

# Lokalisering av nödställd rökdykare

## Del 2

Rapporten är utarbetad av  
Henrik Nyman, Södertörns Brandförsvarsförbund

### **Kontaktpersoner:**

Henrik Nyman, Södertörns Brandförsvarsförbund  
Telefon 08-721 22 00, e-post [henrik.nyman@sbff.se](mailto:henrik.nyman@sbff.se)

Sören Lundström, Räddningsverket  
Telefon 054-13 53 36, [soren.lundstrom@srv.se](mailto:soren.lundstrom@srv.se)



# Innehållsförteckning

Abstract.....	5
1. Sammanfattning.....	7
2. Bakgrund .....	8
3. Inledning.....	9
4. Beskrivning av projektet.....	11
4.1 Avgränsningar .....	11
4.2 Medverkande .....	11
4.3 Organisation.....	12
4.4 Projektlängd.....	12
4.5 Dokumentation och tester.....	12
5. Metod.....	13
6. Beskrivning av testutrustning.....	14
6.1 Radiopejling – teknisk beskrivning.....	14
6.2 Ljudpejling – teknisk beskrivning.....	16
6.3 Ljus – teknisk beskrivning.....	21
7. Testresultat.....	23
7.1 Resultat testomgång 1.....	23
7.2 Resultat testomgång 2.....	25
7.3 Resultat testomgång 3.....	26
8. Slutsats.....	29
9. Diskussion .....	32
10. Förslag till fortsatt arbete.....	33
Källförteckning.....	34
Bilaga 1.....	35
Testomgång 1 .....	35
Testomgång 2 .....	40
Bilaga 2.....	47
Requirement specification for Automatic Distress Signal Unit.....	47
Bilaga 3.....	51
Sammanfattade egenskaper för PASS.....	51



# Abstract

This report deals with devices for locating fire fighters in emergency situations. Sounding alarm, visible alarm, radio location device and IR camera are evaluated. Different tests including searching for a victim with and without helping devices were carried out. The results from the test are formed in to a recommendation for which type of device to use.

## Keywords

locating, distressed, fire fighters, PASS



# 1. Sammanfattning

Trots högt säkerhetstänkande inom svensk räddningstjänst har det även i modern tid inträffat dödsolyckor i samband med rökdykning. Detta föranledde Räddningsverket att forska i området för att om möjligt hitta metoder för att öka säkerheten. Den här rapporten är del två i projektet ”Lokalisering av nödställd rökdykare”, den första gavs ut 1998 och kan ses som en förstudie till denna rapport.

Studierna i denna rapport har på Räddningsverkets beställning utförts av Södertörns brandförsvarsförbund under ledning av Henrik Nyman under 2002-2003.

Studien innefattar praktiska tillämpningsprov av de tekniker för lokalisering av nödställda rökdykare som framtagits i första delrapporten i projektet. De metoder som testats är ljudlarm (på marknaden kallat PASS-system), ljuslarm, radiopejling, IR-kamera, radiosända nödmeddelanden samt kombinationer därav.

Försöken har genomförts i tre omgångar. I en första testomgång genomfördes en enkel sökövning med och utan hjälpmedel. I den andra omgången var miljön mer komplicerad med flera våningar och större utrymmen. I den tredje omgången provades praktisk hanterbarhet och räckvidd för de olika teknikerna.

Resultatet visar att hjälpmedel i form av ljudande larm är det mest effektiva sättet att minska söktiden för att lokalisera en nödställd rökdykare. I försöken visade det sig att samtliga försökspersoner i varje valmöjlighet valde snabbaste väg till den nödställda, och sammantaget blev söktiden endast bråkdelar av den tid som åtgick för traditionellt sök utan hjälpmedel.

Radiopejling visade sig fungera relativt väl, dock med svårigheter att avgöra vertikala skillnader, t ex mellan våningsplan. Utrustningen kräver dessutom betydligt mer uppmärksamhet av den sökande än ett ljudande larm, samt kräver mycket stor rörlighet vilket kan vara svårt i en verklig söksituation. Således kan radiopejling inte rekommenderas för inomhusmiljö.

Ljuslarm eller blinkfyrar fungerar endast i det aktuella rummet och funktionen är kraftigt beroende av visibilitet, att lampan inte är blockerad etc. Detta gör att det endast kan ses som ett komplement till ett ljudande larm, endast ett ljuslarm har för osäker funktion.

IR-kamera underlättar genom att rumsuppfattningen och förmågan att se hinder och eventuella nödställda i ett rum ökar markant. Dock ger den ingen hjälp till att välja rätt väg förrän man är i det rum den nödställda befinner sig i. Till dess ger den bara en snabbare gånghastighet utan hjälp till korrekta vägval. Däremot är den mycket intressant i kombination med ett ljudande larm. PASS-utrustningen säkerställer korrekt vägval och IR-kameran ökar gånghastigheten.

För att ytterligare förbättra möjligheterna till att snabbt inse att en nödsituation uppstått bör radioteknik med kommunikation mellan rökdykare och rökdykarledare utöver kommunikationsradio beaktas. Med denna teknik får rökdykarledaren larmet tydligt presenterat på en display, och omvänt kan också evakuerings signaler skickas till rökdykarna. I det kommande eftersöket har dock själva radiotekniken ingen betydelse, för detta rekommenderas kombinationen ljudande larm och IR-kamera.

## 2. Bakgrund

Under åren 1993 och 1994 inträffade två olyckor vid rökdykning i Sverige med dödlig utgång. 1993 ombord på ett ro ro fartyg i Storungs hamn på Gotland och 1994 vid en källarbrand i Olofströms kommun.

Olyckan på Gotland utreddes av Statens Haveri Kommission (SHK). Rapport S1996:1 B.

I rapporten skriver SHK att "Svårigheterna att i det mörka och rökfyllda utrymmet hitta den omkullfallne rökdykaren har fäst uppmärksamheten på det angelägna i att om möjligt förbättra möjligheterna att i sådan miljö lättare kunna undsätta en nödställd räddningsman. Sådana förbättringar skulle t.ex. kunna utgöras av belysning på rökdykarhjälmerna".

SHK rekommenderar i rapporten att: "Arbetarskyddsstyrelsen och Räddningsverket bör i samråd verka för en sådan komplettering av föreskriven rökdykarutrustning, som underlättar en snabb lokalisering av en nödställd rökdykare i mörka och rökfyllda större utrymmen".

SRV utförde en utredning efter dödsolyckan i Olofström. (R616-1/95). I rapporten rekommenderar utredarna att "SRV bör utveckla metoder och materiel som gör rökdykningen säkrare samt utbilda på bränder som kräver förstärkning i form av nödlägesgrupp och/eller skyddsgrupper".

SRV har därefter startat ett antal projekt med syftet att förbättra säkerheten vid rökdykning. Exempel:

- IR-kamera för rökdykning. E53-157/96 SRV
- Förbättrat seende i brandrök. P21-274/99
- Lokalisering av nödställd rökdykare

Sören Lundström (SRV) ansvarar för projektet "Lokalisering av nödställd rökdykare". Arbetet har delats in i två delar.

- Del 1 – förstudie av tänkbar utrustning. Färdig 1998 skriven av Richard Corlin (Södertörns brandförsvarsförbund). Rapporten visar på ett antal möjliga tekniker att testa praktiskt.
- Del 2 – Praktiska tester och utvärdering av olika tekniker/utrustning. Del 2 redovisas i denna rapport.



### 3. Inledning

Svensk räddningstjänst är säkerhetsmedveten och har i många år aktivt arbetat med att minimera risken för olyckor. Detta visar sig tydligt i skadestatistiken över allvarliga olyckor vid insats. Olyckan ombord på MV Baltic Link i Storugns hamn och olyckan i Olofströms kommun satte dock åter fokus på säkerheten vid rökdykning. Frågan som kommer upp är om dessa olyckor kunnat undvikas?

Frågan kommer aldrig att besvaras med säkerhet. Men utredningarna efter olyckorna konstaterar att det finns mer att göra.

Under åren 2000 - 2001 utfördes i genomsnitt ca 3200<sup>1</sup> insatser per år med rökdykning i Sverige. Statistik från arbetsmiljöverket visar att de vanligaste orsakerna till att räddningstjänstpersonal skadar sig under rökdykning är tunga lyft och konsekvenserna av dålig sikt. Det vill säga man snavar, ramlar, stukar sig och slår i saker. Dessa olyckor kan i och för sig vara allvarliga men kräver sällan ett omedelbart livräddande agerande från övrig personal.

***Den här rapporten avhandlar situationer där något livshotande har inträffat under rökdykning och då en eller flera rökdykares liv hänger på att de snabbt blir hittade och förda i säkerhet.***

Vi ska komma ihåg att de båda omkomna 1993 och 1994 inte var de första som förolyckats under rökdykning och att det varje år förmodligen inträffar ett par allvarliga incidenter som aldrig kommer in i någon statistik eller utreds ordentligt.

Traditionellt sträcker sig svensk räddningstjänsts säkerhetsarbete fram till då olyckan inträffar. Där slutar ofta förberedelser och beredskap för svåra nödsituationer.

*En rökdykare "tappar" slangen och förrirrar sig i byggnaden. Radiokontakten upphör efter en stund och katastrofen kan vara ett faktum.*

Finns rutiner för hur undsättningsarbetet skall organiseras? Hur hittar vi snabbt den eller de nödställda? Detta är frågor som bör vara besvarade innan olyckan är framme.

Innan ett undsättningsarbete kan komma igång måste ju någon bli varse att något har hänt rökdykarna. Det är inte säkert att det kommer varningssignaler i förväg. Det är inte heller säkert att rökdykarledaren upptäcker något onormalt från utsidan. När svåra olyckor inträffar är det ofta många olyckliga omständigheter som leder fram till katastrofen.

Ponera att en rökdykare är försvunnen och har blivit medvetslös av värmepåverkan. Ett sök efter den nödställda kommer troligtvis att starta någonstans i närheten av hans senast kända position. Det inledande sökandet kommer kanske att påbörjas av rökdykarkamraten, rökdykarledaren larmas och ett gemensamt räddningsförsök organiseras. Söket kommer i värsta fall att ske i blindo. Slangen indikerar i vilken del av byggnaden rökdykaren befinner sig, men en desorienterad och desperat rökdykare som försöker ta sig ut kan komma en bra bit ifrån slangen. Inget annat indikerar var i byggnaden den nödställda befinner sig. Med lite tur väljer man en väg i byggnaden som leder till den nödställda. Men har man otur kan det dröja alldeles för länge innan rökdykaren hittas och kan föras i säkerhet.

---

<sup>1</sup> Uppgifter från Räddningsverkets larmstatistik.

I en situation likt den ovan måste vi hitta den eller de nödställda snabbt. För att ges den möjligheten behövs två saker.

