Det är också viktigt att övningsledaren har den kunskap, den erfarenhet och de egenskaper som behövs för att övningarna ska kunna genomföras under säkra förhållanden. I föreskrifterna om systematiskt arbetsmiljöarbete beskrivs baskraven för personer i arbetsledande ställning avseende arbetsmiljökunskap.

När rökdykarföreskrifterna togs fram 1986 diskuterades en lämplig temperatur på mellan 60–70 °C (eventuellt upp till 80 °C) vid varma rökdykar-övningar. Det temperaturintervallet bör vara vägledande även i dag när varma övningar planeras. Om arbetsgivaren bedömer att övningar även behöver genomföras vid **hög temperaturer (flera hundra grader Celsius)** för att efterlikna en riktig rökdykarinsats, är det viktigt att denna risksituation analyseras och att särskilda rutiner införs (t.ex. endast korta övningsmoment) och åtgärder vidtas (eventuellt sjukvårdspersonal på plats) för att **eliminera risken för ohälsa och olycksfall så långt det är möjligt.**

Utöver de obligatoriska övningarna med värmetillsats bör värmeträning ingå för att säkerställa förbättrad värmetålighet. En viss del av träningen kan t.ex. genomföras i träningskläder av tätt material. Regelbundna bastubad förbättrar också värmetåligheten.

I räddningstjänster där rök- och kemdykarinsatser inte förekommer så ofta kan **övningstillfällena behöva utökas** just av den anledningen. I kommuner med hög risknivå eller komplicerade riskmiljöer kan också övningstillfällena behöva utökas.

2.2 Befintliga uppvärmningsmöjligheter för övning

Under varma övningar förväntas de övande klä sig i larmställ, likväl som på en skarp insats. RSG:s enhetschef för teknik och materiel Torbjörn Petersson efterfrågades om historiken kring larmställen. Under 80-talet rökdykte brandmän i ytterkläder av ylle. Till mitten av 90-talet utvecklades den typ av plagg vi idag förknippar med ett larmställ, yllen hade bytts ut mot ett Nomex-tyg.

År 2005 togs ytterligare kliv framåt och ställen fick ett membran som också skyddade mot väta. Sedan dess har utvecklingen fortsatt och ställen som används idag kan ses som ett komplett skydd anpassat för rökdykning.

I dagsläget skapas värmen till de varma övningarna på framför allt tre olika sätt. Dessa, tillsammans med vanliga användningsområden, presenteras nedan, och utgår från författarnas egna erfarenheter av övning inom räddningstjänst.

Fibrös eldning

Värme kan skapas i en övning genom att inne i ett objekt elda med någon form av fibröst bränsle: ved, halm, spånskivor, etc. Med rätt blandning av bränsle går det att skapa brandförlopp och miljö som liknar de förhållanden som föreligger vid inomhusbränder.

Metoden kräver att övningsobjektet är anpassat för ändamålet och konstruktionsmässigt klarar av den belastningen som återkommande eldning och påförande av vatten skapar. Likaså ställs höga krav på arbetsmiljö och säkerhetsaspekter för både övande och personal.

Gaseldning och dieseledning

Gas- eller dieselanläggningar värms upp genom eldning av gas eller diesel. Bränsleledningarna dras fram till en plats där gasen eller dieseln kan släppas ut och tändas på, för att sedan ge möjlighet att öva släckning mot lågor.

Det finns anläggningar med gas och diesel som i huvudsak är konstruerade för att öva strålförarteknik mot en övertändning i.

Uppvärmning av lokal

En utbredd metod är att öva i en lokal som värmts upp, ofta med hjälp av värmepanna, till någonstans mellan 60 och 80 °C. Beroende på uppvärmningssystem och konstruktion kan det ta olika lång tid att värma upp lokalen.

När ingen skarp eldning pågår skapas inte heller någon rök, vilket gör att övningsledningen ofta vill försöka skapa sämre sikt och en mer utmanande övningsmiljö på annat sätt. Rökalstrare är ett verktyg för detta. Rökalstrare används dock inte i samma utsträckning vid varma övningar som vid kalla. Det beror på att maskinen i regel inte tål värme, samt att själva röken tenderar till att snabbt brytas ned av värmen.

Övningsledningen kan även täcka för de övandes rökdykarmasker eller se till att övningen görs i mörker, i försök att simulera arbete i tät brandrök. De här omständigheterna får i sin tur följden att de övande inte kan nyttja de hjälpmedel som vanligtvis används, exempelvis IR-kamera och rökdykarlampa. Brandgasventilation kan inte heller övas i en uppvärmd lokal då den önskade värmen snabbt skulle ventileras ut.

2.3 Hur värme påverkar människan

Nedan följer delar ur två texter som behandlar hur värme påverkar oss människor. De delar som återges har bedömts relevanta att ha kännedom om för att sedan kunna föra underbyggda resonemang kring projektets mål och syfte.

2.3.1 Extremernas fysiologi

I boken Extremernas fysiologi av Maria Ahlsén och Jessica Norrbom delges flera beskrivningar av hur kroppen hanterar och reglerar värme. (Ahlsén & Norrbom, 2017)

Vid allt fysiskt arbete genererar den mänskliga kroppen värme. Ungefär 75–80% av den energi som omvandlas i cellerna blir till värme.

För att kroppen ska fungera optimalt behöver den hålla en kärntemperatur på cirka 37°C. Eftersom kroppen vid fysiskt arbete producerar värme måste den också göra sig av med den, för att kunna bibehålla sin kärntemperatur.

Vid fysiskt arbete kan svettning stå för upp till cirka 80% av kroppens värmeavgivning. Detta sker när svetten avdunstar och därmed tar upp energi från huden. En person som tränar kondition regelbundet har en högre förmåga att svettas och därmed lättare att göra sig av med värme.

Vid 1% minskning av den totala mängden kroppsvatten påverkas värmeregleringen negativt, och vid 2% minskning blir mental och fysisk prestation påtagligt försämrade.

2.3.2 Värmestress i urbana inomhusmiljöer

Rapporten Värmestress i urbana inomhusmiljöer är ett resultat från ett projekt hos Folkhälsomyndigheten. Rapporten syftar till att öka samhällets förmåga att identifiera, förebygga och hantera hälsoskadlig värme i befintlig bebyggelse. (Folkhälsomyndigheten, 2018)

Människans djupkroppstemperatur är normalt 36,5–37,5°C. Vid djupkroppstemperaturer på 38–39°C ökar risken för utmattning, och överstiger den 39 °C kan värmeslag uppstå. Vid värmeslag slutar kroppens värmereglering fungera.

Människan kan acklimatisera sig till värme genom värmeträning. Acklimatisering resulterar bland annat i ökad svettmängd som innehåller mindre salt, vilket leder till en lägre djupkroppstemperatur och hjärtfrekvens vid samma belastning. En acklimatisering infinner sig vanligtvis efter 7–14 dagar med minst två timmars värmeexponering dagligen.

Det beskrivs i rapporten att en värmebalansekvation ofta används vid termiska bedömningar. Ekvationen beräknar balansen mellan kroppens värmeproduktion och värmeutbytet med den omgivande miljön.

$$S = (M - W) - (H_{res} + E + R + C + K) \quad \text{Ekvation 1}$$

S	= lagring av kroppsvärme
M	= arbetstyngd (värmeproduktion)
W	= externt mekaniskt arbete
H_{res}	= avdunstning och konvektion från andning
E	= avdunstning
R	= strålning
C	= konvektion
K	= konduktion

Om S överstiger 0 kommer djupkroppstemperaturen att öka och vice versa.

Värmeavledning från kroppen kan ske genom torr värmeväxling (strålning, konduktion, konvektion) och förångningsvärmeförlust (svettning). Kläder påverkar överföringen av värme från och till kroppen genom motstånd mot luftcirkulation, torr värmeväxling och svettavdunstning. Andra faktorer som påverkar balansen i värmeväxlingen är acklimatisering, vätskestatus och kroppsställning.

Svettning är det mest effektiva sättet för värmeavledning och blir svårare i takt med ökande omgivningstemperatur. Likaså är lufthastighet och luftfuktighet kritiska klimatfaktorer. Vid en hög luftfuktighet produceras fortfarande svett, men samtidigt minskar förångningen till omgivande luft, vilket alltså minskar själva kylningseffekten. Med andra ord: svett lämnar kroppen men utan att ge en kylningseffekt.

Det beskrivs generellt finnas tre bedömningsmetoder av termisk komfort:

1. En psykologisk bedömning som ser termisk komfort som ett sinnestillstånd
2. En termofysiologisk bedömning som bygger på värmebalansen i människokroppen
3. En adaptiv bedömning som baseras på fältstudier som tittar på adaptiv komfort, psykologi och beteende utifrån det lokala sammanhanget

Det mest effektiva personliga kylsystemet beskrivs täcka stora kroppsområden för att maximera värmeöverföringen, eller placeras på de områden där blodkärl utvidgas som mest. En studie har rapporterat att användandet av personliga luftfuktare mot kroppens övre kroppssegment, särskilt ansiktet, var tillräckligt för att uppnå komfort.

Ytterligare forskning har visat att hela kroppens värmebelastning minskar när extremiteter kyls ned. Avkylning av händer eller fötter har visat sig vara en effektiv åtgärd för personer som utsätts för höga värmebelastningar, till exempel under militära aktiviteter samt brandbekämpning.

2.4 Borg-skalan

Borg Rating of Perceived Exertion (RPE)-skalan (i fortsättningen förkortad Borg-skalan) är ett sätt att mäta fysisk ansträngning under träning. Den utvecklades av svenske forskaren Gunnar Borg 1982 och används flitigt inom idrottsvetenskap, träningsfysiologi och sjukgymnastik. (Borg, 1982)

Borg är ett subjektivt mått på hur hård en individ uppfattar en träning som, baserad på en skala från 6 till 20. Skalan är baserad på individens egna känslor av ansträngning, snarare än objektiva mått som puls eller syreförbrukning.

Borg används ofta vid konditionsträning såsom löpning, cykling eller simning, för att hjälpa individer att övervaka och reglera sina intensitetsnivåer. Det kan också vara användbart för personer med vissa hälsotillstånd, såsom hjärtsjukdomar, för att hjälpa dem att träna på en lämplig nivå av ansträngning.

Borgskalan och förklaringen till nivåerna 6–20 återfinns i Bilaga A.

3. Praktiska försök

De praktiska försöken utgjordes av att försöksdeltagare klädda i larmställ och andningsapparat cyklade på en träningscykel under 20 minuter. Under försökstillfällena mättes kontinuerligt bland annat deltagarens puls och temperatur innanför larmstället.



Figur 1. Foto på en försöksdeltagare som genomför de 20 minuterna på cykeln.

I det här kapitlet följer beskrivningar av försökens förutsättningar, som valdes för att få resultat som skulle kunna bli jämförbara med varandra. Till stor del beslutades förutsättningarna utifrån lärdomar från genomförda pilotförsök. Se Bilaga B för några av motiveringarna till att försöksuppställningen blev som den blev.

3.1 Försöksscenarioer

Försöken genomfördes för att kunna jämföra hur belastning och upplevd värmepåverkan påverkas av på vilket sätt värmen tillförs individen. Respektive deltagare genomförde därför försöket tre gånger var, utifrån följande scenarier:

Försök 1: Cykeln är placerad i en kall bastu med omgivningstemperatur runt 20 °C

Försök 2: Cykeln är placerad i en varm bastu med omgivningstemperatur runt 60 °C

Försök 3: Cykeln är placerad i en kall bastu med omgivningstemperatur runt 20 °C och deltagaren har under larmstället på sig ett eluppvärmt underställ

3.1.1 Tid mellan försöken

Försöken utgör en fysisk belastning för deltagarna. För att inte skapa felkällor i resultaten gällande både faktisk och upplevd belastning planerades återhämtning in mellan genomförandet av de olika försöksscenarioerna. Försöken planerades på så vis att det minst gick tre dagar mellan deltagarnas respektive försök.

Praktiska nyttor med återhämtningstiden var också att värmeunderställen, som köpts in i begränsad mängd till försöken, hann tvättas mellan försöken. Likaså gavs möjlighet att kyla ned bastun ordentligt mellan försöksscenarioerna där den skulle vara varm respektive kall.

3.2 Datainsamling

Se Bilaga C för det protokoll som fylldes i under försöken och en fullständig redovisning av hur och vilken data som samlades in. De huvudsakliga mätpunkterna var

Temperatur mellan larmställ och underställ	Temperatur direkt utanpå larmställ	Temperatur i omgivningen	Deltagarens vikt
Deltagarens kroppstemperatur	Deltagarens puls	Deltagarens upplevda ansträngning	Deltagarens upplevda värmepåverkan

Se skalan för upplevd värmepåverkan i Bilaga D.

