

Lokalisering av nödställd rökdykare



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

Lokalisering av nödständig rökdykare

Richard Corlin
Södertörns Räddningstjänstförbund

Räddningsverketskontaktperson:
Sören Lundström, enheten för metod och teknik, telefon 054-10 43 36

Innehållsförteckning

Abstract	5
1. Sammanfattning	7
2. Inledning	9
3. Bakgrund	10
4. Beskrivning av projektet	11
4.1 Studieuppgifter	11
4.1.1 Analys av studieuppgifter	11
4.2 Medverkande	11
4.3 Organisation	11
4.4 Projektlängd	11
4.5 Tester och dokumentation	11
5. Metod	12
6. Beskrivning och värdering av teknik	13
6.1 Ljud – bakgrundsbeskrivning	13
6.1.1 PASS- Personal Alert Safety System	14
Värdering	15
6.1.2 Förstärkt hörsel	15
Värdering	15
6.2 Ultraljud	16
6.3 SONAR	16
Värdering	18
6.4 Radiosändare - bakgrundsbeskrivning	18
6.4.1 FOGGY	18
Värdering	18
6.4.2 Polisens pejll	19
6.4.3 Jakhundpejll	19
Värdering	19
6.4.4 Mobiflex larm	20
Värdering	20
6.4.5 Ortovox	21
Värdering	23
6.5 Pejling av reflektor	21
Värdering	21
6.6 Radarteknik	22
6.6.1 mm-Radar	22
Värdering	22
6.7 Global Positioning System (GPS) / Differential GPS (DGPS)	23
Värdering	23
6.8 Ljus - bakgrundsbeskrivning	24
6.8.1 Synligt ljus	24
Värdering	24
6.8.2 Lightline	24

Värdering	24
6.8.3 Efterlysande slang Lumi-line (SWEBAB)	25
Värdering	25
6.8.4 Gated viewing	25
Värdering	25
6.8.5 Laserradar	25
6.9 Bildförstärkare	26
Värdering	26
6.10 IR-teknik	26
Värdering	27
6.10.1 IR-viltsökare	27
Värdering	27
6.11 Kontinuerlig positionering	28
Värdering	28
7. Rekommendation	29
8. Utveckling och studier	30
8.1 Utveckling av tekniken	30
8.2 Förslag på fortsatta studier	30
8.3 Sammanfattning	30
9. Diskussion	31
10. Litteraturförteckning	33
Bilaga	35

Abstract

Project title:

”Locating fire fighters in distress”

Project aim:

To study equipment that will be of help in locating BA equipped fire fighters in distress.

To make recommendations to the Swedish Rescue Services Agency what equipment they should conduct field-tests on.

An inventory of equipment, both in Sweden and abroad, used for locating personnel has been carried out and the results evaluated. Equipment which it is expected could save time in the rescue of BA equipped fire fighters in distress has been recommended for field-tests.

Results:

The following equipment is recommended for field-tests.

- PASS (Personal Alarm Safety System)
- Radio location, different frequencies, Contact, Mobiflex-Larm, Ortovox.
- mm-Radar.
- Visible light, a lamp.
- IR camera and IR beacon.
- Combinations of the equipment above.

It is also recommended that technological development in gated viewing, laser radar and amplified hearing is closely followed.

1. Sammanfattning

Södertörns brandförsvärsförbund har på uppdrag av Räddningsverket inventerat möjliga tekniker för lokalisering av nödställda rökdykare. Efter två olyckor med dödlig utgång i Sverige under 1993-1994 har Räddningsverket efter rekommendationer av Statens haverikommission startat ett projekt för att ta fram tekniker och metoder för att öka säkerheten vid rökdykning samt möjliggöra en snabb lokalisering av nödställda rökdykare.

Syftet med projektet har varit att studera vilka möjligheter som finns för att underlätta lokalisering av rökdykare under insats. Studien är en förstudie och ska undersöka olika tekniska möjligheter och ge rekommendationer om vilka tekniker som kan användas och/eller utvecklas.

Sverige ligger efter flera länder vad gäller hjälpmedel för att lokalisera en nödställd rökdykare.

I USA är en PASS (Personal Alarm Safety System) föreskriven till varje rökdykare sedan 1987 i NFPA 1500 (The National Fire Protection Association), *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program*, för alla rökdykare. Dessa används också i England och Australien.

En inventering av teknik, både i Sverige och utomlands, för lokalisering har genomförts och därefter har materialet värderats. Värderingen har skett utifrån möjligheten att med hjälp av tekniken förkorta tiden för eftersök i en rökfylld lokal. Den teknik som inte redan på detta stadium kan avskrivas bör testas praktiskt.

För att fastställa vilken eller vilka tekniker som är effektivast måste praktiska tester genomföras.

Resultatet av studien är att följande teknik bör ingå i praktiska tester:

- PASS, Personal Alarm Safety System.
- Pejling av radiosändare, olika frekvenser, Jakthundpejl typ Contact, Mobiflex-larm, Ortovox.
- Pejling av reflektor, Recco.
- mm-Radar.
- Synligt ljus, lampa.
- IR-kamera och IR-fyrrar
- Kombinationer av ovanstående

Dessutom bör teknikutvecklingen inom Gated veiwing, Laserradar, förstärkt hörsel och kontinuerlig positionering följas noga för direkt användning eller en anpassning för rökdykning.

Fortsatta studier bör inriktas på praktiska tester av ovanstående teknik. De olika teknikerna bör testas enskilt i specificerade tester och respektive egenskaper dokumenteras. Därefter bör kombinationer testas för att nå optimalt resultat i så många olika miljöer som möjligt.

2. Inledning

På uppdrag av Räddningsverket har Södertörns brandförsvardsförbund genomfört en studie av tekniker för lokalisering av nödställda rökdykare.

Syftet med projektet har varit att studera vilka möjligheter som finns för att underlätta lokalisering av rökdykare under insats. Studien har varit en förstudie och har undersökt olika tekniska möjligheter till lokalisering samt ger rekommendationer om vilka tekniker som bör ingå i fortsatta praktiska tester samt vilka som kan användas och/eller utvecklas .

I första hand har studien inriktats på att inventera möjliga tekniker som skulle kunna vara till hjälp vid en lokalisering av en nödställd rökdykare. Inga praktiska tester är gjorda för att jämföra de olika teknikerna. En sökning efter hjälpmedel som idag används av räddningstjänster i utlandet för lokalisering av rökdykare har gjorts.

Endast ett fältmässigt försök har gjorts under studien och det gjordes för att med säkerhet kunna avskriva bildförstärkaren som, i rök, användbar teknik. Försöket genomfördes på Marinens Räddningstjänstskola med vilken räddningstjänsten i regionen har ett samarbetsavtal inom övning, utbildning och utveckling

Ansvarig för projektet har Sören Lundström, Räddningsverket, varit och projektarbetet har genomförts av Richard Corlin, Södertörns brandförsvardsförbund.

Ett tack till Lars Hedström, Södertörns brandförsvardsförbund, för stöd under arbetet,

Stefan Ohlsson, Södertörns brandförsvardsförbund och Marinens Räddningstjänstskola för hjälp vid test av bildförstärkare GN 1.

3. Bakgrund

Under 1993 och 1994 inträffade två olyckor vid rökdykning i Sverige med dödlig utgång. En ombord på ett ro-ro-fartyg med brand i lasten i Storungs på Gotland och en vid en källarbrand i Olofströms kommun. Statens haverikommission (SHK) utredde olyckan på Gotland (Rapport S 1996:1 B) och Räddningsverket har gjort en intern rapport om olyckan i Olofström (R616-1/95).

SHK finner 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 rökdykarhjälm”. I rapporten rekommenderar SHK 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”.

I SRVs internrapport från Olofström rekommenderar utredarna att SRV bör utveckla metoder och materiel som gör rökdykningen säkrare samt utbilda på bränder som kräver förstärkning i form av reserv- och skyddsgrupper.

Under 1996 genomfördes två förevisningar med diskussion om systemens möjligheter med försäljare av pejlutrustning (för jakthund och lavinoffer).

Teknisk utrustning för lokalisering av rökdykare har i över tio års tid funnits utomlands men inget sådant förekommer i Sverige. Ett rörelseberoende larm som larmar via rökdykarradion har använts av Stockholms brandförsvaret, men systemet har inte haft någon funktion vid själva lokaliseringen av rökdykarna.

4. Beskrivning av projektet

4.1 Studieuppgiften

Uppgiften har varit att studera vilka möjligheter som finns för att underlätta lokalisering av rökdykare under insats. Studien skall vara en förstudie och skall undersöka olika tekniska möjligheter och ge rekommendation om vilka tekniker som kan användas och/eller utvecklas.

4.1.1 Analys av studieuppgiften

Studien ska främst leda till rekommendationer om vilka tekniker som kan användas och/eller utvecklas för lokalisering av en nödställd rökdykare dessa måste sedan testas praktiskt.

Lokalisering innebär att rent fysiskt hitta den nödställda i händelse av en nödsituation. Med dagens arbetsmetoder blir det rökdykarledarens, skyddsgruppens eller reservgruppens uppgift. Lokalisering skall kunna ske oavsett byggnadstyp, t.ex. lägenhet, industri, källare, fartyg eller tunnel.

Varje teknik värderas enskilt.