1. Rökdykarledaren måste göras uppmärksam på att någon befinner sig i en nödsituation.
2. Ett system som kan ledsaga räddningsgruppen till den nödställdes position i byggnaden.

Med den utgångspunkten har vi testat ett antal produkter med olika funktioner och tekniska lösningar. Vidare har vi undersökt om dessa tekniker kan kombineras för att komplettera varandra och därmed uppnå ett ännu bättre resultat. Vi har även tittat på vilka egenskaper sådan utrustning bör ha.

## 4. Beskrivning av projektet

Uppgiften har varit att studera vilka möjligheter som finns för att underlätta lokalisering av nödställd rökdykare under insats i mörka och större rökfyllda utrymmen. Dels har vi tittat på olika säkerhetsutrustning och testat dessa praktiskt. Dels har vi sammanställt vilka tekniska egenskaper som bör finnas på sådan utrustning.

Studien skall främst leda till rekommendationer av säkerhetsutrustning, vilken typ av utrustning som är lämplig för ändamålet samt vilka krav som skall ställas på dessa.

I del 1 – förstudien av projektet föreslås ett antal tänkbara utrustningar för test.

- Personal Alarm Safety System (PASS)
- Pejling av radiosändare, olika frekvenser, jakthund pejl, Mobiflexlarm, Lavintransiever.
- Pejling av reflektor, Recco
- Mm-radar (millimeter radar)
- Synligt ljus
- IR-kamera och IR fyr.

### 4.1 Avgränsningar

Efter att ha gjort en ny värdering av ovanstående utrustning har vi beslutat att begränsa den testade utrustningen till ett urval av de mest lovande teknikerna.

**Följande utrustning/teknik kommer inte att testas.**

- Vi har gjort bedömningen att det inledningsvis räcker med att testa en typ av radiopejl för att avgöra om den tekniken är värd att gå vidare med.
- Pejling av reflektor ligger inom området radiopejl och kommer inte att testas.
- Mm-Radar (millimetret radar) finns inte framtagna i ett utförande som skulle kunna testas i rökdykarsammanhang.
- IR-fyr - vi har inte hitta något som kunde fungera som IR-fyr.

### 4.2 Medverkande

Medverkande i genomförandet av projektet har varit Räddningsverket (SRV) samt Södertörns brandförsvarsförbund (sbff).

## 4.3 Organisation

Ansvarig för projektet har varit Sören Lundström (SRV). Arbetet har genomförts av Henrik Nyman (sbff). Medverkat har även Richard Corlin (sbff).

## 4.4 Projektlängd

Projektet har genomförts under 2002 och 2003.

## 4.5 Dokumentation och tester

Beskrivning av tester och resultat finns i bilaga 1.

Intervjuer med testpersoner har videofilmats.

Delar av testerna videofilmades och fotograferades.

## 5. Metod

Inledningsvis gjordes en översyn på tänkbara tekniska lösningar för att se om någonting förändrats sedan del 1 i projektet sammanställdes.

Information och data samlades in genom:

- Sökning på Internet.
- Intervjuer med olika leverantörer av säkerhetsutrustning.
- Arbetsmiljöverkets databas.
- Litteraturstudier

Testutrustning införskaffades från olika leverantörer.

Praktiska tester i olika miljöer och med olika fokus genomfördes.

Testad utrustning beskrivs i detalj men produkterna är endast exempel på utrustning som får representera olika teknikområden. Det förekommer andra tillverkare av snarlik utrustning.

## 6. Beskrivning av testutrustning

### 6.1 Radiopejling – teknisk beskrivning

Radiovågor är elektromagnetisk strålning i våglängdsområdet 300 km till 30 cm. Det motsvarar frekvensintervallet 1 kHz till 1 GHz. Lite förenklat kan man säga att radiovågor med hög frekvens tränger igenom hinder bättre än radiovågor med låg frekvens. Omvänt blir räckvidden sämre för de högfrekventa radiovågorna givet att sändeffekten är lika stor. Vilket frekvensintervall en produkt har beror till viss del på vilka egenskaper man vill ha.

Gemensamt för alla radiosignaler är att det går att spåra var de utsänds ifrån. Det som krävs är en mottagare anpassad att spåra i samma frekvensområde som radiosignalen sänds i. Avgörande för vilken tillämpning utrustningen är avsedd för kan vara med vilken uteffekt (sändningsstyrka) som används på sändaren och till viss del i vilket frekvensområde som används.

Det finns i dag några olika pejlapplikationer framtagna för den civila marknaden. De två stora användningsområdena är jakthundpejl och lavinräddning.

Radiopejling efter nödställd rökdykare verkade efter förstudierna som en teknik värd att prova. Inga radiopejlutrustningar finns utvecklade för räddningstjänstens speciella behov. Det föreföll emellertid troligt att vi skulle kunna göra en inledande undersökning av teknik och metod för att kunna avgöra om tekniken är värd att utveckla vidare till en färdig produkt för räddningstjänsten.

Efter att ha studerat olika utrustningar på pappret bestämdes att en lavintransciever skulle ingå i testet. Den främsta anledningen var storlek och vikt på utrustningen i förhållande till annan pejluutrustning.

## Testad utrustning - Ortovox F1 focus

Ortovox F1 focus valdes att representera radiopejltekniken. F1 focus är en lavin-transciever för alpint bruk. En transciever är en radioenhet som både kan sända och ta emot radiosignaler. Skidåkare bär den under kläderna påslagen i sändarläge. Skulle man råka ut för en lavin kan den eller de som klarat sig undan slå om sin transciever till mottagning och därmed påbörja ett ordnat och snabbt sök mot de drabbade. Detta är en erkänt effektiv och livräddande utrustningsdetalj för personer som rör sig i lavinriskområden.

Alla lavin-transcievers är framtagna för att fungera optimalt utomhus. Kända faktorer som påverkar radiosignaler är elinstallationer och annan radioutrustning. Dessutom verkar byggnadsdelar dämpande på radiosignalen. Armerad betong har stor inverkan medan gips-trä konstruktioner inte inverkar lika mycket på signalstyrkan.

På grund av fysikaliska lagar beror transcieverns räckvidd på deras relativa position till varandra. I situationer där transcieverna befinner sig ofördelaktigt i förhållande till varandra kan räckvidden bli väsentligt nedsatt.



### TEKNISKA DATA

### Ortovox F1 focus

Sändn/mottagn frekvens	457 kHz
Räckvidd	Upp till 80m
Temperatur tålighet	-30 till +50°C
Ytermått	130 x 80 x 25 mm
Vikt	230 g
Livslängd batteri	300 h sänd / 40 h Mottagning
Batterier	2 x 1.5 V alkaline LR6
Apparathuset är vattentätt	Enligt EN 300 718
Ca pris exkl. moms	2000 kr

## 6.2 Ljudpejling – teknisk beskrivning

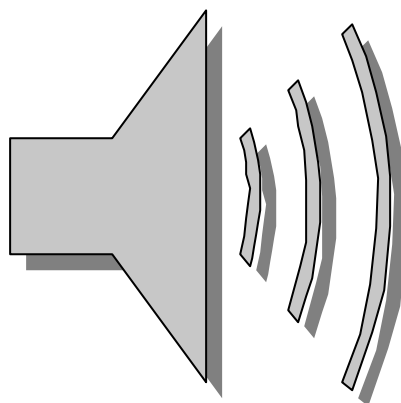
Ljud är exempel på en mekanisk vågrörelse som fortplantas genom ett medium utan att mediet själv följer med. Om frekvensen hos ljudet ligger mellan 20 till 20 000 Hz svänger örats trumhinna med och hjärnan uppfattar ljudet. Mänskligt tal rör sig normalt inom 300 – 3000 Hz. Det mänskliga örat är som mest känsligt inom 200 - 15 000 Hz. Ljud inom detta frekvensområde kommer att uppfattas som starkare jämfört med ljud av lägre respektive högre frekvens vid samma ljudtrycks nivå.

Ljudtrycksnivån d v s ljudets styrka mäts i decibel (dB). Örats förmåga att uppfatta svaga ljud, den s k hörseltröskeln varierar med frekvensen. Ett ljud med frekvensen 2000 Hz hörs redan vid 0 dB medan ett ljud med frekvensen 32 Hz kräver 60 dB ljudstyrka för att höras.

Ljudets styrka avtar med avståndet, ytskikten i omkringliggande byggnadsdelar och brandgarnas täthet.

Detta sammantaget är viktiga faktorer när man konstruerar larmande ljud.

Ljudet fångas som bekant upp i ytterörat och leds via trumhinnan in i mellanörat. Där omvandlas till slut ljudets vågrörelser till nervimpulser. Nervimpulserna bearbetas i hjärnan som gör det möjligt att urskilja ljud med olika frekvens, styrka och varaktighet samt att ange ljudkällans läge.





## 6.2.1 Personal Alarm Safety System - PASS

PASS är ett samlingsnamn för larmsystem för rökdykning.

De grundläggande och gemensamma egenskaperna hos alla PASS kan beskrivas så här. Hjärnan i PASS'en består av en rörelsesensor som känner av rörelser. Skulle inga rörelser registreras under ca: 20 - 30 sek (olika för olika modeller) startar ett "förlarm", som under 5 – 10 sek ger bäraren möjlighet att avbryta larmet genom att röra på sig. Skulle inga rörelser registreras under förlarmet kommer ett starkt ljudlarm att gå igång. Det finns även möjlighet att manuellt larma genom en knapptryckning.

Dessa system används på många håll i världen. I USA är det sedan 1987 inskrivet i NFPA 1500, Standards on Fire Departments Occupational Safety and Health Program (jmf AFS). Även England och Australien har sedan länge krav på att en PASS bärs vid rökdykning.

Det finns två huvudsakliga varianter av PASS. Dels den som bara larmar audiellt och dels en variant som larmar både audiellt och sänder samtidigt larmet via en inbyggd radio till rökdykarledaren eller motsvarande person. Båda huvudvarianterna finns som integrerad med andningsskyddet eller lösa för att bäras på larmstället så kallade ickeintegrerade.

## Testad utrustning - R.E.D.S

REDS står för Radio Evacuation Distress System och tillverkas av E2V i England. REDS är ett säkerhetssystem bestående av två olika komponenter. Varje rökdykare bär en *larmsändare (RDSU)* som kontinuerligt skickar status till *kontrollenheten (ECU)*. Kontrollenheten hanterar och övervakar via digital radio de rökdykare som är inloggade.

REDS valdes för sin funktion med inbyggt radiolarm. Den är inte integrerad med andningsskyddet.

### **Radio Distress Signaling Unit**

Larmsändaren eller Radio Distress Signaling Unit (RDSU) bärs i remstället eller på annan lämplig plats utanpå larmstället. Den innehåller rörelsesensor, ljudgenerator för larmen, radio samt batterienhet.