3.3 Försöksdeltagare

För att nå ett så representativt urval som möjligt togs hänsyn till följande två aspekter vid val av försöksdeltagare:

- Samtliga deltagare bör ha kännedom kring arbete i andningsmask och larmställ, detta för att undvika felkällor i resultatet som annars skulle kunna uppstå på grund av ovana av grundmomentet.
- Förutsatt att punkt 1 uppfylls bör gruppen av försöksdeltagare bestå av individer med så olika utgångslägen som möjligt, för att resultaten sedan ska vara applicerbara på så bred front som möjligt. Att tillse att försöksgruppen inte är homogen beaktar även jämställdhet liksom beskrivet i projektplanen.

Den information som dokumenteras om deltagarna ska vara relevant. Följande information samlades in om deltagarna: Kön, ålder, erfarenhet av rökdykning och träning med värmetillsats samt maxpuls.

3.4 Försöksuppställning

Följande är en beskrivning av försökstillfället i kronologisk ordning.

1. Försöksledare och deltagare går igenom protokollet och fyller i "före-datan".
2. Uppvärmning i lugnt tempo, cirka 10 minuter. Hitta lämpligt motstånd och kadens att sedan starta försöket med.
3. Deltagaren tar på sig larmställ (*och värmeunderstället under försöksscenario 3*) och mätutrustning.
4. Försöksledaren säkerställer att mätning av puls och temperatur fungerar och förbereder sig för att dokumentera enligt protokollet.
5. Deltagaren tar på sig resten av utrustningen (*och sätter värmeunderstället på högsta värmenivå under försöksscenario 3*) samt andningspaket och sätter sig på cykeln.
6. Försöket startar: Deltagaren ombeds cykla och kontinuerligt anpassa motståndet enligt 70% av sin maxpuls under 20 minuter. Försöksledaren fyller i protokollet.
7. Försöket avslutas: Deltagaren ombeds gå ut ur bastun och ta av sig larmställ (*och stänga av värmen i understället under försöksscenario 3*).
8. Försöksledaren fyller i protokollets "efter-data".
9. Försöksledare genomför utvärderingen (bilaga E).

3.5 Utrustning

Följande utrustning var nödvändig för att kunna genomföra försöken.

Utrustning	Kommentar
Bastu	Eller liknande utrymme med möjlighet till uppvärmning upp till 70 °C.
Ordinarie skyddsutrustning för rökdykning exklusive stövlar	Larmställ, underställ, huva, hjälpa, handskar. Försöken genomförs i gympaskor. Öppningen (möjligheten för varm luft att strömma ut ur byxorna) behöver täppas till för att uppnå en effekt likt den som uppstår när kängor sitter på.
Eluppvärmt underställ	Ersätter det vanliga understället under försöksscenario 3. I det här projektet användes ett heltäckande underställ i två delar med möjlighet att reglera värmen i tre olika nivåer, med värmeslingor över axlar, ländrygg, mage, rumpa och knän.
Andningspaket inklusive mask och luftflaska	Plus extra luftflaska om luften skulle ta slut innan försökstiden tagit slut
Motionscykel	Portabel och tålig nog att placeras i det uppvärmda utrymmet. Observera att cykeln inte ska placeras i direkt närhet till aggregatet, vilket annars leder till en ökad strålningsvärme mot deltagaren.
Pulsband	Samt tillhörande avläsnings- och dokumentationsmöjlighet, exempelvis en telefonapplikation.
Termometrar	För mätning på två ställen på försöksdeltagaren samt tre ställen i försöksutrymmet. Observera att det under försöksscenario 3 är viktigt att inte den fästa mätaren som är innanför larmstället så den ligger precis vid en värmeslinga.
Febertermometer	För mätning av kroppstemperatur innan och efter försöket.
Våg	För mätning av kroppsvikt innan och efter försöket.



Figur 2. Temperaturen mellan larmställ och underställ, samt temperaturen direkt utanpå larmstället, mättes med hjälp av grilltermometrar.



Figur 3. Det värmande understället har sin värmereglering via en knapp på ärmslut samt byxlinning, samt ett batteri fäst i en ficka på respektive del.



Figur 4. Tre mätpunkter för temperatur i rummet utgjordes också av grilltermometrar. Skalorna för upplevd fysisk ansträngning samt upplevd värmepåverkan klistrades upp på väggen synligt för deltagaren.



Figur 5. Tejpade benslut för att undvika luftflödet som i ordinarie utrustning hade stoppats av kängorna.

3.6 Riskanalys

Inför försöken analyserades och åtgärdades följande risker.

Produktbeskrivningen för värmeunderställen varnade för användning med väta. Leverantören kontaktades och bekräftade att det inte skulle vara någon fara att använda dem blöta, vilket de förväntades bli av genererad svett.

Produktbeskrivningen för underställen varnade för brännskador från värmeslingorna. Ställen testades under olika former och tidsskalor inför försöken, för att undersöka risken. Det lades även till i försöksuppställningen att försöksledaren kontinuerligt skulle fråga deltagaren efter obehag av värmeslingorna, och avbryta försöken om de upplevdes obehagliga.

Produktbeskrivningen för motionscykeln beskriver att cykeln ska användas i temperaturer mellan 0–50 °C. Det beslutades ändå att använda cykeln i försökens temperaturer upp till 70 °C. Detta utifrån att uppmaningen om temperaturintervallet uppfattades gälla cykelns funktion snarare än försöksdeltagarens säkerhet.

Belastning under värme skulle kunna leda till utmattning hos deltagaren. Försöksledaren bedömdes ha möjlighet att ha koll på den risken utifrån pulsmätning samt att deltagarna kontinuerligt ombes bedöma sin upplevda ansträngning.

4. Resultat

Nedan följer resultaten av genomförd omvärldsbevakning, dialog med Arbetsmiljöverket samt praktiska försök.

4.1 Omvärldsbevakning

Inför försöken eftersöktes information kring om det tidigare genomförts liknande tester och eventuella lärdomar utifrån dem. Det finns flertalet tester och projekt genomförda med fokus på brandmännens belastning och påverkan under värme. Däremot kunde inga tidigare studier hittas som fokuserat just på värmets tillsatsens utformning och påverkan på individen, utifrån skillnader i om den tillsätts innanför eller utanför larmstället.

Likaså eftersöktes lämpligt klädesplagg att använda under försöken. Eftersom den här typen av övning inte förekommer idag finns inte heller något utvecklat klädesplagg för ändamålet. Däremot finns det flera varianter av klädesplagg med elslingor framtagna för komfort vid friluftsliv: underställ, västar, huvor, handskar, etc., som går att få tag på via vanliga internetbutiker. Det finns även västar och underställ framtagna särskilt för dykare.

4.2 Kontakt med Arbetsmiljöverket

Kontakt togs med Arbetsmiljöverket för att klargöra några frågor som kommit upp efter en djupare granskning av AFS 2007:7.

Den huvudsakliga frågan var: Vad är egentligen syftet med att det föreskrivs övningar med värmets tillsats? Är det tänkt att övningarna ska ge ett kvitto på den enskildes värmeförmåga, är det tänkt som en påminnelse om hur det är att jobba varmt, eller är värmen endast tänkt som en "krydda" i upplägget för att skapa realistiska scenarion?

En ytterligare fråga var: Skulle kravet på övning med värme kunna räknas som uppnått trots att man flyttat värmepåföringen från omgivningen till under larmstället?

Kontakten började med ett telefonsamtal. Då ingen sakkunnig i AFS 2007:7 kunde svara över telefon övergick kommunikationen till mail-korrespondens. Se hela mailkonversationen i Bilaga F.

Kortfattat kunde inte Arbetsmiljöverket redovisa syftet med det ställda kravet. De hade inte heller några åsikter kring hur värmen i sig borde tillföras utan hänvisade till att kraven ska ses som nivåsättande. Alltså, kan lika eller högre säkerhetsnivå uppnås på annat sätt så är det okej.

4.3 Praktiska försök

Försöken genomfördes av fyra deltagare. Nedan presenteras den data från försöken som bedömts relevant för vidare diskussion. Samtliga data som dokumenterats under försöken har sparats i en separat bilaga.

För att förtydliga vilket försök som var vilket används följande benämningar i resultatsammanställningen:

Benämning	Beskrivning av försöksscenario
Försök 1 (kall bastu)	Cykeln är placerad i en kall bastu med omgivningstemperatur runt 20 °C
Försök 2 (varm bastu)	Cykeln är placerad i en varm bastu med omgivningstemperatur runt 60 °C
Försök 3 (underställ)	Cykeln är placerad i en kall bastu med omgivningstemperatur runt 20 °C och deltagaren har under larmstället på sig ett eluppvärmt underställ

4.3.1 Försöksdeltagarna

Nedan presenteras den information kring försöksdeltagarna som samlades in.

Deltagare 1	Deltagare 2	Deltagare 3	Deltagare 4
<ul style="list-style-type: none">• Man• 32 år• Heltids-brandman sedan 2017, SMO-examen 2016• Maxpuls 190 slag/min	<ul style="list-style-type: none">• Man• 40 år• Heltids-brandman sedan 2008, SMO-examen 2007• Maxpuls 199 slag/min	<ul style="list-style-type: none">• Man• 42 år• Deltids-brandman sedan 2014• Maxpuls 198 slag/min	<ul style="list-style-type: none">• Kvinna• 29 år• SMO-examen 2018, ej arbetat i andningsskydd sedan dess• Maxpuls 205 slag/min

4.3.2 Före- och efterdata

Följande är utdrag från de värden som dokumenterades precis före och precis efter de 20 minuterna av cykling.

Försöksdeltagare 1	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
Differens vikt [kg]	-0,6	-0,5	-0,7
Differens vikt [%]	-0,75	-0,63	-0,86
Differens kroppstemp [°C]	1,8	1,9	2,0
Kroppstemp vid försökets avslut [°C]	38,1	38,8	38,8
Differens flasktryck [bar]	-250	-160	-230

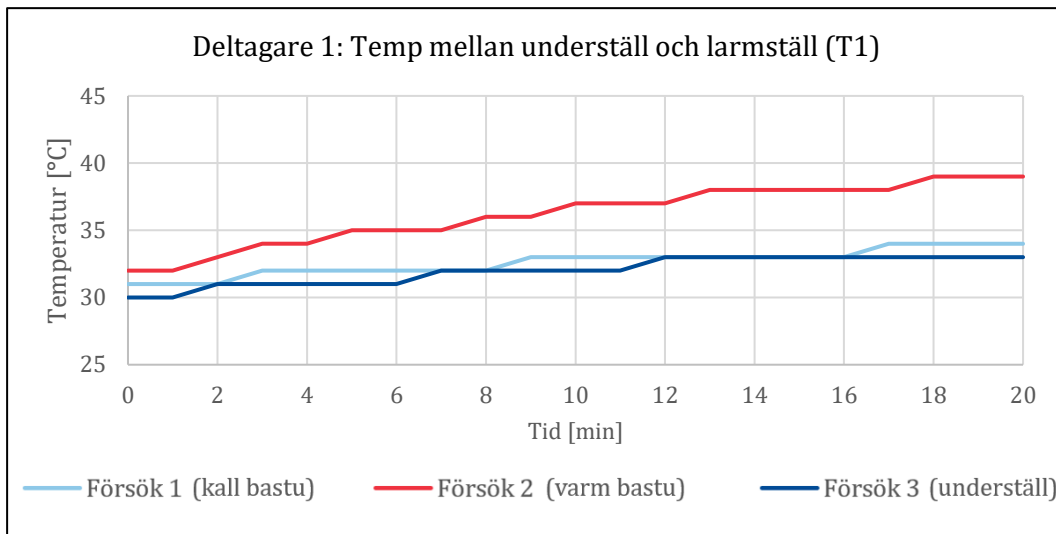
Försöksdeltagare 2	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
Differens vikt [kg]	-0,7	-0,6	-0,8
Differens vikt [%]	-0,81	-0,71	-0,92
Differens kroppstemp [°C]	0,5	1,4	0,9
Kroppstemp vid försökets avslut [°C]	37,7	38,3	37,8
Differens flasktryck [bar]	-220	-200	-235

Försöksdeltagare 3	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
Differens vikt [kg]	-0,7	-0,5	-0,4
Differens vikt [%]	-0,64	-0,47	-0,37
Differens kroppstemp [°C]	0,4	1,7	1,2
Kroppstemp vid försökets avslut [°C]	37,1	38,3	37,5
Differens flasktryck [bar]	-240	-190	-240