4.2 Medverkande

Medverkande i genomförandet av projektet har varit Räddningsverket och Södertörns Brandförsvarsförbund.

4.3 Organisation

Ansvarig projektledare har varit Sören Lundström, Räddningsverket. Arbetet har genomförts av Richard Corlin Södertörns brandförsvarsförbund.

4.4 Projektlängd

Projektet har genomförts under perioden 96-12 –99-08.

4.5 Tester och dokumentation

Ett test av bildförstärkare GN 1 gjordes vid Marinens Räddningstjänstskola i december 1998. Testen finns dokumenterad i bilaga 1.

5. Metod

Insamling av information och data har skett kontinuerligt under hela projekttiden. Ett praktiskt test av bildförstärkare GN 1 (NVG gen II) har genomförts. Insamlat material har sammanställts och värderats.

Insamling av information och data har gjorts på följande sätt:

- Litteraturstudie på Kungliga Tekniska Högskolans Bibliotek, sökning i internationella databaser.
- Sökning via Internet.
- Artikel införd i Räddningsverkets tidning Sirenen, nr 4 juni 1998, med beskrivning av projektet och en uppmaning om kontakt vid kännedom eller idéer om möjlig lokaliseringsteknik.
- Intervjuer med experter på lokaliseringsteknik.
- Besök på företag och räddningstjänster i Sverige.
- Kontakter med räddningstjänstpersonal, svensk och utländsk, och försäljare av utrustning för lokalisering.

6. Beskrivning och värdering av teknik

6.1 Ljud – bakgrundsbeskrivning

Ljud är exempel på en mekanisk vågrörelse som fortplantas genom ett medium utan att mediet självt följer med. Ljudet är en longitudinell vågrörelse dvs förtätningar och förtunningar rör sig genom mediet. Om frekvensen hos dessa tryckvariationer ligger mellan ca 20 Hz och ca 20 kHz, svänger örats trumhinna med och den mänskliga hjärnan uppfattar ett ljud. Har ljudet en frekvens som är lägre än ca 20 Hz kallas det *infraljud*. Är frekvensen högre än ca 20 kHz kallas ljudet ultraljud.

Beroende på medium utbreder ljudvågen sig med olika hastighet. Snabbare i fasta ämnen än i gaser.

Medium	Ljudfart/m/s
Luft (NTP)	332
Koldioxid(NTP)	260
Vatten(20°C)	1 500
Trä	3 000
Järn	5 100

Med NTP menas "normalt tryck och temperatur" dvs. 0°C och 1 013 hPa.

Källa: Adolfsson T., Jakobsson L., Ohlén G. (1995) *Modern fysik*. Kristianstad: Gleerups förlag.

Ljudintensiteten är den effekt som passerar genom en yta ställd vinkelrätt mot ljudets utbredningsriktning, dividerad med arean av ytan. Ljudintensiteten är därmed ett mått på ljudvågornas energiinnehåll. Enheten är W/m². Den intensitet som örat nätt och jämt kan uppfatta och som anger den s.k. hörselgränsen, varierar dock med frekvensen. Örats möjlighet att uppfatta mycket stora ljudintensiteter är uppåt begränsad av smärtgränsen. Smärtgränsen ligger vid ca 1 W/m². Hur intensivt vi upplever en ljudvåg beror på örats känslighet. En storhet som tar hänsyn till denna känslighet är den s.k. ljudnivån, L . Ljudnivån förhåller sig till intensiteten, I , som $L = 10 \lg(I/I_0)$ där $I_0 = 1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ är en referensnivå (hörselgränsen vid 1 000 Hz). Ljudnivån mäts i enheten decibel (dB).

Det mänskliga örat är en mycket sofistikerad och känslig konstruktion. Möjligheterna att med hörseln detektera och lokalisera ett ljud är mycket goda.

Infraljud är ljud med frekvenser som understiger 20 Hz. För att människor skall uppfatta infraljud krävs en mycket hög ljudnivå. Eftersom det finns mycket lågfrekvent buller i de flesta miljöer, t.ex. gatutrafiken, industrilokaler, varuhus mm så är det vanligt med störningar från dessa frekvenser. Infraljud anses minska prestationsförmågan och leda till ökad sömnhet. Jag har inte funnit någon industriell användning av infraljud.

6.1.1 PASS- Personal Alert Safety System

Hörbart ljud, inom frekvensområdet 20 Hz till ca. 20 KHz, används idag inom räddningstjänsterna i USA, Storbritannien och Australien. Varje rökdykare bär en liten sändare, sk PASS Personal Alert Safety System. I USA är det sedan 1987 inskrivet i NFPA1500 , Standards on Fire Departments Occupational Safety and Health Program (jmf. AFS) som krav att PASS skall finnas och användas av alla brandmän.

Det finns två typer av ”PASS devices”. PASS integrerade med andningsskyddet och ”stand-alone” PASS (icke integrerade). Integrerade PASS finns att köpa från alla stora tillverkare av andningsskydd, Interspiro Inc, International Dräger Inc, International Safety Instruments (ISI), Mine Safety Appliances (MSA), Scott Aviation och Survivair. De integrerade PASS har alla liknande egenskaper. De aktiveras när flaskventilen på andningsskyddet öppnas och kan bara stängas av om man först stänger flaskventilen och sedan tömmer systemet på luft. Användaren kan själv utlösa ett larm genom en knapptryckning, den reagerar också om den inte känner av rörelse inom ca. 30 sek. PASS ger ifrån sig ett ljud som varnar rökdykaren att om han/hon inte rör på sig kommer larmet att gå igång. Det finns även PASS med värmesensor och som vid larm har blinkande ljus. Vissa av de integrerade PASS kan tas loss och användas autonomt vid andra typer av insatser där andningsskyddet inte används t.ex. skogsbrand.



Exempel på integrerad PASS

Av de icke integrerade PASS finns tre dominerande märken på marknaden. När rökdykaren behöver hjälp trycks två knappar in (T-pass) på sändaren som då aktiveras. En elektromagnetisk puls sänds ut till en mottagare på utsidan av objektet där rökdykningen sker. Samtidigt ljuder en akustisk signal från sändaren som är så kraftig att den hörs ut ur byggnaden. Undsättningsmanskaper kan nu med hjälp av hörseln lokalisera den nödställda. Sändaren ljuder tills den avaktiveras. Mottagaren på utsidan uppmärksammar rökdykarkontrollanten alternativt rökdykarledaren på att en rökdykare är i nöd och vem det är. Sändaren aktiveras också om rökdykaren slutar att röra sig, t.ex. blir medvetlös. Rökdykaren får först en varning genom en signal att han måste röra på sig för att inte larmet skall aktiveras.

De tre ledande märkena är:

- Dictron. Har 90 % av marknaden i Stor brittanien. Det är ett tvåvägssystem dvs. det talar om när sändarna är utanför täcknings-området. Den larmar både via radio och akustiskt.
- Grace ind. (USA) , T-pass, larmar både via radio och akustiskt.
- Firefly. Akustiskt larm vid stillhet.¹

Vid ett flertal olyckor i USA har rökdykarna haft PASS (icke integrerade) men de har inte varit aktiverade. Anledningarna har främst varit att man i stridens hetta glömt aktivera dem när man gör sig klar för insats eller att man helt enkelt låtit bli för att undvika falska larm.

Dessa är anledningar till att man, Kevin Roche i en artikel i Fire Engeneering september 1996, förordar integrerade PASS trots att de kostar två till fyra gånger så mycket som en icke integrerad PASS. Man påtalar också risken för att PASS inte alltid finns med på andningsskyddet när man skall rökdyka om man har en integrerad PASS som är löstagbar och används autonomt.

Värdering

PASS är den tekniska lösning man valt i USA, England och Australien² för att öka säkerheten vid rökdykning. Det är beprövad teknik och det finns dokumentation och rekommendationer om vilken typ som är att föredra. PASS behöver dock testas, för att få en jämförelse med annan teknik, om vilken som snabbast lokaliserar en nödställd. Beroende på typ av vald PASS kan även kombination med annan teknik testas.

Vid litteraturundersökningen hittades en s.k. ljudfyr uppfunnen av en brandman i the City of New York Fire Department. Ljudfyren placeras vid utgången för att rökdykarna lättare skall kunna orientera sig tillbaka. Metoder och rutiner vid rökdykning skiljer sig förstås mycket mellan Sverige och USA men klart är att ljudet var till stor hjälp för att lokalisera, i detta fallet, utgången. Man refererade till fyren som den saknade länken i säkerhet vid rökdykning då den används för att förebygga nödsituationer medan PASS är till för att hjälpa rökdykare som hamnat i ett nödläge.

6.1.2 Förstärkt hörsel

I rapporten "Förbättrat seende i brandrök" talas det om "aktiv hörsel", benämningen förstärkt hörsel är att föredra eftersom man i aktiva system skickar ut någon form av signal vilket inte är fallet här. Vid förstärkning av ljud förstärks även det vi kallar brus, icke önskvärt ljud.

Enligt rapporten indikerar praktiska tester att den ideala hörseln för en rökdykare skulle innebära en pendling mellan ett direkt hörande (så långt som rökdykarens utrustning tillåter) och ett förstärkt hörande med bred upptagningslob.

