

FoU rapport

Förbättrat seende i brandrök



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

1999 Räddningsverket, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen.

Beställningsnummer P21 – 274/99
ISBN 91 – 88891 – 96 – 8
1999 års utgåva

Förbättrat seende i brandrök

**Bo Persson, Belysningslära, KTH, Stockholm.
Hans Spets, Enköpings Brandförsvär.
Håkan Ragell, Stockholms Brandförsvär.**

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

Förord

De avgörande tekniska framstegen i människans månghundraåriga kamp mot bränder och andra olyckor har varit relativt få och kan i detta sammanhang begränsas till pumpen, slangen, explosionsmotorn och andningsskyddet.

Den i brandsläckningshistorien tidigt utvecklade pumpen blev ett effektivt släckredskap först när den i slutskedet av 1600-talet kompletterades med en tryckslang, vilket gav släckmanskaper möjlighet till närkamp med elden. Släckstyrkornas insatser hindrades emellertid nu av röken, som minskade strålförarnas möjligheter till effektiva insatser genom att sikten starkt försämrades då de trängde branden in på livet. Men också genom att olycksriskerna ökade, då brandsläckarna ej kunde uppfatta farmomenten på brandplatsen i den ofta täta och giftiga brandröken.

Explosionsmotorn ökade släckstyrkornas insatssnabbhet och slagkraft. Det moderna andningsskyddet minskade förgiftningsriskerna samt ökade strålförarnas och räddningspersonalens effektivitet. Fortfarande utgjorde emellertid den begränsade sikten ett allvarligt hinder i släckningsarbetet.

Det nedan redovisade projektet om förbättrat seende i brandrök och andra sikthindrande gaser och ångor, visar på utmärkta möjligheter att med olika moderna tekniska hjälpmedel förbättra insatspersonalens orienteringsförmåga på olycksplatsen, vilket kommer att öka räddningsstyrkornas effektivitet och personalens säkerhet.

Rapporten visar således att möjligheter till förbättrat seende finns, men också att det ännu återstår en del "redskapsutveckling" samt utbildning och övning innan insatsstyrkorna till fullo kan tillgodogöra sig resultaten av den genomförda undersökningen.

Med tanke på att resultatet av projektet kan förbättra såväl arbetarskyddet som räddningstjänstens effektivitet vid insatser på olycksplatser i rök och gasmoln, bör de redovisade möjligheten till förbättrat "seende" i brandrök komma i praktisk användning så snart som möjligt.

Olle Arvidson, f.d Överdirektör Statens Brandnämnd

Innehållsförteckning

Abstract.....	7
Sammanfattning.....	9
Bilder.....	11
Rökdykning.....	15
Projektets uppläggning.....	16
Medverkande i projektet.....	18
Uppläggningsen av denna rapport.....	20
Definitioner.....	20
Introduktion.....	22
Rökdykare ställer de högsta kraven på visuell kvalitet och därmed de högsta kraven på visuell teknik.....	23
Krav på visuell kvalitet, militära applikationer.....	24
Projektets syfte.....	26
Projektets huvudresultat.....	26
Artificiellt seende i brandrök, ett ny inriktning för rökdykare.....	27
Dagens IR teknik avsedd för rökdykare.....	30
"IR-kameran för rökdykarledaren".....	32
"Intelligent belysning - Steg I".....	33
Intelligent belysning - Steg II".....	38
Bildkvalitetskrav ställd på bild visad för rökdykare.....	42
En ny metod för att kunna fastställa krav på seende i brandrök visuellt och fysikaliskt.....	48
Övriga beaktade tekniker.....	49
mm-Radar.....	49
Gated viewing.....	50
Mörkerseende optik (NVG - Night vision goggles).....	50
Sonar.....	50
Simulering.....	50
Testbilder avseende "i framtiden förväntad" bildkvalitet från IR-teknik. Simulering.....	52
Aktiv hörsel.....	54
Teknik för artificiellt seende. Framtaget underlag för en bärbar testutrustning.....	55
Slutsatser.....	56
Projektets Fas I: Litteraturstudier och analys.....	58
Referenser.....	70

Abstract

Project title:

"Improved vision in smoke"

Project aim:

Improved vision for firemen with BA equipment that work indoors in smoke.

Results:

A new method for improving the possibilities of rescuing people in smoke has been developed. The method is based on the use of a State of the art IR-scanner/camera. Initial testing in dense smoke, also documented on video, indicate an increased efficiency in rescue work.

Tests with different IR-cameras aimed at firemen with BA equipment have been performed.

A new method for improved lighting in smoke named "Intelligent lighting" has been developed. The method is preliminary tested and gives clear improvement over current lighting methods. The next step of development, Intelligent lighting - II, in which a hand-held lamp is combined with video technique has been proposed and has to some extent also been tested.

A new test method for specifying visual criteria such as visual comfort and visual performance, which are highly relevant for establishing specifications for artificial vision technique for firemen with BA equipment has been proposed.

An image quality testing procedure based on eleven image quality parameters as well as mandate parameter values have been proposed. The testing procedure is applicable for various types of images which firemen with BA equipment may use as artificial vision in smoke.

Methods for improved vision in smoke based on: mm-radar, gated viewing, NVG-night vision goggles), sonar, have been considered and briefly analysed.

A portable testing equipment for the further development of methods and techniques for improved vision in smoke has been proposed and is proposed for use in the future education of fireman with BA equipment.

It is strongly recommended that "visual acting" in smoke should by good reasons be incorporated in the training and teaching of fire fighters. It is important to consider that firemen with BA equipment working in smoke currently set the highest visual demands for occupations including civilian and military occupations.

Sammanfattning

Projektets syfte

Projektets syfte är att förbättra seendet för rökdykare vilka vistas i rök inomhus.

Projektet som initierats och finansierats av Statens Räddningsverk har bedrivits i samarbete med en rad olika experter. Projektet har bedrivits med stor bredd i syfte att bilda en bred bas för kunskap om seende och artificiellt seende vid insatser i brandrök.

Resultat

Test av IR-kameror.

I ett samarbete med Lars Hedström och personal vid Södertörns Brandförsvarsförbund, samt personal vid Räddningsskolan vid Berga Örlogsskolor, har fyra olika IR-kameror testats i praktisk tillämpade försök. Detta arbete har avrapporterats i rapporten "**IR-kamera för Rökdykning**" (Lars Hedström), **rapport från Räddningstjänstavdelningen R53-157/96.**

De olika IR-kameror som idag erbjuds som hjälpmedel vid rökdykning ger markant förbättrade möjligheter att:

- effektivare ingripa för släckning och livräddning,
- uppfatta risker för personskador,
- finna personer i brandrök i olika typer av utrymmen,
- finna bränder dolda av rök,
- detektera glödbränder.

En ny metod som förbättrar möjligheten att finna personer i rökfyllda utrymmen har utvecklats: "IR-kameran för rökdykarledaren. "

Metoden innebär kortfattat att en högkvalitativ IR-kamera ställs in (även mobilt), i ett rökfyllt rum och att rökdykarledaren som står utanför detta rökfyllda rum på olika sätt kan med hjälp av IR-bilder leda verksamheten.

Metoden som testats i mindre skala innefattar användandet av *state of the art - IR-teknik.*

Metoden förbättrar markant möjligheten att rädda personer vilka befinner sig i fara i större rökfyllda lokaler.

En ny metod för belysning med handlampa i rök har utvecklats: Intelligent belysning - Steg I.

En prototyp till ny rökdykarhandlampa har utvecklats. Tester utförda i konstgjord vit rök visar att denna handlampa ger påtagligt förbättrat "seende i brandrök" och framförallt förbättrar rökdykarens säkerhet.

En fortsatt utveckling av denna handlampa anges i rapporten: Intelligent belysning - Steg II.

Följande metoder samverkar:

- Adapterande belysning dvs en belysning som fortlöpande anpassar egenskaper som ljushet, färg, ljusbildsvinkel, kantskärpa på ljusbilden efter rökens egenskaper som transmission och färg.

- Nära IR-kännande videokamerateknik, vilken något förbättrar seende i rök.
- Medelvärdesbildande kamera/dator-teknik, vilket förbättrar seende något brandrök.
- Ljuskänslig kamerateknik, förbättrar seende i brandrök.

Dessa metoder har var för sig testats i projektet dock ej samtidigt.

En specifikation för rörlig bild visad för rökdykare under rökdykarinsatser har sammanställts som ett första förslag.

Kravspecifikationen bygger på elva angivna bildkvalitetsparametrar och börvärden för dessa parametrar anges. Rökdykare ställer mycket höga krav på visuell kvalitet och därmed visuell teknik, vilket ligger som grund för denna specifikationen som skall ses som en första ansats.

En ny metod för att kunna fastställa krav på seende i brandrök visuellt och fysikaliskt har utvecklats men ej testats praktiskt.

Tekniker som: mm-radar, gated viewing, NVG-night vision goggles, sonar, har studerats och översiktligt analyserats men ej testats. Samtliga tekniker öppnar möjligheter till förbättrat seende i brandrök.

Underlag för en bärbar testutrustning vilken kan användas av rökdykare för att testa kombinationen av metod och visuell teknik har tagits fram.

Slutsats

Rökdykare och framförallt de som lär ut rökdykning måste i allt högre grad inrikta sig på det som här benämns "visuellt agerande i brandrök." Fördelarna med den nya visuella tekniken är uppenbara, men här kan finnas problem som ännu ej beaktats och framförallt måste de nya insikter som ny visuell teknik ger kontinuerligt ställas mot traditionella metoder för rökdykning. Detta för att alltid försäkra sig om att rökdykarens säkerhet ej äventyras.

Visuellt agerande vid rökdykning" bör snarast kan införas i utbildning och vidareutbildning av rökdykare. ("Visuellt agerande vid rökdykning" är här satt som ett arbetsnamn på denna utbildning). Utbildningslitteratur i visuell agerande bör tas fram. En förhoppning är att delar av rapporten kan komma bilda ett av flera underlag för sådan utbildningslitteratur.

Ett "kompetenscenter" eller informationsbank för visuellt agerande i rök bör utvecklas.

Keywords: Smoke, fireman with BA equipment, fire fighter, smoke diver, vision, visibility, visual quality, lighting, image quality, artificial vision, search and rescue.



Rökdykarna på bilden är Tomas Holmertz och Håkan Ragell vid Stockholms Brandförsvär. Rökdykarna befinner sig i tät rök (bildäck, dieselolja, träspån) i en brandhall vid Stockholms Brandförsvärs övningsanläggning i Ågesta. Avståndet mellan IR-kameran och rökdykarna är ca 7m. Den mellersta skalan på bilden anger temperaturen. Bildkvaliteten på denna tryckta bild är betydligt lägre än bildkvaliteten på den bild som visades på monitorn kopplad till IR-kameran. Se vidare "IR-kameran för rökdykarledaren."



Rökdykaren på bilden är Håkan Ragell vid Stockholms Brandförsvär. Rökdykaren befinner sig i tät rök (bildäck, dieselolja, träspån) i en brandhall vid Stockholms Brandförsvärs övningsanläggning i Ågesta. Avståndet mellan IR-kameran och rökdykaren är ca 7m. Den mellersta skalan på bilden anger temperaturen. Bildkvaliteten på denna tryckta bild är betydligt lägre än bildkvaliteten på den bild som visades på monitorn kopplad till IR-kameran. Se vidare "IR-kameran för rökdykarledaren.



Bilderna visar den IR-kamera (ovan vänster) som gav bilderna på föregående sidor. Bilden överst till höger visar en videokamera som användes av rökdykare i den täta röken. IR-kameran och videokameran filmade samtidigt under testerna. Bilden nederst till vänster visar rökdykare som filmar med en ljuskänslig videokamera. I bilden av brandhallen syns till vänster ett försatt fönster med ett hål i. I detta hål och utifrån riktades IR-kameran in mot brandhallen. Se vidare "IR-kameran för rökdykarledaren."



De två bilderna visar principen för Intelligent belysning- Steg I.

1) Handlampan ger ett framåtriktat ljus. 2) Handlampan ger också ett rött ljus som avses att lysa upp framför fötterna på rökdykaren. 3) Vidare ges också ett uppåtriktat diffust rött ljus. Det röda ljuset skapar ett "ljusrum" runt rökdykaren som inverkar positivt på rökdykarens möjlighet att agera. Se vidare "Intelligent belysning - Steg I."

Rökdykning.

Idag säger vi att rökdykarna är rökdykarledarens ögon och öron. Det är rökdykarna som skall ge rökdykarledaren information om hur de bedömer situationen "där inne". Rökdykarledaren skall i sin tur informera räddningsledaren. Med hjälp av bland annat detta skall räddningsledaren kunna lägga upp strategin för räddningsarbetet.

Räddningsmanskapets huvuduppgift är att rädda liv. Hur ger vi de bästa förutsättningarna till rökdykarna? Idag har vi kläder som skyddar oss mot värmen. Tjocka handskar som är bra mot värme, men som gör att vår känslighet i fingrarna reduceras. När (röken) brandgasen är tät och sikten är reducerad är det stora problem för rökdykarna att kunna orientera sig i lokalen. Man måste till stor del förlita sig på känsel och hörsel. Det är stor risk att rökdykarna missar någon väsentlig detalj, kanske en dörrkarm och en dörr som leder till ett rum där en nödställd befinner sig.

Det är inte endast det att rökdykarna inte ser utan att de också befinner sig i en stressad situation med värmebelastning och tung utrustning. Det skulle vara till stor hjälp om vi kunde se.

För rökdykare är det stora lokaler som är det svåraste scenariot att orientera sig i. Svårigheten ligger i att finna referenspunkter på stora ytor.

Du ställer dig mitt på ett golv. Du kan ej känna några väggar, möbler, etc. Du har sökt av efter bästa förmåga. Nu är det risk för din egen säkerhet då du är osäker åt vilket håll reträttvägen ligger. Förvisso har du slangen med dig och kan följa den men du har sökt av en större yta och det har gått åt mycket slang, vägen ut blir lång och du kanske behöver komma ut snabbt. Eventuellt har du hittat en person som är rökskadad och som måste bli omhändertagen snabbt, skall du behöva gå efter slangen i kringelkrokar?

Det finns idag utrustning för att rökdykarledaren skall kunna vägleda rökdykare så att insatsen genomförs snabbt, effektivt och säkert både för rökdykarna och den hjälpsökande. Det vi saknar är metoder för hur vi kan använda denna utrustning. Hur skall vi gå vidare. Möjligheterna finns.

Projektets uppläggning

Projektet har bedrivits i *tre* faser, se *figur 1.1* nedan. Samtliga tre delfaser har kontinuerligt avrapporterats till SRV i form av arbetsrapporter. Denna rapport bygger till stor del på material från dessa arbetsrapporter.

Fas I

Förstudie. Vad är gjort? Vilka möjligheter till förbättrat seende i brandrök erbjuder dagens och morgondagens teknik.

Projektet kom på ett tidigt stadium att inriktas på följande moment:

IR-teknik

Detta projektmoment genomarbetades grundligt.

Intelligent belysning, en ny metod för belysning med handlampa.