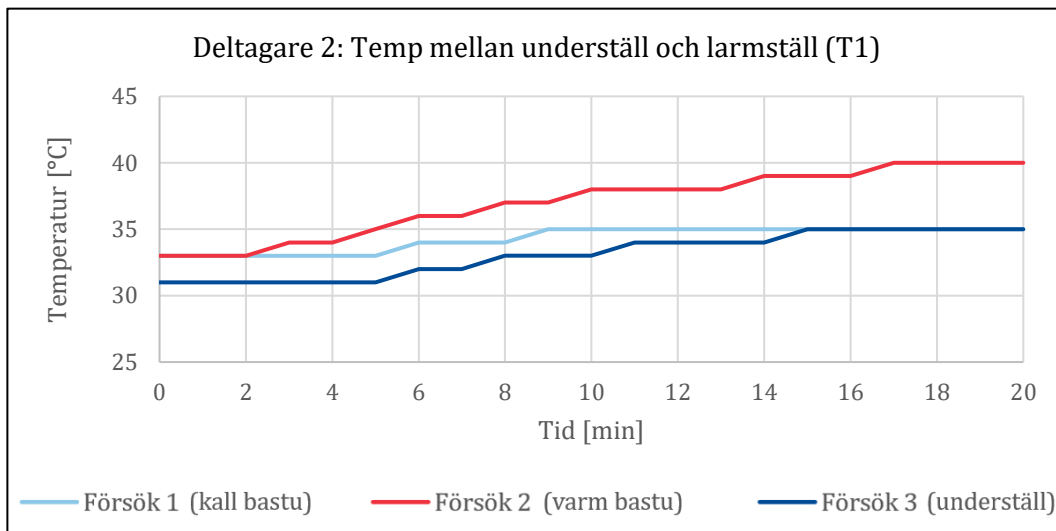
Försöksdeltagare 4	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
Differens vikt [kg]	-0,4	-0,4	-0,4
Differens vikt [%]	-0,57	-0,57	-0,56
Differens kroppstemp [°C]	1,1	1,4	1,6
Kroppstemp vid försökets avslut [°C]	38	38,8	38,3
Differens flasktryck [bar]	-200	-200	-220

4.3.3 Temperatur mellan underställ och larmställ (T1)

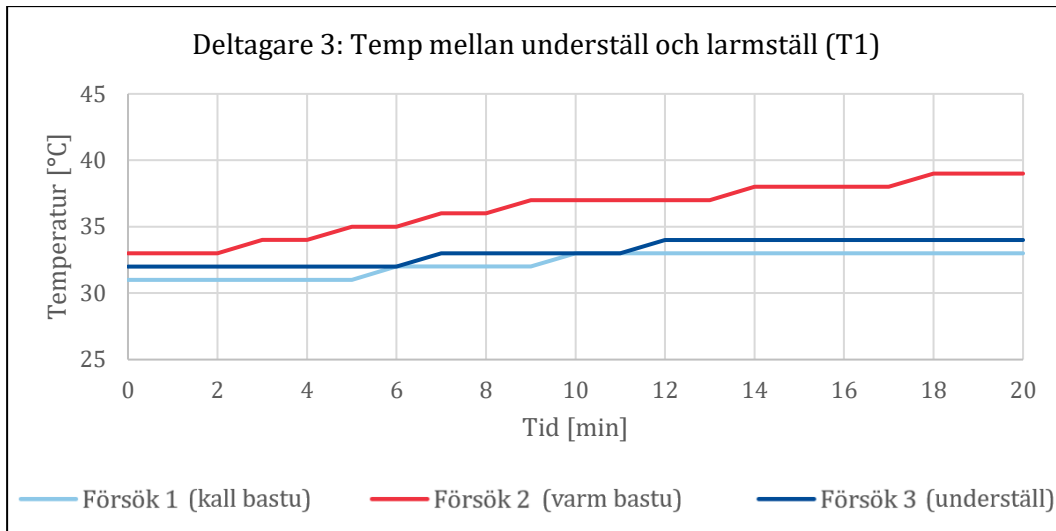
Nedan följer temperaturkurvor plottade efter dokumenterade värden för T1, samt en sammanställning över differens och medelvärde, för respektive försöksdeltagare.



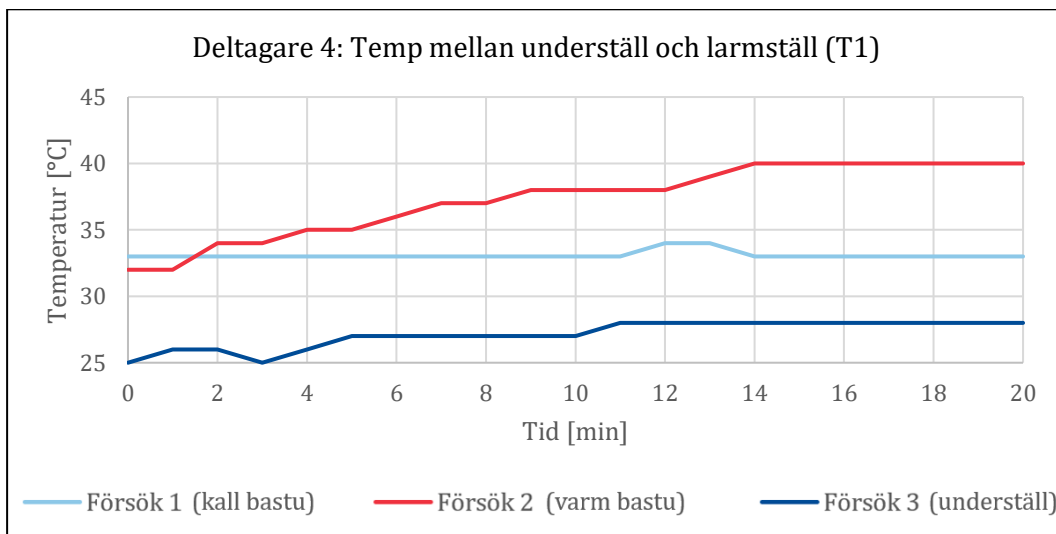
T1 Deltagare 1	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
Differens [°C]	3	7	3
Medel [°C]	33	36	32



T1 Deltagare 2	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
Differens [°C]	2	7	4
Medel [°C]	34	37	33



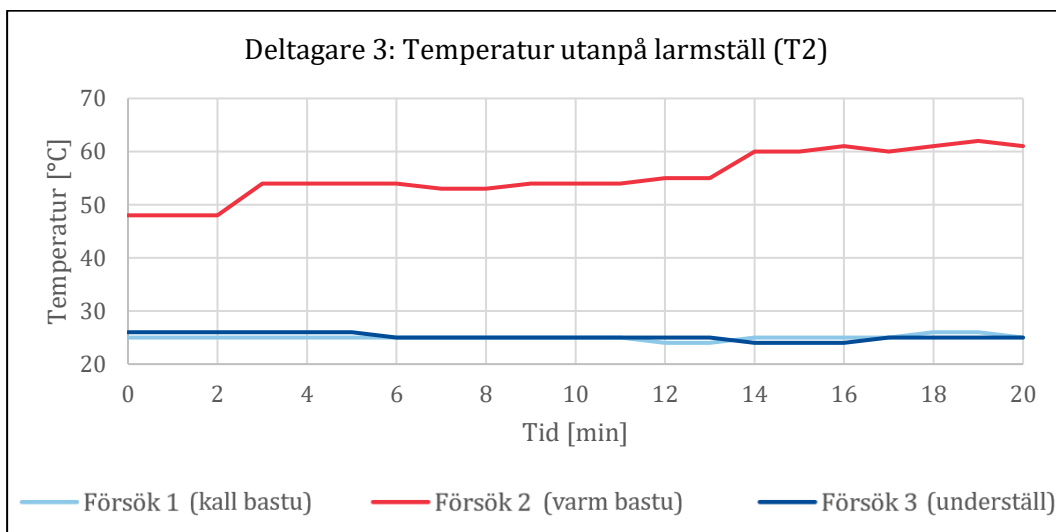
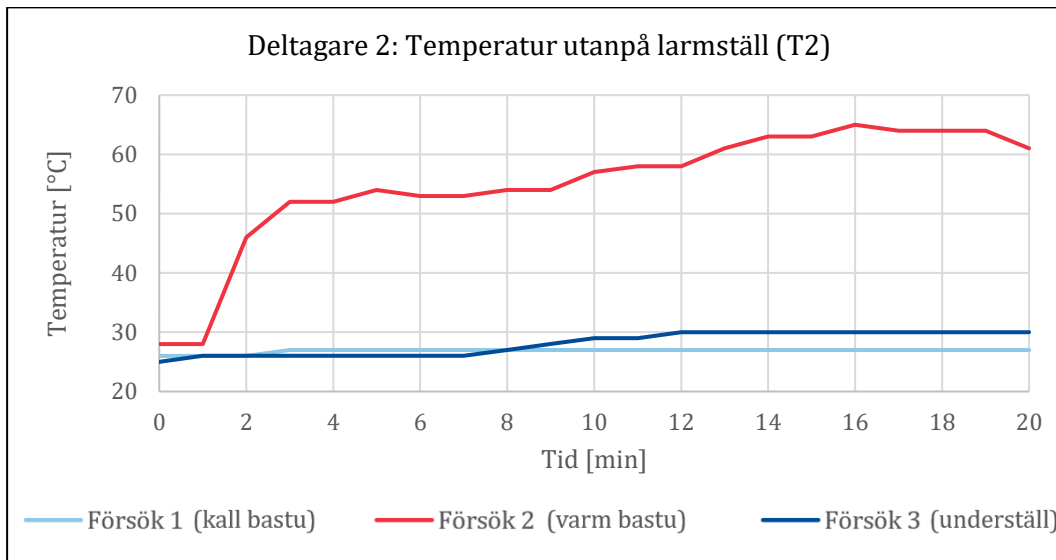
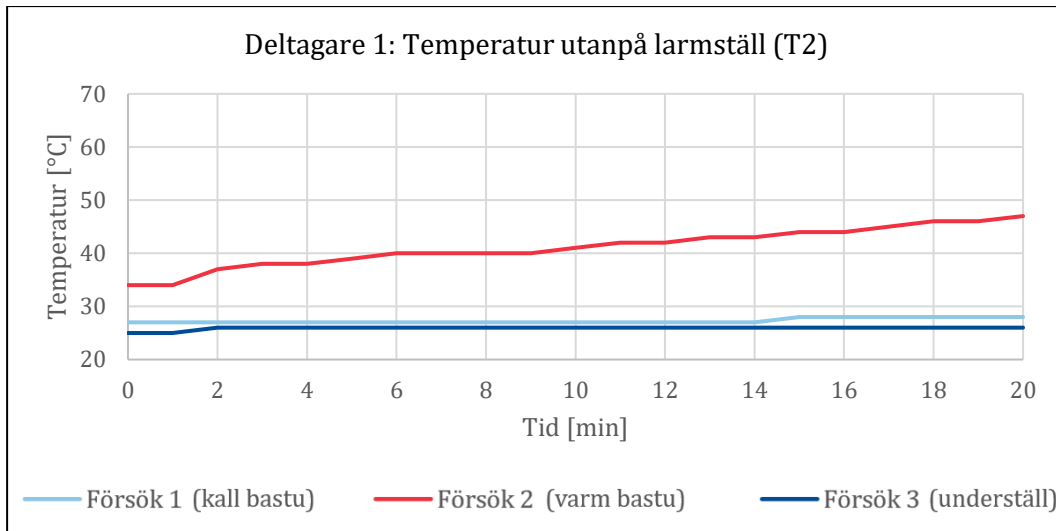
T1 Deltagare 3	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
Differens [°C]	2	6	2
Medel [°C]	32	36	33

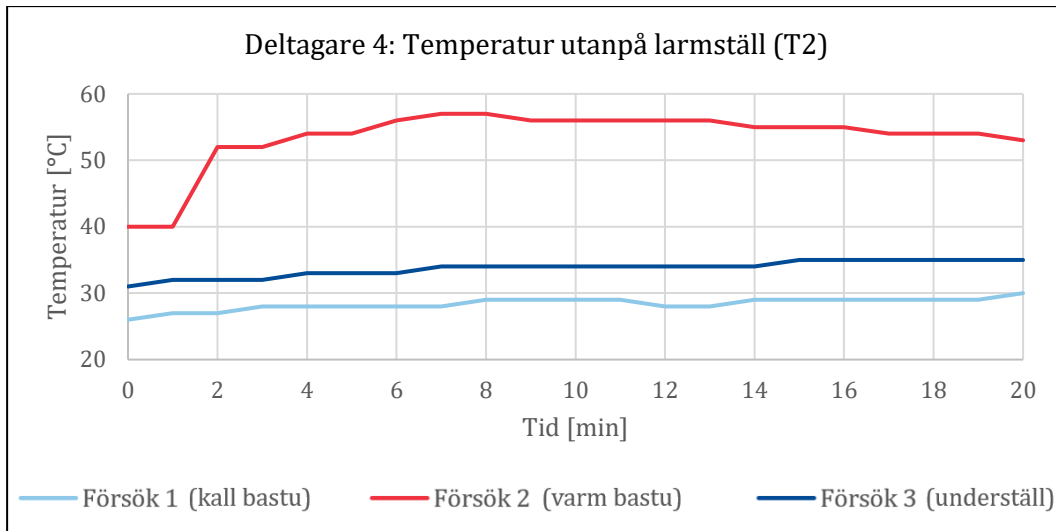


T1 Deltagare 4	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
Differens [°C]	0	8	3
Medel [°C]	33	37	27