Värdering

Det finns väldigt lite material om förstärkt hörsel. Eftersom hörseln är sinne som används mycket vid rökdykning, t.ex. vid lokalisering av brandhärddar, rekommenderas att teknikutvecklingen inom området följs.

¹Robert C Sutton. Protector. Hampshire. UK. 4/8 1998.

²Len Batley. South Australian Metropolitan Fire Service. 19/8 1998.

6.2 Ultraljud

Ljud med frekvenser överstigande 20 kHz kallas ultraljud. Ultraljud kan genereras mekaniskt, elektriskt eller termiskt med frekvenser på upp till flera GHz. Ultraljud har fått stor medicinsk användning då det ger oss möjlighet att undersöka inre organ och vävnader utan att orsaka någon förstörelse. Den används för fosterdiagnostik och för att upptäcka vissa hjärtåkommor, krossa gallstenar och smärtlindring. Tandvården använder ultraljud för att ta bort tandsten. Ultraljud har också många industriella tillämpningar. Inre defekter i fasta material kan undersökas med ultraljud. Metoden används för att kontrollera eventuella defekter t.ex. i reaktortankar på kärnkraftverk eller sprickor i järnvägsräls. Inom sjöfarten används ultraljud inom SONAR-tekniken, denna har vidare undersökts för användning vid lokalisering av rökdykare.

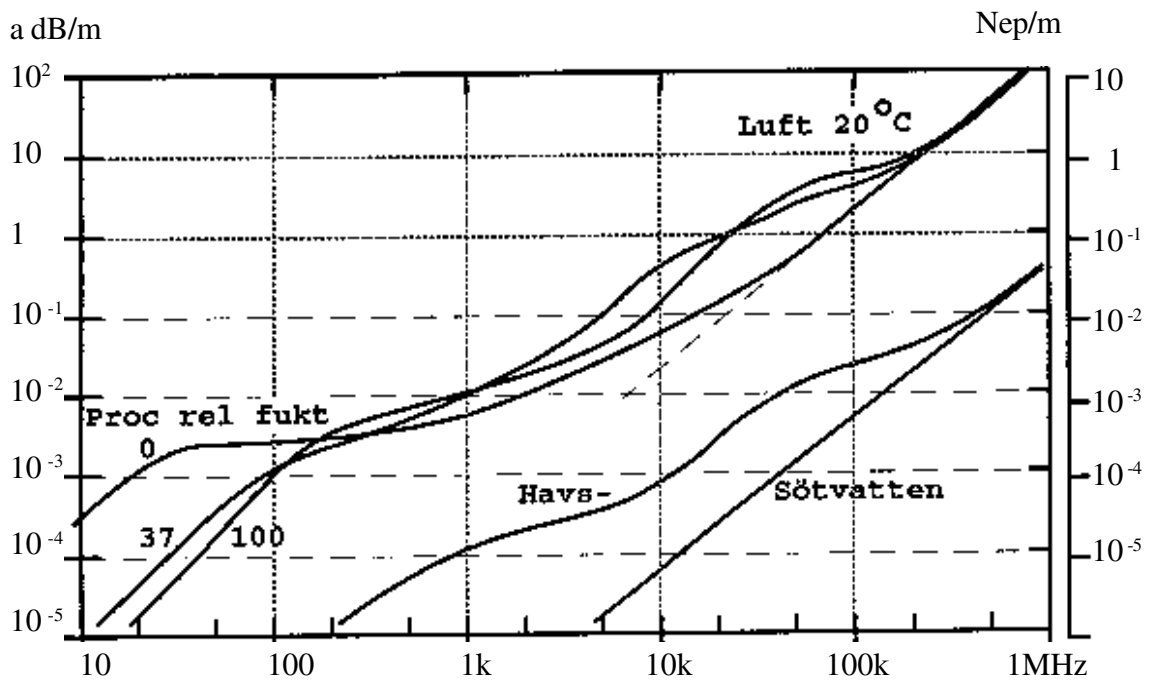
6.3 SONAR

SONAR står för SOund NAVigation and Ranging. För att bestämma läge och fart av undervattensobjekt är ultraljudet ett föredrag framför andra undersökningsmetoder. Detta beror på att ultraljud dämpas förhållandevis lite i vatten.

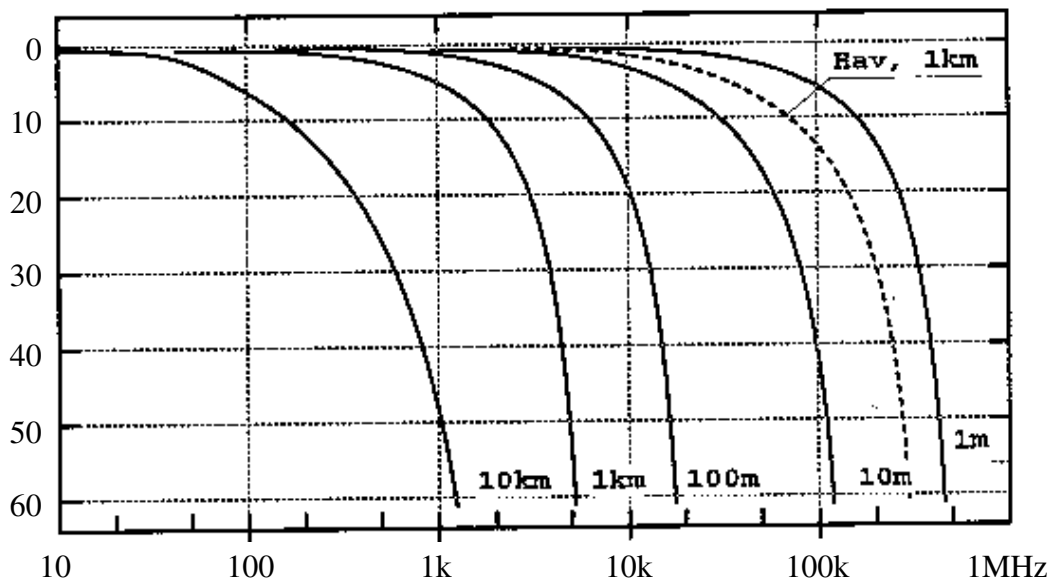
Sonar är en ljudradar dvs. ett pulsekosystem. Det är ett aktivt system där man skickar ut ett ljud, hörbart eller ohörbart, och sedan tar emot ekot och genom att mäta tiden kan man bedöma avståndet till ett föremål. Man kan också bearbeta avståndsinformationen och skapa en bild av föremålet på en TV-skärm. Sonar fungerar mycket bra i vatten där utbredningshastigheten är ca. 1500 m/s och där dämpningen är liten. Användningsområdena är ubåtsjakt, ekolodning och lokalisering av fiskstim.

Användning i luft ger andra förutsättningar.
Ljudhastigheten i luft (c) = 332 m/s.

Dämpningen $\sim f^2$ (dämpningen är ungefär proportionell mot frekvensen i kvadrat).



2-33a Absorptionskoefficienten hos luft och vatten som funktion av fekvensen



2-33b. Absorptionen i luft som funktion av frekvensen, vid olika avstånd, samt i havsvatten vid avståndet 1 km. (Obs att alla andra vågutbredningseffekter dessutom ger sina resp bidrag till att ljudet försvagas på avstånd).

Dämpningen i luft ger att vi inte kan använda frekvenser över 50 kHz (se diagram). Dämpningen blir 1 dB/m eller mer. Även om effekten ökas avsevärt ökar inte arbetsområdet. För att inte behöva sända ut en hörbar ton begränsas vårt frekvensområde till 20-50 kHz. Arbetsområdet begränsas då också till 1-10 m.³

³Dr Johan Liljencrants. Institutionen för talöverföring och musikakustik. 19/11 1998.

Som rökdykare behöver vi en läslig bild för att kunna tolka informationen av den i mörker avsökta ytan. Denna bör presenteras som en TV-bild eller motsvarande, något som vi är vana att se.

För att skapa en läslig bild av omgivningen skickar vi ut ett antal pulser per sekund för att skapa vår "radarbild". Antalet pulser per sek (F_2) bestäms av c och arbetsavståndet (D). $F_2 = c/2xD$.

Detta ger vid ett avstånd på 20 m $F_2 = 340/(2 \times 20) = 8,5$ st. För att kunna presentera en suddig bild på 64x64 bildpunkter skulle det ta $(64 \times 64 / 8,5 = 4096 / 8,5 =)$ 8 min. Vi skulle dessutom behöva hålla antennen helt stilla under dessa 8 min för att bilden inte skall bli oläslig.

Värdering

Eftersom ljudhastigheten begränsar möjligheten att skapa en TV-bild eller motsvarande, vilket är den typ av bild vi behöver för att tolka informationen blir slutsatsen att ljudradar är en teknik som redan på detta stadiet kan avskrivs. En rökdykare behöver, enligt rapporten "Förbättrat seende i brandrök", absolut högsta möjliga bildkvalité. För rimlig storlek och kvalité på bilden min 640x480 bildpunkter, min 64 gråskalenivåer och bildfrekvens 85 Hz. Sonaren tar orimligt lång tid på sig att scanna av ett rum för att presentera en bild med denna kvalité (jmf. exemplet ovan).

Dessutom blir arbetsavståndet p.g.a. absorptionen väldigt begränsat.