Detta projektmoment genomarbetades grundligt.

Alternativa tekniker. Sonar, mm-radar mfl.

Bevakning, informationsinsamling.

Fotorealistisk simulering.

Bevakning, informationsinsamling.

Ergonomi, miljöbeskrivning

Bred informationsinsamling, analys, enkla tester.

Förstudien kom att bilda projektunderlag för Fas II och Fas III av projektet.

Förstudien genomfördes våren/sommaren 1995.

Fas II

Bred informationsinsamling. Teknik och metod. Utvecklingsarbete på bredden.

I denna projektfas bedrevs ett aktivt samarbete med personal från olika räddningstjänster. Framförallt kom i denna fas nuvarande metoder för rökdykning att ställs mot tillämpningar av ny "visuell teknik". Fas II genomfördes under 1996.

Fas III

Utvecklingsarbete, vad måste beaktas för framtiden.

I denna projektfas bedrevs ett aktivt samarbete med Stockholms brandförsvär, Agema Infrared Systems AB samt Enköpings brandförsvär.

Resultatet av de två utvecklingsmomenten "*IR-kameran för rökdykarledaren*" och "*Intelligent belysning*" indikerar de stora möjligheter till förbättrat seende i brandrök som uppstår vid en aktiv och tvärfacklig utvecklingsinsats. Resultatet av de två projektmomenten visar också på en intressant aspekt.

Förbättrat seende i brandrök är inte endast en fråga om att tillämpa mycket avancerad teknik. Även förbättrande åtgärder av väl känd teknik, som till exempel rökdykarens handlampa, kan ge ett tydligt förbättrat seende i brandrök vilket var oväntat.



Figur 1.1. Projektets tre olika faser.

Medverkande i projektet

Projektets kontaktgrupp har bestått av:

Mats Mårtensson, Helsingborgs Brandförsvär.
 Erling Johansson, Malmö Brandkår.
 Håkan Alexandersson, Räddningstjänsten Göteborg Mölndal Kungsbacka.
 Göran Arredal, Stockholms Brandförsvär.
 Björn Westerberg, Södertörns Brandförsvärsförbund.
 Lars Hedström, Södertörns Brandförsvärsförbund.
 Erik Svantesson, Interspiro.
 Olle Arvidson, Mölle.

Följande personer och organisationer har i olika omfattning medverkat till att projektarbetet förts framåt.

Kenneth Johansson, Tomas Holmertz, Stockholms Brandförsvär.
 Hans Biverot, CelsiusTech Electronics, Bildskärmsteknik, optik, laserteknik, sensorer, MMI (Människa Maskin Interface).
 Jan-Åke Andersson, FLIR Systems AB (i projektet, Agema Infrared Systems AB)
 Karl Gösta Wallin, Enköpings Brandförsvär. Test av intelligent belysning.
 Håkan Larsson, Photac. Konstruktion och test av Intelligent belysning.
 Börje André, AB Institutet för optisk forskning. Bildkvalitet, optik.
 Ulf Persson, AB Institutet för optisk forskning. Diskussioner om IR-teknik och provning av IR-teknik
 Lennart Svensson, CelsiusTech Electronics. Tekniker för seende i brandrök.
 Anders Liljefors, Belysningslära, KTH. Belysning och visuell utvärdering.
 Allan Ottosson, Vattenfall/KTH. Fotometri, seende i brandrök, nödljusskyltar, efterlysande färger.
 Göran Manneberg, Fysik II. KTH. Avbildande optik.
 Klaus Biedermann, Fysik II. Bildkvalitet, optik och visuell kvalitet.
 Bo Schenkman, Telia Research. NADA, KTH. Perception, försöksuppläggning, displaydesign, samt aktiv hörsel.
 Ove Till, Telia Research audiologi. Audiologi, aktiv hörsel.
 Björn Lindström, Telia Research, kombinationen krav på ljud och bildkvalitet.
 Gunnar Tonnquist, Colour Data. Färg, och färgåtergivning på bildskärmar.
 Sven-Olof Fennrup, Solo-Tic Scandinavia AB. IR-teknik/praktik.
 Lars-Åke Warnstam, Saab Dynamic AB. Bildbehandling.
 Göran Johanson, IDG Europe AB. Teknik för krävande miljöer.
 Erik Skarman, Björn Andersson, Ulf Axman, Joachim Remle, CelsiusTech Electronics. Radar.
 Nils Persson, Årsta. Perception kontra fysik.
 Flera personer vid Södertörns Brandförsvärsförbund samt vid Räddningsskolan vid Berga Örlogsskolor, se SRV-rapporten: "IR-kamera för Rökdykning" (Lars Hedström), rapport från Räddningstjänstavdelningen R53-157/96.
 Lars Naucler, Interspiro. Erfarenheter rökdykning/utrustning för rökdykning.
 Göran Holmstedt, John de Ris, Petra Andersson vid Institutionen för Brandteknik, LTH.
 Brandmän vid Helsingborgs Brandförsvär. Diskussioner rökdykning.
 Tone Petrelius, TCO Utveckling AB. Belastningsergonomi.

Tomasz Abramczuk, Sydat Automation AB. Bildbehandling i kombination med mätteknik.

Istvan Carazony, Corvina Design Center. Mekanik, mekaniska konstruktionslösningar.

Janis Platbardis, TNT-Eletronik, Programmering/realidstillämpningar för visade bilder.

Hans Marklund, Fotografi institutionen, KTH. Nära IR-teknik och videoteknik.

med flera.

Lång erfarenhet av tvärfackliga projekt visar att experter som i mindre omfattning medverkar i denna typ av projekt ofta bedömer sin insats som marginell. Men även om insatsen inskränkt sig till en diskussion om en speciell frågeställning, så har experten genom sitt djupa kunnande:

- snabbt kunnat avgränsa frågeställningen,
- tillfört relevant kunskap,
- refererat till liknande fall,
- hänvisat till andra experter som experten känner,
- varnat för misstag,
- osv.

Det som experten själv ofta upplever som självklart eller elementa visar sig ofta vara en nyckel för att driva det tvärfackliga arbetet vidare.

Uppläggningsen av denna rapport

Vi har valt att beskriva arbetet och resultaten av detta projekt på ett *övergripande* sätt.

Således har vi valt att tona ned rent tekniska beskrivningar, såväl som att tona ned detaljerad information om belysning, bildkvalitet, färg och perception för att på så sätt ge läsaren en förbättrad möjlighet till översikt.

Definitioner

Bildkvalitet

Sammanvägning av visuella och fysikaliska parametrar vilka tillsammans beskriver en bilds visuella kvalitetsegenskaper.

En förutsättning för att kunna bestämma och även diskutera bildkvalitet på bildskärmar är att visuella och fysikaliska parametrar ej sammanblandas.

Belysning.

Samspelet mellan elljus, dagsljus och rum. Även rum i vid bemärkelse.

Till exempel det rum som skapas runt rökdykaren när han med handlampan lyser i brandrök. Eller det rum som rökdykaren ser inuti skyddsmasken.

Belysning är inte bara elljus och dagsljus, är rummet stort, litet, vitt eller svart så är detta helt avgörande för hur vi uppfattar belysning.

Visuell kvalitet.

Ett sedan maj 1996 nytt ämnes- och forskningsområde vilket bygger på att områdena bildkvalitet och belysning förts samman.

Begreppet visuell kvalitet som inte är helt definierat är till sin innebörd lika gammalt som konsten och arkitekturen.

Visuell komfort, dvs huruvida det är komfortabelt att se, är en grundläggande aspekt för det nya området visuell kvalitet.

En stor fördel med detta nya begrepp är att det inte är "belastat". Detta förenklar diskussionen om visuella aspekter och gör det till exempel fullt möjligt att uttrycka sig i termer som "extremt hög visuell kvalitet".

För en rökdykare som ser en bild projicerad i synfältet smälter begreppen belysning och bild samman, vilket gör begreppet visuell kvalitet speciellt användbart.

Mäta ljus och mäta färg.

Med fysikaliska instrument mäter vi inte ljus och färg.

Under senare år har med skärpa Professor Anders Liljefors, Belysningslära, KTH och Laborator Emeritus Gunnar Tonnquist (KTH) Color Data, poängterat behovet av att inte slarva med begrepp som rör ljus och seende.

Det som bryts i en glaslins är givetvis inte ljus utan det som bryts är elektromagnetisk strålning. Ljus och färg skapas i vårt synsinne med elektromagnetisk strålning som stimuli.

En icke betydande del av de problem som uppkommer inom områden som på olika sätt hanterar seende och ljus uppkommer just därför att fysikaliska och perceptuella begrepp sammanblandas.

Detta är lätt att hävda detta men betydligt svårare att omsätta detta i praktiken. Det som tidigare var så enkelt tex ett begrepp som "rött ljus" blir med denna insikt inte lika självklart.

Denna kunskap som Liljefors och Tonnquist med rätta framhåller kan man inte ta till sig "över en natt." Men just förmågan att kunna skilja mellan upplevelsen av ljus från olika uppmätta fysikaliska storheter kommer i framtiden att i allt högre grad särskilja experter från icke-expert.

Seende och belastningsergonomi.

Seende, krav på visuell kvalitet och belastningsergonomi hänger nära samman när villkor för rökdykares seende i brandrök skall studeras.

Med tex uttröttade nack- och armmuskler fungerar koordinationen mellan huvud- och ögonrörelser betydligt sämre. Villkor för rökdykares seende i brandrök måste således alltid innehålla ett stort mått av praktiska och verklighetsanpassade studier.

Introduktion

Historik

I (Arvidson, O. 1997) görs en genomgång av räddningstjänstens utveckling. Den motordrivna brandsprutan, möjligheten att andas i ett rökfyllt rum, radiokommunikationen framhålls som tre för brandväsendet väsentliga innovationer vilka löst två besvärliga problem och som gjort det möjligt för brandmän att effektivare kunna lösa sina uppgifter.

Ett fjärde stort problem som anges bland flera, men som nu alltmer börjar få en lösning, är svårigheten att se i brandrök.

Den historiska genomgången visar att den motordrivna brandsprutan samt skyddsmasken har genomgått en utveckling under lång tid för att uppnå den funktion, kvalitet och tillförlitlighet som de har idag.

På samma sätt kommer nya tekniker avsedda att förbättra seendet för rökdykare att behöva lång tid för att utvecklas. Detta gäller speciellt med hänsyn till de mycket höga krav på visuell kvalitet som rökdykare ställer.

Teknikutveckling och mogen teknik. När skall jag köpa?

För tekniska innovationer med god marknad och i konkurrens blir den tekniska utvecklingen i inledningsfasen mycket snabb.

Man ställs ofta inför det svåra valet att köpa eller "vänta tills nästa modell" eftersom den befintliga modellen kan antas vara gammal efter en kort tid.

Vad gäller upphandling av teknik som till exempel IR-teknik avsedd för rökdykning skall man inte "vänta" av två skäl:

1-Trots att det kan förekomma vad som idag bedöms som tekniska brister och metodbrister så innebär tekniken ett genombrott för möjligheten att se i kompakt brandrök och ökar därför såväl effektiviteten som personsäkerheten. Tekniken är idag i vissa situationer ett mycket bra hjälpmedel.

2-Det "visuella inriktning" som rökdykare alltmer kommer att ställas inför kommer att behöva lång tid för att utvecklas till ett verktyg av hög kvalitet. Detta gäller både metoder och teknik.

De som i huvudsak måste föra denna utveckling framåt är rökdykarinstruktörer och rökdykare.

Sammanfattar man 1- och 2- med den mycket snabba utveckling som kan förväntas vad gäller utvecklingen av tekniker för artificiellt seende, så finner man att: *det är väsentligt att rökdykare och framförallt instruktörer som lär ut rökdykning snarast även inriktar sig på att analysera de möjligheter och problem som artificiellt seende men även andra metoder för förbättrat seende i brandrök skapar.*

Rökdykare ställer de högsta kraven på visuell kvalitet och därmed de högsta kraven på visuell teknik.

Vi finner som ett resultat av projektet att rökdykare ställer de absolut högsta kraven på visuell kvalitet och visuell teknik.

Denna från början oväntade slutsats har framkommit genom diskussioner och analys tillsammans med en rad olika experter inom områdena, belysning, bildkvalitet, perception, färg, teknik/optik, samt militär teknik. Invändningar har gjorts från militära experter att det militära området ej ännu till fullo insett behovet av att ha mycket hög visuell kvalitet avseende hela den visuella miljön som en soldat ser och på olika sätt kan påverka. Insikten om rökdykarens högt ställda krav på visuell kvalitet har blivit avgörande för hur detta projekt kommit att utformas.

En rökdykare kommer inom en nära framtid förutom en intensiv rökdykarinsats på tex 20-30min att ställas inför följande:

- Till huvuddelen orientera sig med hjälp av en IR-bild.
- Utföra åtgärder baserade på visade visuella symboler.
- Använda lampa då rökens transmission så tillåter, samt avgöra när direkt seende skall ersätta artificiellt seende.
- Observera brandgaser för tex risk för övertändning.
- Söka efter personer, exempelvis under sängar, i skåp, etc.

Allt detta under mycket hård fysisk och psykisk press.

Scenariot är det samma vid alla intensiva insatser. Målet kan tex vara att rädda en annan rökdykare som råkat i svåra problem.

Vidare bör observeras att rökdykning i förhållande till tex militära verksamheter är en civil arbetsuppgift med de krav på säkerhet som till exempel Arbetarskyddsstyrelsen ställer.

Slutsatser

- a) Rökdykare kan ej okritiskt använda "visuell teknik" som primärt utvecklats för det militära området.
- b) Skall visuell teknik utvecklas för rökdykare så måste parallella tester av arbetsmetoder för rökdykning i kombination med traditionella metoder även ske i ett inledningsskede.
- c) Aspekterna ökad trötthet och ökad stress i samband med användandet av visuell teknik måste noggrant studeras och analyseras tillsammans med de uppenbara fördelar som visuell teknik ger.

Rökdykare är vana att arbeta under hård fysiskt och psykisk press. Rökdykare är däremot inte vana vid att "pressa sig visuellt" vid användandet av visuell teknik. Utifrån detta upprepar vi ännu en gång att ett huvudresultat av detta projekt är att:

- de som utbildar rökdykare,
- rökdykarna själva,

snarast måste börja analysera och därmed försöka förstå vad den alltmer "visuella inriktningen" som rökdykare nu ställs inför, innebär.

Lång erfarenhet av displaydesign samt framtagning av provningsmetoder för displayer vid Institutet för Optisk Forskning i Stockholm visar att "teknikfascination" i allt för hög grad styr vårt kvalitetsmedvetande. Speciellt gäller detta då vi möter olika typer av visuell teknik.

Erfarenheten visar också att tekniker som till stor del styr framtagningen av visuell teknik ej klarar av att utforma olika "gränssnitt" mot användare utan utbildning för detta, något de inte alltid själva förstår.

Rökdykare bör således anstränga sig för att inte fascineras av den visuella tekniken utan istället metodiskt och professionellt analysera fördelar och eventuella nackdelar med ny visuell teknik.