4.3.4 Temperatur utanpå larmställ (T2)

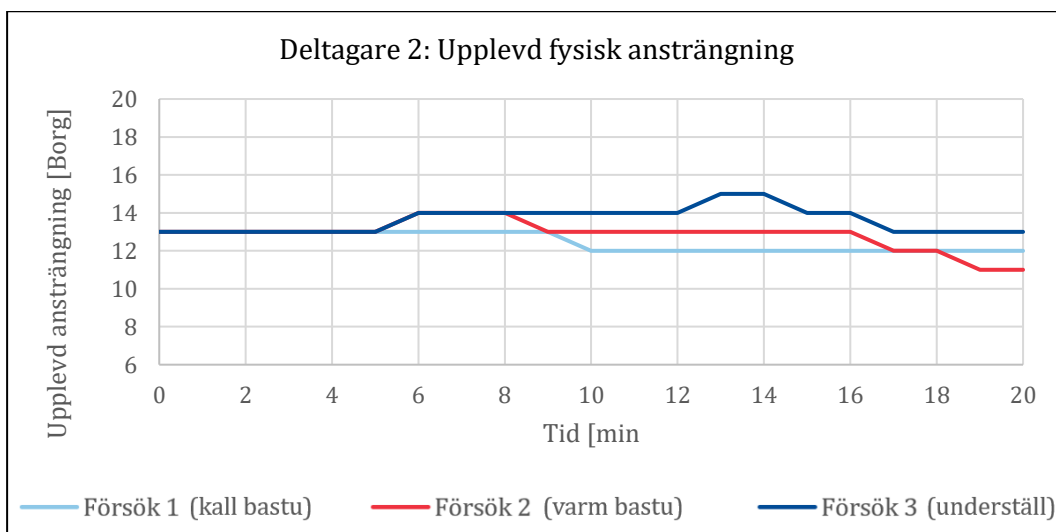
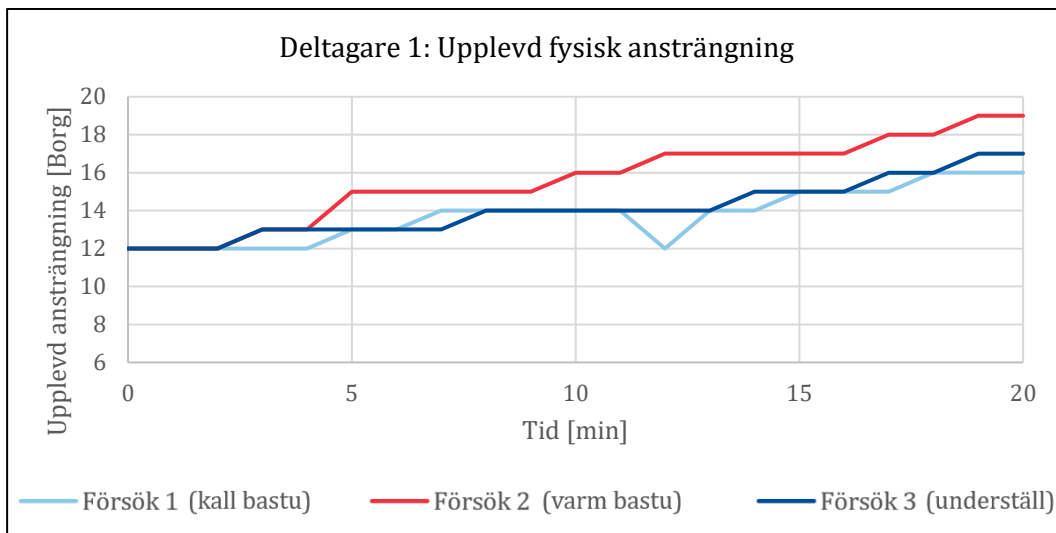
Följande visar grafer över den temperatur som uppmätts utanpå larmstället.



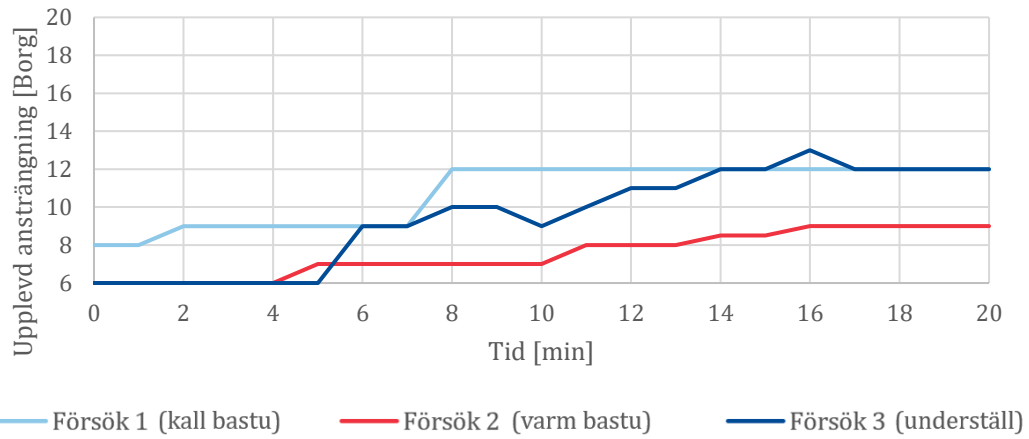


4.3.5 Upplevd fysisk ansträngning

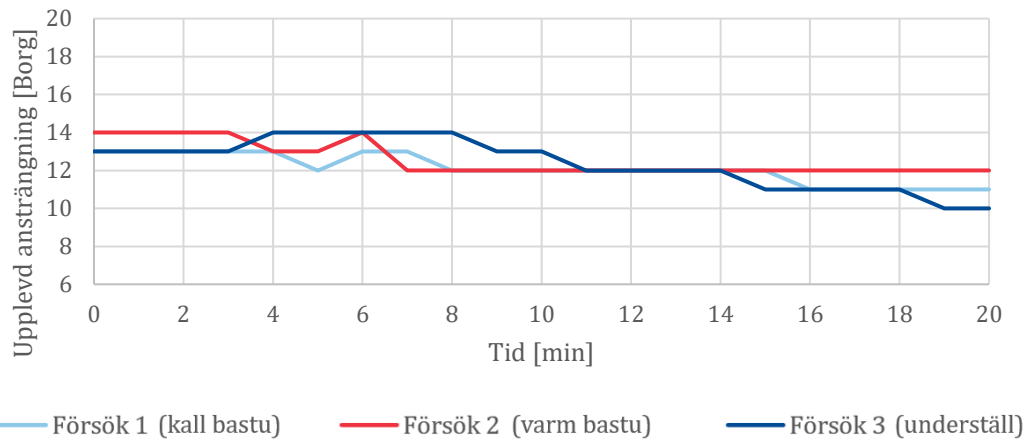
Nedan följer de skattningar som deltagarna, med hjälp av Borg-skalan, gjorde över sin upplevda fysiska ansträngning.



Deltagare 3: Upplevd fysisk ansträngning

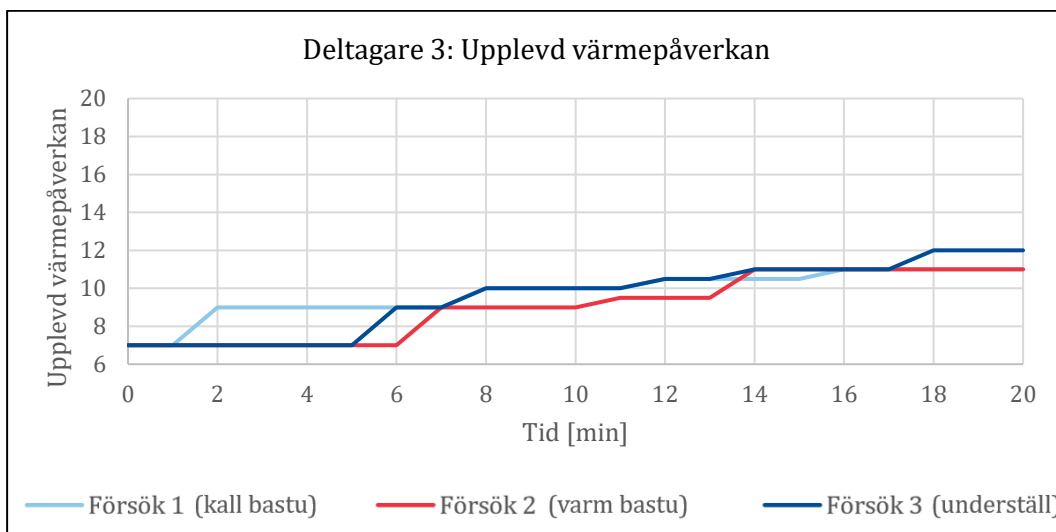
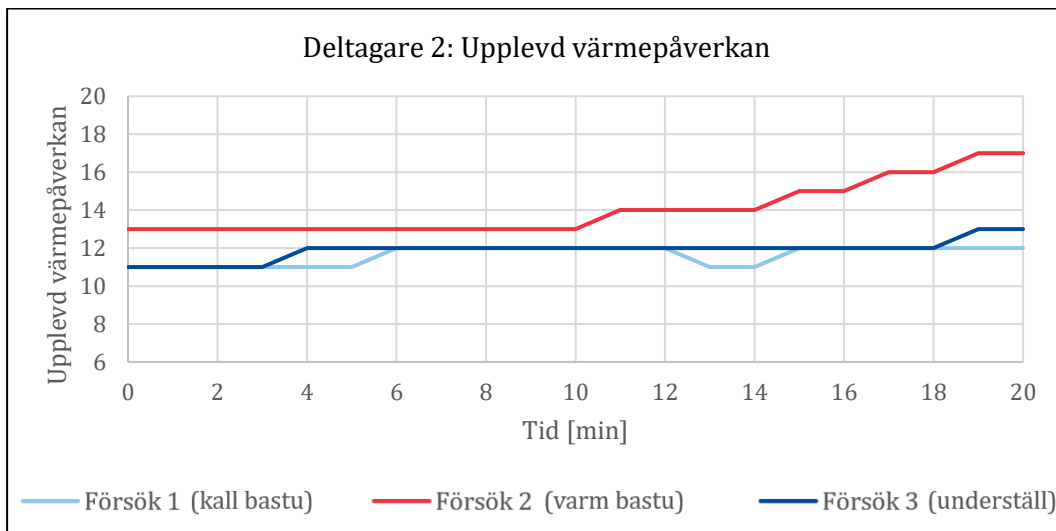
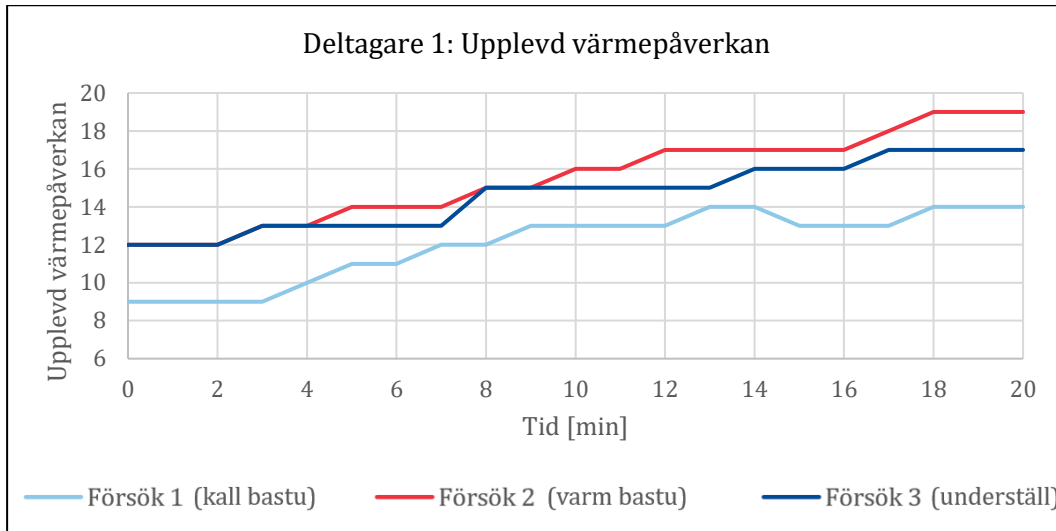


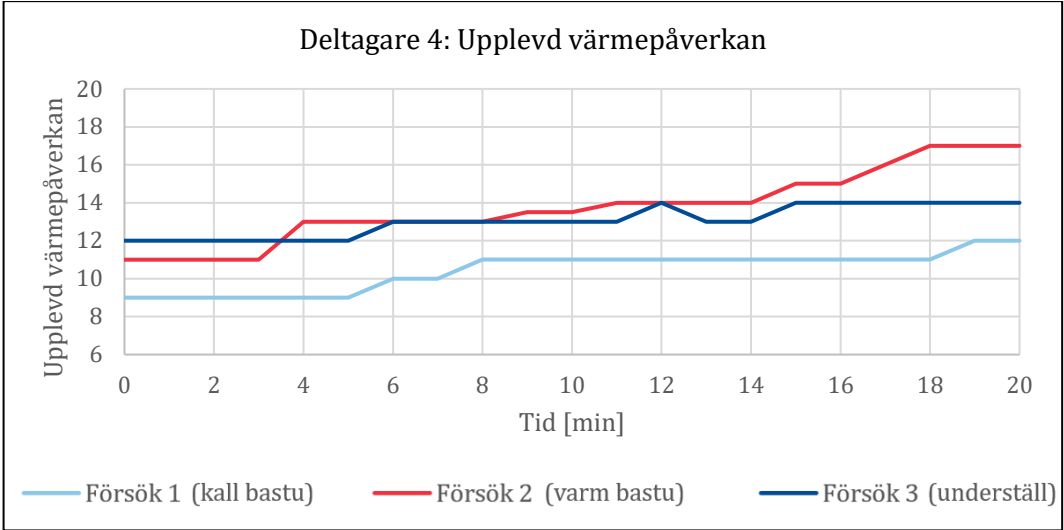
Deltagare 4: Upplevd fysisk ansträngning



4.3.6 Upplevd värmepåverkan

Nedan följer skattningarna som deltagarna gjorde över sin upplevda värmepåverkan, enligt värmeskalan presenterad i Bilaga D.