### **Larmsändarens funktioner:**

- Ger ett förlarm efter 30 sek utan rörelse.
- Ljudlarm och radiomeddelande larmar efter 40 sek utan rörelse.
- Ljudlarm och radiomeddelande larmar om bäraren trycker på larmknapp.
- Varnar med ljud när enheten tar emot selektiv evakueringsignal från kontrollenheten.
- Varnar med ljud när enheten tar emot allmän evakueringsignal från kontrollenheten.
- Rökdykaren kan välja att sända ett meddelande till kontrollenheten om att han påbörjar "återtåg av säkerhetsskäl".
- Sänder telemetri i form av lufttryck i andningsapparat till kontrollenheten (tillval).

Larmsändaren aktiveras genom att en s k nyckel (se bild) avlägsnas, samtidigt skickas en signal till kontrollenheten med en förfrågan om inloggning. Nyckeln kan förses med en bricka med information om bärarens identitet och vilken enhet han/hon tillhör.

Larmsändaren motsvarar kraven i Home Office specification JCDD/38 (Brandmotstånd, vattentät till 2 m, falltest till 2 m). Brittisk standard. Se bilaga 2



*Larmsändare med nyckel*

#### TEKNISKA DATA

#### REDS larmsändare

Mått H x B x D	150 x 90 x 50 mm
Med antenn	+25 mm
Apparat hus	Polycarbonate, vattentätt, stöttåligt och brandtåligt
Batterier	2 x litium/manganese dioxid 9V pp3 ej laddn. bar
Batteri livslängd	Min 8 tim (0 till + 75°C)
Vikt med batteri	0,45 kg
Pris exkl. moms	8 500 kr

## Entry Control Unit.

Kontrollenheten sköts av rökdykarledaren eller vid större insatser av rökdykarkontrollant. För att systemet skall fungera måste kontrollenheten (ECU) logga in de larmsändare (RDSU) som skall hanteras. Inloggningen består av en knapptryckning per larmsändare. De första enheterna kan loggas in redan under framkörning. När detta är klart sköter sig utrustningen själv.

Kontrollenhetens funktioner:

- Inloggning för personal som skall rökdyka.
- Enheten kan hantera 50 inloggade larmsändare.
- Visar tiden som enheten varit inloggad.
- Visar kvarvarande lufttryck i andningsapparaten (tillval).
- Larmar audiovisuellt om nödmeddelande mottas. Samtidigt visas vilken eller vilka enheter som larmar.
- Operatören kan sända antingen selektiv evakuering genom att välja i listan på inloggade enheter eller allmän evakuering till samtliga inloggade enheter.
- Visar meddelande om någon enhet har aktiverat funktionen ”återtåg av säkerhetsskäl”.
- Upprättar en händelselogg som efter insats kan laddas ner i en PC.



TEKNISKA DATA	REDS Kontrollenhet
Mått H x B x D	230 x 150 x 75 mm
Apparat hus	Aluminium
Batteri	6 x 1.5 V C alkaline
Batteri livslängd	Ca 20 tim (0 till +55°C)
Vikt	2 kg
Räckvidd	1.5 km (line of sight)
Sändnings styrka	200 mW nominell
Pris exkl. moms	9 300 kr

## Testad utrustning - ICU

ICU tillverkas av Mine Safety Appliance (MSA) och står för Integrated Control Unit. Det är som namnet antyder en kontrollenhet integrerad med MSAs andningsapparat. Den finns endast till MSAs egna andningsapparater.

ICUn innehåller en analog tryckmätare samt en elektronikenhet. Elektronikenheten består i sin tur av digital tryckmätare, temperaturgivare samt ett integrerat PASS. Temperaturgivaren ger ett beräknat medelvärde på den värme som rökdykaren utsätts för. Ett larm varnar vid för höga värden. Tryckmätaren har en funktion som mäter luftförbrukningen och sedan räknar ut kvarvarande aktionstid. Varken andningsapparaten, tryckmätarfunktionen eller temperaturfunktionen har utvärderats i detta projekt.

Själva PASS funktionerna har de grundläggande egenskaperna med rörelsesensor och manuell larmknapp.

ICUn valdes att representera PASS utan radiolarm. Den är dessutom integrerad med andningsskyddet



TEKNISKA DATA	ICU
Mått L x H x D	145 x 70 x 50 mm
Apparat hus	Robust plast hus med gummi överdrag
Batteri	9 V
Batteri livslängd	Ca: 50 tim (beror på användande)
Vikt	Ca: 300 g
Merkostnad ca: exkl. moms	5 000 kr

## 6.3 Ljus – teknisk beskrivning

Ljus är en typ av elektromagnetisk strålning. Ögonen är känsliga för våglängderna mellan 0,4-0,7  $\mu\text{m}$  (mikrometer). Det är där vi uppfattar alla färger från blått i de korta våglängderna till rött i de längre våglängderna. Över 0,7  $\mu\text{m}$  kan vi känna värme på huden och strålning med våglängd under 0,4  $\mu\text{m}$ , ultraviolett ljus, gör vår hud brun.

Synligt ljus absorberas snabbt av föroreningar i luften t ex brandgaser vilket leder till att sikten försämras. Infrarött ljus har våglängder mellan ca 0,7  $\mu\text{m}$  och 1 mm. Förenklat kan man säga att ljusstrålning tränger igenom rök som har mindre partikelstorlek än strålningens våglängd. På grund av sin i sammanhanget långa våglängd tränger värmestrålningen igenom föroreningar och kan alltså mätas eller läsas.

### Testad utrustning - blixtljus

Vi använde oss av en blixtlampa, framtagen för vattendykning. Blixtlampan användes till att märka ut rökdykaren med synligt ljus. Lampan är inte framtagen för rökdykarändamål utan fick utgöra ett exempel på hur en framtida produkt skulle kunna vara utformad. Ljuset fungerar bara som hjälp vid ”närsöket”, d v s när den som söker och den nödställda befinner sig inom synhåll. Blixtlampan testades som komplement till annan utrustning.



#### TEKNISKA DATA

#### XENEC Strobelight SL15

Storlek	39 x 127 mm
Vikt	88 g utan batterier
Batterier	1.5 v typ C
Batteri livslängd	Ca 15 timmar
Pris exkl. moms	Ca 200 exkl. moms

## Testad utrustning - MSA Evolution 4000

Evolution 4000 är en handburen IR kamera med en microbolometer sensor. Bilden presenteras i gråskalor på en stor LCD display. Kameran har även en funktion som visar temperaturer över 200°C som röda områden. Som tillval kan kameran fås med en punktmätande termometer samt med trådlös videoöverföring.

Kameran har valts att representera IR tekniken i detta arbete.



### TEKNISKA DATA

### Evolution 4000

Storlek	191 x 215 x 381
Vikt	2.7 kg Inkl. batteri
IR sensor	Microbolometer
Upplösning	320 x 240
Display	127 mm (4.3") LCD
Batterier	NiMH laddningsbara
Batteri livslängd	Upp till 3 timmar
Pris exkl. moms	Ca: 180 000 kr

## 7. Testresultat

Delar av den testade utrustningen är redan färdig säkerhetsutrustning framtagen för rökdykning. Anledningen till att vi testar den i detta sammanhang är att kunskapen i ämnet inom svensk räddningstjänst är begränsad och eftersom dessa utrustningar är framtagna av och för räddningstjänster utomlands, främst Storbritannien och USA, finns det ett behov av att grundligt och förutsättningslöst titta på hur och om dylik utrustning fungerar under svenska förhållanden.

Under arbetet med projektet har det framkommit alternativa lösningar som inte är utvecklade för räddningstjänst men som vi ändå finner värda att testa praktiskt. Dessutom ser vi möjligheten att kombinera olika tekniska lösningar.

Arbetet inleddes med att analysera vilka faktorer som skulle studeras. Den viktigaste faktorn är självklart tiden. Hur mycket fortare hittas den nödställda med hjälp av säkerhetsutrustningen jämfört med sökning utan hjälpmedel? Motiverar den tidsvinsten de kostnader och andra aspekter som ny utrustning innebär för användaren? Andra faktorer är hur användarvänlig utrustningen är för den som skall hantera den och vilka egenskaper och funktioner bör eller skall finnas.

Testerna har genomförts i tre olika steg, för att ge en helhetsbild av, och en rättvis jämförelse mellan de testade utrustningarna.

Testomgång 1 – Tidsmätt jämförande test

Testomgång 2 – Sökning i svår sökmiljö, jämförande test

Testomgång 3 – Funktions- och räckviddstester

Testernas tider skall inte ses som ett mått på hur lång tid det tar att hitta nödställda med respektive utrustning, utan kan bara användas i syfte att jämföra utrustningar med varandra i samma test.

**Det relativt sett låga antal testpersoner som genomförde varje testomgång ger ett begränsat statistiskt underlag. Statistiska slutsatser blir därför grova.**

### 7.1 Resultat testomgång 1

(De enskilda testerna redovisas i detalj i bilaga 1)

Testet inleddes med att tre personer utan hjälpmedel, i ett i förväg definierat område, sökte efter en ”nödställd”. Testresultaten härav användes som referensvärde när testerna med hjälpmedel genomfördes.

Syftet med testomgång 1 var att bilda oss en allmän uppfattning om utrustningen och att jämföra eventuella tidsvinster mot referenstestet.

Referenstestet visade tydligt på vikten av att välja rätt väg i byggnaden. Det skilde över 5 minuter mellan den som valde ”rätt” väg och de som valde ”fel”. Konsekvenserna i en verklig situation kan var och en själv föreställa sig.

## **REDS larmsändare**

Inför testerna hade vi funderingar på hur ljudet från larmsändare uppfattas inomhus. Skulle ljudvågorna studsas mellan väggarna på ett sätt som gjorde det svårt att höra varifrån det kom? Testerna visade dock tydligt att det är enkelt att lokalisera varifrån ljudet kommer.

- **För larmsändaren gynnsammaste jämförelsen** - Skillnaden mellan **längsta** tid på referenstestet och **snabbaste** tid med larmsändaren var 9min 11s. Det ger att larmsändaren endast använde 3 % av referenstiden.
- **För referenstestet gynnsammaste jämförelsen** - Om vi jämför den **snabbaste** tiden på referenstestet och den **längsta** med larmsändaren blir skillnaden 2min 1sek. Det ger att sökandet med larmsändare använde 23 % av referenstiden.
- **Jämförelse av medeltider** - Medeltiden på referenstesten var 404 s jämfört med 26 s med larmsändaren. Med larmsändaren användes endast 6 % av referenstestens medeltid.

Hur man än väljer att jämföra tiderna så visar testet en anmärkningsvärd tidsskillnad. Vi tror att dessa skillnader i procent är ett ungefärligt mått på utrustningens effektivitet.

## **ICU**

Det som skiljer ICU från REDS är hörbarheten. Ljudvolymen är betydligt lägre och det finns andra skillnader i ljudets sammansättning vilket sammantaget ger en sämre hörbarhet. Hörbarheten kan vara en anledning till att medeltiden för ICU (39.5 s) blev längre än för REDS (22 s).