6.4 Radiosändare - bakgrundsbeskrivning

Radiovågor är elektromagnetisk strålning i våglängdsområdet 300 km till 30 cm. Motsvarande frekvensintervall erhålls ur sambandet $c = f \cdot \lambda$ och är alltså 1 kHz till 1 GHz. Användningsområdena är många, TV och radioutsändningar och kommunikation är några.

Radiovågor passerar utan problem genom t.ex. en trä- eller betongvägg.

Frekvensspektrat för radiovågor har delats upp så att olika användningsområden använder olika frekvenser. Inom räddningstjänsten har vi tilldelats utrymme på 78-79 MHz och 400 MHz banden. (Vi använder även högre frekvensband för bildöverföring, 1 800 bandet).

Skillnaden mellan att lokalisera ett offer vid en brand och en rökdykare är att vi har möjlighet att "märka" rökdykaren innan han går in i objektet. Detta kan ske med t.ex. en aktiv sändare alternativt en reflektor som man fäster på rökdykaren. Vid litteraturstudien hittades en artikel om "Helmet-Mounted Smart Array Antenna" för brandmän, gänsvakter och militär personal.

6.4.1 FOGGY

Stockholms Brandförsvaret har sedan 1990 haft en larmfunktion som gått via rökdykarradion. När rökdykaren skall gå in drar han ut en plugg och funktionen aktiveras. I radion (FOGGY) som är fäst mellan flaskorna i luftpaketet finns en kvicksilverbrytare. Om radion är stilla i mer än ca 30 sek går ett förlarm igång, signaler med 3 sek mellanrum under 20 sek. Därefter går ett larm på rökdykarkanalerna till rökdykarkontrollanten. Detta larm gör all annan trafik på rökdykarkanalerna omöjlig, vilket försvårar undsättningen. Om man sedan efter en rökdykning glömmer att sätta tillbaka pluggen larmar radion efter ca 60 sek. Detta är en av anledningarna till att funktionen sällan utnyttjas, en annan att man helt enkelt glömmer att dra ut pluggen. Man har heller inte haft någon utrustning för att pejla den nödställda.

Kvicksilverbrytare får inte tillverkas längre av miljöskäl så BASRAB tillverkar inte några fler FOGGY med larmfunktion.⁴

Värdering

Larmfunktionen på FOGGY är en föregångare till vad detta projekt slutligen kommer att leda fram till, men eftersom den bara larmar och inte är till någon hjälp vid lokaliseringen är den inte av intresse vid fortsatta tester.

⁴Peter Hammarström. Basrab Elektronik AB. Haninge.

6.4.2 Polisens pejl

Polisen har gjort försök med att pejla senildementa personer som gått vilse. En sändare, i form av ett armband (responder) som aktiveras av SOS-centralen vid larm bärs av personen. Polisen har sedan en pejlutrustning för eftersök av personen. Detta projekt befinner sig på utvecklingsstadiet. Det är meningen att socialtjänsten skall bekosta armbanden till de personer som behöver dem och att polisen skall bekosta pejlen. Men så länge ingen bär armbanden finns ingen anledning att köpa en pejl och om det inte finns någon pejl är det ingen mening att köpa några armband. Försök gjorda i skogsterräng gav goda resultat efter lite övning. Utrustningen är dock stor och klumpig.⁵

Värdering

Detta system bör ej ingå i fortsatta tester då det är en förhållandevis stor och klumpig utrustning. Det finns andra pejlsystem som är mindre, lättare och mer utvecklade som bör ingå i testerna.

6.4.3 Jakthundpejl

Pejling av aktiv sändare används vid pejling av bortsprungna jakthundar. Hundarna bär en sändare i halsbandet och jägaren har en mottagare.

En demonstration av jakthundpejl gjordes vid rökdykning i Västerås Brandkårs övningsanläggning 1996-11-12. Pejling av sändaren gjordes både i och utanför övningsbyggnaden.

Utrustningen hade en räckvidd på upp till fem kilometer och gick på 150 MHz-bandet.

Enligt minnesanteckningarna fick man följande resultat:

- Pejling fungerade någorlunda utanför byggnaden men sämre i byggnaden.
- Stora störningar på grund av reflektion i byggnaden.
- Problem med stålkonstruktioner som skärmar av radiovågorna.
- Svårt att hantera och tolka indikeringen på signalen.
- Det tog lång tid att pejla, speciellt i byggnaden.
- Utrustningen gav även utslag om sändaren befann sig rakt bakom pejlen.

Inga slutsatser drogs vid demonstrationen men funderingar nedtecknades varav några redovisas nedan.

- Visare som anger i vilken riktning signalen är starkast är bättre än en stapel med lysdioder.
- Viktigt att det inte tar för lång tid att pejla signalen.
- Utrustningen skall vara så automatisk som möjligt, den skall också tåla värme, väta, slag samt vara mycket smidig.
- Signalen bör ha en egen identitet så att det går att skilja rökdykarna åt.
- Värt att prova om annan frekvens fungerar bättre, 400 MHz eller ända upp till GHz.

Det finns ett antal tillverkare av jakthundpejlar, en av dessa är Televilt som gör en pejl som heter Contact. Den arbetar på frekvensen 433-434 MHz, har hundra kanaler, klarar ett stort antal sändare och tål temperaturer från -25°C till 50°C. Räckvidden är 6-10 km och vikten är låg. Sändaren väger ca 140 g och mottagaren ca 270 g. Priset för en utrustning är ca 3000 kr.

Värdering

Pejling av aktiv sändare typ Contact bör testas för lokalisering av rökdykare i syfte att fastställa tillförlitlighet vid pejling inomhus. En jämförelse bör göras mot pejl med lägre frekvens samt pejling av reflektor. Priset för en utrustning är relativt lågt.

⁵ Christer Stange. Polisbyrå.

6.4.4 Mobiflex larm

Mobiflex Larm är ett nödlarmsystem för ensamarbetande fältpersonal inom Telia.

Vid ett olycksfall utlöser den ensamarbetande larmet genom att trycka två gånger på en larmknapp på sin ficklarmsändare. Nödanropet når bilens Mobitex-radio, 150-600 m alt 200 -1500 m bort beroende på antennval, som kvitterar larmet med fem korta signaler på signalhorn och strålkastare. Meddelandet går från Mobitex-radion i bilen via Mobitex-nätet till larmmottagaren. I meddelandet har bakats in GPS-position i longitud-latitud, personkod som en CCIR-kod, förprogrammerat textmeddelande och telefonnummer till kund som berörs av påbörjat arbete. Då operatören vid larmmottagningsplatsen besvarar anropet sänds en kvittens via Mobitex-nätet till fordonet som genererar en fem sekunder lång signal på signalhorn och strålkastare. Även kvittens till personsökare kan utsändas. Ficklarmsändaren är anpassad att kunna bäras i en bröstficka eller i livrem, klarar ett fall på 9m, kan användas i temp. intervallen - 25 till + 55 C°. Den sänder på Mobitex larmfrekvens 87 MHz , uteffekt för Telia 300 mW.

Telia Research, Malmö har utfört en utvärdering av mottagare för pejling, lämpliga antenner och pejlingsteknik för Telia Mobiflex-Larm. Slutresultatet blev att en pejlmottagare som pejlar på ficklarmsändarens signal rekommenderades. För att inte få en antenn som var otymplig att hantera föll valet på en antenn med två avkortade halv vågsdipoler med elementlängden ca 0,7 meter. För resonans på nödfrekvensen är elementen försedda med förlängningsspolar. Vid praktiska prov i terräng hittades ficklarmsändaren efter 3-5 min. Pejlingen är lätt att utföra. Ytterligare pejlingsförsök i Telia Researchs regi kommer att utföras.

Utrustningen vid larmmottagaren, larmcentralen i Kristianstad (en RC 90) i detta fall, består huvudsakligen av CoordCom, CoordPres och de vektoriserade kartsystemen. CoordCom är ett datorsystem med tre huvuddelar: Ett telefonväxelsystem, en radioväxel och ett operatörstöd med en kraftfull dator laddad med en specialanpassad programvara. CoordPres är en Windows-baserad applikation för följning av ärenden och fordon på en vektoriserad karta. Kartsystemen utgörs av MilPresII och Lantmäteriverkets digitaliserade sverigekarta i MilPresformat med skalformat 1:250 000 samt digitaliserat vägnät i formatet 1:100 000. Inzoomning kan ske ner till ett område av 200 X 200 meter.

Behandlingstiden från knapptryck på ficklarmsändaren till larm vid utpekad räddningstjänst är ca 2 min.

Värdering

Om pejlig av aktiv sändare visar sig effektiv vid lokalisering behöver det optimala frekvensområdet utprovas. En önskvärd komplettering på larmsändaren om den skall användas för lokalisering av rökdykare är en rörelsesensor som larmar vid stillaliggande. Som konstruktionen är idag krävs manuell aktivering som ju inte är möjlig vid medvetlöshet. Den bör också varna rökdykaren om att den kommer att larma om han inte rör på sig. Mobiflex Larm bör ingå bland de utrustningar som testas.

Detta system ger dessutom flera bonuseffekter om det antas fullt ut. Positionering av fordonen samt Mobitex i utryckningsfordonen.

Exempel på Pejl.