5. Diskussion

Nedan diskuteras uppnådda och insamlade resultat utifrån projektets syfte och mål samt presenterad teori.

5.1 Tolkning av AFS 2007:7

Kravet som ställs för att upprätthålla kompetensen för rökdykning är att två övningstillfällen per år ska genomföras med värmetsats. Det återkommer sedan i de allmänna råden, vid flertalet tillfällen, att övningarna så långt som möjligt ska efterlikna en räddningsinsats. Likaså är det en återkommande skrivelse att övningar med värme ska genomföras under kontrollerade former och så långt som möjligt utan hälsofarliga ämnen. Råden säger också att övningstillfällena kan behöva utökas i kommuner där rökdykarinsatser inte förekommer så ofta.

Gällande specifik temperatur så regleras inte den i föreskriften, utan berörs först i de allmänna råden. Man nämner att temperaturer mellan 60–80 °C kan vara lämpligt och hänvisar särskilt till säkerhetsaspekten för övningen. Däremot framgår inte om det ska vara en homogen temperatur, hur länge man bör befinna sig i den eller hur den ska förväntas belasta och påverka individen.

Det framgår alltså till viss del hur övningarna bör utformas. Men det framförs ingenstans vad det egentliga syftet med att tillföra värme till övningarna är, eller hur den är tänkt att påverka den övande. Vet man inte hur och varför värmen ska tillföras, blir det svårt att avgöra när kravet kan tolkas som uppfyllt.

För att kunna resonera vidare kring om idén med värmetsats från underställ skulle kunna vara en möjlig väg att gå för att uppfylla kraven på, ställdes lite mer djupgående frågor direkt till Arbetsmiljöverket.

Utifrån svaret från Arbetsmiljöverket, se Bilaga F, tolkas det som att en övningsmetod med värme tillsatt från ett underställ kan vara likvärdigt en metod som tillsätter värmen från omgivningen. De skriver att kraven är nivåsättande och att *”om ni kan uppnå lika eller högre säkerhetsnivå på annat sätt så är det ok”* och att vi har ett visst utrymme att inte följa kraven: *”Ni får själv bedöma om de skäl och det resonemang ni för leder till det alternativ ni tänker er”*.

Med hjälp av återkopplingen från Arbetsmiljöverket kan tolkningen göras att de krav som återfinns i AFS 2007:7 inte är något hinder för att fortsatt utveckla idén om värmetsats via uppvärmda klädesplagg. De kan användas under kontrollerade former och utan närvaro av hälsofarliga ämnen. De kan användas i kombination med samtlig utrustning som förväntas användas under en riktig insats, vilket gör övningen insatslik.

Inte minst skulle metoden ge stora möjligheter att följa rådet om att variera övningarna och helst genomföra dem i nya miljöer. Det skulle också bli enkelt för de kommuner som rådgörs utöka övningstillfällena att göra det, sett till enkelheten i att ta på sig ett värmande klädesplagg kontra att åka till ett övningsobjekt som dessutom behövs värmas upp i god tid.

5.2 Varför övar vi med värme?

Utifrån resonemanget ovan kan det konstateras att ansvaret för att bedöma om AFS-kravet är uppnått eller inte ligger på räddningstjänsten själv. Så:

Vad ser vi själva är syftet med att öva varmt?

Vad är det i vår verksamhet som gör att vår personal behöver ha förberett sig genom att öva med någon form av värmetsillsats, och hur övar vi på just det?

Vi vågar påstå att det inom räddningstjänst-Sverige idag inte är särskilt förekommande att man tagit ställning till just det. Hur förväntar vi oss att individen ska påverkas av den värme vi utsätter hen för? Hinner den slå igenom innan övningen avbryts? Den kanske är outhärdlig?

Det är vanligt att ifrågasätta nya metoder, men mindre vanligt att reflektera över det befintliga. Kan det vara så att befintliga metoder hamnat där av ren vana, snarare än via motiverade beslut? Vanans makt är stor.

Varför planerar vi beredskapen så att varje brandman ska få möjlighet att genomföra två varma övningar per år? Svaret på den frågan får inte vara "för att uppfylla AFS". Det behöver finnas ett djupare syfte och en grundligare eftertanke. Att detta är ett svar som faktiskt förekommer skulle istället kunna antyda att det idag inte kan säkerställas att AFS-kravet faktiskt uppfylls, trots att värmen varit påslagen.

5.2.1 Övningssyften i två kategorier

Alltså. Det är räddningstjänstens eget ansvar att definiera i vilket syfte man vill tillföra värme till övningen. De typer av övningar som har med värme att göra och förväntas genomföras kontinuerligt, skulle kunna delas in i två kategorier.

1. Övningar där värme finns närvarande men där själva flödet i sig inte behöver vara realistiskt. Övningens syfte är att lära känna, samt mängdträna, kroppen under arbete i värme, gärna i vanligt förekommande moment.

Det vill säga, att utsätta den övande för en hög värmebelastning i kombination med fysiskt arbete för att få ett kvitto på hur hen upplever och agerar i situationen. Givetvis är det önskvärt att det fysiska arbetet utgår från för uppgiften rökdykning vanligt förekommande moment.

Många är bekanta med hur mycket belastning genererat av fysisk ansträngning man klarar av, och hur kroppen reagerar när det börjar närma sig max. Men det är viktigt att beakta, och lätt att glömma, att tillförandet av värmeenergi ger en ökad belastning i sig. Kombinationen av de två är ett troligt scenario vid skarp rökdykning, samtidigt som det är något vi är ovana vid att bemöta.

Övningen medför alltså att både den övande och dennes arbetskamrater får tillfälle att upptäcka varningssignaler och reaktioner, som sedan i skarp miljö är viktiga att vara uppmärksam på.

2. Övningar vars syfte är att känna hur värmen, men även övriga miljön, faktiskt känns och betes sig vid en riktig brand. Att öva med värme för att lära sig bedöma ett verklighetstroget brand- och värmeförlopp.

Hur känns värmen på olika ställen under mitt larmställ? Hur kan jag skydda mig mot direkt värmestrålning? Hur skiktar sig röken? Det här syftet kräver i princip alltid möjligheten att kunna elda fibröst utifrån att det verklighetstroga försvinner om värmefluktuationer, vattenångor, brandgaser och nollplan inte kan simuleras.

En övning med fibrös brand bör framförallt fokusera på att uppmärksamma och reflektera kring de förhållanden och risker som återkommer vid en skarp rökdykning, samt att lära den övande att använda utrustning och metoder så som IR-kamera och brandgasventilering på rätt sätt. Det är under den här typen av övning inte önskvärt att belasta den övande för mycket då de befinner sig i en farlig miljö.

5.2.2 Acklimatisering

Det förekommer ibland att acklimatisering används som motivering till de varma övningarna. Acklimatisering bedöms inte vara ett motiverat syfte till övning inför uppgiften rökdykning, och inte heller en trolig bakgrund till de två övningstillfällena som krävs i AFS:en. Acklimatisering kräver vanligtvis 7–14 dagar med minst två timmars exponering dagligen.

I kommentarerna till AFS 2007:7 rekommenderas träning i värme och bastubad efter träning för att förbättra värmetåligheten. Den slags värmetålighet som hänvisas till där tros inte vara samma sak som acklimatisering, utan snarare vara en uppmaning att bygga upp en vana av att belasta sig i värme. Skulle brandmannen vilja acklimatisera sig till värme bör det alltså tillses på andra sätt än via rökdykningsövningar.

5.2.3 Den faktiska temperaturen

För att fylla på reflektionen kan även ett resonemang föras kring själva temperaturen. I kommentarerna till AFS 2007:7 beskrivs att det under 1986 diskuterades fram att en lämplig temperatur vid varma rökdykarövningar var på mellan 60–80°C. AFS:en skriver att intervallet bör vara vägledande även idag. Fast, borde det verkligen det?

Temperaturen bör vara direkt avhängt på vilken roll man bedömt att värmen ska spela i övningen. Det är en genväg att anta att resonemanget från 1980-talet fortfarande är lämpligt rakt av, trots att förutsättningarna förändrats avsevärt. Som exempel diskuterades temperaturen på 60–80°C fram under en tid då larmställen var gjorda av ylle.

Återigen – räddningstjänsten måste själva ta ansvar för att bedöma lämpliga övningsförutsättningar.

5.3 Övningsmetoder

En övningsmetod behöver pusslas ihop av lämpligt övningsobjekt och lämplig övningsutrustning för att sedan kunna skapa en helhet med effekt. Beroende på hur den varma rökdykningsövningen motiveras spelar alltså själva värmen olika roller.

Pusslandet kan ske på olika sätt och det finns alltså möjlighet till betydligt fler övningsmetoder än de faktiska övningsobjekten. Tillförandet av värme är idag en del av de pusselbitar som faller under "objekt", men skulle vid ett utvecklande av värmande klädesplagg även kunna bli en del av utrustningen.

5.3.1 Begränsningar idag

Generellt vid övning inför rökdykning önskas utöver värme även begränsad sikt, för att efterlikna mer verklighetstroga förhållanden. Det finns begränsningar med alla övningsmetoder. En typisk begränsning med övning i uppvärmt utrymme är att rökalkstrare inte tål värme. Begränsas sikten genom att släcka lamporna, vilket är vanligt förekommande, tappas möjligheten att öva med IR-kamera. Begränsas sikten genom att täcka den övandes mask, tappas dessutom möjligheten att öva med ficklampa. Ficklampan kan teoretiskt användas vid nedsläckt lokal, men då finns inte längre någon begränsning i sikt.

Inte heller kan brandgasventilation övas eftersom de momenten skulle ventilera ut den värme som medvetet byggs upp i utrymmet för att förbli.

En känd begränsning med de övningar som inkluderar fibrös eldning är den farliga miljön som skapas med giftiga brandgaser och hög temperatur. Att närvara vid för många sådana övningar resulterar sannolikt i hälsorisker då huden tar upp gift från brandgaserna trots att man iklätt sig larmställ. Det finns också en risk att andas in giftiga gaser och partiklar när den övande eller personalen står utanför övningsobjektet med "mask av".

Att inte kunna öva in rätt handhavande och metoder ökar risken för att öva in felbeteenden. Exempelvis belönar inte ett jämnt uppvärmt utrymme att rökdykaren håller låg ställning, vilket vid en skarp händelse kan vara direkt avgörande. Och strålförarteknikövningar i en gas- eller dieleldningscontainer riskerar att öva in beteendet att bara öppna strålröret när man ser flammor.

Som med det mesta är det övning som ger färdighet. Övar vi inte på att ventilera ut brandgaser så blir vi även dåliga på att göra det vid larm. Övar vi inte med IR-kamera kommer vi inte heller kunna nyttja den på larm. Dagens övningsmetoder verkar vara anpassade till övningsförutsättningarna snarare än till verkligheten.

5.3.2 Möjligheter med värmande klädesplagg

Återigen, alla metoder har sina begränsningar. Men att bevara värmen på insidan av larmstället skulle, utöver möjligheten att kunna använda övningsrök och därmed både öva med IR-kamera och vissa moment för brandgasventilation, även bidra till en hållbarhets- och kostnadseffektivitet. Hur då?

Innan själva övningsutrymmet blivit varmt har ju även hela konstruktionen behövts värmas upp. Slöseri kan tyckas. Likaså skulle behovet minska av att transportera både övande personal och tunga fordon långa sträckor mellan hemstation och övningsplats.

Det krävs respekt och kunskap hos övningsledningen för att kunna leda en övning med värme. Redan vid kroppstemperaturer på 38–39 °C ökar risken för utmattning. I de fall övningsledningen behöver följa med de övande i den varma miljön påverkas således även omdömet på övningsledningen.