- **Jämförelse av medeltider** - Medeltiden för ICU (39.5 s) mot medeltiden på referenstestet (404 s) blir skillnaden 6 min 4 s. Med ICU användes 7 % av referenstestens medeltid.

Den manuella larmknappen var lätt åtkomlig och tydligt utmärkt. Eventuella fellarm kan dessutom avbrytas genom en dubbel knapptryckning.

## **Radiopejl F1 focus**

Radiopejling inomhus fungerade bättre än vad vi förutsåg inför testerna. Tydligt var dock att det krävs ordentligt med träning med apparaten innan man kan utnyttja dess fördelar. I själva sökmomentet måste den som söker vara väldigt aktiv och rörlig för att kunna tolka signalerna rätt. Apparaten visar ibland kontrakurs dvs en signal som visar motsatt riktning och signalerna kan vara svåra att tolka om sändaren befinner sig några rum bort.

- **Jämförelse av medeltider** – Medeltiden för radiopejl (83 s) mot referenstestet (404 s) gör en skillnad på 5 min 21 s. Med radiopejlen användes 20 % av referenstestens medeltid.



### **IR-Kamera**

Med endast en IR-kamera som hjälpmedel i en räddningsoperation kommer enbart framryckningshastigheten att öka. Den ger ingen vägledning om var man skall söka. Söker man på fel ställe spelar det ingen roll om man söker snabbt. IR-kamera bör alltså kombineras med någon form av nödlarm för att utnyttjas optimalt.

### **IR-kamera kombinerat med PASS**

När vi kombinerade en PASS<sup>2</sup> och IR-kamera blir medeltiden lite längre (35 s) jämfört med medeltiden för enbart PASS<sup>3</sup> (31 s). Det beror i det här fallet på två saker. Dels hinner inte IR-kamerans fördelar komma till sin rätt på en så kort söksträcka. Dels var personalen inte övad med utrustningen.

Jämför man däremot den här kombinationen med testet där enbart IR-kameran användes så ser man att samtliga testpersoner här har gått mot ljudet och kortat söktiden avsevärt.

### **PASS kombinerat med blixtljus**

På grund av sin intensitet syntes ljuset bra. Det reflekterades i rummet vilket gjorde att det syntes även om blixtlampan var skymd. Detta förutsätter givetvis att sikten är så pass bra att ljuset tränger igenom. Blixtljuset från testprodukten föreföll dock att irritera och blända den som befann sig i närheten.

I kombination med ett PASS kan blixtljus ge en liten tidsvinst. Larmsignalen är dock den dominerande faktorn för att hitta fram. När undsättaren kommer inom synhåll (vilket kan variera) för blixtljuset hjälper det i närsöket.

Testprotokoll redovisas ej.

## **7.2 Resultat testomgång 2**

(De enskilda testerna redovisas i detalj i bilaga 1)

Syftet med testomgång 2 var att se hur utrustningen fungerade i svår sökmiljö. Lokalerna som användes var större än de i testomgång 1. De var i 3 plan och det fanns i varje försök möjlighet att välja olika vägar fram till målet. Här gjorde vi också försök med flera ”nödställda” samtidigt för att se hur det fungerade.

### **PASS**

De här testen visade ännu tydligare hur effektivt ljudet är som vägvisare. Trots att det i lokalerna fanns flera möjliga vägar att välja på och lika många håll som ljudet kom ifrån har samtliga testpersoner valt den närmaste vägen genom hela söket. I situationer där testpersonerna var tvungna att välja sökdiriktning krävdes det oftast bara ett steg åt det ena eller andra hållet

---

<sup>2</sup> REDS larmsändare

<sup>3</sup> Medeltid räknat på REDS och ICU

för att avgöra vilken väg som var rätt. Inte ens när ljudet var svagt och kom från ett annat våningsplan hade testpersonerna några problem att lokalisera larmsändaren.

### **Radiopejl**

Sammanfattningsvis konstaterar vi att det kan gå snabbare att söka med en radio pejl än att inte ha något hjälpmedel. Så länge sändare och mottagare befinner sig på samma plan fungerade radiopejlen att söka med. Vid försöket där sändaren var gömd i källaren och söket påbörjades på mellanplanet kunde inte radiopejlen visa på vilket plan sändaren befann sig. Radiopejlen markerade vid ett av försöken ”träff” två plan ovanför sändaren.

För att kunna tyda signalen från apparaten måste användaren vara väldigt rörlig. Ofta krävdes det att användaren förflyttade sig upp till 10 m innan han kunde avgöra om ett vägval var riktigt eller inte. Vidare krävs att användaren riktar hela sin uppmärksamhet åt instrumentet. Man måste då och då använda båda händerna för att ändra sökskala. Samtliga av ovanstående faktorer är svåra att kombinera i en rökdykarsituation. Tillförlitligheten är för låg på de signaler man får och räckvidden är begränsad i sten och betongbyggnader.

## **7.3 Resultat testomgång 3**

(De enskilda testerna redovisas i detalj i bilaga 1)

Syftet med testerna i omgång 3 var att studera produkternas funktion och hanterbarhet. Vi genomförde 3 olika tester i denna omgång. Hörbarhetstest, radioräckvidd på REDS och ett test för att fastställa vilken hjälp man har av en IR-kamera vid avancemang i mörka och eller rökfyllda lokaler. Övriga kommentarer baserar sig på erfarenheter hämtade från hela testperioden. Radiopejlen F1 focus testas inte här.

### **Hörbarhetstest**

Hörbarhetstestet syftade till att simulera en verklig situation för rökdykarledaren. Det är först och främst han som skall ha uppmärksamheten riktad mot rökdykarna. För att ett eventuellt larm från rökdykarna skall kunna uppfattas på baspunkten, måste larmet först ta sig ut ur lokalerna de befinner sig i, för att sedan överrösta bakgrundsljuden på baspunkten.

Hörbarhetstesterna genomfördes med två bullernivåer.

1. Släckbil på 1500 rpm 20 meter ifrån Rökdykarledaren samt en Swefan PPV fläkt på full gas 3 meter ifrån rökdykarledaren.
2. Släckbil på 1500 rpm 20 meter ifrån Rökdykarledaren samt en Swefan PPV fläkt på tomgång 3 meter ifrån rökdykarledaren.

### **REDS hörbarhetstest**

I försöksomgång 1 med en släckbil på 1500 rpm och PPV fläkt på fullgas utvecklas ett avsevärt oväsen. Trots det hör rökdykarledaren larmet från larmsändaren på 51 meters avstånd<sup>4</sup>. Två av försöken gjordes utan kontrollenheten. Med kontrollenheten på baspunkten fick rökdykarledaren omedelbart larm när larmsändaren aktiverades. Rökdykarledaren behöver alltså inte höra larmsändaren för att bli varse att något är på tok med rökdykarna.

Även om rökdykarna skulle vara så långt in i en byggnad att larmet inte hörs ut så kommer rökdykarledaren i och med kontrollenhetens larm att kunna påbörja undsättningsarbetet. Oavsett om det är rökdykarledaren eller någon/några andra som går in för sök och räddning kommer de förmodligen att höra larmet efter några meter inne i byggnaden.

Försöksomgång 2 med skillnaden att PPV fläkten gick på tomgång gav ett medelvärde på 87 meter.

### **ICU hörbarhetstest**

Försöksomgång 1 under samma förutsättningar uppfattade rökdykarledaren ljudet av ICU'n på 5 meters avstånd. Situationer med en så här hög bullernivå måste anses vara extrem, men inte orealistisk.

Försöksomgång 2 gav ett medelvärde på 40.5.

*Vår bedömning är att ICU'n har ett larmljud med för låg hörbarhet.*

### **REDS radio räckviddstest**

Räckvidden för radiosändningar varierar med de sändningsförhållanden som råder på platsen. Det är därför svårt att göra rättvisande mätningar. Vi konstaterar att sändstyrkan är 200 mW och att tillverkaren uppger att räckvidden är 1.5 km (line of sight).

Vi utförde ett test inomhus där den larmande larmsändaren förflyttades mot kontrollenheten tills larm indikerades. Under dessa unika förhållanden larmade kontrollenheten på ca: 75 meters avstånd. Här skall noteras att en sträcka på ca: 50 meter bestod av en öppen vagnhall.

*Vi bedömer räckvidden som godkänd men en ökad räckvidd är att rekommendera.*

Testprotokoll redovisas ej.

---

<sup>4</sup> Medelvärde av tre försök

### **Evolution 4000 som hjälpmedel vid framryckning**

Syftet med detta test var att fastställa om och hur en IR-kamera ökar framryckningshastigheten vid rökdykning i tät brandrök.

Testbanan var byggd som en hinderbana som skulle forceras. Som referens utförde två testpersoner banan på konventionellt vis utan hjälpmedel. De andra två använde IR-kamera som hjälpmedel för att snabba på framryckningen.

**Bästa tid** utan hjälpmedel var 2 min 28 sek. **Längsta tid** med IR-kamera var 1 min 8 sek, en halvering av tiden. Det är en avsevärd förbättring på den korta sträckan. Vi noterade också att de som använt IR-kameran hade under framryckningen hunnit få en uppfattning om lokalens storlek och form, medan rökdykarna utan kamera inte hade en aning om hur rummet såg ut. Detta är viktig information för vidare sökning och den egna säkerheten.

Vår uppfattning är att tidsskillnaden mellan att använda IR-kamera och att inte ha något hjälpmedel kommer att öka med sträckan. Ju längre väg som skall tillryggaläggas desto större blir tidsvinsten.

## 8. Slutsats

En av de viktigaste lärdomar vi dragit under den här perioden är att en utslagen rökdykare som varken har möjlighet att meddela sin position eller situation till de övriga i rökdykargruppen, är helt utlämnad till att någon uppfattar nödläget och initierar en räddningsinsats. Därefter är det många faktorer som påverkar tiden det tar att få ut den nödställda. Brandmiljön, storleken och komplexiteten på byggnaden och hur långt bort rökdykaren befinner sig är bara några exempel på faktorer. Vill det sig illa, letar vi i helt fel del av byggnaden och tiden rinner iväg, ett scenario som snabbt får svåra följder.

Vi har funnit att det i dagsläget inte finns annan för ändamålet tillgänglig utrustning som kan mäta sig med PASS avseende tidsvinst, användarvänlighet och kostnad. Utrustningen kräver lite utbildning och förefaller ha hög driftsäkerhet.

***Som säkerhetsutrustning för lokalisering av nödställd rökdykare rekommenderar vi någon form av PASS utrustning med nedanstående egenskaper i kombination med IR-kamera.***

### **PASS - Generella egenskaper**

Som vi tidigare nämnt måste alltså en nödställd rökdykare på ett eller annat sätt ”larma” sina kollegor om sin situation. Ett sådant larm skall dels vara automatiskt och dels ha möjlighet till manuellt larm. Det automatiska larmet går in i de fall rökdykaren själv inte kan larma. Känner rökdykaren att situationen börjar bli kritisk används den manuella larmknappen i kombination med rökdykarradion.