För att ytterligare förstå innebörden av det som tas upp i detta kapitel framhåller vi följande enkla försök.

"Med endast hjälp av bilden från en videokamera orientera dig på detta sätt under till exempel 10 minuter i en okänd byggnad. Analysera hur din trötthet, stresstålighet, balans mm påverkas. *Författarna tar ej ansvaret för konsekvenser av en sådan utförd test.*

Slutsats

Rökdykare ställer under rökdykningsinsatser mycket höga krav på visuell kvalitet och därmed också mycket höga krav på visuell teknik.

Ju mer vana rökdykare får vid att använda visuell teknik och i kombination med befintliga metoder för rökdykning, så kommer kvalitetskraven och förväntningarna på den visuella tekniken att öka, troligtvis mer markant och snabbare än förväntat.

Krav på visuell kvalitet, militära applikationer

Det finns idag ett tydligt uttalat intresse från flera stora aktörer vilka arbetar med utveckling av militär teknik att även inrikta sig på olika räddningstjänsters behov. Detta framkom tidigt i projektet tex vid konferensen, Defence Simulation Conference, 4-5 december, London, 1995.

Man kan därför förvänta sig att en del av den teknik som utvecklas för militära ändamål eller spin-off effekter av denna utveckling, även kommer att erbjudas rökdykare i allt högre grad. Vidare läggs mycket omfattande resurser ned på att utveckla olika tekniker för artificiellt seende för militära tillämpningar inte minst för olika förarmiljöer, se tex (Aviation Week & Space Technology 1997). Utifrån detta perspektiv gör vi därför följande komprimerade beskrivning.

"Artificiellt seende i strid", "all conditions vision", är två begrepp som innefattar det stora och allt ökande intresset för artificiellt seende inom det militära området. Det finns inom det militära området en lång erfarenhet av artificiellt seende. Till exempel har under många decennier tex specialförband övats till stor del för nattstrid med artificiellt seende som hjälpmedel. Ett allt ökande intresse för att kunna se i dåligt väder, se i mörker och se i rök tillsammans med laserns inträde inom det militära området, har inneburit att det militära området ställts inför vad som kan beskrivas om ett epokskifte initierat av artificiellt seende.

Inom det militära området finns sedan länge omfattande kunskap om hur seendet, klassisk optik (sikten, kikare etc), olika typer av bildskärmar påverkar förmågan att utföra olika uppgifter. Men nya framtagna tekniker för tex bildgenerering kan också förväntas öppna helt nya perspektiv (Biverot, H. 1996).

På samma sätt som för rökdykaren öppnar den nya visuella tekniken för soldaten helt uppenbara förbättringar vad gäller att kunna se under olika förhållanden. Men här finns också stora kunskapsluckor som kan hänföras bland annat till att aspekter som skymnings- och gryningsseende, stress, trötthet och utmattning, ställs mot krav på visuell kvalitet.

Ytterligare ett problem är att utvecklingen till en viss del är teknikstyrd. På 70-talet skapades mörka så kallade datorrum för att bildskärmstekniken inte ansågs klara av de gällande belysningskraven för kontorsarbete. Idag vet vi bättre. Här finns idag paralleller till det militära området avseende de visuella krav som ny teknik ställer på olika militära miljöer.

En rökdykare som tränats för kombinationen av ett visuellt och artificiellt visuellt agerande ställer vid en insats direkt och på kort tid mycket höga krav på den visuella teknik som han använder. Vidare ställer han mycket höga krav på att denna teknik på olika sätt går att kombinera med ett direkt seende när brandröken så tillåter eller när han tex önskar studera brandröken.

Sedan en längre tid tillbaka ställs allt fler rökdykare inför kombinationen av ett visuellt och artificiellt visuellt agerande. Rökdykare får inte ställas inför misstag som en alltför kraftig teknikstyrning tvingat fram.

Som läshänvisning framhålls speciellt FOA-tidningen nr. 5/6 december 1997. Där flera artiklar ges som på ett utmärkt sätt beskriver olika aspekter med koppling till det som förs fram i denna rapport.

"It is, thus, likely that in a paradoxical way the notion of vision will no longer be associated with the human eye, apart from looking at a display screen".

Yves Demay, "Towards all conditions vision. Technological answers to operational requirements" Military Technology, Vol XXI, Issue 12, 1997.

Projektets syfte

Projektets syfte är att förbättra seendet för rökdykare vilka vistas i rök inomhus.

Projektets huvudresultat

Nedan beskrivs i olika kapitel de huvudresultat som arbetats fram i projektet.

Artificiellt seende i brandrök, en ny inriktning för rökdykare

Rökdykare har alltid använt synsinnet för att på olika sätt orientera sig i rökfyllda utrymmen då rökens transmission tillåtit någon form av direkt seende. Likaså har IR-teknikens fördelar vid rökdykning varit väl kända under lång tid.

Under senare delen av 90-talet har emellertid:

- IR-teknik avsedd för rökdykning avsevärt utvecklats,
- kapaciteten på mobil datorkraft ökat kraftigt,
- möjligheter till olika typer av kommunikation ökat kraftigt.

Dessa aspekter bidrar tillsammans att ställa rökdykare inför en ny utmaning som här kallas "ett visuellt agerande i brandrök".

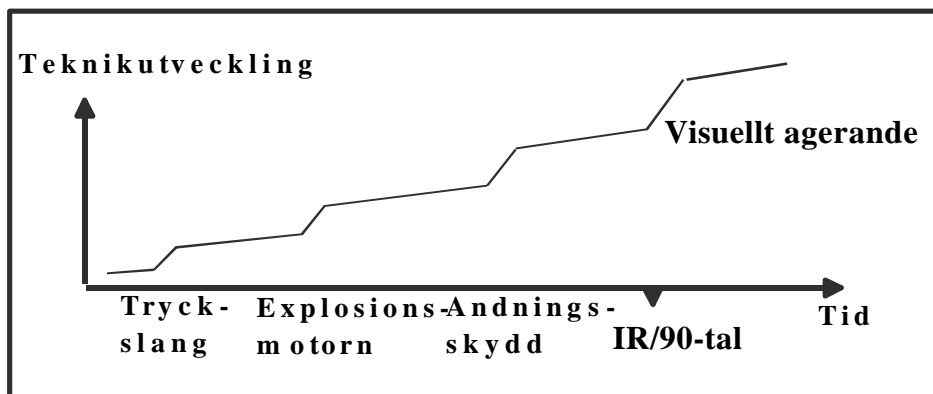
Att i teorin eller i ett laboratorium utföra studier som indikerar att ny teknik på olika sätt kan hjälpa rökdykare att se bättre i brandrök är fullt möjligt. *Men det går inte utan praktiska övningar att förutse de verkliga vinsterna eller de verkliga riskerna som rökdykare kan utsättas för vid användandet av ny teknik.* Tekniken kan till exempel visa sig ej tillräcklig för vissa typer av arbetsuppgifter, arbetsuppgifter som ej testats i ett laboratorium. Tekniken kan också falla till exempel på grund av oväntat tuffa miljökrav.

Samtidigt kan den nya tekniken för vissa uppgifter som ej heller kunnat förutses revolutionera möjligheterna att agera i brandrök

Användningen av ny visuellt teknik innebär också att arbetsmetoderna vid rökdykning måste förändras och nya oväntade situationer kan därför uppstå när traditionella metoder för rökdykning kombineras med nya arbetsmetoder. Detta kan skapa problem som ej i teorin kunde förutses.

Vi har funnit att nya arbetsmetoder metodiskt också måste utarbetas och testas parallellt med att ny teknik testas. Sådana metodiska tester av både nya metoder och nya tekniker är intressanta. I vårt arbetet har vi av flera skäl funnit att sådana tester skapar en anda av entusiasm och uppfinningsrikedom vilket är nödvändigt för att lösa det komplicerade problemet att se bättre i brandrök.

IR-teknikens inträde och de allt större tekniska möjligheter som existerar att överföra information mellan exempelvis rökdykarledare, insatsgrupp samt skyddsgrupp, innebär således att traditionella arbetsmetoder vid rökdykning även måste inriktas mot ett allt mer visuellt agerande, se *figur 4.1.1*.

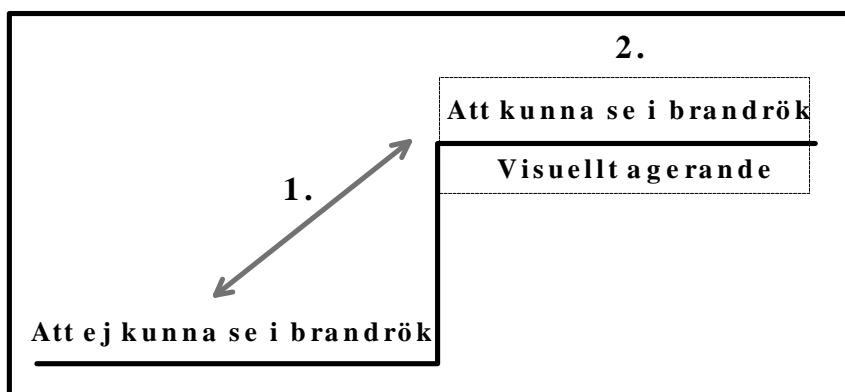


Figur 4.1.1. Figuren indikerar schematiskt hur en traditionell och under lång tid utvecklad och utlärd arbetsmetod för rökdykning under 90-talet i allt accelererande takt även kommer att innefatta ett alltmer ökat visuellt agerande.

Under många decennier har metoder för rökdykning utvecklats och lärts ut till rökdykare. För framtiden måste nu **nya** metoder för rökdykning utarbetas vilka innebär en **samverkan** mellan beprövade metoder för rökdykning och ett visuellt agerande.

Vi finner att innan olika lösningar tagits fram på hur denna **samverkan** skall ske, så måste aspekten **rökdykarens säkerhet** ges högsta prioritet.

I ett arbete med att finna sådana samverkande lösningar är det väsentligt att beakta det som schematiskt beskrivas i nedanstående figur, figur 4.1.2



Figur 4.1.2.

Problemet med **Samverkan** i figur 4.1.1, måste således delas upp i att studera och analysera i enlighet med figur 4.1.2:

- 1) Det stora språnget från att "ej ha sett" i brandrök till "att se" i brandrök.
- 2) Visuella krav vid visuellt agerande i brandrök.

Utan denna uppdelning riskeras att krav på visuell teknik kommer att ställas allt för låga. Punkt 1) kan tex innebära möjligheten att med IR-kameror "se" i brandrök. Detta stora genombrott kan innebära att punkt 2) riskerar att ej beaktas tillräckligt.

Inom ramen för projektet finns stor erfarenhet av hur trötthet påverkar oss när vi skall utföra olika visuella bedömningar. Vid Belysningslära på KTH och vid Institutet för Optisk Forskning i Stockholm har tillsammans ett 40-tal olika visuella så kallade "komfortstudier" och "prestationsstudier" utförts och presenterats under de senaste 15 åren. En genomgående erfarenhet från samtliga dessa studier är att försökspersoner vilka deltar i dessa studier och som:

- befinner sig i en lugn och avstressande atmosfär,
- befinner sig sittande,
- arbetar utan tidsgräns,

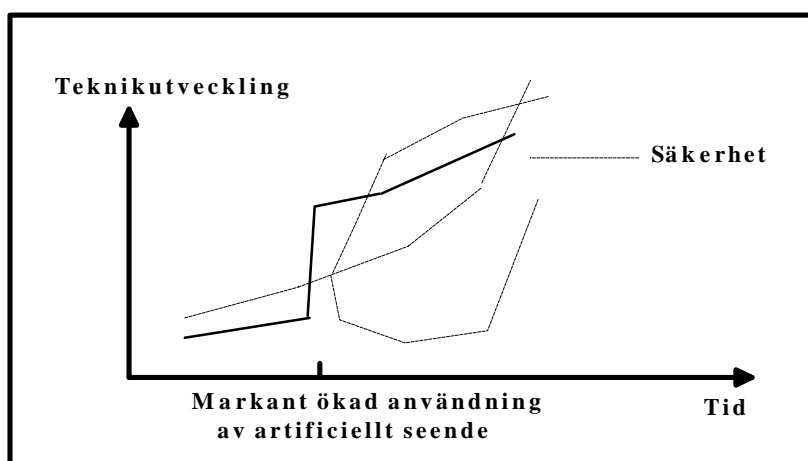
efter ca 20-30 minuter blir så uttröttade att detta avspeglas i testresultaten.

Vid visuella prestationsstudier kan detta även uppnås redan efter 15 minuter i samma lugna atmosfär.

Denna erfarenhet markerar tydligt behovet av att förutsättningslöst studera det som benämns punkt 2. ovan fristående från det som benämns punkt 1.

Sammanfattning.

I jämförelse med de under decennier utarbetade och beprövade metoderna för rökdykning är den här antydda och delvis påbörjade "visuella inriktningen" oprövad. Även om IR-tekniken erbjuder ett genombrott och därmed väsentliga förbättringar för vissa typer av rökdykarinsatser, så är vår kunskap om de praktiska konsekvenserna, både positiva och negativa, av ett visuellt agerande vid rökdykning ej omfattande. Detta sammanfattas i *figur 4.1.3* nedan.



Figur 4.1.3. Grafen *indikerar* en osäkerhet vad gäller rökdykarens säkerhet vid en markant ökande användning av artificiellt seende tillsammans med en ökad användning av visuell information visad för rökdykaren under en insats.

Dagens IR-teknik avsedd för rökdykare

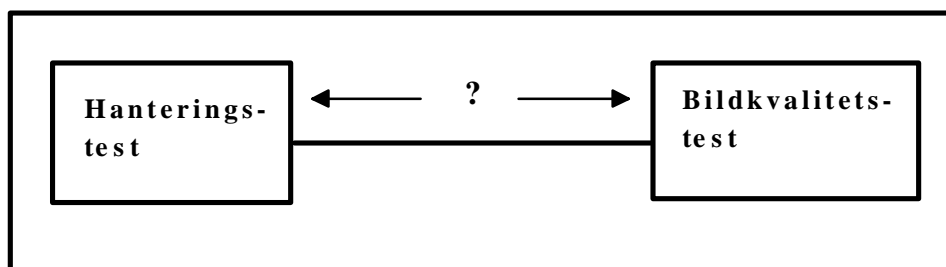
Test av IR-kameror.

I ett samarbete med Lars Hedström och personal vid Södertörns Brandförsvarsförbund, samt personal vid Räddningsskolan vid Berga Örlogsskolor, har fyra olika IR-kameror testats i praktisk tillämpade försök. Detta arbete har avrapporterats i rapporten "**IR-kamera för Rökdykning**" (Lars Hedström), **rapport från Räddningstjänstavdelningen R53-157/96**.

Detta projektarbete som pågick under vintern och våren 1996 visade på betydligt större svårigheter än väntat med att föreskriva praktiska testmetoder med relevans för både:

- rökdykning,
- teknisk specificering av IR-kameror,

vilket är schematiskt beskrivet i *figur 4.2.1* nedan.