En fördel med värmeförsel från klädesplagg är att de i dessa fall endast belastar de övande med värme, inte personalen. En ytterligare fördel är att det bidrar till enklare säkerhetsåtgärder. Värmeförseln kan avbrytas på ett klick, helt utan något behov av förflyttning.

5.3.3 Sammanfattningsvisa för- och nackdelar

För att skapa en överblick följer här en sammanställning över möjligheter och begränsningar kopplat till vanligt förekommande övningsmetoder. I sammanställningen ingår även en uppskattning av effekten från övningar inkluderat ett värmande klädesplagg.

● = Uppfyller kriteriet

◐ = Uppfyller delvis kriteriet

	Fibrös eldning	Gas- eller diesel-eldning	Uppvärmad, nedsläckt lokal	Kall övning med teaterrök	Värmande klädesplagg
Övningsmiljön liknar miljön vid reell brand (rök- och temperaturskiktningar, etc.)	●	◐			
Övningsobjektet liknar riktiga byggnader in- och utvändigt	◐	◐	●	●	●
Möjlighet att öva brandsläckning	●	◐			
Möjlighet att öva med RD-lampa	●	●		●	●
Möjlighet att öva med IR-kamera	●	●		●	●
Möjlighet att öva brandgasventilation	●	◐		◐	◐
Liten risk att öva in riskbeteende	●	●			◐
Kort förberedelsetid		●		◐	●
Skapar värme snabbt och behöver inte värma upp hela konstruktioner		●			●
Litet behov av återställning		◐	●	●	●
Ren arbetsmiljö för övande			●	◐	●
God arbetsmiljö för övningsledning			◐	◐	●
Går att välja miljövänligt energislag för uppvärmning	◐	◐	●		●
Kan öva var som helst (flexibilitet samt minskade transporter)				◐	●
Övningsledningen kan styra brandförloppet	◐	●			
Går snabbt att avlägsna värme från påverkad person					●

Tabell 1. Sammanställning över möjligheter och begränsningar kopplat till vanligt förekommande övningsmetoder samt en uppskattning av effekten från övningar inkluderat ett värmande klädesplagg.

Samtliga metoder bedöms följaktligen kunna användas i pusslandet av en övning som syftar till att, för att använda AFS:ens egna ord, upprätthålla färdigheten för uppgiften rökdykning. Den viktiga följdfrågan blir: Vilken färdighet är det vi vill öva just den här gången?

Det värmande klädesplagget verkar kunna bli en mångsidig metod med möjlighet att öva flera färdigheter samtidigt. Det kan dessutom tolkas som att kombinationen av att ibland få öva med

fibrös brand och ibland med ett värmande klädesplagg verkar ge förutsättningar för att faktiskt öva på helheten.

Sett till helheten skulle det alltså finnas fog för ett fokusbyte. Pondera att övningar i uppvärmda utrymmen och gas- eller dieseleldade containers skulle ersättas med värmande klädesplagg. Om detta skulle minska övningsverksamhetens miljöbelastning genom minskade utsläpp från transporter och uppvärmning, kanske en ökning av belastningen i en annan del av övningsverksamheten kan motiveras - exempelvis en ökad övningsfrekvens med fibrös brand, eller till och med huseldning. Detta för att skapa förståelse och utveckla metoder för hantering av brand i byggnad. Sådana övningar behöver idag prioriteras ned av bland annat hälso- och miljöskäl.

5.4 Analys av försöksresultat

Nedan följer en analys över de mätvärden som uppmätts under de praktiska försöken. Människor är olika tåliga för värme och fysisk belastning. Därför har det inte varit relevant att jämföra faktiska värden mellan de olika deltagarnas genomförda försök, utan snarare uppfattade trender.

5.4.1 Temperaturen utanpå larmstället - T2

Temperaturen som uppmättes direkt utanpå larmstället ökade sakta men säkert under hela försökstillfället under försöken med kall omgivning, försök 1 och 3. Värmeökningen tros bero på att larmstället succesivt släppte ut den värme som kontinuerligt genererades av kroppen.

Under försök 2, med varm bastu, kan det anas en trend där värdet på T2 snarare stagnerar på slutet, alltså inte fortsätter med samma lutning uppåt under hela försöket. Särskilt syns detta för försöksdeltagare 2 och 4 där T2 sänks mot slutet av försöket.

Luften som läcker ut genom larmstället är under försök 2 kallare än omgivningens bastutemperatur. Att T2 efter en succesiv höjning verkar kunna stagnera eller till och med sänkas, kan tyda på att den luft som transporteras ut genom larmstället håller ett högre flöde än vad bastuvärmen gör åt motsatt håll.

Kanske kan punkten för den här stagneringen markera den för brandmännen välkända känslan av att "värmen tränger igenom", fast det som egentligen händer är att kroppen i ett försök att bibehålla sin kärntemperatur genererar värme i en högre takt än man är van vid.

Det ska nämnas att placeringen av mätningen för T2 skulle kunnat påverkat resultatet, då den satt i närheten av utflödet av luft samt luftslangen som blir kall vid andning.

5.4.2 Kroppstemperatur

Tabellen nedan sammanställer hur mycket kroppstemperaturen ökat mellan försökens start och slut, för samtliga deltagare.

Deltagare	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
1	1,8	1,9	2,0
2	0,5	1,4	0,9
3	0,4	1,7	1,2
4	1,1	1,4	1,6

Kroppstemperaturen har höjts markant olika för respektive försöksdeltagare. Det här var förväntat och tros bero på att förmågan att göra sig av med värme är individuell. Resultatet belyser återigen att det är inom respektive deltagares tre försök mätvärdena kan jämföras, inte mellan de olika deltagarna. Gör man just det så kan följande trend utläsas:

Kroppstemperaturen höjs mest under försök 2 med den varma bastun, näst mest under försök 3 med det värmande understället och minst under försök 1 med vanligt underställ. För försöksdeltagare 1 och 4 har kroppstemperaturen till och med höjt sig mer under försöket med det värmande underställ än den varma bastun.

Trenden visar att det värmande understället faktiskt skapat en ökad belastning hos individen kontra det vanliga understället. Sett till endast kroppstemperaturen verkar det till och med kunnat skapa en större eller lika stor belastning som den värmande bastun.

5.4.3 Temperaturen mellan underställ och larmstall - T1

Tabellen nedan sammanställer skillnaden på T1 mellan försökens start och slut.

Deltagare	Försök 1 (kall bastu)	Försök 2 (varm bastu)	Försök 3 (underställ)
1	3	7	3
2	2	7	4
3	2	6	2
4	0	8	3

Ökningen av temperatur innanför larmstället är en effekt av två saker: Att kroppen genererar egen värme samt att värmen från omgivningen trängt in igenom larmstället. I försök 3 tillkommer den ytterligare anledningen att värme tillsätts från understället.

T1 skulle, om försöken pågått längre, troligtvis fortsatt att öka på ungefär samma sätt till dess att kroppens värmereglering slutar fungera vid cirka 39°C. Ingen av försöksdeltagarna nådde en kroppstemperatur över 39°C.

T1 har för samtliga ökat mest under försök 2 (varm bastu). Vid jämförelse av deltagarnas försök 1 och 3 är skillnaderna i T1 nästintill obefintliga. Detta blir intressant när man jämför det med den ökade kroppstemperaturen - som var högre för försök 3 (underställ) än för försök 1 (kall bastu). Det antas visa att värmen som tillsätts från värmestället faktiskt gått "in" och belastat kroppen, inte bara flödat direkt "ut" genom larmstället.

Det här tros vara ett exempel på hur kläder, i det här fallet larmstället, påverkat överföringen av värme till och från kroppen. Larmstället har isolerat och hållit den tillförda värmen på insidan.

En felkälla i värdena på T1 är att temperaturen på själva larmstället kan ha varit olika från start. Det är skillnad på om larmstället hämtats från omklädningsrummet eller vagnhallen (där det är kallare). Om larmstället var kallt från början skulle temperaturskillnaden naturligt bli lägre, då det tar längre tid att även värma upp själva stället. Det här tros vara en förklaring på försöksperson 4:s 0-differens under försök 1.

5.4.4 Upplevd fysisk ansträngning och upplevd värmepåverkan

Pulskurvorna i sig är inte så relevanta att analysera, ingångsvärdet för deltagarna var ju att hålla sig till en och samma puls vilket även kurvorna visar att de gjorde. En lyckad konsekvens av att pulsen var deltagarnas riktvärde under försöken var att man i kombination med deras uppskattning på Borg-skalan kunde se att pulsen påverkades av värmebelastningen.

Detta var särskilt tydligt i försök 2, med bastuvärme, där deltagarnas puls efter cirka 10 minuter stack iväg trots att de inte upplevde någon ökad fysisk ansträngning. Försöksledaren fick succesivt påminna deltagaren om att sänka motståndet eller arbetet, för att kunna bibehålla pulsen de ombetts att hålla. I deltagare 2 och 4:s fall har detta gjort att skattningen av den fysiska ansträngningen minskat efterhand.

Skattningen av upplevd värmepåverkan ökade succesivt i egentligen samtligas försök. Att trenderna för uppskattad fysisk ansträngning och trenden för uppskattad värmepåverkan inte är likadana förtydligar att det inte går att slå ihop de två bedömningarna i ett och samma mått.

Det räcker alltså inte att bara mäta faktiska temperaturer, vi måste ta reda på hur värmen *upplevs* för att kunna utvärdera effekten av övningen. Den psykologiska bedömningen är enligt Folkhälsomyndigheten en relevant bedömningsmetod när det kommer till termisk komfort, vilket ytterligare stärker att värme-skalan som skapats för, och använts inom, projektet är relevant att utveckla. Det är något som skulle vara intressant att implementera tydligare i samtliga övningssammanhang med värme.

Sammanfattningsvis anses både upplevd fysisk ansträngning och upplevd värmepåverkan vara viktiga faktorer att beakta för att komma vidare i en förståelse för vad som händer med oss när vi övar i värme. Den förståelsen är i sin tur viktig för att kunna komma vidare i ett arbete med HeatSim där önskan är att kunna simulera just de upplevelserna.

Samtidigt behöver det belysas att det är just uppskattningar. Uppskattningen är svåra att validera då de är högst individuella och beroende på hur van man är att göra själva skattningen. Försöksdeltagarna i det här projektet var bekanta, men inte vana vid, att använda Borg-skalan för uppskattning av fysisk ansträngning. Värme-skalan var helt ny för dem.

Att deltagarna inte var vana vid skattningarna medför en risk för missvisande resultat. Likaså är det troligt att de lärde sig att använda skalorna efterhand vilket gör att de kanske inte uppskattade sitt första respektive sista försök enligt samma struktur. Skulle de här bedömningarna implementeras i all typ av övning, på regelbunden basis, skulle validiteten i värdena snabbt bli högre.

En ytterligare risk med "upplevelse-måtten" är att försöksledaren kan ha påverkat deltagaren genom sättet att kommunicera. Exempelvis kan frågorna "är det samma nu som nyss?" och "vad är din upplevda värmepåverkan just nu?" uppfattas olika hos mottagaren trots att innebörden egentligen är densamma. Likaså fick försöksdeltagarna ibland reda på vad temperaturerna T1 och T2 uppmättes till vilket kan ha smittat av sig till deras uppskattning.

5.4.5 Vikt

Svettning är det mest effektiva sättet för kroppen att leda bort värme på, och blir svårare i takt med ökande omgivningstemperaturer. En person som tränar kondition regelbundet har lättare att göra sig av med värme genom att svettas. Likaså påverkar individens vätskestatus. Då sådan ingångsdata inte samlades in inför försöken bör värdena analyseras med vaksamhet.

Samtliga har gått ned ungefär lika mycket i vikt under sina tre försök. Man har alltså inte svettats mer under försök 2 (varm bastu) och 3 (underställ) trots att kroppstemperaturen då höjdes mer än under försök 1 (kall bastu).

Detta skulle kunna förklaras av att man når sin maximala svettintensitet redan när man iklädd larmställ cyklar med 70% ansträngning i rumstemperatur. Att deltagarna är relativt vältränade talar också för att svettningen kommer upp i en hög nivå relativt snabbt.

Ingen av deltagarna har dock nått över 1% viktninskning vilket är gränsen för att kroppens värmereglering ska börja påverkas negativt. Det här borde betyda att viktninskningen skett "som normalt" under samtliga försök. "Normalt" får i det här fallet betyda klädsel i larmställ.

6. Förslag på fortsättning

Det här projektet ska ses som en slags uppstart för att väcka intresse för fortsatt arbete. Det finns många faktorer som utifrån resultaten är intressanta att belysa vidare. Dels för att utvärdera huruvida ett värmande klädesplagg skulle kunna bidra till alternativa övningsmetoder, dels för att lära oss mer om hur vi faktiskt övar idag.

6.1 Utveckla beskrivningen av det som ska simuleras

Det finns flera sätt att utveckla och/eller återanvända försöksuppställningen på för att samla in fler data. Det är önskvärt för att nå närmare en beskrivning av vad det egentligen är vi vill simulera. Vet vi inte vilken påverkan och upplevelse som ska återskapas är det senare svårt att kunna pricka rätt behov i utvecklandet av en ny metod.