Testerna visade med stor tydlighet att ett audiellt larm är det som är lättast att pejla. Det är människans förmåga att bestämma ljudkällans läge d v s riktning och avstånd som gör ljudet till ett ypperligt hjälpmedel att hitta, i vårt fall, en nödställd rökdykare.

Att ljudets sammansättning och styrka är viktigt visade sig i hörbarhetstesterna och eftersom arbetsmiljön på en brandplats oftast är ganska bullrig, kommer möjligheten att höra larmsändaren vara avgörande. Vi anser därför att ljudets sammansättning och styrka är en av de viktigaste egenskaperna hos en larmsändare. I bilaga 2 redovisas bland annat kraven på ljudlarm i den engelska standarden JCDD/38. Både ICU n och REDS uppfyller dessa krav. Våra tester visade dock att hörbarheten hos ICU n var för dålig vilket tyder på att kraven i JCDD/38 är för lågt satta.

För att ytterligare öka tillförlitligheten i larmöverföringen bör larmsändaren även vara utrustad med radiolarm. Med inbyggt radiolarm erhålls flera möjligheter till extra funktioner. Varje larmsändare har en identitet vilket innebär att rökdykarledaren eller rökdykarkontrollanten ser i klartext vem som larmar, detta är särskilt viktigt med flera grupper insatta samtidigt. Vidare finns möjligheten för rökdykarledaren att skicka evakueringssignaler antingen till enskilda individer, grupper eller till samtliga enheter som är inloggade på den kontrollenheten. Detta ser vi som en mycket värdefull funktion då denna evakueringssignal utgör en reservväg till rökdykarradion. Slutligen finns vissa modeller med tillval som möjliggör att skicka information om luftrycket i andningsapparaten till rökdykarledaren.

Räckvidden på radioenheten på den testade utrustningen föreföll vara något begränsad. Det är vid svåra insatser som risken för olyckor är som störst. Vid brand i stora byggnader, kanske med långa inträngningsvägar, vill det till att utrustningen fungerar. Därför bör räckvidden vara bättre.

Hanterbarheten har hela tiden varit i fokus under testerna. Rökdykarens situation är ofta mycket svår vilket ställer speciella krav på den utrustning som skall hanteras. Den bör vara liten och lätt för att inte belasta rökdykaren vare sig vad gäller vikt eller rörlighet. Eventuella knappar måste kunna hanteras med handskar. Displayer och text kommer förmodligen att vara svårlästa och måste därför göras extra stora och tydliga.

Utrustningen får inte kräva för mycket aktivt kontrollerande eller knapptryckningar under räddningsarbetet. Både konstruktion och funktion skall vara utformad med tanke på enkelhet i hanterandet.

En sammanfattning av de viktigaste egenskaperna presenteras i bilaga 3.

## **Radiopejl**

Radiopejlen visade i referenstestet att det går att korta söktiden avsevärt gentemot att inte ha något hjälpmedel alls. Men i jämförelse med ljudlarm visade testerna svårigheter i att tyda signalen. Apparaten krävde dessutom nästan konstant uppmärksamhet från bäraren vilket är svårt att kombinera med rökdykning. Dessa faktorer var avgörande till varför Ortovox F1 focus inte uppfyllde våra kriterier i hanterbarhet.

## **Personal Alarm Safety System**

De testade utrustningarna, ICU och REDS hade olika positiva och negativa egenskaper. ICU n hade en fördelaktig storlek och enkla tydliga knappar i motsats till REDS som upplevdes som stor och tung och med svårhanterade knappar. Omvänt har REDS ett överlägset larmljud med god hörbarhet även i bullrig miljö.

Integrerat, ickeintegrerat eller kombinationssystem?

Ett integrerat PASS är som tidigare beskrivits en integrerad del av andningsskyddet. När luften sätts på aktiveras systemet. Ett eventuellt larm ljuder även efter att luften tagit slut. Fördelarna är att säkerhetsutrustningen alltid är med och det finns ingen risk att bäraren glömmer att sätta på den. Alla de stora tillverkarna av andningsapparater kan erbjuda någon form av integrerat PASS. Det ickeintegrerade har fördelen att det kan användas även på insatser som inte involverar rökdykning. Några tillverkare erbjuder även modeller i kombinationsutförande.

## Ljus och ljud

När vi kombinerade blixtljus och ljud som positionsindikering användes ljudet primärt ända tills blixtljuset blev synligt. Det avståndet varierar kraftigt beroende på t e x brandgasernas täthet, avstånd och eventuella hinder. Den blixtlampa vi använde irriterade och bländade den andra rökdykaren. Synligheten var dock god.

Vår erfarenhet är att någon form av ljusmarkering på rökdykarna hjälper dem att se varandra i mörker och rök. Detta ljus får inte lysa så starkt att det bländar under rökdykningen däremot skulle ett starkt blixtljus kunna sättas igång av att en larmsändare aktiveras. Problemet med ljus är att det lätt försvinner bakom något hinder. Skulle den nödställda bli liggande på ljuskällan, förloras funktionen.

## IR-kamera

I dag finns inget annat hjälpmedel som underlättar rökdykning i rökfyllda utrymmen så effektivt som en IR-kamera. Det handlar inte bara om att se nödställda genom röken, rökdykaren ges också möjlighet att bygga upp en bild av lokalerna. Avstånd, inredning, dörrar m m möjliggör för rökdykaren att på ett helt annat sätt än tidigare lägga upp en taktik för det vidare arbetet. Man kan prioritera sökområden, förflytta sig snabbt och bedöma risker. Dessa fördelar är lika värdefulla oavsett om man söker efter brandoffer eller kollegor i nöd.

Det vi konstaterade var att det krävs en viss träning för att tolka IR-bilden. Displayen på den testade kameran visar en något zoomad bild vilket försvårar avståndsbedömningen. Vidare är synfältet begränsat av linsens egenskaper. Liknande egenskaper finns hos alla kameror. Att stillasittande söka av ett område är inga problem men att förflytta sig snabbt kräver viss vana.

Södertörns brandförsvarsförbunds erfarenheter av att använda IR-kamera under rökdykning<sup>5</sup> visar på att det finns fördelar med att kunna växla seende under arbetet. Siktförhållandet är sällan statiskt under en insats. När sikt finns vill man använda det normala seendet och det är då ofta att föredra framför IR-seende.

Fördelarna med IR-kamera är stora både för egen säkerhet och för att snabbt hitta nödställda.

Det krävs dock en grundläggande utbildning i användandet, då IR-kamerans fördelar också kan leda rökdykarna för långt in i farliga miljöer.

---

<sup>5</sup> Sbff testade IR-utrustning i samband med Rapporten IR-kamera för rökdykning E53-157/96 SRV

## 9. Diskussion

Under åren 2000-2001 genomfördes i genomsnitt 3200<sup>6</sup> insatser med personal som rökdök. Om vi uppskattar att 90 % av dessa rökdykarinsatser var mer eller mindre rutinuppdrag återstår över 300 rökdykarinsatser. Dessa insatser har genomförts under mer eller mindre svåra förhållanden. Några av dem har förmodligen inneburit stora risker för de inblandade.

Frågan som svensk räddningstjänst måste ställa sig är om man kan tillåta sin personal att arbeta utan den extra säkerhet som en larmsändare ger. Vi konstaterar här att man i bl.a. USA, England och Australien sedan ca 15 år föreskriver någon form av nödlarm för samtliga rökdykare.

Man skall komma ihåg att teknisk utrustning sällan skyddar mot olyckor, men de kan i bästa fall mildra skadan när den redan skett. Att utrusta rökdykare med larmsändare är därför bara en del av säkerhetsarbetet. Lika viktigt är det att personalen är väl utbildad och tränad att hantera svåra situationer. Målsättningen måste alltid vara att så långt det är möjligt undvika att hamna i situationer som kan leda till nödlägen. Ansvar för att personalen är rätt utbildad och att övningar hålls i tillräcklig utsträckning ligger på arbetsgivaren. Samtidigt är den enskilde brandmannen skyldig att medverka till att uppställda mål och rutiner efterlevs. Vi anser vidare att varje brandförsvaret måste förbereda rutiner för att hantera akuta nödlägen.

Om framtiden ger ett ökat intresse för PASS bör Räddningsverket ta initiativ till att inhämta kunskap om hur man på bästa sätt implementerar och använder ett PASS system. Detta för att bygga en central kunskapsbas, lätt tillgänglig för räddningstjänsterna. Sådan kunskap inhämtas bäst genom kontakter med räddningstjänster med lång erfarenhet av olika PASS system.

---

<sup>6</sup> Uppgifter från Räddningsverkets larmstatistik.



## 10. Förslag till fortsatt arbete

- Följa utvecklingen inom områdena Personal Alarm Safety System och IR-kameror. Samt angränsande områden så som elektronisk statusövervakning av rökdykare<sup>7</sup>.
- Revidera AFS 1995:1 med hänsyn till ny teknik och metod.
- Inhämta kunskap och erfarenhet av brandförsvaret som arbetat med PASS och IR utrustning i syfte att bygga en erfarenhetsbas.
- Införa övningsmoment med nödlägen vid rökdykning på både brandman och befälsutbildningar.

---

<sup>7</sup> Vitala funktioner hos rökdykaren t ex puls, andning, temperatur kan övervakas av personal på utsidan.

# Källförteckning

## Litteratur

U.S. Fire Service Fatalities in Structure Fires, 1977-2000. NFPA.

Firefighter Fatalities in the United States -2001. NFPA.

Rapport S1996: 1 B Rökdykarolycka ombord på MV Baltic Link den 3 oktober 1993 I Storu-  
gns hamn, Gotland, I län. Statens Haverikommission 1996.

Dödsolycka i samband med rökdykning i Olofströms kommun R616-1/95. Intern rapport  
SRV, 1995.

Requirement specification for automatic distress signal unit JCDD/38. Fire & Emergency  
Planning Department Home Office.

Utdrag ur Arbetsmiljöverkets skaderegister.

SRVs statistik över insatser under åren 2000-2002.

Nationalencyklopedin

## Hemsidor

<a href="http://www.srv.se">www.srv.se</a>	Räddningsverket
<a href="http://www.nfpa.org">www.nfpa.org</a>	National Fire Protection Association - USA
<a href="http://www.msanordic.se">www.msanordic.se</a>	Leverantör av ICU och Evolution 4000
<a href="http://www.procurator.se">www.procurator.se</a>	Leverantör av REDS
<a href="http://www.outside.se">www.outside.se</a>	Leverantör av F1 focus

# Bilaga 1

## Testomgång 1

Se skiss sidan 39

Testad utrustning är:

- F1 focus (radiopejl)
- REDS (ljudpejl)
- ICU (ljudpejl)
- Evolution 4000 (IR kamera)

Dessutom testades ljudpejling tillsammans med IR kamera och ljudpejl tillsammans med blyxtljus.