Figur 4.2.1. Figuren indikerar svårigheten med att designa en test som innefattar en balans mellan fysikaliska avbildningstester och hanteringstester för IR-kameror avsedda för rökdykning.

Resultatet av denna studie visar att de testade IR-kamerorna är ett stort hjälpmedel vid rökdykning, men vi fann för de kameror som testades att för specifika tillämpningar behövde tekniken förbättras.

En fortsatt analys av resultaten från detta projekt tillsammans med resultat från kompletterande tester med IR-kameror på Räddningsskolan vid Berga Örlogsskolor visade att:

a) De kritiska parametrarna för de IR-tekniker som används i IR-kamerorna är, **dynamik, blooming** och **spatiell/rumslig upplösning** i fallande angelägenhetsgrad.

Speciellt viktigt är det att "orienteringsbilden av rummet (rum i vid bemärkelse)" ej störs ut av höga temperaturer. I flera av de praktiska testerna beskrivna i rapporten sker ej detta, men vid tex simulerad tunnelbrand och simulerad fartygsbrand stördes bilden ut. Behovet av en "intakt orienteringsbild av rummet" är väsentligt att beakta.

b) Praktiska test utförda i Räddningsskolans lokaler vid Berga Örlogsskolor visar att det kan vara tröttande att orientera sig med hjälp av de olika IR-kamerorna

under längre tider, tex längre än 15 minuter. Förutom problem med bildkvaliteten från de testade kamerorna (se rapporten) så upplevdes skillnaden mellan det visuella perspektivet och det visuella perspektiv som IR-kamerornas bilder ger åt betraktaren som besvärande. Detta speciellt när olika praktiska moment skall utföras. Man kan tex ha svårt att föra sin hand mot ett föremål med hjälp av IR-kamerans bild. Detta problem kan lösas med hjälp av träning.

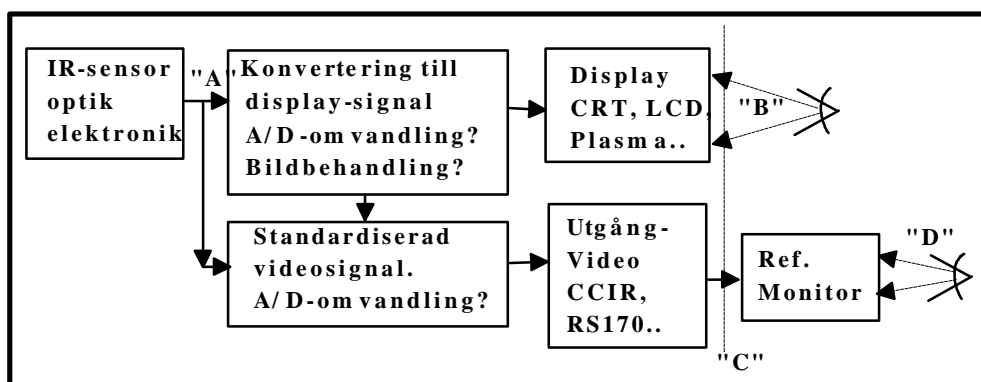
Ytterligare tester med de på Berga Örlogsskolor testade IR-kamerorna visar att stor vikt måste läggas vid att på olika sätt "avskärma" den för rökdykaren visade bilden från omgivande belysning, oavsett om denna visas på en liten bildskärm eller med någon form av projicerande teknik. Det finns troligtvis en god vinst bildkvalitetsmässigt att hämta i en visuellt väl vald avskärmning av bild från omgivning.

Svårigheten att rangordna IR-systems avbildande egenskaper.

(Med hänvisning till figur 4.2.2 nedan)

Det rökdykaren i detta tänkta IR-system ser är en bild "B" och kvaliteten på denna bild blir för honom en av flera avgörande faktorer för bedömning av IR-systemets funktion. I en jämförelse mellan olika IR-system kan de olika blocken angivna i figur 4.2.2, ha olika kvalitet. Detta försvårar en direkt jämförelse mellan olika system.

Till exempel kan en olycklig displaylösning "B" har valts trots att "A" och "C" och "D" ger hög kvalitet i jämförelse med andra IR-system.



Figur 4.2.2. Figuren visar en möjligt och grovt blockschema för ett IR-system.

Figur 4.2.2 visar även en väsentlig aspekt som inte tillräckligt beaktats när det gäller att karakterisera och rangordna olika IR-system.

Punkterna "A" och "C" i figuren kan kontrolleras med hjälp av fysikalisk mätteknik. Däremot måste kontrollen av kvaliteten på "B" och "D" till stor del ske både genom "metodisk visuell utvärdering" (Liljefors, A. 1997) och med hjälp av fysikaliska bildkvalitetsmätningar. En sådan bestämning omfattar flera parametrar både visuella som fysikaliska.

I har idag kunskap för att kunna bestämma om en eller flera av de uppmätta parametrarna avsevärt bidrar till att försämra bilden. Däremot har vi ej tillräcklig

kunskap för att rangordna bildkvalitetsparametrar för att avgöra om en bildkvalitet är bra eller rent av mycket bra.

Samtliga kända bildkvalitetsparametrar är också beroende av den belysning (det "rum") som omger bildskärmen på IR-systemet.

Vid tester som inte avser miljökrav av olika IR-system är det ibland nödvändigt att använda en kvalitetsreferens. Ett exempel på en sådan IR-referens ges i **kapitel 4.3** nedan.

IR-teknik för rökdykning.

De IR-kameror som idag marknadsförs har givits allt förbättrade egenskaper och diskussioner med såväl leverantörer av IR-teknik som användare och potentiella användare indikerar ett ökat intresse för IR-teknikens möjligheter vid rökdykning. De olika IR-kameror som idag erbjuds som hjälpmedel vid rökdykning ger markant förbättrade möjligheter att:

- effektivare ingripa för släckning och livräddning,
- uppfatta risker för personskador,
- finna personer i brandrök i olika typer av utrymmen,
- finna bränder dolda av rök,
- detektera glödbränder,

och olika typer av tester i dessa avseenden har genomförts och planeras.

Ytterligare en fördel med att använda dagens tillgängliga IR-teknik vid rökdykning, som inte nog kan poängteras, är att denna "tvingar" användaren till ett "visuellt agerande" vid rökdykning. Att snabbt erhålla sådan kompetens är helt nödvändig för räddningspersonal då utvecklingen av visuell teknik kommer att gå allt snabbare.

"IR-kameran för rökdykarledaren"

Sammanfattning.

Metoden: IR- kameran för rökdykarledaren.

Metoden innebär kortfattat att en högkvalitativ IR-kamera ställs in (även mobilt), i ett rökfyllt rum och att rökdykarledaren som står utanför detta rökfyllda rum på olika sätt kan med hjälp av IR-bilder leda verksamheten.

Metoden som testats i mindre skala innefattar användandet av *state of the art* - IR-teknik.

Metoden förbättrar markant möjligheten att rädda personer vilka befinner sig i fara i större rökfyllda lokaler.

Arbetet med detta delmoment har också inneburit att projektet givits en *state of the art* - kvalitetsreferens för möjligheten att se artificiellt i brandrök. Detta innefattar även möjligheten att med högsta noggrannhet mäta temperaturer i rökfyllda rum i ett stort antal mätpunkter, 307200 stycken mätpunkter, inom en given mätvinkel. IR - momentet i projektet avslutades med rapporten:

Förbättrat seende i brandrök.

Ett projekt initierat och finansierat av:
Statens Räddningsverk.

En kondenserad arbetsrapport för delprojektet: "IR-kameran för rökdykarledaren".

Bo Persson, KTH. Håkan Ragell, Göran Arredal,
Kenneth Johansson, Tomas Holmertz, Stockholms Brandförsvär,
Jan-Åke Andersson Agema Infrared Systems AB,
Hans Spets, Statens Räddningsverk.
Maj 1997

Videodokumentation.

Den slutliga testen av metoden "IR-kameran för rökdykarledaren" videofilmades. Videofilmen visar dels det den högkvalitativa IR-kameran "såg" men även det som en Hi8-videokamera "såg". Denna bars av rökdykare inuti brandhallen i tät brandrök (diesel, däck och träpallar eldades) och visade således det rökdykarna såg i brandröken. De båda kamerorna filmade samtidigt.

Detta moment av projektet har presenterats vid en rad olika seminarier.

Slutsaten är att först då såväl lekmän som räddningspersonal ser videofilmen, så inses den nya metodens fördelar till fullo.

För ytterligare information om momentet "IR-kameran för rökdykarledaren" kontakta medförfattarna Håkan Ragell eller Hans Spets.

Intelligent belysning - Steg I

Med intelligent belysning menas:

a) En belysning vars egenskaper anpassats efter synsinnet olika funktioner med inriktning på seende i brandrök,

Steg I.

b) En belysning som automatiskt förändrar belysningsparametrar efter rökens varierande karaktär,

Steg II.

c) En belysning/handlampa som även arbetar i kombination med nära IR-kännande videoteknik, detta i kombination med förenklad bildbehandling,

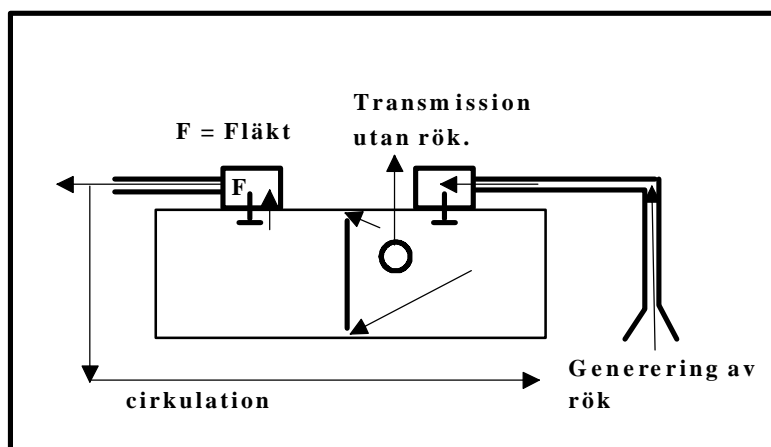
Även Steg II.

Intelligent belysning - Steg I.

En prototyp till ny rökdykarhandlampa har utvecklats. Tester utförda i konstgjord vit rök visar att denna handlampa ger påtagligt förbättrat "seende i brandrök".

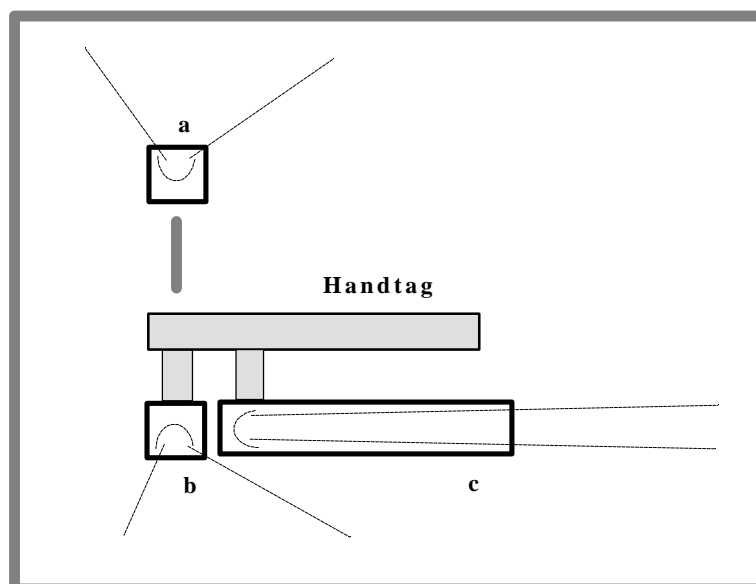
I detta arbete har förutom författarna även Karl Gösta Wallin, Enköpings brandförsvär, samt Håkan Larsson, Photac, deltagit.

Försöken, som utförts vid Enköpings brandförsvares övningsanläggning och uteslutande hittills i konstgjord rök, gav ett oväntat positivt resultat. En omfattande försöksserie avseende handlampors belysningsegenskaper och som bland annat baserats på en i projektet utvecklade rökkammare se *figur 4.4.1* kortades ned avsevärt när det stod klart att den framtagna principen för en intelligent handlampa påtagligt förenklade för en rökdykare att söka sig fram i konstgjord rök.



*Figur 4.4.1. Figuren visar en principskiss för en rökkammare ca 60*40*30 (cm) och som byggts för att studera belysningsegenskaper i olika typer av brandrök.*

När teoretiska kunskaper om synsinnets funktion applicerades, speciellt avseende adaptation, fototropism och ströljuskänslighet på den första prototypen visade praktiska test att teori och praktik överensstämde över förväntan.



Figur 4.4.2. Figuren visar schematiskt principen för Intelligent belysning-Steg I.

Vi har funnit vilket framgår av *figur 4.4.2* att det nedåtriktade ljuset (b) ger betydligt förbättrat seende nedåt. Rökdykaren ser var han sätter sina fötter.

Vi utförde en praktisk test där två erfarna rökdykare fick avancera framåt i tät konstgjord rök, med och utan den nedåtriktade belysningen. Försöksledaren slog av och på denna efter eget tycke.

Försöken visade tydligt att det nedåtriktade ljuset ger ett snabbare sökförfarande och upplevs som mycket positivt när man väl en gång fått testa detta.

Iakttagelser av en erfaren rökdykare som använt prototypen i ett praktisk test i tät vit konstgjord rök indikerar att söktiden i ett rökfyllt rum påtagligt kan förkortas.

I *figur 4.4.2* framgår att det nedåtriktade ljuset kombineras med ett uppåtriktat diffuserat ljus (a). Detta gör att rökdykaren oavsett om han befinner sig i mycket tät rök eller i rök som håller på tätar (tex så att ett innertak fortfarande kan skönjas) erhåller ett "visuellt rum" som med enkla tester befunnits förbättra:

- balans,
- orientering,
- möjlighet att se kollegan (även på längre avstånd).

Detta belysta "visuella rum" har på teoretiska grunder givits färgen rött. Flera praktiska tester av detta visar att teori och praktik överensstämmer väl.

Detta "visuella rum" får inte påverka rökdykarens förmåga att se/söka med den framåtriktade ljuskällan. Och underlag för en intelligent automatisk ljushetsstyrning av ljuset är framtaget så att detta inte skall ske.

När både det nedåt- och uppåtriktade ljuset är påslaget ser man rökdykaren tydligt i siluett på ett givet avstånd i rök. Tas det nedåt- och uppåtriktade ljuset abrupt bort kan rökdykaren försvinna för betraktaren så när som på ljuset från handlampan som är riktat framåt.

Det nedåtriktade ljuset kan även användas för att avläsa lufttryck etc utan att påverka synsinnets adaptation nämnvärt.

Den del av lampan/ljuset som riktas framåt har konstruerats efter olika teoretiska överväganden vad gäller ljusspridning och ljushet. Detta gäller speciellt hur långt fram från ljustrålen i brandröken skall avskärmats. En test redovisad i diagrammet i *figur 4.4.3* nedan indikerar att teori och praktik överensstämmer.