Genomför fler antal försök med fler försöksdeltagare men samma försöksuppställning. Detta för att se om trenderna som identifierats skulle bestå.

Passa även på att tydliggöra ingångsvärdena för försöksdeltagarna för att skapa större tillförlitlighet i mätvärdena. Exempelvis: Hur mycket ska man ha druckit inför, när på dygnet ska man väga sig, etc. Vätskestatus är en faktor som påverkar balansen i kroppens värmeväxling.

Tydliggör även riktlinjerna för övningsledaren. Exempelvis: På vilket sätt ska frågor till deltagaren ställas? En stor del av resultatet bygger på hur deltagaren själv uppfattar situationen och övningsledaren kan enkelt riskera att påverka den bedömningen, vilken leder till felkällor i resultatet. Av samma anledning bör övningsledaren inte heller delge de uppmätta värdena för deltagaren under försökets gång.

Byt ut cykelmomentet till annan fysisk aktivitet. Både kroppsställning och luftrörelse är faktorer som påverkar värmebalansen. På cykeln rör man sig kontinuerligt vilket eventuellt skulle kunnat bidra till att "lufta" mer än vad som skulle gjorts vid, för en insats, vanligt förekommande moment.

Anledningen till att insatslika moment inte användes i det här projektet var att det ansågs svårt att mäta med tillgängliga förutsättningar, se mer i Bilaga B.

Skapa tydligare jämförelsedata. För att få tillgång till mer data från befintliga metoder, att kunna väga försöksresultat emot, behöver effekten av vad vi egentligen gör idag utvärderas närmare. Exempel genom att

- Mäta temperaturer likt T1 och T2 vid övningar som redan idag genomförs i uppvärmda lokaler eller i fibrös brand
- Utvärdera närmare på vilket sätt värmen släpps igenom larmstället när vi övar med fibrös brand kontra uppvärmd lokal där temperaturen är likadan i hela utrymmet
- Dokumentera upplevd värmepåverkan och upplevd fysisk ansträngning under övningar i befintliga övningsmetoder

Värdera vilka faktorer som är mest lämpliga att mäta och säkerställ tillförlitligheten i mätningarna. Bland annat bör mätningen av T1 (innanför larmstället) säkerställas på ett mer robust sätt; det bör utvärderas om det finns en lämpligare placering för mätningen och om den skulle gjorts innanför understället istället för mellan larmställ och underställ. Även själva mätinstrumentet bör förbättras (just nu en grilltermometer).

En intressant faktor som inte tagits i beaktning i detta projekt är luftfuktighet. När den relativa luftfuktigheten nått en viss nivå kan vatten inte längre avdunsta. Det produceras fortfarande svett, men då förångning inte kan ske så skapas inte heller någon kylningseffekt – istället höjs kroppstemperaturen. Det tåls att funderas på om det är läget när luftfuktigheten innanför larmstället är tillräckligt hög, och brandmannen inte längre kan kylas ner genom svettning, som hen upplever att "värmens slår igenom".

På tema luftfuktighet vore det intressant att genomföra försöket i varm bastu men utan larmställ. Detta för att se om en varm omgivning, men som är torrare än den miljön som annars skapas mellan kropp och larmställ, höjer kroppstemperaturen mer eller mindre än försöken med larmställ.

Även upplevd värmepåverkan och upplevd belastning är faktorer som bör utforskas närmare. Försöken har visat att skattningarna är viktiga att beakta för att komma vidare i en förståelse för vad som händer med oss när vi övar i värme. Samtidigt är det här värden som är svåra att validera. Uppskattningarna är högst individuella och även beroende av hur vana vi är att göra själva uppskattningen.

Skalan för upplevd värme som användes i försöken, se Bilaga D, skapades utifrån ett behov uppdat i pilotförsöken. Det vore givande att utforska närmare hur en sådan uppskattning kan göras på bästa sätt. Hur ska skalan vara utformad? Det är också viktigt att beakta att man behöver ha övat på att göra den här uppskattningen innan värdet i sig kan ses som ett tillförlitligt mätvärde.

6.2 Utforska hur simuleringen kan göras bäst

När en rättvis bild skapats över vad det är som önskas simuleras av klädesplaggen, bör undersökningar kring hur den simuleringen kan göras på bästa sätt ta vid. Resultaten visar att värmeunderställen tenderar till att ge liknande effekter som bastuvärmen, men inte i lika stor utsträckning. Det här tyder på att idén håller men att själva värmeförseln behöver utvecklas.

Det kan finnas stora individuella skillnader i hur vi både fysiskt och psykiskt påverkas av värme. Samtidigt är det inte någon skillnad i vad man kan utsättas för, och därmed förväntas kunna hantera, på skadepåverkan. Med det i åtanke blir utvecklingen av simuleringen något enklare – precis som i verkligheten bör den simulerade värmen se ut på samma sätt för samtliga.

Förändra användningen av det värmande klädesplagget. Exempelvis kan försöksdeltagaren kläs i dubbla underställ för att se hur effekten påverkas. Det kan också utvärderas huruvida det värmande plagget ska sitta tight eller "luftigt" på kroppen. Kan man tillsätta värmeplagget på utsidan av larmstället för att närma sig ett mer realistiskt "genomslag" (alltså att värmen först måste tränga genom larmstället)?

Vart ska värmen tillföras? Vilket typ av plagg ska vara basen, och vart någonstans på kroppen ska värmen tillföras? På de underställ som använts i det här projektet sitter värmeslingorna på rygg, mage och lår.

Utifrån teorin beskrivs effektiva kylsystem, vilket får antas fungera lika väl i resonemang kring värmesystem, antingen täcka stora kroppsområden eller placeras på områden där blodkärl utvidgas som mest. Likaså beskrivs att åtgärder endast mot ansiktet varit tillräckligt för att påverka komforten, samt att hela kroppens värmebelastning påverkats endast av att värme tillförts extremiteter så som händer och fötter.

Det hade varit intressant att undersöka hur effekten av värmen skulle förändras om värmen tillfördes på andra eller fler ställen på kroppen. Och ska det vara ett underställ som bas eller ska värmen istället tillföras via en huva, handskar, eller en kombination?

Det kan finnas en risk för hud- och/eller vävnadsskada om för mycket värme tillförs på en enskild plats vilket är en faktor som behöver beaktas. Om värmeförseln sprids ut över kroppen kan antagligen kroppstemperaturen höjas men med mindre risk för skador. Detta talar mot att just underställ skulle kunna vara en fortsatt bra bas.

Hur ska värmen tillföras? För att skapa större möjligheter till verklighetstrogen värmepåverkan skulle det vara önskvärt att kunna styra både när och vart värmen kommer, beroende på vad den övande gör och i vilken situation hen befinner sig i. Övningsledaren skulle då kunna styra den påverkan för att skapa direkta effekter av den övandes beslut.

Om syftet är att efterlikna en verklighetstrogen övning bör målet vara att efterlikna hur värmen upplevs när den kommer utifrån. Vart tränger värmen igenom först? Hur snabbt går det tills det känns varmt? Etc.

Om syftet med övningen är att lära känna kroppen under värmebelastningen, eller att få ett kvitto på hur man som individ reagerar under värmebelastning, spelar det mindre roll när och vart värmen kommer.

Utveckla tekniken. Sensorer i understället, som känner av hur den övande rör sig, skulle kunna hjälpa till att simulera värmebelastningen realistiskt utifrån den övandes beteende, till exempel om hen håller låg ställning eller inte.

Att komplettera understället med ett VR- eller AR-headset ses också som en möjlig utveckling för att kunna simulera ett realistiskt scenario.

6.3 Undersök ytterligare påverkansfaktorer

Förutom tillförande av värme – finns det fler sätt att nå den belastning vi önskar på? Eller snarare, hur kan vi komplettera värmen med andra faktorer som tillsammans skulle skapa förutsättningar för en övning med önskad effekt?

Utnyttja den egengenererade värmeproduktionen. Med grund i värmebalanskvationen beskriven i teorin spelar den egengenererade värmen en roll för värmetransporterna i stort. Det bör undersökas närmare hur denna i sig kan utnyttjas, för sig eller i kombination med exempelvis ett värmande klädesplagg, för att kunna nå önskad belastning.

Med andra ord: Se och nyttja den egenengagerade värmen som ett komplement i de värmekällor vi har att tillgå när vi vill öva varmt.

Använda kläder av "tätt material". Utöver utveckling av det värmande klädesplagget hade det även varit intressant att testa vad plagg likt så kallade svettställ skulle ge för effekt och belastning.

Ett svettställ är kläder som bland annat används av idrottare i sporter med viktklasser för att snabbt kunna gå ner i vikt. Den typen av klädesplagg bedöms kunna jämföras med "träningskläder av tätt material" som redan idag beskrivs som metod för värmetålighet enligt AFS 2007:7.

Värmebelastning är tätt förknippat med svettning och kanske hade önskade effekter kunnat nås med hjälp av ett sådant klädesplagg, trots att ingen direkt värme tillförts. Likaså hade en kombination av värmande klädesplagg och svettställ varit intressant att utvärdera.

Kommunikation. En ytterligare faktor som spelar in, men inte är lika mätbar som de övrigt nämnda, är kommunikationen. Som rökdykare förväntas du rapportera ut hur varmt det är på insidan. Men vad menar man egentligen när man säger att det är varmt? Hur ska man veta vad man ska rapportera ut?

Uppenbarligen, både enligt teorier och projektets egna försöksresultat, är det svårt att uppskatta just en värmepåverkan. Att utveckla kommunikationstermerna kring värmerapportering tros vara en nytta för framtiden. Menar du att det är varmt därinne? Eller menar du att du själv blivit varm? Och vad betyder det egentligen för insatsen när någon rapporterar sig varm, när de individuella skillnaderna kan vara stora i hur vi påverkas?

Det bedöms föreligga ett behov av att utveckla sensorer som kan övervaka bland annat rökdykarens hälsodata, samt sensorer för temperatur och troligtvis luftfuktighet mellan larmställ och människa. Det här är faktorer som påverkar rökdykarens status avsevärt och som vi inte har koll på idag. Idag förlitas rökdykarens status på hur den kommunicerar ut hur varmt det är och hur påverkad den är.

7. Slutsats

Målet med projektet har varit att undersöka om någon typ av beklädnad som alstrar eller ackumulerar värme, alltså tillsätter värme innanför larmstället, skulle kunna utgöra basen i en övningsmetod likväl som dagens alternativ, för att uppfylla krav och rekommendationer från AFS 2007:7. Utifrån resultat och diskussion nås slutsatserna att

1. Vi har inte tänkt igenom så noga varför vi ens övar med värme idag.
2. AFS:en kommer inte vara ett hinder för fortsatt utveckling av idén.

Svaret på frågan är alltså Ja - övning med värmetsats via uppvärmda klädesplagg ska efter utveckling kunna vara ett fullgott alternativ för att uppnå AFS-kraven. Att implementera en övningsmetod baserad på värmande klädesplagg skulle även skapa bättre möjligheter att uppnå det som kommentarerna till AFS:en belyser som viktigt: att öva verklighetstroget, under säkra förhållanden, varierat och i olika miljöer.

Att det övas som det gör idag verkar vara ett resultat av gammal vana snarare än ramar skapade av kravställaren. Räddningstjänsterna behöver börja ifrågasätta vad de två varma övningarna egentligen ska hjälpa våra brandmän med i sina förberedelser inför en av de farligaste arbetsuppgifterna som finns; rökdykning. Dagens övningsmetoder verkar vara anpassade till övningsförutsättningar snarare än till verkligheten, vilket ökar risken för att öva in farliga felbeteenden.

Syftet med projektet har varit att hitta möjligheter att effektivisera och förenkla genomförandet av varma rökdykningsövningar, samtidigt som kvaliteten höjs. Metoden skulle kunna bidra till en geografisk frihet med möjlighet att öva med värme precis vart som helst. Det skulle även medföra mindre belastning och därmed en bättre arbetsmiljö för övningsledningen. Att undvika uppvärmning av stora betongkonstruktioner är en vinst ur både miljö- och ekonomisynpunkt. Likaså skulle säkerhetsrutinen bli enklare än någonsin då värmen kan avlägsnas från personen direkt, utan behov av förflyttning.

Det skulle även skapas bättre möjligheter till effektiva och realistiska övningsscenarion. Övande med värmeunderställ skulle i kombination med till exempel övningsrök kunna vara ett gott komplement till skarpa övningar. Det skulle också ge möjligheter att öva med både värme och rök i okända objekt som till exempel rivningshus eller andra lokala objekt.

I förlängningen ses kombinationen av att varva övningar med värmande underställ med övningar med fibrös brand både heltäckande rent förmågemässigt och ekonomiskt och miljömässigt försvarbart.

Kunskapen om vad som egentligen krävs för att uppfylla AFS 2007:7 förväntas kunna skapa större flexibilitet i den lokala övningsplaneringen – kanske kan vi, istället för att fastna vid att ”uppfylla AFS:en”, lägga mer fokus på lokala mål, instruktioner och ambitioner.