Testomgång 1 genomfördes som ett jämförande test. En ”nödställd rökdykare” i form av en testledare har placerats på samma ställe i lokalen inför varje test. Som referens fick tre personer söka efter denne ”nödställda rökdykare” utan några hjälpmedel, sökandet genomfördes på traditionellt vis. Därefter har tre testpersoner utan vetskap om var testledaren (den nödställda) befinner sig använts inför varje nytt test. Förutsättningarna har i övrigt varit de samma.

På detta vis har vi fått fram ett underlag med tider och kommentarer över de olika tekniska hjälpmedlen. Dessa tider har sedan jämförts under utvärderingen.

## Referenstest

**Förutsättningar:** En markör placerades i omklädningsrum nr: 2. Testpersonen skickas in i den i förväg definierade lokalen. Sikten begränsades med hjälp av en plastsäck över huvudet. Sökandet utfördes utan rökdykarutrustning, slang eller värme. Testpersonerna kände lokalerna väl.

Utan hjälpmedel	Tid m s	Sök riktning (se skiss)	Sökt sträcka (ca)
Testperson 1	9.30	Vänster hand i vägg	135 m
Testperson 2	2.52	Höger hand i vägg	80 m
Testperson 3	7.50	Vänster hand i vägg	135 m
Medeltid	6.44		
Bästa/sämsta tid	2.52 /9.30		

**Kommentar:** Tidsskillnaden mellan att ta rätt väg *d v s höger hand i vägg* och att ta fel är avsevärd. Det visar att i en verklig situation kan ett felaktigt val få svåra följder. Tidsskillnaden beror till viss del på att testpersonerna genomförde sökandet med olika sökhastighet.

## F1 focus

**Förutsättningar:** Markören placerades som ovan, utrustad med en lavin-transiever inställd i sändläge. Testpersonen skickas in under samma förutsättningar som ovan, utrustad med en lavin-transiever inställd i mottagarläge.

Testpersonerna 4, 6 hade mindre än 15 minuters utbildning.

Testperson 5 hade mer än 50 timmars övning på utrustningen

Testpersonerna 7, 8 hade ca: 1 timmes utbildning/övning.

<b>Sökning med transiever</b>	<b>Tid m s</b>	<b>Sök riktning</b>
Testperson 4	6.57	Vänster
Testperson 5	0.58	Höger
Testperson 6	7.49	Vänster
Testperson 7	1.43	Höger
Testperson 8	1.29	Höger
<b>Medeltid</b>		<b>1.23</b>
<b>Bästa/sämsta tid</b>		<b>0.58/1.43</b>

**Kommentar:** Vi kunde konstatera att det krävs en hel del utbildning för att kunna utnyttja transiverns funktion. Testperson 4, 6 har inte kunnat använda transivern för att korta av sök-tiden. De valde båda fel väg och genomförde i praktiken sök-tiden på traditionellt sätt. Testperson 5 med stor vana att använda transivern, visade att den kan korta sök-tiden avsevärt förutsatt att användaren är väl förtrogen med utrustningen. Även testpersonerna 7, 8 visade att det går att utesluta felaktig sökriktning och därigenom korta sök-tiden.

## ICU

**Förutsättningar:** Markören utrustad med en MSA andningsapparat med ICU placerades som ovan. Testpersonerna söker med hjälp av hörseln. I övrigt samma förutsättningar som tidigare.

Sökning med ICU	Tid m s	Sök riktning
Testperson 9	50 s	Höger
Testperson 10	30 s	Höger
Testperson 11	27 s	Höger
Testperson 12	51 s	Höger
<b>Medeltid</b>	<b>39.5 s</b>	
<b>Bästa/sämsta tid</b>	<b>27 s/51 s</b>	

**Kommentar:** Avståndet mellan markör och startpositionen är litet. Det var därför inga problem att höra larmet. Samtliga testpersoner valde ”rätt” väg mot markören. Detta visar hur enkelt lägesbestämningen kan göras.

*Testperson 12 har ingen tidigare erfarenhet av rökdykning/sökteknik och har heller inte varit i lokalerna tidigare.*

## REDS larmsändare

**Förutsättningar:** Testet utfördes som ovan med skillnaden att man i detta test använde en larmsändare (RDSU) från REDS systemet.

Sökning med RDSU	Tid	Sökriktning
Testperson 13	19 s	Höger
Testperson 14	24 s	Höger
Testperson 15	22 s	Höger
<b>Medeltid</b>	<b>22 s</b>	
<b>Bästa/sämsta tid</b>	<b>19 s/24 s</b>	

**Kommentarer:** Samtliga testpersoner väljer rätt väg. Man går i princip rätt på markören.

## Evolution 4000

**Förutsättningar:** En markör placerades som tidigare. Testpersonerna använde sig av en IR-kamera för att söka. Inget larm eller annat indikerade var markören befann sig. Testpersonerna hade ingen tidigare erfarenhet av att använda IR – kamera.

Sök med IR kamera	Tid	Sökriktning
Testperson 20	5 m 54 s	Höger
Testperson 21	5 m 15 s	Höger
<b>Medeltid</b>	<b>5 m 35 s</b>	

**Kommentarer:** Ingen av testpersonerna hade någon erfarenhet av att använda IR-kamera vilket vi anser bidrar till de förhållandevis långa tiderna. Båda testpersonerna väljer ”fel” sökriktning och blir tvungna att söka hela det området, eftersom ingenting indikerar var markören befinner sig.

## PASS och IR-kamera

**Förutsättningar:** En markör utrustad med REDS larmsändare placerades i omklädningsrum nr: 2. Testpersonen använde IR-kamera i syfte att öka sökhastigheten.

IR-kamera i kombination med PASS	Tid	Sök riktning
Testperson 17	49 s	Höger
Testperson 18	38 s	Höger
Testperson 19	17 s	Höger
<b>Medeltid</b>	<b>35 s</b>	
<b>Bästa/sämsta tid</b>	<b>17 s/49 s</b>	

**Kommentarer:** Samtliga testpersoner gick höger mot ljudet. Att sökhastigheten inte blev högre, bedömer vi berodde på att testpersonerna inte hade övat med IR-kameran. Utan den erfarenheten ”vågade” man inte öka farten under sökningen. Den källarlokal som användes hade jämn temperatur vilket gav en bild med svaga kontraster i kameran. Detta gör det svårare att tolka bilden.

## Testomgång 1 Referenstest

Referenstestet gick ut på att jämföra testresultatet när ingen hjälputrustning användes med resultat av tester utförda med nedanstående säkerhetsutrustning:

- REDS
- ICU
- Radiopejl F1 focus
- IR-kamera Evolution 4000

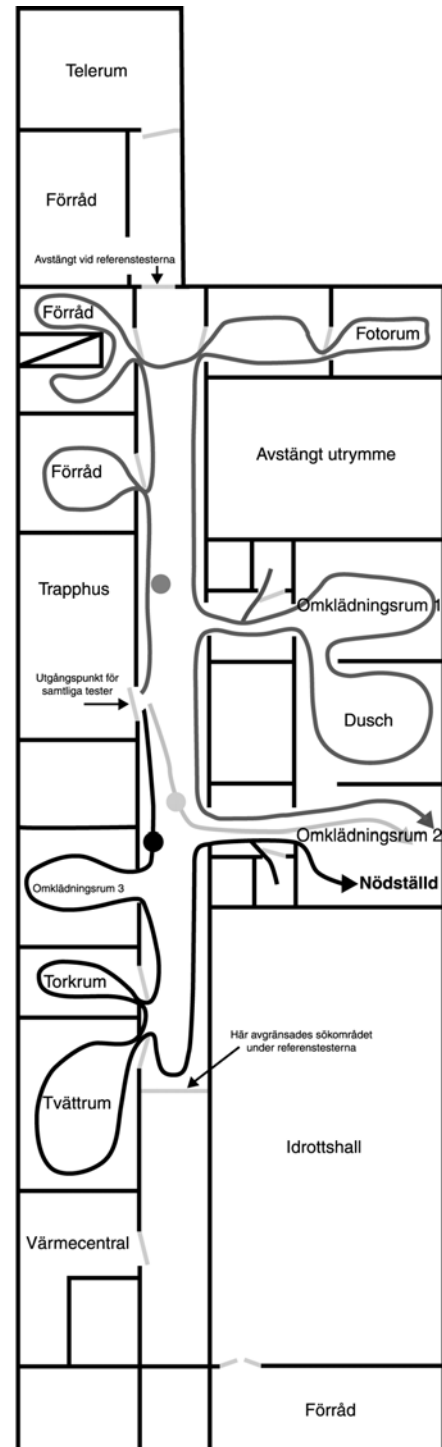
Vidare kombinerades REDS med IR-kamera.

På bilden syns tre typiska sökmönster. **Svart** och **mörkgrå** sökväg, har de som inte haft något hjälpmedel samt de som använde enbart IR-kamera. Man har helt enkelt chansat på det ena eller andra hållet.

Testpersoner med Radiopejlen sökte sig fram genom upprepade förflyttningar och de följde inget mönster.

Vägen som den **ljusgrå** linjen markerar har endast de valt som har fått hjälp av ljudet från en PASS.

Den **mörkgrå** markeringen motsvarar ca: 135 m sökväg. Den **svarta** markeringen är ca: 80 m och den **ljusgrå** är ca: 12 m.



## Testomgång 2

Se skiss sidan 42

Testad utrustning är:

- F1 focus (radiopejl)
- REDS (ljudpejl)

I testomgång 2 har vi jämfört och utvärderat radiopejl och PASS, samt undersöka hur fler samtidigt larmande enheter kan hanteras.

Testerna utfördes utan siktbegränsning, rökdykarutrustning eller slang. Testpersonerna hade god lokalkännedom.

### Test 1 jämförande test ”köket”

En REDS larmsändare/F1 focus lades på en skydd plats i köket och larmet aktiverades. En ”rökdykare” utgick från vagnhallen för sök av nödställd.

REDS	Tid	F1 focus	Tid
Test person 25	22 s	Test person 22	3 m 5 s
Test person 26	35 s	Test person 23	1 m 40 s
		Test person 24	1 m 24 s
<b>Medeltid</b>	<b>28.5 s</b>	<b>Medeltid</b>	<b>2 m 3 s</b>

**Kommentar F1 focus:** Transievern fick inte in en användbar signal förrän den var ca 10 – 15 m från sändaren förmodligen beroende på byggnadens konstruktion i armerad betong. För att kunna fatta ett beslut om vägval utifrån de signaler som instrumentet gav var testpersonen tvungen att förflytta sig upp till 10 meter.