6.4.5 Ortovox

Ortovox är en typ av lavinräddningsutrustning. Den bygger på principen pejling av radio sändare. Skidåkare bär en Ortovox som är påslagen i sändläge. Skulle en lavin inträffa slår den eller de som klarat sig undan om sina Ortovoxer på mottagarläget och börjar sökandet efter sina kamrater. Mottagaren anger riktning och avstånd till sändaren. Sändningen sker på 457 KHz bandet, dimensionerna är 150 x 64 x 25 mm. Sändaren/mottagaren väger 230 g och sökområdet är ca 70 m.

Värdering

Liten smidig utrustning som idag används utomhus men som behöver testas inomhus. Den arbetar på låg frekvens jämfört med jakthundpejl och Mobiflex Larm och är intressant för att bestämma bästa frekvensområde för pejling inomhus. Presentationen av riktning och avstånd är också annorlunda och är av intresse att jämföra. Ortovox bör finnas representerad i de fortsatta testerna.

6.5 Pejling av reflektor

Pejling av reflektor utnyttjas i sökning efter lavinoffer. En reflektor, ca 70 x 20 x 5 mm fästs på skidåkaren, ofta på pjäxan eller sys in i kläderna. Om skidåkaren hamnar i en lavin och begravs använder man en pejl för att lokalisera honom/henne. Pejlen skickar ut en signal på 915 MHz bandet som när den träffar reflektorn dubblas och sedan detekteras den dubbla signalen av detektorn som indikerar genom en ljudsignal i hörlurarna på den sökande. Räddningstjänsten i bl.a. Åre använder Recco lavinräddningssystem för att hitta brandposter under vintern.

En förevisning, enklare test och öppen diskussion om Recco systemets möjligheter gjordes vid Lidingö brandförsvaret 1996-06-19. Ett utdrag ur resultatet från minnesanteckningar redovisas nedan.

- 915 MHz fungerade bra upp till tre väggar i rökövningshuset.
- Går att använda både i och utanför byggnaden.
- Två reflektorer i kors krävs för bästa reflektion.
- Många reflektorer i omgivningen stör och elektronik kan ge falska indikeringar.

Värdering

Tekniken bör provas i ytterligare praktiska tester. Tillförlitligheten vid inomhusbruk behöver fastställas. En jämförelse med pejling av aktiv sändare med avseende på snabbhet och säkerhet i lokaliseringen samt hanterbarhet är av intresse.

Mobiflex larm



6.6 Radarteknik

En radarantenn fungerar både som sändare och mottagare. Först sänder den de högfrekventa mikrovågor som en kort puls. Därefter byter den identitet och blir mottagare. Som sådan observerar den ekon av den utsända pulsen och kan med hjälp av gångtiden och antennens riktning bestämma läget av det föremål som reflekterat pulsen. Endast under en kort stund, ca en promille av tiden fungerar radarantennen som sändare. Under återstoden av tiden arbetar den som mottagare. De ekon som uppkommer omvandlas vanligen till bilder på en bildskärm, där operatören får en ”radarbild” av omgivningen dvs. han ser bara den sida av föremålet som vetter mot radarantennen.

6.6.1 mm-Radar

Celsius Tech Electronics i Järfälla har utvecklat en ny typ av mm-radar avsedd att användas till en autonom intelligent farthållare i fordon, dvs. en farthållare som kan variera hastigheten beroende på avståndet till framförvarande bil. Radarn arbetar på en frekvens av 77 GHz vilket ger en våglängd på ca 4 mm ($c = \lambda * f$). Den mäter avstånd upp till ca 230 m i hastigheter på ± 360 km/h och scannar mekaniskt av en 20° bred lob 10 ggr /sek. Upplösningen är ca 1 m. Själva radarn sitter i en låda med måtten 145x195x50 mm och den väger 700g. Vissa parametrar kan ändras för att anpassa till användning inomhus. Presentationen av informationen, vid andra användningsområden än i bilindustrin, sker på PC skärm, jmf. navigeringsradar på småbåtar, där rörelser presenteras i annan färg. En transponder kan fästas på rökdykarna för att öka möjligheten för upptäckt med radarn. Den kan annars ha vissa svårigheter att urskilja en person bland en mängd andra föremål.⁶

Värdering

Med en transponder på rökdykaren kan mm-radarn utnyttjas för lokalisering av en nödställd rökdykare. Radarn kan även användas för seende i brandrök. Det finns även andra tänkbara användningsområden för mm-radarn inom räddningstjänsten bl.a. nämns i rapporten Förbättrat seende i brandrök monterad på utryckningsfordon för uppdrag i miljöer med begränsad sikt t.ex. dimma, snörök och rökfyllda tunnlar. mm-Radarn bör ingå bland utrustning som testas vidare.

⁶Björn Andersson. Celsius Tech. Järfälla. 30/3 1999.

6.7 Global Positioning System (GPS) /Differential GPS (DGPS)

En GPS kalkylerar sin position och rörelse genom att mottaga signaler från GPS satelliter. Alla 24 GPS satelliter cirkulerar runt jorden två gånger per dygn i en mycket noggrant bestämd bana och sänder hela tiden information tillbaka till jorden. För att kunna bestämma positionen måste navigatören ”se” minst tre satelliter kontinuerligt. Eftersom navigatören endast kan se satelliter som är ovanför horisontlinjen, måste den veta vilka satelliter den skall leta efter och när. Genom att använda en almanacka som lagras i navigatören minne, kan distans och position för dessa beräknas.

Eftersom navigatören är helt beroende av satellitsignaler för att kunna bestämma sin position, behöver den en oskärmad fri sikt mot himlen för bästa resultat. GPS signalerna är relativt svaga och kan inte forcera hinder som berg, byggnader, människor, eller andra föremål som skymmer ”sikten” för antennen. En GPS behöver minst fyra satelliter för att kunna beräkna en 3-D position men endast tre för att kunna ge en 2-D position.

DGPS betyder Differential GPS och är ett speciellt radiosystem som via radiofyrar sänder korrektionsuppgifter till speciella mottagare som i sin tur är kopplade till GPS mottagaren, allt för att öka positions noggrannheten. Noggrannheten ökas från ± 50 m till ± 5 m med DGPS.

Värdering

Möjligheten finns att sätta en navigator på en person och sedan sända positionsuppgifterna till en mottagare där positionen plottas i ett kartblad. Detta skulle ge en kontinuerlig positionering.

GPS fungerar inte inomhus då navigatören där inte har fri sikt mot himlen. Normalt är noggrannheten ± 50 m med en GPS och ca ± 5 m med en DGPS. Navigerar man på havet eller i skogen kan denna noggrannhet tolereras men inomhus, om systemet fungerat där, är ± 50 m långt ifrån godkänt. Även en noggrannhet på ± 5 m är tveksamt om det är tillräckligt inomhus.

DGPS behöver liksom GPS fri sikt mot himlen. Ingen av dessa behöver testas ytterligare som positioneringssystem för rökdykare.



Exempel på GPS

6.8. Ljus - bakgrundsbeskrivning

Ljus är en typ av elektromagnetisk strålning. Ljus har både våg- och partikel-egenskaper. Den elektromagnetiska strålningsenergin utbreder sig så som vågmodellen anger, men när den absorberas av materia uppträder den kvantiserad dvs som en partikel. I de visuella våglängderna får vi vår världsuppfattning genom att indikera ljus (fotoner) som reflekteras på föremål i vår omgivning. Ljuset har då ett annat ursprung t.ex. solen stjärnorna eller elektrisk belysning. Ljuset kvantiseras i fotoner. En foton är en odelbar elektromagnetisk mängd. Ögonen är känsliga för våglängderna mellan 0,4-0,7 μm (mikrometer). Det är där vi uppfattar alla färger från blått i de korta våglängderna till rött i de längre våglängderna. Över 0,7 μm kan vi känna värme på huden och under 0,4 μm kan vi indikera den ultravioletta strålningen genom en fotokemisk process som gör huden brun. Ljus spektret framgår av figuren.

6.8.1 Synligt ljus

Synligt ljus kan vara en lampa, med fast eller blinkande sken fäst på rökdykaren. Om man har ett blinkande ljus bör frekvensen inte vara så hög att den stressar rökdykaren. Skenet bör vara vitt. Rött sken riskerar att uppfattas som glöd i tät rök visar test.

Värdering

För att jag skall upptäcka ljuskällan krävs att jag befinner mig inom dess horisont. Denna horisont begränsas kraftigt inomhus i en rökig lokal. Ljuset absorberas av röken och kan vara omöjligt att upptäcka på bara några meters håll. De flesta rökdykare upplever det som trygghet att se sin parkamrat inne i lokalen under arbetet. Vissa kan uppleva ljuset från parkamraten som bländande eller störande under en insats. Ljuset hjälper också undsättningsstyrkan att hitta den sista biten fram till den nödställda. Placeringen på kroppen är då av intresse så att rökdykaren inte vid medvetlöshet blir liggande på sin nödfyr. Tester med lampa på rökdykaren bör göras för att dokumentera nyttan vid lokalisering samt fastställa placering och ev. pulsation av ljuset

Exempel på lampa med fast eller blinkande sken



6.8.2 Lightline

Ljusslinga som ligger bredvid manöverslangen, matning 220 V från bilens elverk.