Våra tester i konstgjord tät vit rök visar att helt avgörande för hur bra en handlampa fungerar när man söker efter föremål och personer är hur bra rökdykaren "för första gången kan detektera" föremål som plötsligt dyker upp i ljusbilden.

När man först detekterat ett föremål i rök, tex en dörr, med hjälp av ljuset från en lampa, så kommer detta föremål under några sekunder att visuellt förstärkas på samma sätt som en automatisk exponeringskontroll i en videokamera anpassar till det rådande ljuset.

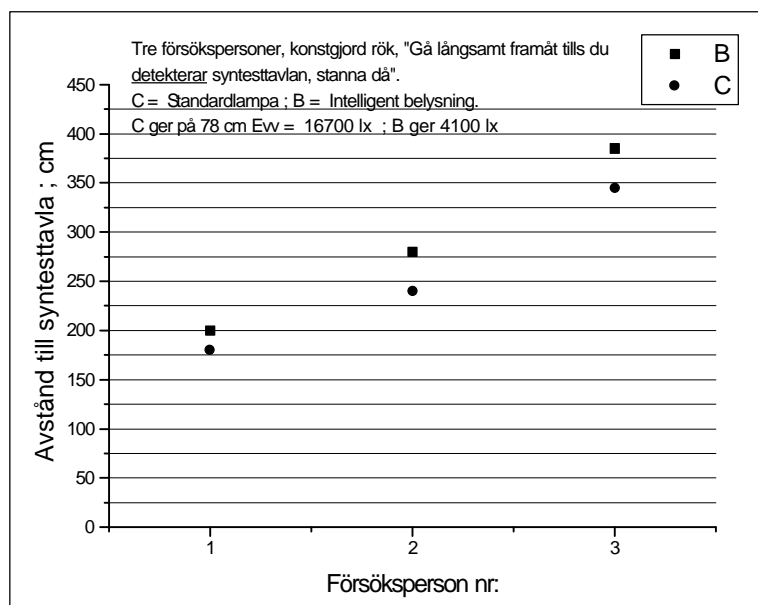
Vi finner därför att synskärpetester av den typ som vanligen används vid *syntestundersökningar* är av sekundärt värde i detta fall. När väl synsinnet "ställt in den rätta exponeringen" vid detektion kan man backa bort "något" från föremålet i röken och fortfarande se föremålet men nu på ett längre avstånd när synsinnet "vet" hur det skall exponera och tolka. En indikation på detta ges i *figur 4.4.4*.

En osäkerhet i de redovisade testerna är att den konstgjorda rökens densitet alltid varierar, trots att vi i testerna väntat tills vi bedömt att en någorlunda konstant transmission erhållits.

Denna visuella vinsten som vi funnit i jämförelse mellan en testad handhållen standardlampa i *flera tester* och avseende *detektion* kan beskrivas som: *ett steg framåt*. Kommer detta att stå sig i eventuellt fortsatta tester i riktig brandrök är den visuella vinsten i en verklig rökdykarinsats markant.

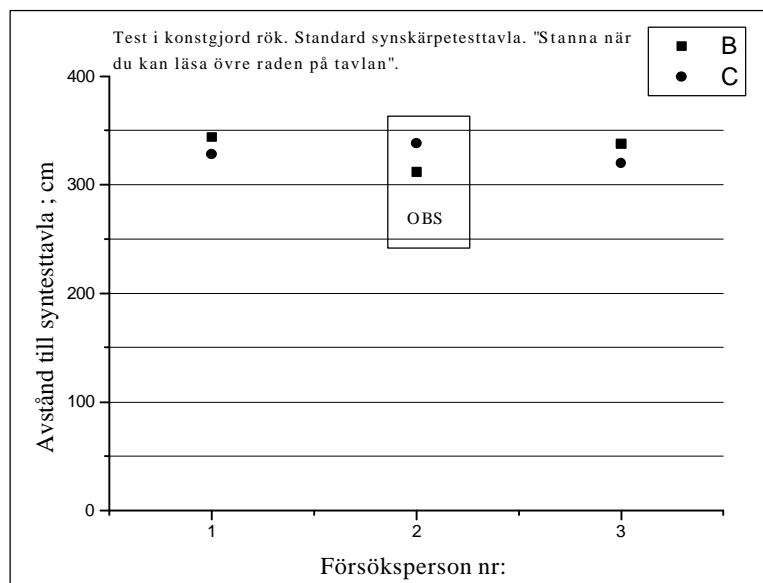
Tre prototyper har konstruerats och den sista prototypen, Prototyp III, har försett med två framåtriktade lampor den ena ca 4:gg "starkare lampa" (fyra gånger mer ljusflöde, 4 x F (lumen)) än Prototyp II. Men det är inte givet att ett ökat ljusflöde ger en visuell förbättring. Här kan finnas anledning att införa intelligent styrning beroende på rökens densitet och färg.

Trots att den andra utvecklade prototypen, Prototyp II (B i diagrammet) i jämförelse med en standardhandlampa för rökdykning (C i diagrammet) har 4 ggr lägre uppmätt vertikal belysningsstyrka E_{vv} (lx) på ett givet avstånd, men dubbelt så stor ljusbildsvinkel, så vinner Prototyp II i detta test. Flera beaktade egenskaper hos synsinnet bidrar troligtvis till detta.



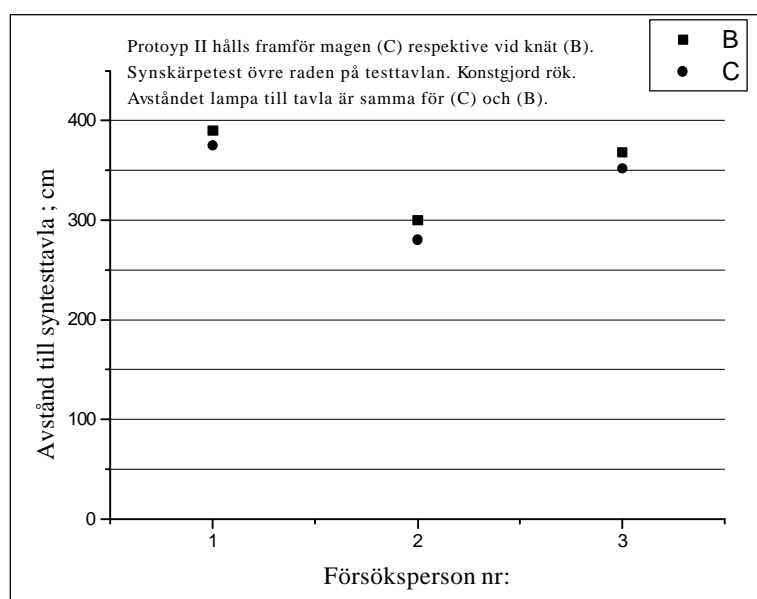
Figur 4.4.3. Resultat av visuell test med Intelligent belysning.

I ett mer traditionellt synskärpetest redovisat i *figur 4.5.4* nedan vinner Prototyp II i två av tre fall.



Figur 4.4.4. Resultat av visuell test med Intelligent belysning.

Prototypen bygger på att flera visuella principer beaktas. Diagrammet i figur 4.4.5 visar effekten av hur prototypen hålls.



Figur 4.4.5. Resultat av visuell test med Intelligent belysning.

Flera förslag finns utarbetade på hur denna nya lampa skall förses med "intelligens" i ett kommande Steg II.

Omfattande forskning vid Institutet för Optisk Forskning i Stockholm vad gäller sk. adapterande displayer ligger bakom detta förslag (Persson, B. et al 1994).

Möjligtvis kan tester med Prototyp III utförda i riktig brandrök "gå åt ett motsatt håll". Men på teoretisk grund bör detta inte ske. Svart rök ger ej samma ströljusproblem med diffuserat ljus från lampor som vit rök. Oavsett utgången av framtida tester vet vi att möjligheten att även lysa upp golvet nedåt alltid kommer att vara positivt.

Avslutande enkla praktisk tester med betydligt starkare halogenlampor lampor visar att den visuella vinsten i flera fall blir marginell och i några fall har "starkare" lampor givit motsatt visuell effekt i vit konstgjord rök.

Sammanfattning.

Utförda tester med olika prototyper visar på ett oväntat positivt resultat. I en fortsättning bör erfarna rökdykare testa dessa nya principer och ingående utvärdera det vi kallar: Intelligent belysning Steg I.

Att det nedåtriktade ljuset ger fördelar inses teoretiskt. Att däremot det uppåtriktade ljuset som skapar ett "rum" runt rökdykaren eller rökdykarna också ger positiva effekter finner vi måste inses genom praktisk test.

Vi har tagit fram flera olika principer för hur olika "automatiserade funktioner" av lampan kan förbättra seendet men detta bör lämnas tills de nu framtagna principerna utvärderats praktiskt. Kanske ger det vi kallar Steg I den största visuella vinsten.

Intelligent belysning - Steg II

Intelligent belysning, Steg II innebär som tidigare nämnts att följande tekniker samverkar:

- Adapterande belysning dvs en belysning som anpassar egenskaper som ljushet, färg, ljusbildsvinkel, kantskärpa på ljusbilden efter rökens egenskaper som transmission och färg.
- Nära IR-kännande videokamerateknik, vilken något förbättrar seendet i rök.
- Medelvärdesbildande kamera/dator-teknik, förbättrar seende något i brandrök.
- Ljuskänslig kamerateknik, förbättrar seende i brandrök.

Under projektets Fas II, se *figur 1.2*, har dessa metoder testats var för sig i enkla test. Dessa test visar att samtliga moment kan förväntas var för sig ge förbättrat artificiellt seende i brandrök. Till exempel har på KTH enkla tester utförts med en nära IR-känslig kamera med belysning från strömsnåla "nära-IR-dioder".

Denna slutsats har även stämts av med experter på kamerateknik och militär sensorteknik.

Avsikten är att samtliga moment skall kunna integreras med det som vi benämner Intelligent Belysning Steg I. Kanske kan denna teknik sammantaget bäras på en arm för att på sätt inte hindra rökdykaren. Sträcks armen fram genom röken mot ett dolt objekt ger detta i sig en visuell vinst. Troligtvis kan momenten inrymmas i en och samma videokamera kopplad till en liten bärbar dator för enkel bildbehandling.

Intelligent belysning Steg II innebär att bilden från den lilla videokameran visas för rökdykaren.

Tester med standard CRT-bildskärmsteknik vars bilder reflekterats i speglar monterade framför en hjälm tillsammans med enkla tester med bärbara LCD-displayer visar att bilden som skall visas för rökdykaren oavsett bildsensorer "initialt" skall läggas ovanför rökdykarens vanliga synfält.

Inget får initialt "visuellt störa" rökdykaren i praktiken som vi ännu ej känner effekterna av.

Observera att den angivna tekniken ej fungerar i tät rök och att denna teknik därför alltid kommer att konkurrera med ett direkt seende.

Medelvärdesbildande kamerateknik.

Ett enkelt bildbehandlingsprogram som ej arbetar i realtid har testas i projektet vilket visar på positiva effekter av medelvärdesbildning, gråskalemanipulering samt spatial/rumslig filtrering av successivt visade, svart/vita TV-bilder eller IR-bilder. Speciellt gäller detta bilder som simulerar situationer där objektet, tex en person vilken ligger i ett rökfyllt rum, ligger stilla medan röken varierar i tid och rum. Se *figur 4.5.1* nedan.



Figur 4.5.1. Figuren visar en bild från ett bilbehandlingsprogram. Bilden är tagen från ett program som använts i projektet för att studera effekten av medelvärdesbildning av videobilder.

A = Ursprungsbilden i programmet.

B1, B2... = 8 stycken simulerade rökbilder.

Därefter sammanfogas bild A med varje bild: B1 tom B8.

A reduceras först till få gråskalor. Dessa 8 bilder visas ej men kallas: AB1, AB2, AB3 osv.

$C1 = AB1$, $C2 = (AB1 + AB2)/2$, $C3 = (AB1 + AB2 + AB3)/3$, osv.

Här sker medelvärdesbildningen.

I en verklig situation skulle röken variera men flickan kanske vara stilla. I en medelvärdesbildning "växer" då bilden av flickan fram.

Bilderna D är den sista medelvärdesbildade bilden även i förstoring. Flickan syns ej.

Bilden D,s gråskaleinnehåll visas i D1. Subtraktion av gråskalan ger D2.

Multiplikation av D2 (gråskalan) ger D3, även bilden D3.

E bildas efter ett antal bildbehandlingprocedurer.

OBS denna programbeskrivning haltar på flera punkter i jämförelse med en verklig situation, men varje delsteg i en sådan bildbehandlingsprocess kan med fördel testas på detta sätt.

Metoder i analogi med detta har påvisats redan på 60-talet, (Pratt, W.K. 1978).

Medelvärdesbildning tillhör grunderna i bildbehandling, *men* i detta projekt har intentionen även varit att *också optimera bildkvaliteten i förhållande till:*

- *bildskärmens bildkvalitetsegenskaper,*
- *omgivande belysnings egenskaper,*
- *betraktarens adaptation, aktuella fototropism, mm,*
- *begreppen "visuell komfort" och "visuell prestation",*

Detta utföres troligtvis för första gången i detta projekt. Det utvecklade bildbehandlingsprogrammet kan således användas som ett generellt testverktyg och bilder tagna i faktiska situationer kan användas i programmet.

För att undvika flimmar måste samtliga bildberäkningar i praktiken anpassas till 85Hz bildfrekvens. Detta gäller speciellt ljusa bilder (bilder med hög luminansbildbelastning).

Sammanfattning

I programmet summeras varierande och simulerade "rökbilder" tillsammans med en objektsbild, ett porträtt, vilket innehåller information som en successiv medelvärdesbildning tar fram allt mer.

Är det möjligt i praktiska test i brandrök påvisa att man med både IR-teknik och traditionell TV-teknik kan extrahera sådan "objektsinformation" vilken ej kan ses med "ögat" i rök erbjuder denna bildbehandlingsteknik stora fördelar.

Av speciellt intresse är att kombinera denna bildbehandlingsteknik med en videokamera med inbyggd kompensering för skakningsoskärpa i kombination med hög ljuskänslighet. Detta har testats i en enkel test med två olika videokameror i tät brandrök i Stockholms brandförsvares övningsanläggning i Ågesta. Resultatet av denna enkla test indikerar att kombinerad videoteknik kan ge ett markant förbättrat seende i brandrök när röken tättnar eller minskar.

Bildkvalitetskrav ställd på bild visad för rökdykare

De bildkvalitetskrav som anges nedan skall ses som ett underlag för framtida analys och diskussion.

Förslaget bygger på att resultat och erfarenheter framkomna i detta projekt kombinerats med resultat av omfattande synergonomisk forskning om bildskärmsprovning och tillämpningar med mobila bildskärmar (Persson, B. et al. 1992 ; Schenkman, B. & Persson, B. 1998) vid AB Institutet för Optisk Forskning i Stockholm. Speciellt framhålls arbetet med utveckling av bildskärmsprovningmetoder i enlighet med de provningsmetoder som föreskrivs i MPRII. Vidare bygger förslaget på resultat från forskning om sk.videobaserade ljustekniska instrument vilka arbetar i realtid (Persson, B. 1985).