**Kommentar REDS:** Signalen hördes ända ut till vagnhallen där sökandet påbörjades. Vid vägval tog testpersonerna endast något eller några steg i endera riktningen innan han kunde avgöra från vilket håll ljudet var starkast.



## Test 2 jämförande test "källaren"

En REDS larmsändare/F1 focus lades på en skymd plats i en källarkorridor. Söket utgick från samma ställe som ovan. Testpersonerna visste inte vilket våningsplan sändaren skulle gömmas på.

REDS	Tid	F1 focus	Tid
Test person 25	22 s	Test person 22	5 m 30 s
Test person 26	20 s	Test person 23	6 m 21 s
		Test person 24	1 m 58 s
<b>Medeltid</b>	<b>21 sek</b>	<b>Medeltid</b>	<b>4 min 36 sek</b>

**Kommentar REDS:** *Testpersonerna hade inga problem med att avgöra vilket våningsplan larmsändaren var på.*

**Kommentar F1 focus:** *Det gick inte i trapphallen att avgöra vilket plan sändaren befann sig på. Testperson 22 och 23 "fastnade på fel plan en längre stund därför att de fick utslag för "träff" på instrumentet. Nr: 22 fick utslag för "träff" två våningar ovanför sändaren.*

## Test 3 - flera larmande enheter (REDS)

Här har vi beslutat att inte testa F1 focus mer.

Två larmsändare var utplacerade, en i omklädningsrummet och en på rum 2 övre planet. Söket startade i vagnhallen. Tid 1 indikerar när första larmsändaren hittades och tid 2 slut tid när andra hittades.

REDS larmsändare	Tid 1	Tid 2
Test person 25	20 s	55 s
Test person 26	15 s	43 s
<b>Medeltid</b>		<b>49 s</b>

**Kommentar:** *Båda testpersonerna tog omklädningsrummet först eftersom den lät så mycket tydligare än larmsändare 2 som inte hördes förrän nr1 tystats. Det var knappt att nr 2 hördes inifrån rummet där den låg, ändå tvekade ingen av test personerna om var de skulle leta vidare.*

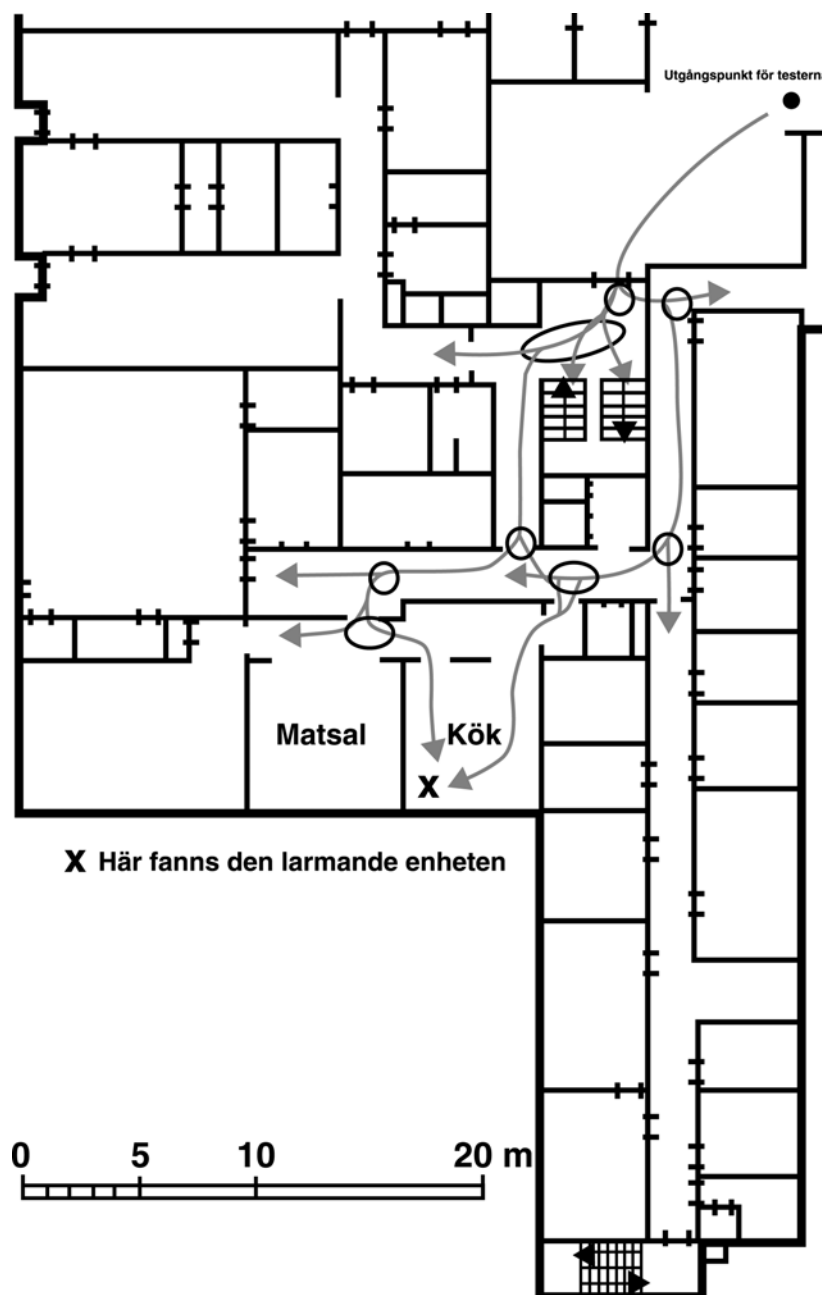
## Testomgång 2 Svår sökmiljö ”köket”

### PASS och Radiopejl

Den här bilden illustrerar de **möjliga** vägval som fanns vid testet. Ringarna visar var beslut om vägval måste göras.

Med en PASS var det ingen tvekan om vilken väg som var den bästa.

När radiopejlen användes var den som sökte tvungen att prova vilken väg som var bäst. Det gjordes genom att förflytta sig i den valda riktningen. Sträckan kunde bli uppemot 10 meter innan det visade sig att det var fel väg.



# Testomgång 3

Se skiss sidan 45

Testad utrustning är:

- Evolution 4000
- REDS larmsändare
- ICU

I testomgång tre testades utrustningarnas prestanda och användarvänlighet.

## IR-kamera vid framryckning

Syftet med testet var att se om och hur en IR-kamera ökar hastigheten vid framryckning i tät brandrök.

En testbana byggdes i en källarlokal med möjlighet att mörklägga totalt. Längden var ca 35 meter, och längs banan fanns hinder och saker som stod i vägen. Ingen av testpersonerna hade sett banan innan testet genomfördes. Testet utfördes utan rökdykar utrustning och slang.

<b>Utan hjälpmedel</b>	<b>Tid</b>
Testperson 24	3.50
Testperson 27	2.28
<b>Medeltid</b>	<b>3.09</b>

<b>Med IR-kamera</b>	<b>Tid</b>
Testperson 23	1.02
Testperson 16	1.08
<b>Medeltid</b>	<b>1.05</b>

**Kommentar:** Testpersonerna med IR-kamera gick snabbt och smidigt genom banan utan att slå i eller välta saker. De andra två fick på traditionellt vis arbeta sig framåt genom att söka efter en framkomlig väg. Det innebar att hinder i onödan flyttades och saker välte i försöken att röja väg för rökdykaren. Mycket mer energi gick åt för dessa testpersoner.

Rökdykarna med IR-kamera kunde efter testet ge en ganska detaljerad bild över banan och de hinder som passerats.

## Hörbarhetstest ICU och REDS larmsändare

Syftet med testet var att bilda oss en uppfattning om hörbarheten i en realistisk insatsmiljö.

Testet gick till så att en ”rökdykarledare” fullt påklädd med mask på, friskluftsluckan öppen och både inner och ytter huva påtagen, placerades utanför en entrédörr (baspunkt). Testledaren gick med testutrustningen larmande, utifrån hörbarhetsavstånd och närmade sig sakta rökdykarledaren. Rökdykarledaren skulle i sin tur lyssna och teckna till testledaren när han hörde larmet. Avståndet mättes.

För att bygga upp ett realistiskt buller ställdes en släckbil ca 20 meter ifrån rökdykarledaren. Vidare ställdes en PPV fläkt av märket Swefan ca 3 meter ifrån rökdykarledaren. Testerna utfördes sedan i två bullernivåer (se testresultaten nedan).

### Släckbil 1500 rpm/PPV full gas

Testomgång	ICU	REDS larmsändare	
1	4.5 m	48 m	
2	4.5 m	49 m	Kontrollenheten hos Rdl.
3	6 m	55.5 m	
<b>Medelavstånd</b>	<b>5 m</b>	<b>48.5m</b>	

### Släckbil 1500 rpm/PPV tomgång

Testomgång	ICU	REDS larmsändare	
1	32 m	87 m	
2	39 m	87 m	
3	51 m	(endast två tester gjordes med REDS)	
<b>Medelavstånd</b>	<b>40.5 m</b>	<b>87 m</b>	

**Kommentar:** Bullernivån på det första testet var väldigt hög men inte orealistiskt. Den stora skillnaden i avstånd visar på hur olika larmljud det kan vara på utrustning för samma ändamål.

Testledaren och rökdykarledaren hade fri sikt mellan sig. Det vill säga ljudvågorna kunde gå raka vägen mellan dem. Skulle det ha funnits en stängd dörr eller annat som dämpar så hade hörbarheten minskat avsevärt.

## Testomgång 3

### Hörbarhetstest

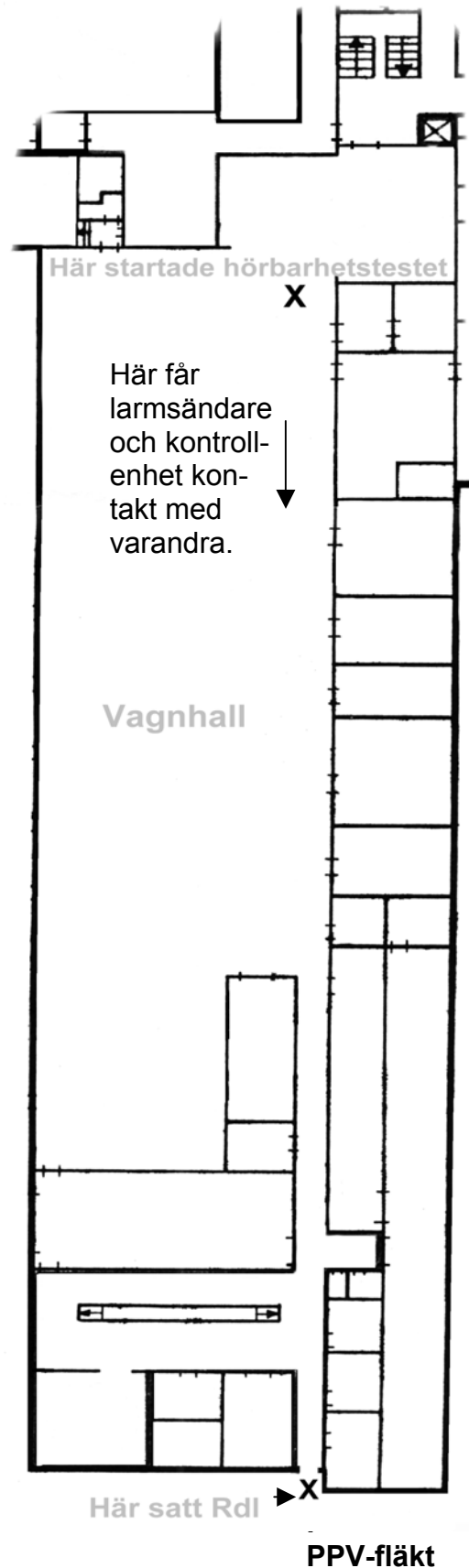
#### ICU och REDS

Lokalen består dels av en vagnhall och dels av en korridor. Inga dörrar var stängda, ljudet hade alltså fri väg mellan rökdykaren och rökdykarledaren.