Vid tester vid varm rökdykning under projektet Brandman 2000 visade det sig att slingan inte tålde värme utan smälte av mot ett järnräcke i trapphuset och slocknade.⁷

Värdering

För att en ljusslinga skall vara användbar måste den förstås vara värmetålig. Idag använder vi oss inte av vanliga livlinor vid rökdykning, utom möjligen vid sökning av stora lokaler, därför att de är hindrande i arbetet som rökdykare genom att den fastnar i dörrar och andra hinder, trasslar sig och skapar irritation. Denna typ av ljusslinga hindrar på samma sätt rökdykarna i deras arbete vilket gör att den sannolikt inte kommer att användas vid en insats. Vid en långvarig insats där man har behov av att lösa av rökdykarna inne i lokalen skulle ljusslingan kunna användas som "ledstång" för att underlätta orienteringen för de avlösande och avlösta grupperna. Denna bör ej testas för lokalisering.

⁷ John Peterson, Henry Leray. Södertörns Brandförsvärsförbund.

6.8.3 Efterlysande slang Lumi-line (SWEBAB)

Slangen har en stomme av polyesterväv och har en fastvulkad innertub av EPDM-gummi. Utsidan är bestruken med en efterlysande polymer vilken ger slangen dess självlysande effekt. Till slangen hör en aktiveringsbox i ABS-plast som rymmer två slangar. I denna placeras kassetter med slangar som på 3-4 min aktiveras av 15 st neonrör inne i boxen.

När slangen blivit smutsig försämras funktionen. Endast ett visst antal slangar kan laddas i fordonet p.g.a. plats för laddaren (680x760x360).

Värdering

Om någonting händer inne i lokalen är det inte säkert att rökdykarna är kvar vid strålröret och då är slangen inte till mycket hjälp för att hitta dem. Lumi-line bör inte ingå i fortsatta tester.

En efterlysande slang hjälper rökdykarna att hitta ut och en skydds- eller reservgrupp att hitta in till rökdykarnas strålrör, så den kan vara till hjälp, så som ledstång, i vissa lägen.

6.8.4 Gated viewing

Principen bygger på att korta ljuspulser skickas iväg från betraktaren och en bländare framför en ljuskänslig optik öppnar under ett kort tag så att endast ljuset från ett visst avstånd reflekteras till den seende optiken framför ögonen. Genom att successivt vänta allt längre med att öppna slutaren söks rummet framför av. Eftersom detta förfarande också ger avståndsinformation så kan en "karta" av troligtvis "stora rum" ritas upp.

Värdering

Detta är vad som beskrivs i rapporten Förbättrat seende i brandrök och inget ytterligare material har hittats om denna teknik. Teknikutvecklingen inom detta område bör följas.

6.8.5 Laserradar

Nämnt i SRV rapporten "Förbättrat seende i brandrök". Ingen ytterligare information funnen, varför uppföljning av teknikutvecklingen rekommenderas.

6.9 Bildförstärkare

Bildförstärkare förstärker ljus inom det visuella området (400 – 700 nm) och inom NÄRA IR (NIR)-området (700 – 1500 nm). Bildförstärkaren indikerar främst reflekterat ljus, dvs ljus som studsar på föremål i omgivningen och ursprungligen kommer ifrån en annan källa t.ex. solen, månen, stjärnorna, norrsken eller elektriskt ljus. De bildförstärkare som används idag kallas för Gen (generation) II och III. Uppbyggnaden och funktionen är likartad. Ljuset (fotonerna) absorberas i katodplattan och påverkar energinivåerna i valens – och ledningsskiktet i katodmaterialet. Elektronerna emitteras till mikroanalplattan där de förstärks upp till 35 000 gånger. Det förstärkta elektronflödet registreras på en fluorescerande skärm och ger en monokromatisk bild i gröntoner som ögat kan avläsa.

Den största skillnaden mellan generationerna är att de använder sig av olika katodmaterial vilket gör att de har sin största känslighet inom olika våglängdsområden. Gen II är känsligast för samma våglängder som är finns i solljus. Källorna i mörker blir därför månljus, elektriskt ljus och norrsken, vilkas intensitet är begränsade och varierande. Månens faser tillsammans med molnighet medför att Gen II inte alltid ger tillfredsställande mörkerseende. Gen III har sitt känslighetsområde

inom stjärnhimlens våglängdsområde. Stjärnorna lyser relativt svagt inom det visuella området men är ljusstarka inom NIR-området. Stjärnljus är alltid tillgängligt och det tränger igenom moln vilket ger Gen III ett fullgott mörkerseende under de flesta förhållanden utomhus.

Militärt finns utrustningar för den enskilde soldaten av två olika principiella system.

1. Utrustningen monterad på hjälm eller bärmask och presenterar ständigt en bild. Operatören kan då utföra andra uppgifter samtidigt. Oftast används endast ett förstärkorrör, men det kan utnyttjas både mono eller biokulärt. Dessa kallas NVG, ”Night Vision Goggles”.
2. Utrustningen kan vara handburen och användas vid behov. Typ kikare.

Värdering

Vi kan alltså förbättra seendet i mörker, men bildförstärkare kan inte utnyttjas för att se i rök.

Det kan finnas användning för bildförstärkare inom räddningstjänsten för vissa typer av uppdrag t.ex. eftersök nattetid, olyckor där belysning är svår att ordna.

För lokalisering av nödställd rökdykare behöver vi ett system som fungerar i alla lägen. Risken för att det skall finnas brand och rök i utrymmet där den nödställda befinner sig är överhängande och då håller inte bildförstärkaren måttet som hjälpmedel. Test av NVG Gen II i mörklagd lokal och rökfylld, mörklagd lokal visar att den inte kan användas för lokalisering/ upptäckt av person. Inte ens om personen bar en lampa gick det att hitta honom i det rökfyllda rummet (se bilaga 1).

6.10 IR-teknik

I det infraröda våglängdsområdet indikeras till skillnad från det visuella området den strålning som föremålen själv strålar ut. Alla föremål som är varmare än -237°C emitterar värmestrålning. Då denna strålning är mer långvågig än den visuella strålningen, därför tränger den igenom rök. Möjligheten att tränga igenom röken (transmittansen) beror på rökpartiklarnas storlek. Som en huvudregel kan man säga att IR-strålningen tränger igenom rök som har mindre partikelstorlek än våglängden.

Transmittansen påverkas även av atmosfären. Strålningen dämpas i vissa våglängdsområden men har god transmittans i andra våglängdsområden. De områden som kan utnyttjas är 3-5 μm och 8-12 μm .

IR-strålning tränger inte heller igenom glas. Det går alltså inte att se genom en fönsterruta med en IR-kamera. Linser på IR-kameror är gjorda av germanium, vilket ser ut som en metall.

IR-sensorer finns i två principiella utföranden:

- **scannande** system
- **stirrande** system

Ett scannande system utnyttjar en eller ett fåtal IR-känsliga detektorer. Med hjälp av vippande speglar och roterande prismor avsöks sedan bildfältet och en bild byggs upp ungefär som på en TV-skärm.

Ett stirrande system är uppbyggt som en videokamera där ett IR-känsligt chip är placerat i fokalplanet på kameran. Dessa chips har hittills haft begränsad upplösning vilket inneburit att räckvidden på systemet har blivit begränsad. Den tekniska utvecklingen går emellertid fort och upplösningen förbättras ständigt samtidigt som priset är på väg ned. Utrustningarna blir även lättare och mer hanterliga.

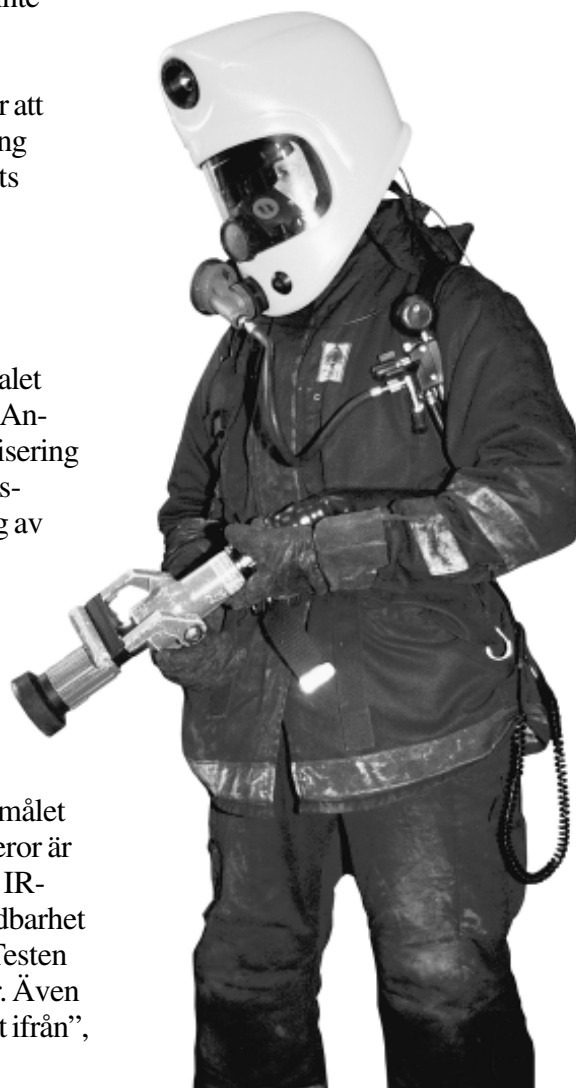
Sensorerna kräver mer eller mindre kylning för att fungera bra. I äldre system har man utnyttjat sensor-material som krävt kraftig kylning. Det är främst därför sensorkroppen varit tvungen att vara liten och bildytan scannats av. I de moderna systemen utnyttjas material som kräver liten eller ingen kylning och det är det som gjort det möjligt att bygga större sensorelement vilka kan utnyttjas i de stirrande systemen.