Försöksresultaten visar att värmeunderställen kan skapa en ökad belastning hos den övande, men sett till helheten inte i samma omfattning som bastuvärmen skapade. Exempelvis verkar kroppstemperaturen höjas ungefär lika mycket, men upplevelsen av värmepåverkan ser inte likadan ut. Resultaten bekräftar att idén kring att simulera den omgivande värmen från insidan av larmstället fortsatt är befogad. Att påverkan av understället inte blivit i samma omfattning som den av bastuvärmen motiverar i sin tur att metoden behöver utvecklas.

Fler tester behöver göras med fler personer och fler typ av plagg. Gärna med ett anpassat plagg för uppgiften. Det behöver skapas en större förståelse för varför belastningen av en varm omgivning blir som den blir, för att sedan kunna återskapa den på ett relevant sätt.

Det som det värmande klädesplagget efter utveckling skulle kunna bidra med finns inte att välja på via någon av de befintliga övningsmetoderna. Metoden ses som ett nödvändigt komplement för att kunna effektivisera, förenkla och höja kvaliteten på träning inför rökdykning.

Avslutningsvis vill författarna att rapporten ska ses som en startpunkt för fortsatt utveckling och ser med spänning på hur den utvecklingen ska fortsätta framöver.

Referenser

Ahlsén, M., & Norrbom, J. (2017). *Extremernas fysiologi*. Studentlitteratur.

Arbetsmiljöverket. (2019). Rök- och kemdykning (AFS 2007:7), föreskrifter.

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.

Folkhälsomyndigheten. (2018). *Värmestress i urbana inomhusmiljöer*.

Bilaga A: Borg-skalan

Ansträngning	
Skattning	Upplevd ansträngning
6	Ingen ansträngning
7	Extremt lätt
8	
9	Mycket lätt
10	
11	Lätt
12	
13	Ganska ansträngande
14	
15	Ansträngande
16	
17	Mycket ansträngande
18	
19	Extremt ansträngande
20	Maximalt ansträngande

Bilaga B: Motivering till försöksuppställning

Till stor del beslutades den slutgiltiga försöksuppställningen utifrån lärdomar från genomförda pilotförsök. Nedan följer några lite mer utförliga beskrivningar av bakgrunden till att försöksuppställningen blev som den blev.

Cykelmomentet

Att genomföra testerna på cykel motiverades för att det skulle vara lätt att standardisera samt se trender i resultatdatan. I projektets början testades en försöksuppställning som innebar att försöksdeltagaren vid flera tillfällen klev av cykeln och gjorde vissa moment. Det här togs bort och ersattes med en konsekvent cykling då det blev svårt att jämföra resultaten mellan deltagarna, eftersom man som olika individer genomförde de här momenten på olika sätt och med olika intensitet.

Cykeln valdes också för att det bedömdes vara ett fysiskt arbete som var bekant för testdeltagarna. Om det introducerats ett för deltagarna nytt rörelseschema finns en risk att testresultaten skulle blivit missvisande på grund av att deltagarna efterhand skulle blivit bättre på att genomföra momenten. Om andra moment skulle testas skulle deltagarna med fördel fått öva på momenten under exempelvis en vecka/månad.

Belastning

Det var försöksdeltagarnas puls som reglerade deras arbete under försöken. För att ha möjlighet att jämföra trenderna i resultaten önskade man att försöken skulle innebära arbete utan mjölksyra (aerobt), varav en arbetspuls på 70 % beslutades.

Man valde att arbeta utifrån deltagarens puls istället för uppmätt effekt då pulsmätningen blir mer individbaserad. Däremot valde man att fortfarande dokumentera tramptag per minut (rpm) och inställt motstånd för att med hjälp av en tabell från cykeltillverkaren, om pulsvärdena skulle visa sig svåra att tolka, ha kvar möjligheten att ta reda på den effekt som försöksdeltagaren genererat.

Likaså valdes moment med maxbelastning bort med anledning av att det finns stora felmarginaler i mätningar över maximal ansträngning, gällande allt från dagsform och engagemang till vana av att ta ut sig.

Värmetillsats

Tester genomfördes för att undersöka lämplig inställning på bastun samt relevant längd på försöket. Försökstiden drogs efter genomförda pilottester ned från 30 till 20 minuter då 30 minuter visade sig ge en onödigt hög värmepåverkan på deltagaren.

Gällande understället genomfördes tester för att kunna välja vilken värmeinställning som skulle användas samt för att undersöka risken för brännskador som nämndes i produktbeskrivningen. Högsta värmeinställningen beslutades och man lade i försöksuppställningen till att tydligt informera deltagarna om att man fick avbryta om man kände obehag av slingorna.

Upplevd värme

Under pilotförsöken uppmärksammande man att det saknades ett mätvärde för att kunna fånga hela bilden. Det räckte inte att deltagaren uppskattade sin ansträngning för att få ett kvitto på upplevelsen, det märktes tidigt att ansträngningen i sig inte korrelerade med själva värmepåverkan. Skalan för upplevd värme skapades därför och då med grund i samma typer av värden som Borg-skalan, för att skapa igenkänning (se bilaga D för värmeskalen).

Bilaga C: Protokoll som användes under praktiska försöken

Datum: _____

Deltagare: _____

Vilopuls på morgonen: _____

... leder till 70 % av maxpuls: _____

Senast genomförd träning/fysisk aktivitet och belastning: _____

Mätpunkter för temperatur

- T1: Temperatur mellan underställ och larmställ
- T2: Temperatur utanpå larmställ
- TA: Temperatur lågt i försöksrummet (bastun) – 15 cm från golvet
- TB: Temperatur i mitten av försöksrummet (bastun) – 140 cm från golvet
- TC: Temperatur högt i försöksrummet (bastun) – 230 cm från golvet

Dokumentera före och efter försöket

	Före	Efter	Kommentar
Vikt			
Temperatur i örat			
TA			
TB			
TC			

Dokumentera under försöket

Om luften tar slut så byter försöksledaren luftflaskan, försöket pausas inte utan deltagaren fortsätter cykla under bytet.

Under försöksscenario 3: Fråga hur det känns med värmeslingorna. Vid obehag minska till lägre värmenivån.

Tid	Puls	T1	T2	Rpm	Motstånd	Borg- skala	Värme- skala	Luft	Kommentar
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Bilaga D: Skala för upplevd värme

Värme	
Skattning	Upplevd värmepåverkan
6	Ingen påverkan
7	Väldigt lite
8	
9	Lite
10	
11	Märkbar påverkan
12	
13	Betydande påverkan
14	
15	Stor påverkan
16	
17	Mycket stor påverkan
18	
19	På gränsen till outhärdligt
20	Outhärdligt

Bilaga E: Utvärdering efter försök för försöksledare

Följande fylldes i av försöksledning efter samtliga försökstillfällen.

Fråga	Svar
Antal personer i försöksledningen	
Fungerade mätningen av puls som förväntat?	
Fungerade mätningen av temperatur som förväntat?	
Samlades data in på ett bra sätt? Var det något som krånglade?	
Risker som uppstod under försöket?	
Var deltagarens engagemang tillräckligt eller avgörande för resultatet?	
Kunde försöken observeras på ett tillfredsställande sätt?	
Skillnader mellan planering och vad som faktiskt hände? (Genomförde deltagaren de handlingar som förväntades? Gjorde deltagaren något avvikande, t.ex. snubbla?)	
Något som kan förbättras till nästa försökstillfälle?	
Övrigt	

Bilaga F: Mailkonversation med arbetsmiljöverket

Skickat: den 16 september 2022 08:46

För att vara godkänd som rök- och kemdykare enligt AFS 2007:7 ska viss övning genomföras årligen. Ett krav är att två av övningstillfällena ska genomföras med värmetillsats, se 19 §.

Vår huvudsakliga fråga är: **Varför, alltså vad är syftet, med att två övningar obligatoriskt ska genomföras med värmetillsats?**

Vi letar själva efter svaret i kommentarerna till paragrafen som också finns att läsa i föreskriften, vi kommer en bit – men inte till ett tydligt svar. Vi skickar här med några följdfrågor för att ni ska förstå våra funderingar.

- Eftersom det utöver de obligatoriska övningarna med värmetillsats rekommenderas ytterligare värmeträning för att säkerställa förbättrad värmetålighet, betyder det att de två obligatoriska övningarna inte finns där för att *ge* en tålighet, utan snarare *ge* ett kvitto på om individen *har* en tålighet eller inte?
- När rökdykarföreskrifterna togs fram 1986 diskuterades kring att en temperatur mellan 60–70 grader C°, eventuellt upp till 80 grader C°, är en lämplig temperatur vid varma rökdykarövningar. Då undrar vi; Lämplig för vilken typ av övning? Betyder "varma rökdykarövningar" här samma sak som "övning med värmetillsats" enligt paragrafen? Eller syftar man endast till de av övningarna med värmetillsats som också är utformade för att uppnå kriterierna för rökdykning?
- "Om arbetsgivaren bedömer att övningar även behöver genomföras vid högre temperaturer (flera hundra grader), för att efterlikna en riktig rökdykarinsats, ..." Betyder detta att de övningar som i övrigt ska göras med värme inte behöver efterlikna en riktig rökdykarinsats, men ändå kan räknas som en övning med värmetillsats?

Vi ser det som att man kan klumpa in de typer av övningar, som har med värme att göra och ska göras kontinuerligt, i två kategorier:

1. En typ där värme finns närvarande men där själva scenariot i sig inte behöver vara realistiskt, övningens syfte är istället att lära känna, samt mängdträna, sin kropp under arbete i värme.
2. En annan typ där syftet är att känna hur värmen, men även övriga miljön, faktiskt känns och beter sig vid en riktig brand. Hur känns värmen på olika ställen på mitt larmställ i sådan värme, hur kan jag skydda mig mot direkt värmestrålning, hur skiftar sig röken, etc.

Idag genomförs vanligtvis de obligatoriska övningarna med värmetillsats med tre olika tillvägagångssätt; fibrös eldning, förbränning av gasol eller diesel, eller i uppvärmd lokal. Vi jobbar nu med ett utvecklingsprojekt som syftar till att undersöka möjligheten att endast via klädesplagg, som alstrar eller ackumulerar värme, uppnå en lämplig temperatur för att räknas som värmetillsats enligt AFS 2007:7. Då ställs vi inför frågan: **När räknas en övning med värmetillsats som *tillräcklig* för att uppnå kraven i 19 §? Både gällande faktisk temperatur, men även kring utformning av övningen.** Tanken med vårt projekt är att hitta ett nytt sätt att öva den först beskrivna typen av övning, mängdträningen. Erat svar på våra funderingar kommer vara viktigt för oss och vår eventuellt framtida implementering av nya övningsförfaranden.

Skickat: den 11 oktober 2022 14:07

Du har nyligen haft kontakt med oss gällande en fråga om rök- och kemdykning. Vi har tagit frågan vidare till vår regelavdelning som återkommit med följande svar:

"Det är ovanligt att vi föreskriver så exakta krav i våra AFSar. Men det är många som vill att vi ska göra det.

Exakt varför det är just två övningar kan vi idag inte svara på. Men det fanns säkert något gott skäl till det och tills saken omprövas och reglerna ändras så gäller kravet.

Kraven ska ses som nivåsättande, vilket innebär att om ni kan uppnå lika eller högre säkerhetsnivå på annat sätt så är det ok.

Men om det står två övningar så är det förstås inte samma nivå om man bara genomför en eller ingen övning.

Hur relevanta kraven är för just er arbetssituation måste ni själva bedöma. I kommentar till 19 § står det att:

Övningarna bör så långt det är möjligt efterlikna en tänkt räddningsinsats men genomföras under kontrollerade förhållanden så att inte personalens hälsa och säkerhet äventyras. På arbetsplats där endast en av metoderna är aktuell (endera rök- eller kemdykning) kan övning och utbildning anpassas efter dessa förutsättningar. Det innebär t.ex. att de som endast kommer att kemdyka inte behöver genomföra de varma övningarna. Även utbildningsprogrammet (bilaga 1) kan reduceras något och anpassas efter dessa förutsättningar. Det innebär samtidigt att den som endast genomgått utbildning och övning för t.ex. rökdykning inte kan anlitas för kemdykning och vice versa.

Ni har alltså ett visst utrymme att inte följa kraven. Ni får själv bedöma om de skäl och det resonemang ni för leder till det alternativ ni tänker er.

Ni kan också ansöka om formell dispens. Motivera i så fall hur ert alternativa upplägg ser ut och hur samma säkerhetsnivå (utbildningsnivå i detta fall) uppnås med den av er föreslagna alternativa utbildningen. Ett eventuellt dispensgodkännande från vår sida betyder dock inte att vi tar över ansvaret, utan vi förutsätter ändå att ni hade den egna kompetensen att bedöma att säkerhetsnivån blev lika eller högre."

Hoppas detta svar var till hjälp.