### Räckvidds test

#### REDS

Räckviddstestet genomfördes genom att Rdl på samma ställe som i ovanstående test bevakade kontrollenheten. En larmande larmsändare fördes sakta utifrån radiotäckning mot kontrollenheten. När kontrollenheten indikerade larm mättes avståndet.



Ca 20 meter från Rdl står en släckbil på 1500 rpm



# Bilaga 2

## Requirement specification for **Automatic Distress Signal Unit**

NOTE: The requirements of this Specification are to be regarded as minima for maxima as the case may be and nothing herein is to be construed as preventing a purchaser from specifying stricter or additional requirements to meet special circumstances.

### **1. GENERAL**

The unit must be compact and suitable for attaching to any type of breathing apparatus in a readily accessible position. The unit may also be designed to be suitable for attaching to non-breathing apparatus wearers in a readily accessible position on the tunic or belt.

The unit must be capable of being actuated automatically should the wearer remain immobile and also be provided with a pre-alarm signal to provide a warning that the unit will actuate if not moved.

The unit must also be capable of being manually actuated at any time by a push button.

The unit may be powered by a non-rechargeable battery or alternatively by a battery which is either rechargeable after removal from the unit or in situ by means of external charging contacts from a charging system.

### **2. METHOD OF OPERATION**

The unit must have a key type device to render it ready for use and to silence it. It must not be possible to remove the key without priming the unit for subsequent use.

The key must be able to be attached to the standard breathing apparatus identification tally as described in Appendix I.

The removal of the key from the unit must activate a confirmatory audible signal that the unit is in working order.

The unit must be designed and constructed such that whilst the wearer is moving the unit must not sound automatically. If the wearer remains immobile, apart from normal breathing movements, for between 20 and 30 seconds the unit will activate initially in a pre-alarm mode at a lower sound pressure level than the full alarm signal.

The pre-alarm period must be between 5 to 10 seconds and thereafter unless the pre-alarm signal is cancelled by movement of the unit it must then operate at the full alarm sound pressure level.

A push button must be provided in a readily accessible position to enable the wearer to operate the unit manually at the full alarm sound pressure level.

The manually operated push button must be designed to prevent accidental operation and the force required to operate the button must be between 10 and 20 Newton.

The unit must operate immediately the manual push button is pressed.

The unit must not be able to be silenced after either automatic or manual operation in the full alarm mode except by the use of the key.

### **3. SOUND EMITTING DEVICE**

The unit must have one or more sound emitting devices such that it complies with the following requirements:

#### **3.1. Pre-Warning Signal**

The sound pressure level of the pre-warning signal measured at a point in a free field 2 metres in front of the unit shall preferably be between 70 and 80 LAeqdB(A) and must not exceed 85 LAeqdB(A), when measured for 30 seconds, at an upper frequency of 2900 Hz ( $\pm 200$  Hz).

#### **3.2. Full Alarm Signal**

The sound pressure level of the full alarm signal measured under the same conditions as 3.1 must be between 90 LAeqdB(A) and 96 LAeqdB(A) when measured for 30 seconds.

The full alarm signal must be such that from a stabilised upper frequency of 2900 Hz ( $\pm 200$  Hz) the frequency of the sound emitted must decrease sharply by not less than 600 Hz and then recover to the stabilised upper frequency. The duration of this event must be between 10 and 20 milliseconds during which time the frequency must have recovered to within 100 Hz of the initial stabilised upper frequency. The event must be repeated at a rate of 4 cycles per second.

Units powered by a non-rechargeable battery must perform as per these requirements when the battery supply voltage is not less than 85% of the normal battery voltage.

The unit must be designed so as to reduce as far as practicable the likelihood of the sound being muffled should the unit be pressed against a yielding surface.

### **4. BATTERY**

The unit should normally be designed to be powered by a non-rechargeable battery. Where a rechargeable battery is specified it may either be removed from the unit for charging by a mains charger or charged in situ by a mains charger or from the electrical circuit of a fire appliance. The external contacts for in situ charging shall be provided as requested.

The battery used to power the unit must be capable of sounding the unit continuously at the full alarm sound pressure level for a minimum of two hours.

NOTE: If a lithium battery is used to power the unit, instructions on the handling and disposal of such batteries shall be supplied with the unit in accordance with current HSE advice.



## **5. LOW BATTERY WARNING**

The unit must incorporate an audible low battery warning facility. The audible device utilised must be of a different noise characteristic to that of both the pre-alarm and full alarm signals.

When the low battery-warning signal has initially activated the unit must be capable of operating at the full alarm signal for a minimum of one hour.

## **6. CONSTRUCTION**

The construction of the unit must be such that it is robust and capable of withstanding general rough usage and those tests detailed at Clauses 9, 10, 11 and 12 of this Specification. The easing must be of such shape to reduce the likelihood of inadvertent snagging when the wearer is negotiating areas with restricted access and to facilitate its positioning at chest level on the right hand shoulder strap of a breathing apparatus set.

If required the construction shall also facilitate the wearing of the unit on the tunic or belt of a non-breathing apparatus wearer.

The construction of the easing must provide for easy access to the battery and there must be a sealed partition dividing the battery compartment from the rest of the unit to avoid damage due to a leaking battery.

## **7. ELECTRICAL SAFETY**

The unit must be certified as Intrinsically Safe in accordance with BS 5501:Part 7:1977 (EN50 020) for use in flammable atmospheres. The minimum level of intrinsic safety required shall be EEx ia IIC T4.

If the certification is only in respect of a particular type of battery those batteries which are acceptable should be clearly and permanently marked either on the outside easing of the unit or on the inside of the battery compartment.

## **8. WEIGHT**

The unit should be as light as possible and must not exceed 400 grams when complete and in working order.

## **9. OPERATING TEMPERATURE RANGE**

**9.1.** A unit must be able to be placed in still air at a temperature of  $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$  for a period of one hour and on removal operate in accordance with the requirements of Clauses 2, 3, 4 and 5 of this Specification.

**9.2.** The unit must be able to perform as at 9.1 but having been subjected to a temperature of  $-15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ .

NOTE: In order to establish that the requirements of Clauses 2, 3, 4 and 5 are met the unit may be removed from the test chamber for up to 3 minutes after the hour has expired. In order to establish the battery requirements of Clause 4 the test must be started within one minute of removal from the test chamber.

## **10. WATERTIGHTNESS**

A unit must be able to be submerged in water to a depth of 2 metres for one hour and on removal operate in accordance with the requirements of Clauses 2, 3, 4 and 5 of this Specification.

## **11. FIRE RESISTANCE**

Having undergone the test indicated below, a unit must operate in accordance with the requirements of Clauses 2, 3, 4 and 5 of this Specification.

The test shall be conducted in an environment where the air movement is less than 0.2 m/s at the start of the test and will not be influenced by mechanical devices during the test. There should be no reduction in the oxygen content of the environment during the test.

**11.2.** A gas burner, as described in BS 5438:1989 fuelled by either commercial grade propane or butane gas shall be positioned in a horizontal position with the lower edge of the burner tube 25mm above the bottom of a vertically mounted unit, and 10mm from its surface.

**11.3.** The gas burner is ignited in the vertical position and the flame regulated such that the visible part is 25mm in height. The gas burner is then placed in the horizontal position as described in 11.2 and the flame presented to the casing of the unit for 30 seconds, after which the flame is extinguished or removed.

If at any time during the 30 seconds the unit ignites the flame must be removed. If the unit then extinguishes within 5 seconds a further test shall be conducted on an unaffected part of the surface of the casing and the flame left in position for the full 30-second period.

If, after 30 seconds exposure to the test flame, the casing has not ignited or, if ignition has taken place but the casing has self extinguished within 5 seconds of flame removal, the casing material may be considered suitable.

## **12. IMPACT TEST**

A unit must be able to withstand six subsequent drops in a random manner from a height of 2 metres onto a concrete surface and subsequently operate in accordance with Clauses 2, 3, 4 and 5 of this Specification.

## **13. FUNCTION INDICATOR**

The unit must incorporate a light-emitting device that should operate while the unit is in use to indicate that the unit remains operational.

## **14. RADIO INTERFERENCE**

When operating in any mode the unit must not cause interference to any radio or similar equipment.

## **15. ACCEPTANCE REQUIREMENTS**

If requested by the purchaser the supplier of the unit shall furnish certificates to show that the ADSU conforms to the requirements of this Specification.

# Bilaga 3

## Sammanfattade egenskaper för PASS

### Egenskaper för larmsändare

- Storlek/vikt får ej belasta/begränsa rökdykaren.
- Volym och frekvenssammansättning viktigt för bästa hörbarhet.
- Knappar skall kunna manövreras med handskar.
- Man måste beakta på vilket sätt som larmsändaren aktiveras för att undvika att rökdykare arbetar med ej fungerande/påslagen utrustning. (flera dödsolyckor i USA)

### Specifika egenskaper för larmsändare med radiosändare

- Inbyggd repeater minskar risken för att larmsändare kommer utanför radiotäckningen.
- Både kontrollenhet och larmsändaren skall varna när radiokontakten bryts med den andra parten.
- Utrustningen bör vara förberedd för att skicka data med till exempel information om lufttrycket eller omgivande temperatur.
- Identitet på varje larmsändare.
- Radioräckvidd som når genom djupa betong byggnader.

### Egenskaper för kontrollenhet

- Display och gränssnitt – tydlig och enkel.
- Knappar - enkla och hanterbara med handskar.
- Belysta knappar och display för arbete i mörker.
- Storlek/vikt viktigt för att inte belasta rökdykarledaren.
- Bra med två modeller en mindre och enklare för rökdykarledare och en mer avancerad för rökdykarkontrollanten.
- Rökdykarledaren eller motsvarande person skall kunna skicka evakueringsignal till larmsändarna.