Ett IR-system indikerar skillnader i den utstrålade värmeenergin (emittansen).

Sensorsystemets dynamik är därför av stor betydelse då det utnyttjas i extrema miljöer som rökdykning. I närheten av brandhärden kan det vara svårt att indikera den relativt låga värme-strålningen från en människa i jämförelse med den kraftiga strålningen från själva elden. Dagens system har i allmänhet inte den dynamik som krävs för denna uppgift. Utanför den direkta närheten till branden har både stirrande och scannande system tillräcklig dynamik och upplösning för att fungera som ett effektivt hjälpmedel vid både eftersökning av personer och som ett hjälpmedel för att styra en insats effektivt.

Värdering

IR-kameror kommer förhoppningsvis att finnas på flertalet släck/räddningsenheter i Sverige inom en snar framtid. Användningsområdena är bl.a. eftersök av personer, lokalisering av glödbrand och bedömning av värmepåverkan av gasflaskor. Eftersök av personer omfattar även lokalisering av rökdykare. Detta är ett "hitta nära" system eftersom undsättningsgruppen måste befinna sig i samma rum som den saknade för att kunna se honom/henne. IR-fyror fästa på rökdykaren skulle underlätta lokaliseringen. Dessa bör vara en stor yta fäst på dräkten som kan ändras i temperatur några grader fram och tillbaka elektriskt. Pulsationen bör ligga vid en låg vilopuls för att inte stressa den som ser målet genom kameran. En studie med tester av fyra IR-kameror är gjord av Räddningsverket (Rapport R53-157/96) och IR-kameror finns på flera räddningstjänster så dess användbarhet är väl dokumenterad. Tester med IR-fyror bör göras. Testen bör kunna svara på vilken tidsvinst vi gör med IR-fyror. Även IR-kamera i kombination med annan teknik, "hitta långt ifrån", bör testas.



Exempel på IR-kamera

6.10.1 IR-viltsökare

Det finns även viltsökare som bygger på IR-teknik. Agroguard Viltsökare är en sådan. Det är ett pistol-liknande föremål, längd 168 mm, höjd 166 mm, bredd 54 mm och vikt 200 g. Längden av söklyktan är 30m. Den sveps lugnt från sida till sida. Vid indikering av en värmestrålande kropp tänds en röd lysdiod samtidigt som en summer ljuder. Priset ligger på ca 2 500 kr.⁸

Värdering

Viltsökaren fungerar i för rökdykning svala miljöer där varma kroppar söks. Men i en varm omgivning där en människokropp är förhållandevis sval fungerar den ej. Även om man tekniskt kan lösa detta problem är presentationen av ett mål för otydlig för att en rökdykare skall ha nytta av den. En summer och en lysdiod som aktiveras varje gång en temperaturändring detekterades skulle tvinga rökdykaren att kolla upp varenda mål. Detta skulle ta lång tid och försvåra orienteringen i rummet och därmed påverka hans säkerhet negativt, jämfört med ett traditionellt avsök. För att kunna användas för eftersök under rökdykning skulle den i princip behöva byggas om till en IR-kamera. Med anledning av detta behöver Viltsökaren ej testas i en fortsättning av projektet.

6.11 Kontinuerlig positionering

Vid ett möte med företrädare för Enator och Metron presenterades möjligheten att kontinuerligt bestämma rökdykarnas position. Enators SOS-sytem, Enarta, som innehåller kartmaterial kompletteras med orienteringsplaner eller ritningar på alla objekt i kommunen. I utryckningsfordonet har man en laptop dator som anger färdväg till objektet och vid framkomst pekar man på objektet (tuch skärm) och då visas en ritning över objektet. Rökdykaren har sedan en liten låda, ca 100x100x50 mm, i bältet innehållande :

- Sensorer
3dim vinkelgivare
3dim accelerometrar (data integreras för distans information).
- AD omvandlare
- Processkort
- Radio (en kanal per rökdykare).
- Batteri (livslängden avgör lådans storlek och vikt).

Lådan kommer att väga mellan 0.5 och 1 kg.

Rökdykarledaren har en laptop PC där planritningen och rökdykarnas position visas. En start sträcka på 2-5 m krävs för att kalibrera systemet. Noggrannheten beräknas till 1-5 m i inledningsskedet, sedan ackumuleras felet så att noggrannheten minskar. Det finns dock möjligheter att göra manuella korrekationer när rökdykarna passerar en känd position t.ex. en dörröppning, en trappa eller liknande för att eliminera felet. Kostnaden för en prototyp beräknas till ca 200-300 Kkr och utvecklingstiden (till en prototyp) ca 3 mån.

Värdering

Tekniken med kartor och framkörningsvägar är intressant och den finns och /eller kommer troligen att finnas i våra fordon i framtiden. Även insatsplaner kommer att kunna tas fram i bilen.

Det som idag är begränsningen är tillgången på uppdaterade ritningar på all bebyggelse i kommunen. Tekniken skulle också kräva ett annat arbets sätt än idag eftersom rökdykarledaren inte kan lösa övervakningsuppgiften också utöver sina ordinarie uppgifter.

⁸ Lars Svensson. Agroguard. Kungälv. 6/7 1998.

Datorn kommer att hindra honom i hans arbete. Däremot skulle en rökdykarkontrollant i ett t.ex. ett ledningsfordon kunna följa rökdykarnas rörelser. Rökdykarna måste fortfarande ”märkas” innan de går in för att man säkert skall hitta dem vid en nödsituation.

Systemet kan användas för att få en bild av var rökdykarna är när undsättningsgruppen går in.

En noggrannhet på 5 m inomhus är inte acceptabel. Den kan innebära att rökdykarna befinner sig i ett annat rum än vad presentationen visar och det kan vilseleda undsättningsgruppen.

Detta system är idag inte befintligt och kan därför ej testas men teknikutvecklingen inom området bör följas.

7. Rekommendation

Efter värderingar av möjligheter och begränsningar i olika system rekommenderas att följande teknik testas praktiskt inom ramen för det fortsatta projektet.

- PASS, Personal Alarm Safety System.
- Pejling av radiosändare, olika frekvenser, Jakhundpejl typ Contact, Mobiflex-larm, Ortovox.
- Pejling av reflektor, Recco.
- mm-Radar.
- Synligt ljus, lampa.
- IR-kamera och IR-fyror
- Kombinationer av ovanstående.

Teknikutvecklingen inom gated viewing, laserradar, förstärkt hörsel och kontinuerlig positionering bör följas noga för direkt användning eller en anpassning för rökdykning.

8. Utveckling och studier

8.1. Utveckling av tekniken

Teknikutveckling behöver ske inom detta område. Med nuvarande kunskap bedöms en kombination av två tekniska lösningar visa sig vara det optimala. Ett system för att hitta långt ifrån, > 10 m, i kombination med ett system för att hitta nära, < 10 m. Först bör den i kap 7 rekommenderade tekniken testas enskilt i specificerade tester och respektive egenskaper dokumenteras. Därefter kan kombinationer testas fram för att nå optimalt resultat i så många olika miljöer som möjligt.

Den slutliga produkten skall underlätta en snabb lokalisering av en nödställd rökdykare i mörka och rökfyllda utrymmen. För detta krävs först ett larm om en nödsituation till rökdykarledaren / utsidan som sedan rapporterar till styrkeledaren som drar igång en undsättningsaktion. Rökdykaren bör kunna larma genom en knapptryckning när han själv bedömer sin situation för svår. Ett larm bör också utlösas om rökdykaren blir medvetslös dvs. genom någon form av rörelse sensor.

Systemet bör klara av flera larmande rökdykare på en gång.

Informationen till undsättningmanskaper om t.ex. riktning eller avstånd skall vara tydbar i den miljö som systemet skall verka i.

8.2. Förslag på fortsatta studier

Samtliga i kap 7 rekommenderade tekniker bör testas praktiskt med avseende på hanterbarhet, snabbhet i lokalisering och tillförlitlighet.

Tester bör genomföras i olika miljöer. Till en början kan relativt enkla tester tillämpas t.ex. kallrök i en relativt ”ren” lokal. Därefter testas tekniken i en mer komplicerad lokal med flera rum och mer inredning. Slutligen kan teknik som bedöms fortsatt intressant testas i fullskaletester med brand och rökgaser.

Teknikutvecklingen inom gated viewing, laserradar, förstärkt hörsel och kontinuerlig positionering bör följas noga. Kanske kommer tekniska lösningar inom dessa områden som kan användas direkt eller anpassas för rökdykning.

8.3. Sammanfattning

De tester som skall göras som uppföljning på denna förstudie bör ge förslag på en eller flera tekniker som enskilt eller i samverkan ger betydande tidsvinster vid lokalisering av en nödställd rökdykare.