Som komplettering och för att "bekräfta" beprövad kunskap har olika för rökdykning relevanta bilder genererats och visats på bildskärmar av CRT- och

LCD-typ. Bildernas karakteristik har varierats och studerats. Se speciellt även "Verifiering" nedan.

Krav på visad rörlig bild visad för rökdykare under rökdykarinsatser.

1) Bilden skall ha en bildrepetitionsfrekvens på minimum 85Hz

Kommentar.

Kunskap om upplevt flimmer samt ny kunskap avseende icke visuella effekter av i tiden varierande fysikaliska ljusflöden presenterade på Ljusforums Symposium: Flimmer, den 21 november, Stockholm 1996, ligger bakom detta förslag. Tekniken för att uppnå dessa bildrepetitionsfrekvenser finns tillgänglig och på förslag sätts 100Hz alternativt 120Hz som ett *börkrav*. De två förslagen hänförs till Europeisk TV-standard (CCIR/50Hz) alternativt till Amerikansk standard (RS-170/60Hz).

En rökdykare skall inte besväras av flimmer.

2) Bilden skall ha en minimiupplösning på 256*256 bildelement.

Kommentar.

Praktiska studier inom projektet med olika visade bilder på bildskärm ligger bakom detta förslag. Bland annat så har bilder skrivits ut på en skrivare och jämförts med bildskärmsbilder. Speciellt behovet att kunna orientera sig i rum ligger bakom detta krav. En bild med minimum 256*256 bildelement ger troligtvis möjlighet till detta. Storleken på bilden påverkar givetvis här bildkvaliteten. Kravet på minimum 85Hz ovan ställer stora krav på snabbhet vid bildbearbetning.

En bild visad för rökdykare kommer att bearbetas i realtid i en dator. I denna bearbetning kommer olika bildförbättrande åtgärder att ske. Vidare kommer visuell information att läggas till bilden. För att detta skall ske utan flimmer och utan att bilden upplevs långsam så måste antalet bildelement i bilden (pixlar) hållas nere. Men detta får ej ske på bekostnad av bildkvaliteten. Här ligger en avvägning som endast kan undersökas i praktiken. Bildens storlek kontra upplösning är givetvis den kritiska frågeställningen men kravet på 85Hz styr upplösningen.

3) Bilden skall som ett minimum innehålla 32 gråskalor alternativt 64 gråskalor.

Kommentar.

Praktiska studier visar att det är möjligt att upptäcka en ca 3% avvikelse i luminans (L_v cd/kvm) mellan två aktivt vita fält på en bildskärm om kanten mellan dessa fält är skarp. Tas denna skarpa kant bort mellan de olika fälten kan först en avvikelse på ca 5% - 8% upptäckas. Huruvida 32 alternativt 64 gråskalor är ett minimum kan först visas i praktiska tester med en given bildkälla, tex en IR-kamera.

Färre gråskalor förenklar omfattande realtidsbearbetning av bilden.

För en gråskalebild brukar man ange 100 gråskalor som nödvändigt för god bildkvalitet. Men ju fler gråskalor desto mer tung bildbehandling

4) Ljushetsjämnheten över bilden får ej variera mer mätt fysikaliskt som en luminansjämnhet (L_v cd/kvm) på 10%.

Kommentar.

Kravet bygger på erfarenheter från bildkvalitetsforskning och bildskärmsprovning. Kravet är strängt. Troligtvis skall bildens ljushet manipuleras framförallt ut mot kanterna för optimal visuell kvalitet, men bildskärmens eller den projicerade bildens uppnådda ljushetsjämnhet är en väsentlig visuell parameter.

En rökdykare skall ej behöva belastas med att se en bild med uppenbara ljushetsvariationer. Dock får ej väsentlig information undanhållas rökdykaren.

5) Icke aktiva delar i visad bild får ej uppta en större synvinkel än 0.06 - 0.1 mradianer (mrad).

Kommentar.

Detta är första gången detta krav ställs (här som ett förslag). Synsinnets adaptation och omgivningsbelysning påverkar hur störande de icke aktiva delarna av bilden är. På tex LCD-bildskärmar vilka betraktas på nära håll eller som projicerad "LCD-bild" syns ibland ett mycket störande rastermönster "mellan de aktiva bildelementen".

Den negativa effekten av detta kan förstärkas om LCD-tekniken mycket höga kantskärpa ej beaktas när kontrasten på bilden ställs in.

Detta förslag avser att inverkan av ett sådant störande rastermönster ej skall ses.

I den Internationella ISO-standarden för bildskärmar ISO-92341, anges "Fillfactor" vilken beräknas som:

Fillfactor = (Den del av ett bildelement som kan förändras i ljushet/den totala arean avsedd för detta bildelement).

Studier har visat att denna parameter är alltför oprecis vad gäller att "beskriva" störande rastermönster.

Bakom förslaget ligger upprepade studier med fyra försökspersoner med stor vana av visuella studier. Dessa studier som bygger på observation av rastermönster i samband med visade rörliga bilder och att avståndet till en bildskärm varieras. Osäkerheten i upprepade test är ca +/- 0.003 mrad.

Denna angivelse gäller speciellt bildskärmsteknik där bildelementen har så hög kantskärpa att det kan bedömas som om mättekniken avsedd att mäta kantskärpan i sig utgör begränsningen bland annat på grund av ströljus från optik och olika optiska filter.

Erfarenheter från arbeten med sk hjämbaserade displayer (HMDs, Helmet Mounted Displays) indikerar att man störs av icke aktivt rastermönster som upptar en synvinkel på 0.3 mrad och att störningen "börjar att verka störande" vid 0.2 mrad vilket ytterligare stärker detta förslag. Detta krav skall ställas och testas mot känd kunskap om synsinnets upplösning.

Rökdykare skall ej belastas visuellt med icke aktiva mönster i visad bild.

6) Ljusheten på bilden visad för rökdykaren måste adaptera till omgivningsbelysningen så att ett komfortabelt kontrastförhållande mellan bild och bakgrund och generellt till omgivningen uppstår.

Kommentar.

Erfarenheter av forskning utförd vid Institutet för Optisk Forskning indikerar att utan en sådan ljushets- eller kontrastadaptation riskerar betraktaren av bilden att tröttnas fort.

Den tekniska metoden för en sådan adaptation är enkel, primärt därför att som en första approximation kan denna adaptation förväntas följa ett linjärt förhållande mellan ljushet på bilden (uppmätt fysikaliskt som luminans (L_v d/kvm)) och ljusheten i det omgivande rummet (fysikaliskt uppmätt som belysningsstyrka E_v (lx)).

Använder en rökdykare artificiellt seende och förflyttar sig mellan ljusa och mycket mörka områden och bildens ljushet ej anpassas, kommer rökdykarens synsinne att adaptera fel. Jämför den visuella upplevelsen med att åka bil in i en mörk tunnel en solig sommardag.

7) Bildskärmen skall kunna ge en bild med linjär visuell dynamik (se även 3) vid luminansnivåer ned till 0.5 - 2.0 cd/kvm.

Kommentar.

Bildskärmen måste kunna visa bilder med låga ljusheter, då rökdykaren kan förväntas arbeta i helt mörklagda lokaler.

8) Bildskärmen skall kunna ge en aktiv vit bild med luminansen $L_v = 100$ cd/kvm.

Kommentar.

Exklusiva LCD displayer med luminanser upp till 3000cd/kvm har rapporterats i litteraturen. Standard CRT-bildskärmar kan uppnå ca 200 cd/kvm och konventionella LCD-displayer nära 300 cd/kvm.

Bakom kravet ligger kunskap om hur ljusheter fördelas på olika synobjekt i normal kontorsbelysning.

Rökdykaren kommer stundtals att visas i tex elljus då måste bildens ljushet kunna som ett minimum nå upp till nivån 100 cd/kvm annars kommer bilden att upplevas som för alltför mörk.

9) Luminansmodulationen på tecken visade på bilden skall överstiga 0.75.

Kommentar

Luminansmodulationen är ett fysikaliskt mått som kan kopplas till upplevd kontrast på ett tecken.

Kravet är satt så att både CRT-teknik och LCD-teknik av god kvalitet klarar kravet. Visas bilden som en CRT-bild med alltför många bildelement kan kravet bli svårt att uppfylla. Kontrastdefekter på en LCD bildskärm som inte kan tas bort med hjälp av för operatören manövrerbara tidsfördröjningar kan göra att en LCD-bildskärm ej klarar kravet.

En rökdykare måste kunna se tecken text och symboler tydligt. Omfattande erfarenhet av forskning om bildskärmsprovning indikerar att en luminansmodulation på 0.75 är ett minimikrav. Detta krav måste fortlöpande höjas när displayteknikens utveckling tillåter.

Visas en text med luminansmodulation på 0.5 så upplevs texten som luddig och svårläst.

10) Bildbelastning (Image loading) vid tester skall vara 50%.

Kommentar

När man provar bildskärmar är det väsentligt att en standardiserad testbild för själva provningen används. Är denna vit, 100% bildbelastning, eller grå med tex 50% bildbelastning, så kan detta påverka resultatet.

Bildbelastning kan enkelt bestämmas genom att mäta fysikaliskt medelluminans över hela bildskärmen med testbilden aktiv. Vit skärm skall ge 100% luminans i förhållande till tex testbildens 50%.

Rökdykare kommer i huvudsak att se IR-bilder eller videobilder av olika rum. Detta bildinnehåll skiljer sig tex från bildinnehållet när man skriver på en ordbehandlare. Därför är det mer rimligt att en bild avsedd för rökdykare testas vid 50% bildbelastning och ej för tex 70% eller 80%,s bildbelastning som används vid bildskärmsprovning.

11) Tester av bildskärmsbildens färgegenskaper.

Olika symboler visade på bilderna för rökdykare kan med fördel visas i olika färg för att så sätt framhäva önskvärda kontraster.

Ett allt för flitigt användande av färg ger dock påtagliga visuella problem inte minst ger detta problem med synsinnets ackommodation.

Genom att fysikaliskt föreskriva krav på färgåtergivning med hjälp av skromaticitetskoordinater angivna i ett kromaticitetsdiagram ("färgtriangel") är det möjligt att specificera färgegenskaper för en bildskärm.

Det system som vanligen används kallas CIELUV och koordinaterna motsvarande x- och y-axel i ett sådant kromaticitetsdiagram benämns u' och v' .

Med hjälp av sådana diagram kan man även fysikaliskt föreskriva krav på färgjämnhet etc.

Men observeras bör att fysiken klarar ej av att tillfredsställande beskriva hur vi upplever färg och speciellt inte komplexa färgupplevelser.

När den artificiella visuella tekniken nått en mognad kommer troligtvis diskussioner att införas huruvida det går att för rökdykaren med visad bild bestämma brandgasens olika egenskaper. Här finns en parallell avseende bildkvalitet som handlar om frågeställningen att ersätta röntgenbilder med röntgenbilder visade på bildskärm.

En avgörande fråga för rökdykare vad gäller bildskärmens färgegenskaper blir då hur omgivningen påverkar färgupplevelsen på bildskärmen genom sk färginduktion. Anta att en vit aktiv bildskärm betraktas i ett svart rum. Anta sedan att takbelysningen i detta rum tänds och att denna utgörs av varmvita lysrör, den i kontor vanligen förekommande belysningen. I tänd belysning kommer då den förut vita bilden att se påtagligt blå ut med de färger på plastramen som vi vanligen idag använder på CRT-bildskärmar. Även färger i omgivningen bidrar till att påverka färgupplevelsen.

Betraktas bilden i stället genom ett svart matt rör så att endast bilden syns, sker inte denna färgförändring. Idag saknas praktiska tester för belägga inverkan av detta. För mer information om färg se vidare (Tonnquist, G. 1995 ; Derefeldt, G., Berggrund, U. 1994).

En bildskärm som har uppenbara färgvariationer över den aktiva bilden kommer i framtiden ej att godtagas av rökdykare. IR-tekniken ger möjlighet att mycket noggrant bestämma temperaturer i ett rökfyllt rum. Gråskalan i bilden kan således användas för att göra bedömningar av temperatur. I en livräddningssituation kan rökdykaren komma att ställas inför snabba beslut just baserade på sådana bedömningar av temperatur. Om bildskärmen har en oavsiktlig färgvariation kan således problem uppstå.

Som en första ansats sätts därför kravet på en aktiv vit bildskärm att:

$\Delta u'v' < 0.008$ för den aktiva vita bildskärmen.

Den fysikaliska mätningen tillgår övergripande så att två personer med normalt färgseende visuellt söker de områden på bildskärmen som upplevs ha uppenbara variationer i färg. Dessa anges geometriskt. I dessa punkter mätes det fysikaliska spektrum. Ur detta beräknas $u'v'$ för varje vald punkt och $\Delta u'v'$ beräknas för de valda mätpunkter som avviker mest i färghänseende.

Kravet är tufft med tanke på den extrema miljö som bildskärmarna användes i.

Projicerad bild.

En stor del av de bilder som visas för rökdykaren kommer att handla om olika typer av projicerade bilder. Dessa är svåra att mäta fysikaliskt. Direkta visuella jämförelser med standard bildskärmsteknik öppnar dock möjligheter för fysikalisk provning av projicerad bild.

Verifiering.

Det vetenskapliga underlaget avseende vilka bildkvalitetskrav vi ställer på bildskärmar generellt i arbetslivet är tunt. Vad gäller rökdykning är det vetenskapliga underlaget i det närmaste obefintligt. Därför är det väsentligt att ställa ett förslag, som ett första förslag, vilket sedan skall på olika sätt kritiserats, förkastats eller verifieras.

Det sammantagna förslaget 1) - 11) ställer ett högt krav på visad bild för rökdykare. Vi anser att den kvalitetsnivå som angivits här skall vara en utgångspunkt för såväl kritik som diskussion.

En ny metod för att kunna fastställa krav på seende i brandrök visuellt och fysikaliskt

Vi finner att det idag ej existerar någon metod som med stor visuell och fotometrisk noggrannhet kan användas för att studera och analysera förbättrat seende i brandrök. Inledande litteraturstudier visar även på ett besvärande faktum att rökens densitet bestämdes i olika publikationer efter olika metoder och olika uträkningar av densitet.

Vi fann genom analys att nästan samtliga projektmoment krävde en metod där man med god noggrannhet kunde jämföra seende i brandrök med fysikaliska mätdata baserade på fotometriska metoder. Därför har en metod utarbetats, som ett preliminärt förslag.

Metoden som varken är komplex eller komplicerad bygger på att:

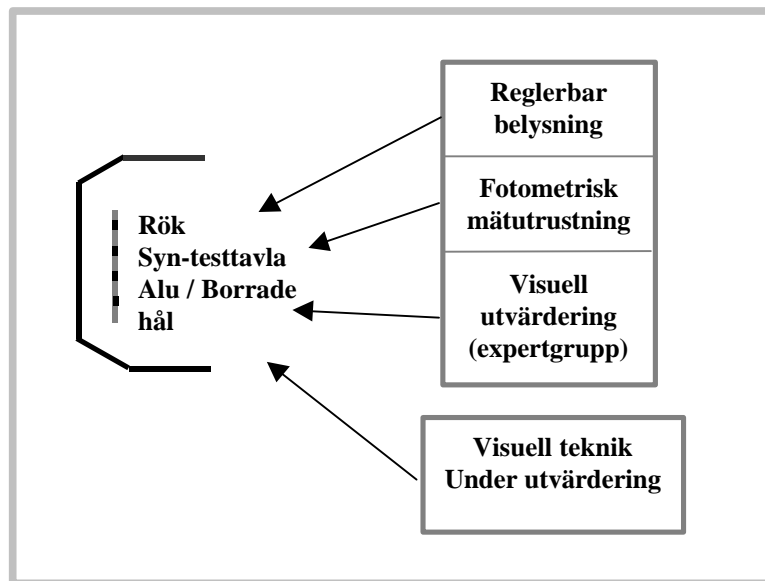
- fysikaliska parametrar mäts avseende brandgasens transmission,
- belysningssegenskaper från den belysning som lyser i eller mot röken mäts fysikaliskt.
- en grupp vana betraktare med hjälp av olika testtavlor, placerade i brandgasen, utför visuella bedömningar av typen visuell komfort och visuell prestation.

och att detta skall ske samtidigt.

Med ett sådant fungerande verktyg kan även ny artificiell teknik utvärderas och analyseras mot både visuella och fotometriska mätdata.

Utrustning avsedd för denna metod inlånades till projektet, men fokuseringen och det positiva utfallet av momenten "IR-kameran för rökdykarledaren och "Intelligent belysning Del I" gjorde att projektresurserna ej räckte till för att driva detta projektmoment.

Det råder dock ingen tvekan om att ett högkvalitativt instrument behövs som ett "förbättrat visuellt och fotometriskt verktyg" för att man noggrant skall kunna studera seende och artificiellt seende i brandrök. I *figur 4.7.1* ges en schematisk överblick av metoden.



Figur 4.7.1. Figuren beskriver schematiskt en metod för att jämföra seende i brandrök med fysikaliska mätdata, samt för att testa ny visuell teknik.

Övriga beaktade tekniker

Alternativ till IR-teknik

En bred informationsinhämtning har gjorts fortlöpande i projektet avseende alternativ till IR-tekniken som mm-Radar, sonar, laserradar mfl.

Tekn Lic. Hans Biverot vid CesliusTech Electronics utförde tidigt i projektet en genomgång över olika tekniker som kan öppna nya möjligheter att se i brandrök.

Studien med 4 olika IR-kameror avsedda för rökdykning uppvisade problem som troligtvis i en fortlöpande utveckling IR-teknik minskar. Men även studier av bilder från sk helt ny så kallad okyld-IR-teknik, baserad på IR-känsliga så kallade stirrande detektorer (FPA, focal plane arrays) visar att det finns ett behov att även söka tekniker som skulle kunna komplettera IR-tekniken. Kanske är det även så att kombinationen av två "seende" tekniker presterar mer än vad som kan förväntas. I militära sammanhang framhålls även behovet av flera kompletterande sensorer.

mm-Radar

På CelsiusTech Electronics i Järfälla har en ny typ av mm-Radar utvecklats avsedd att användas i fordon. Ett första möte har hållits med några ansvariga för denna utveckling. Resultatet av mötet gav för detta projekt en klart positiv indikation av denna mm-radars möjligheter. Vi finner att ett enkelt praktiskt test med denna princip skulle ge flera svar. Vi finner vidare att denna teknik i kombination med IR-kameror skulle öppna ett intressant perspektiv. Kostnaden för produkten bedöms låg. Vi finner vidare att denna teknik med fördel kan användas stationärt i tex tunnlar. Tekniken kan även kompletteras med en presentation och monteras i utryckningsfordon för uppdrag i miljöer med begränsad sikt, tex dimma, snörök och rökfyllda tunnlar.

Gated viewing

En diskussion har förts med Dr. Lennart Svensson vid CelsiusTech Electronics som indikerar att testa av denna teknik är av stort intresse för "seende i brandrök". 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 "sök" rummet framför av. Eftersom detta förfarande också ger avståndsinformation så kan en "karta" av troligtvis "stora rum" ritas upp. Principen är mycket intressant och används bland annat av kustbevakningar som hjälpmedel för att se i dåligt väder.

Mörkerseende optik (NVG - Night vision goggles)

NVG-tekniken finns väl beskriven i (Forsberg, L. & Fransson, K-G. 1990). Flera tester gjorda i andra projekt med sk Generation III teknik indikerar att det kan finnas intressanta tillämpningar för seende i brandrök och specifikt seende i mörka rum. Hur tekniken kan kombineras med övriga tekniker och speciellt med handlampor bör testas praktiskt. NVG- tekniken kräver spektral filtrering av ljuskällor så att dessa ej stör.

Sonar

Kontakter har tagit med specialister på Institutionen för talöverföring och ett patent har hittats i samband med litteratursökningen. Tekniken bedöms som intressant för vidare studier.

Simulering

Simulering, resultat av informationsinhämtning och analys.

Direkt seende.

1. Det råder idag en övertro på möjligheten att simulera visuell verklighet med hjälp av bildskärmar.

Denna övertro bygger på att den visuella kvaliteten på det vi ser okritiskt jämförs med den visuella kvalitet som visade bilder på bildskärmar ger möjlighet till.

Bildskärmars bildkvalitet innefattar bla följande aspekter:

- lysande färger,
- felaktigt perceptuellt perspektiv i jämförelse med verkligt seende,
- mycket låg ljushet i förhållande till verkligheten
(som exempel maximala luminansen på en standardbildskärm tex $L_{vmax} = 200$ cd/kvm. Men luminansen på en lampa kan variera mellan tex $L_v = 10$ kcd/kvm - 4 Mcd/kvm).

Dvs då man försöker avbilda verkligheten på en bildskärm uppstår problem med tex:

- felaktig färgupplevelse,
- felaktig ackommodation (avståndsställning),
- felaktig adaptation (ljuskänslighetsinställning),
- det perceptuella perspektivet.

Slutsats för Artificiellt seende.

Att använda bildskärmar för att "skissa" verkligheten är fullt möjligt, men detta är troligtvis inte relevant för utbildning av rökdykare i de fall då mycket höga krav på att avbilda visuell verklighet ställes.

2. Vi kan förvänta oss att morgondagens rökdykare ges möjlighet till att erhålla allt mer visuell information som tex: bilder och ljussymboler avsedda att visas under rökdykarinsatser. Utvecklad teknik för detta kan inte alltid förväntas bygga på ett reellt behov.

Vi finner att föreskrivandet av krav på hur visuell information skall utformas och presenteras för rökdykare kan komma att kräva att "mobila simuleringssystem" används som testinstrument. Med hjälp av sådana system och i kombination med perceptuella studier är det möjligt att föreskriva krav på hur olika sensorbilder skall presenteras till hur enstaka lysande symboler skall utformas.

För att kunna ställa upp olika visuella kravspecifikationer så krävs att studier utföres med försökspersoner, specifikt rökdykare, vilka ger som resultat tex kontrastintervall för olika bildsymboler. Ju mer visuell information rökdykaren erhåller, desto större är angelägenhetsgraden för denna typ av simuleringstudier.

Mobil simulering innebär att studier utföres där rökdykare bär rökdykarutrustning med inbyggd visuell teknik och parametrar som ljushet, kontrast, spatiell

ljushetsvariation, färg, färgjämnhet, varieras utifrån begreppet visuell komfort eller visuell prestation.

Ett mobilt simuleringssystem kan bestå av en stationär dator och en "bärbar" bildskärm vilken fästs i skyddsmasken så att bildskärmsbilden tex projicerat täcker hela eller delar av rökdykarens synfält.

På denna bildskärm kan symboler, alternativt IR-bilder, mm-Radarbilder mm visas. Rökdykare kan i preferensstudier prova:

- symbolkontraster,
- bilders placering i synfältet,
- hur olika bilder skall kombineras,
- vilken visuell information som är relevant under olika förutsättningar, tex temperaturangivelser avseende brandgaser, egen fysisk status, lufttryck.

Symposiet Defence Simulation Conference i London 1995 som tidigare nämnts i rapporten, visade på fler intressanta principer och produkter för att erhålla detta. En skriftlig kontakt har tagits med ett företag specialiserat på bland annat simulering för militära tillämpningar.

En intressant aspekt är att mobila simuleringssystem tänkta att användas vid utbildning av rökdykare och vid framtagning av ny teknik avsedd för rökdykare, kan förväntas till sin funktion ligga nära rökdykarens framtida insatsutrustning.

"...Certainly, one of the best and most comprehensive measures of seeker (anm. IR-seeker) performance can be obtained by using a well developed target/mission simulator. When the simulator has been carefully engineered and tested to reproduce the desired target/background characteristics and mission profile, then the simulator should be expected to provide reliable results for these situations." Gebelein, R. (1978) Choosing optics for infrared (IR) imaging systems (and for missile-borne trackers). SPIE Vol. 133 Optics in Missile Engineering.

Testbilder avseende "i framtiden förväntad" bildkvalitet från IR-teknik. Simulering

Flera testbilder har utvecklats som underlag för en framtida diskussion om hur framtidens bilder visade för rökdykare skall utformas.

Testbilderna har skapats bland annat utifrån befintliga bilder tillgängliga för användaren i kommersiella ritprogram för PC. Dessa bilder har sedan manipulerats programmässigt på olika sätt för att efterlikna den bildkvalitet som olika typer av State of the art IR-teknik, såväl scannande IR-teknik som stirrande okyld teknik. Studier av bilder från sådana tekniker låg som grund för dessa bildmanipulationer. På dessa bilder har sedan tänkt information till rökdykaren presenterats. Bilderna har presenterats på en CRT av mycket god kvalitet och olika bildupplösningar från

640*480 bildpunkter och uppåt har använts. Dessa bilder har sedan fotograferats av som diabilder. Därefter har diabilder med hög bildkvalitet projicerats i olika format. De framtagna testbilderna skall ses som ett "diskussionsunderlag" vad gäller bildkvalitetskrav, men framförallt ett diskussionsunderlag avseende **vilken** typ av information som skall visas för rökdykare, samt **hur** denna information skall visas.

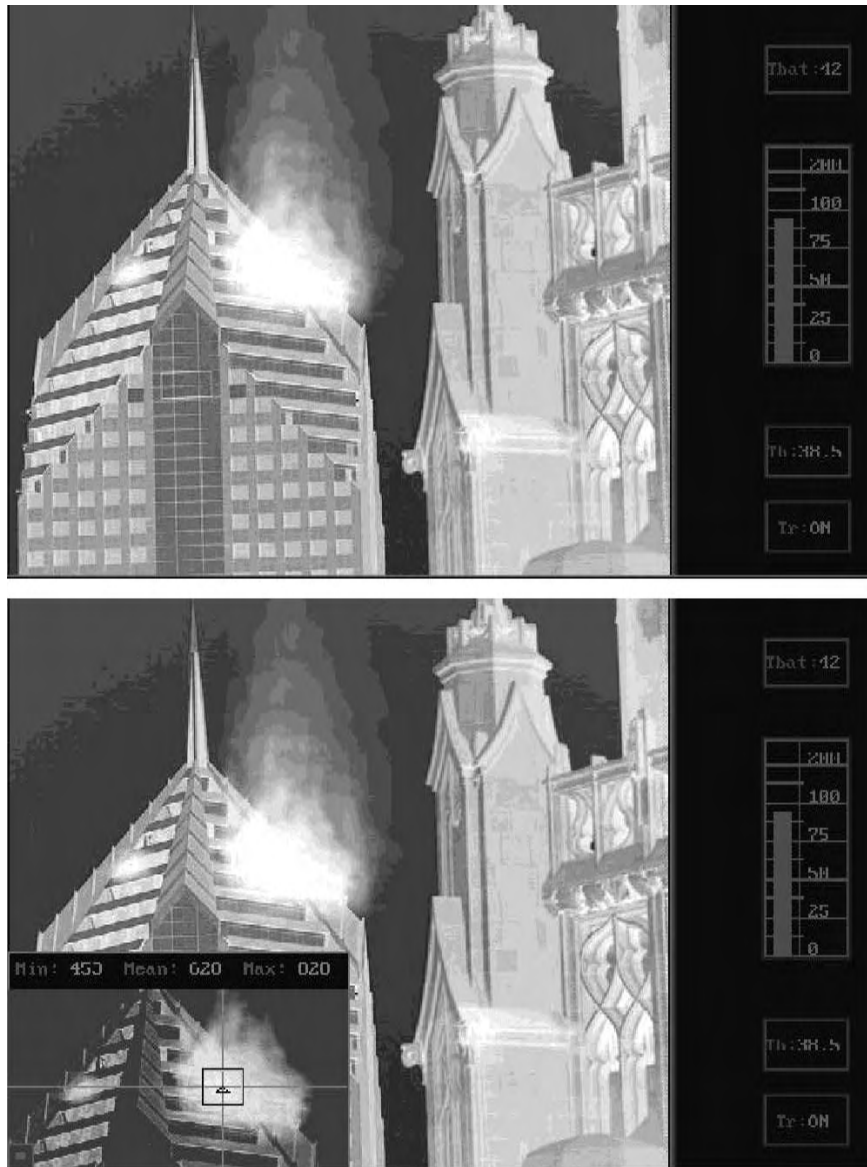
Att i teorin, eller med förenklade metoder diskutera vilka bildprinciper och eller olika bildinnehåll som skall visas för rökdykare är ingen framkomlig väg. Däremot har vi funnit att när man ställs inför en projicerad statisk bild med god bildkvalitet är det lätt att kritisera och analysera.

Vi har även provat att generera spegelvända bilder vilka med hjälp av tex en ljusstark CRT-bildskärm och speglar placerade på olika avstånd från betraktaren kan ge en uppfattning om hur dessa testbilder skulle fungera som projicerande bilder under en verklig rökdykarinsats. Denna teknik som i laboratorium fungerat väl har också visat sig förenkla:

- möjligheten att variera bildens storlek,
- olika placeringar av bilden inom olika delar av synfältet.

Utbildning.

Dessa testbilder har visats sig vara användbara i diskussioner om rökdykares arbetsmetoder. Resultatet är att testbilderna som dessa bedöms ha stort pedagogiskt värde.



Figur 5.6.1. Figuren visar två framtagna "IR-testbilder" med en tänkt stad i rök (baserade på en bild från ett PC-program ; tillstånd Microgafx Designer, Danmark). Bilderna utgör som nämnts ovan inget förslag på hur IR-bilder för rökdykare skall "se ut" vilken information som skall presenteras mm. Bildernas syfte är att bilda ett nödvändigt diskussionsunderlag.

Aktiv hörsel

Ljudet är en del av den "bild" som rökdykaren uppfattar. Bilden som synsinnet uppfattar förstärks av det ljud som rökdykaren uppfattar.