9. Diskussion

Enligt bilaga i Statens haverikommission Rapport S 1996: 1 B bör utrustningen uppfylla kravet att snabbt varna om en rökdykare råkat i nöd och möjliggöra en snabb lokalisering. Därför bör slutprodukten innehålla både en funktion där rökdykaren själv vid behov kan larma och en funktion som automatiskt larmar då rökdykaren är stilla, medvetlös. Två eller fler rökdykare skall kunna lokaliseras samtidigt.

Det vi söker är en teknik för att hitta rökdykaren så snabbt som möjligt oavsett typ av insats och byggnad. Den skall fungera både när vi jobbar på enklare insatser typ villa och vid större insatser såsom rökdykning i hög risk miljö (långa inträgningsvägar) med flera rökdykargrupper. Det är alltså rökdykaren som skall vara märkt. Chansen att han/hon skall befinna sig i änden av slangen är inte särskilt stor då man vid stor värme belastning eller chock, t.ex. av en explosion, reagerar irrationellt. Det som hänt vid olyckor är att rökdykaren blivit värmepåverkad, tappat orienteringen eller att det skett en explosion, brandgas- eller gasflaskexplosion. Reaktionen vid kraftig värmepåverkan är irritation, trötthet, yrsel, förvirring sedan värmekollaps med blodtrycksfall, medvetlöshet och upphörd svettning. Personen måste nu till en svalare miljö för att det skall gå att bryta temperaturstegringen i kroppen så att värmechock och död kan förhindras.

Den slutliga produkten får inte påverka arbetet som rökdykare negativt, så att den blir en belastning för då kommer den inte att användas.

Den bör larma när något hänt till t.ex. när rökdykaren ligger stilla, men rökdykaren skall också kunna aktivera larmet själv. Den bör inte larma när reservluften slår till, vilket är fallet vid vissa integrerade PASS. Larmet bör endast aktiveras i en nödsituation, vilket sällan är fallet när reserven slår till. Om larmet aktiveras av att reservluften slår till är risken att det inte tas på allvar den dag det verkligen sker en olycka.

”ASS och SRV bör i samråd verka för en komplettering av föreskriven rökdykarutrustning, som underlättar en snabb lokalisering av en nödställd rökdykare i mörka och rökfyllda större utrymmen.”.

Detta ger även ekonomiska aspekter på den eller de tekniker som kan komma i fråga. En lagstiftning, komplettering av AFS 1995:1, innebär att alla kårer som rökdyker, heltid som deltid, skall införskaffa och underhålla denna teknik.

Vårt att ägna en tanke är att de båda omkomna rökdykarna inte lyckats larma rökdykarledaren om sin situation. Rökdykaren som omkom på fartyget saknade fungerande radio och även i Olofström hade man problem med sambandet. Vi rökdykning saknar vi reservväg om sambandet skulle slås ut. Det är här vi skall satsa resurser. Det bör satsas medel på rökdykarradioapparater samt utbildning och övning, allt i syfte att undvika nödsituationer. Det finns radioapparater, framtagna för klargöringspersonalen till JAS Gripen, i vilka man hör åt vilket håll den man pratar med står. En sådan funktion på rökdykarradion skulle underlätta för rökdykarna att veta var kamraten är även om de tappar stövelkänningen eller kommer ifrån varandra.

Inom alla delar i räddningstjänsten bör vi arbeta förebyggande, dvs. i detta fall se till att våra rökdykare inte hamnar i den situationen där de behöver undsättning. Detta gör vi genom att satsa resurser på utbildning, övning, fysisk träning, tillförlitliga radioapparater och utveckling av metoder, rökdykar teknik/taktik.

Kontinuerlig positionering, jmf. Enator/Metron, är inget som idag kan ske på plats vid en mindre insats. Personalen räcker helt enkelt inte till. Rökdykarledaren kan inte sitta och följa sina rökdykares rörelser på monitor, han måste vara aktiv, läsa brandgaser, mata slang, säkra reträttvägen och sköta kommunikationen. Styrkeledaren skall planlägga den fortsatta insatsen och planera för omfall. Dessutom skall han hela tiden hålla säkerheten i tankarna så han får inte hamna framför en skärm och följa två små prickar (eller hur nu rörelserna presenteras). Vi måste förändra vårt arbetssätt för att kunna använda ett sådant här system för positionering.

Vid en större insats skulle en rökdykarkontrollant kunna sköta uppgiften att hålla koll på rökdykarna parallellt med att han lyssnar på radiotrafiken och för protokoll. Fortfarande krävs ett larm av något slag som kan aktiveras av rökdykaren och som har en rörelsesensor. Även om undsättningsgruppen sett på planritningen var den nödställda befinner sig måste han bära en "fyr" med t.ex. ljus, ljud eller radio för att bli lokaliserad i röken. Risken att gå fel är stor även om undsättningsgruppen sett ritningen och positionen innan den går in. Det är framför allt på insatser på stora och komplicerade objekt som en kontinuerlig positionering skulle vara till hjälp. Man skulle från utsidan kunna guida rökdykarna eller vid rapporter inifrån direkt se på ritningen var t.ex. branden är eller var det är rökfyllt. Min bedömning är att det än så länge kostar för mycket med ett sådant system i förhållande till nyttan av att veta exakt var rökdykarna befinner sig jämfört med kostnad och nytta av enbart en larmfunktion med "fyr".

10. Litteraturförteckning

Statens Haverikommission. Rapport S 1996:1 B. Stockholm

Räddningsverket. (1995) Intern rapport. Dödsolycka i samband med rökdykning i Olofströms kommun. Karlstad.

Malmberg, K (1994). Passiva utrustningar för mörkerseende i Marinen. Militärhögskolan, enskild utredning.

Räddningsverket. (1999). Förbättrat seende i brandrök. Karlstad.

Räddningsverket. (1996). IR-kamera för rökdykning. Karlstad

Adolfsson, T., Jakobsson, L., Ohlén, G. (1995). Modern Fysik. Kristianstad: Gleerups förlag.

Liljecrantz, J. (1993). Elektroakustik. Institutionen för talöverföring och musikakustik. KTH.

Telia Network Support (1995). Telia Mobiflex Larm. Sörmlands Grafiska AB.

Svebab. System Lumiline.

Kevin Roche. (1996). Evolving safety technology: integrated PASS devices. Fire engineering. Vol 149, No 9.

NIOSH Alert. (1994). Request for Assistance in Preventing Injuries and Deaths of Fire Fighters. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH, USA.

Nr PB95-174876/XAD.

GPS 12 XL GPS-Navigator Manual. (1996). Garmin International.

Försök med bildförstärkare Gen II typ NVG

Försöken genomfördes på Berga Örlogsskolor, RT-skol, med en bildförstärkare Gen II typ NVG med betäckningen GN 1.

De frågor vi sökte svar på var: Fungerar bildförstärkaren inomhus?
Kan man se igenom rök?

Samtliga försök genomfördes i en 40 fots container med stängda dörrar motsvarande en källare utan fönster. Visst ljus insläpp fanns dock genom rosthål och glipor i containern.

Försök 1

Mörklagd container.

En person satt i ena änden på containern. Den andra gick med NVG'n för ögonen från andra änden på containern. Under vägen fram var man hela tiden tvungen att ändra fokuseringen på fokuseringsspaken. Ljus inflödet i containern var för dåligt så när inte ens när personerna var 1 m ifrån varandra kunde upptäckt / urskiljning ske.

GN1 är utrustad med en IR-lampa som kan användas när himmelsljuset är för svagt.

Denna funktion användes ej under testet.

Försök 2

Mörklagd container och ficklampa.

Målpersonen satt i ena änden av containern med en ficklampa riktad mot kroppen på 5 cm avstånd. Personen som bar NVG'n kunde från andra änden på containern 12 m bort tydligt urskilja och identifiera målpersonen.

Försök 3

Lätt rökfylld container (teaterrök) och ficklampa på målpersonen.

Genomfördes som försök 2 men med en tunn teaterrök i containern. Att det var en ljuskälla i borten änden av containern kunde tidigt (10 m) konstateras. Målpersonen kunde dock inte urskiljas förrän på 2,5 m avstånd. På detta avstånd kunde man även utan NVG se målpersonen.

Försök 4

Rökfylld container (teaterrök) och ficklampa på målpersonen.

Försöket genomfördes som försök 2 och 3. När NVG slogs på var bilden som en grön TV-bild där kanalen inte är inställd eller där antennen är urdragen (myrornas krig). Under hela vägen fram mot målpersonen var bilden oläslig. Efter ca 5 m ljusnade bilden p.g.a. ficklampsljuset men målpersonen kunde urskiljas ens på < 1 m i röken.

Resultat

Bildförstärkaren fungerar inte i en helt mörklagd eller nästan mörklagd lokal utan kräver insläpp av ljus genom fönster eller viss belysning i rummet eller på målpersonen alternativt egen IR-lampa.

Bildförstärkaren fungerar inte i rök oavsett belysning i rummet eller på målet.

Avsökning med GN1 kräver kontinuerlig fokusering vilket görs med höger hand på fokuseringsspaken detta upptar större delen av rökdykarens koncentration.

Bildförstärkare av gen II är inte intressanta för fortsatta tester.

Räddningsverket, 651 80 Karlstad
Telefon 054-10 40 00, telefax 054-10 28 89. Internet <http://www.srv.se>
Beställningsnummer P21-315/99. Telefon 054-10 42 86, telefax 054-10 42 10.
ISBN91-7253-041-3