Att med hjälp av olika ljudförbättrande åtgärder hjälpa rökdykaren att finna personer i brandrök är en aspekt som ligger utanför detta projekt.

Däremot är det väl känt att det finns en stark koppling mellan kvaliteten på upplevd bild och kvaliteten på upplevt ljud vilket framhållits av Forskningsingenjör Björn Lindström på Telia Research. Således bör ej utveckling av visuella och audiologiska hjälpmedel för rökdykare bedrivas särskilt. En kortare diskussion om aktiv hörsel vid rökdykning har därför förts med Civ.ing Ove Till, Telia Research och Dr. Bo Schenkman, Telia. I denna diskussion har buller som informationsgivare och ytterörats stora betydelse för lokalisering av ljud framhållits.

Praktiska test i terräng med aktivt förstärkt hörsel indikerar att den ideala hörseln för en rökdykare skulle innebära en "pendling" mellan ett direkt hörande (så långt som rökdykarens utrustning tillåter), ett förstärkt hörande med bred upptagningslob och ett förstärkt hörande med smal upptagningslob.

Enkla praktiska test utförda utomhus med avskärmning av syn, med förstärkt hörsel och olika typer av riktningssärlighet på mikrofoner verifierar detta.

Teknik för artificiellt seende. Framtaget underlag för en bärbar testutrustning

Under projektarbetet har behovet att kunna prova olika tekniker och metoder med en specifik testutrustning allt tydligare framkommit.

Artificiellt seende innebär att rökdykaren kommer se bilder eller symboler som på olika sätt förbättrar rökdykarens seendet i brandrök.

Vi har funnit att frågor som:

- Hur skall dessa bilder se ut?
- Vilken bildkvalitet krävs under olika betingelser?
- Vilken ytterligare information skall visas?
- Hur skall artificiellt seende kopplas ihop med normalt seende och med användandet handlampor etc?

endast kan besvaras genom att låta rökdykare metodiskt testa och utvärdera detta i brandrök. Ett metodiskt testförfarande kräver användandet av en specifik testutrustning.

Vid flera tillfällen har i denna rapport framhållits behovet av att i praktiken testa olika visuella tekniker i kombination med olika metoder för rökdykning. Speciellt väsentligt är sådan praktisk test när olika tekniker skall fås att samverka vid rökdykning.

Vi finner det därför väsentligt att *testutrustningar* tas fram som gör det möjligt att *testa* och *undersöka* om kombinationen av: *traditionella metoder vid rökdykning*

och nya visuella metoder vid rökdykning vilka till stor del bygger på artificiellt seende.

En sådan testutrustning kan baseras på en skyddsmask och rökdykarens standardutrustning. Denna testutrustning behöver *initialt* ej tåla tuffa miljöer och den teknik som appliceras på testutrustningen kan styras till exempel med hjälp av längre kablar till externa datorer.

En sådan testutrustning är helt nödvändig för att kunna utvärdera på vilket sätt olika bilder skall visas för rökdykare och för att utvärdera vilken information som rökdykare behöver ha tillgång till utan att störas i onödan. Samtliga resultat som redovisas i rapporten samverkar just för behovet av en sådan testutrustning.

Diskussioner med de externa experter som anges i början av rapporten har specifikt kommit att behandla möjligheter och begränsningar, framförallt tekniska, vid utvecklingen av en sådan testutrustning.

Troligtvis bör en sådan testutrustning även ingå som ett väsentligt pedagogiskt läromedel i en framtida utbildning av rökdykare, vilka i allt högre grad måste tränas att kombinera traditionella metoder vid rökdykning med nya alltmer teknikbaserade metoder.

Slutsatser

1) Ämnet "Visuellt agerande vid rökdykning" bör snarast införas i utbildning och vidareutbildning av rökdykare.

("Visuellt agerande vid rökdykning" är här satt som ett arbetsnamn på denna utbildning).

I denna utbildning bör traditionella metoder avseende rökdykning ställas "mot och med" nya alltmer tekniktunga metoder avseende artificiellt seende i rök. Vi bedömer att utan sådan utbildning äventyras rökdykarens säkerhet.

Den tekniska utvecklingen går mycket snabbt och lång erfarenhet av teknikutveckling visar att speciellt yngre personer i en yrkeskår drivs av en *teknikfascination* som äldre kollegor kan ha svårigheter att hantera. Detta speciellt då ny teknik ger uppenbara fördelar. Med en utbildning i visuellt agerande kan uppkomna problem med teknikfascination hanteras så att de verkliga vinsterna med den nya tekniken kan lyftas fram.

Även om relevant ämneslitteratur till delar saknas kan detta visuella och tekniska ämne inledningsvis integreras i andra ämnen. Huvudsaken är att rökdykarutbildningen snarast kompletteras med "visuellt agerande" vid rökdykning.

2) Utbildningslitteratur i visuell agerande bör tas fram.

Förhoppningen är att delar av rapporten kan komma bilda ett av flera underlag för en sådan utbildningslitteratur.

3) Ett "kompetenscenter" för visuellt agerande i rök bör utvecklas.

Ett sådant kompetenscenter kan byggas upp och bygga på samverkan mellan olika räddningstjänster via Internet. En ansvarig person eller en ansvarig grupp personer skall hantera informationen efter givna regler.

Genom att ta till vara flera räddningstjänsters erfarenheter i samverkan bildas snabbt en omfattande erfarenhetsbank om visuell agerande i brandrök, fördelar och nackdelar, möjligheter och problem. Denna kunskap kan direkt kopplas till **1)** och **2)** ovan.

4) Den metod som benämns "IR-kameran för rökdykarledaren" bör testas i stor skala".

Utfallet av den analys och de mindre tester som hittills utförts ger en mycket positiv indikation vad gäller möjligheten att kunna rädda personer i stora rökfyllda lokaler.

5) IR-teknik avsedd för rökdykning, en mogen teknik.

De IR-kameror som idag marknadsförs har givits allt förbättrad egenskaper och diskussioner med såväl leverantörer av IR-teknik som användare och potentiella användare indikerar ett ökat intresse för IR-teknikens möjligheter vid rökdykning. De olika IR-kameror som idag har inriktats som hjälpmedel vid rökdykning erbjuder tveklöst markant förbättrade möjligheter:

- till effektivitet,
- säkerhet och skydd,
- att finna personer i brandrök i olika typer av utrymmen,
- att finna bränder dolda av rök,

- att detektera glödbränder,

och olika typer av tester i dessa avseenden har fortsatts och planeras.

Ytterligare en fördel med att använda dagens tillgängliga IR-teknik vid rökdykning, som inte nog kan poängteras, är att denna "tvingar" användaren till ett "visuellt agerande" vid rökdykning. Att snabbt erhålla även sådan kompetens är helt nödvändig för räddningspersonal då teknikutvecklingen avseende visuell teknik går snabbt.

6) *Arbetet med Intelligent belysning-Del I bör drivas vidare.*

De oväntat positiva resultaten bör testas i alltmer realistiska situationer.

7) *Utveckling av en testutrustning för att studera krav och för att lära ut "visuellt agerande vid rökdykning" bör startas.*

En sådan testutrustning kan med fördel användas i utbildningen av rökdykare och dessa kan till exempel via examensarbeten föra metod- och teknikutveckling framåt med hjälp av en sådan testutrustning.

8) *De olika metoder och projektlinjer för förbättrat seende i brandrök som angivits i denna rapport bör följas upp.*

Vi finner att just kombinationen av olika tekniker och metoder för rökdykning kommer i framtiden att öppna helt nya möjligheter att se i brandrök. Flera av dessa tekniker som används primärt för att förbättra seendet i rök ger också andra fördelar, till exempel möjligheten att:

- lokalisera rökdykare under en insats,
- bygga upp måttsatta 3D-modeller av de rum där rökdykaren befinner sig,
- förbättra kommunikation mellan räddningspersonal under rökdykarinsatsen.

Projektets Fas I: Litteraturstudier och analys

I denna rapport har i huvudsak det praktiska arbetet och framförallt resultatet av projektfaserna Fas II och Fas III beskrivits översiktligt.

*Som bakgrund till detta praktiska arbete finns en litteratursammanställning och en omfattande analys utförd i projektfasen, Fas I. Vi ger här, som **ett supplement**, en kortare sammanställning av denna analys och litteratursammanställning då detta kom att bilda en bas för det fortsatta projektarbetet.*

Inledning

Den inledande fasen Fas I i detta projekt, -informationsinhämtningsfasen-, kom att bekräfta expertgruppens bedömning att endast lite forskning utförts inom det aktuella området. Vid analysen av inhämtad litteratur och de aspekter som framkommit vid olika expertdiskussioner, stod det även klart att en samlad insats med bred teknisk utgångspunkt var möjlig för att förbättra rökdykares seende i brandrök.

Att bedöma det man ser utgångspunkten för detta projekt.

Att mäta och bedöma det man ser är en komplicerad uppgift, vilken innebär att sammanväga områdena perception och fysikalisk mätteknik (fotometri = ljusmätteknik). Svårigheten ligger i att den fysikaliska mättekniken endast till mindre del förmår "mäta" det vi ser. Detta innebär att en tyngdpunkt måste läggas på den visuella (perceptuella) upplevelsen av ljus. Vi kan således ej ställa upp fysikaliska mätinstrument i ett rökfyllt rum och endast utifrån mätvärden från dessa utveckla metoder som underlättar för rökdykare att se bättre i rökfyllda rum. Att arbeta utifrån den visuella upplevelsen, dvs det man ser i rökfyllda rum, kan innebära en risk att person A tycker på ett sätt och person B på ett annat. Forskning om olika personers bedömningar av det vi ser, tex vad gäller belysning av rum eller bildkvalitet på bildskärmar, visar dock att försökspersoner visar stor grad av samstämmighet vid utförda visuella bedömningar.

Begrepp som utbildning och träning avseende visuell utvärdering är väsentliga. Detta då begreppen expert och icke-expert tydligt kommer att inverka på resultaten från perceptuella preferensstudier avseende den visuella upplevelsen.

Att gradera hur visuella begrepp som:

- visuell komfort (om det är behagligt eller obehagligt att se),
- visuell prestation (om en person klarar av, eller ej klarar av att se något),

underlättar respektive försvårar en rökdykares sökande efter personer i brandrök låter sig ej enkelt göras genom laboriestudier. Forskningen visar (Bernecker, C.A. 1992)) att en person för kortare stunder förmår kompensera alltför dåliga ljusförhållanden vad gäller visuell prestation, tex att felfritt läsa text på en bildskärm.

Vårt synsinne har en fantastisk förmåga att kompensera för dålig belysning under kortare tidsperioder. Får en person däremot välja fritt vid vilken belysning personen finner det komfortabelt att läsa på en bildskärm, blir valet ett smalt intervall vad gäller ljusheten från belysningen (Persson. B. et al. 1994).

Låter vi däremot samma person kompensera för dåliga ljusförhållanden, under längre tid (tex en dag), kommer synprestationen att påverkas. Personen tröttnas fortare. Vi kan således anta att för en rökdykare som vistas i ett rökfyllt rum under både psykisk och fysisk belastning är både visuell komfort och visuell prestation väsentliga begrepp att beakta.

Låt oss vidare anta att en ny metod som tagits fram genom perceptuella laboratoriestudier visat på ett förbättrat seende i brandrök med 5-10%. Detta kan tyckas marginellt, men det är kanske dessa 5-10%,s förbättring av seendet som gör att en rökdykare finner överlevande personer i ett rökfyllt rum under ett tidspressat seende.

De aspekter om seende och ljus som här kortfattat förts fram är grundläggande för ett projekt vars avsikt är att förbättra seendet för rökdykare. En studie som endast behandlar delar av den problematik som beskrivits ger värdefull kunskap men ger ofullständiga resultat som dessutom svårligen kan omsättas i praktiken.

Angreppssättet att behandla både visuell prestation och visuell komfort har hittills ej beaktats i tillräcklig omfattning. Detta har framkommit vid tidigare diskussioner med Dr. Peter Boyce, Rensselaer Polytechnic Institute, USA. Detta torde vara en huvudorsak vad gäller metod till att så få forskningsresultat finns beträffande möjligheter att förbättra seendet för rökdykare i rökfyllda rum.

Litteratursökningar.

Två omfattande litteratursökningar har gjorts på KTHs bibliotek i Stockholm, samt på Brandförsvarsföreningen i Stockholm.

Litteratursökningen bekräftade flera experters uppfattning att endast liten uppmärksamhet ägnats detta område. Vid genomläsning av litteratur har en koncentration skett på problematiken kring nödljusskyltar. Att studera hur nödljusskyltar syns i rök är en kraftig förenkling av att generellt se i rök. Men denna avgränsning förväntades ge resultat vilka även kan tillämpas på seendet i rök generellt. Även om vi ej fann någon studie som innefattade ovan beskrivna ansats om seende och rök, så gav litteraturen ett användbart underlag för det som nedan kallas "intelligent belysning."

Vi har ej heller kunnat finna vare sig via litteraturstudier, eller genom kontakter med experter, att någon samordnad insats gjord för att kombinera teknik och perception på det sätt som framhållits här. Förstudiens begränsade tidsram gav ej underlag för att definitivt säga huruvida en sådan undersökning har gjorts. Hänvisningar har tex i projektets slutskede bla gjorts till amerikanska flottans olika forskningscenter.

IR-teknik

Att IR-teknik påtagligt kan förbättra möjligheter för rökdykare att "se" i rök stod tidigt klart. Men de eventuella begränsningar som på teoretisk grund framhålls i förstudien, tillsammans med den förväntade snabba tekniska utvecklingen avseende IR-system, befogar följande två frågor:

1. Hur utvärderar man olika IR-system avsedda att användas av rökdykare?
2. Hur kompenserar man för de situationer där IR-tekniken, på teoretisk grund, ej kan förväntas ge fullt ut önskade resultat?

Den utförda litteraturstudien visar även på ett tydligt behov att "belägga rökdykarsituationer radiometriskt". Det vill säga en "**kartläggning**" av spektral radians relevant för rökdykarinsatser. En sådan kartläggning skulle visa vilka våglängder inom IR-området som har mest relevans att detektera vad gäller radiometrisk kontrast nödställd person till bakgrund. Sådana kartläggningar som görs inom det militära området är för det mesta klassificerade. Speciellt väsentligt att beakta är inverkan av brandgaser, se (Dias, W.A. 1978) "Background spectral radiance and contrast in the 1.5 to 10 micrometer region". *SPIE Vol. 133 Optics in Missile Engineering*.

Lampa/belysning.

I "kompakt" rök fyller en bärbar lampa begränsad funktion. Därtill finns en uppenbar risk att ljuset från lampan istället försvårar rökdykarens uppgift tex pga felaktig adaptation av synsinnet, samt genom ljusspridning i röken. Men i de situationer där rökens visuella transmission gradvis minskas, tex i början av en brand, eller då transmissionen av olika orsaker ökar, tex vid rökevakuering med fläkt, kan en lampa förväntas fylla en väsentlig uppgift.

Ett antal faktorer som, rökens färg, rökens transmission (varierande i tiden och i rummet), ljusets spridning i rök, kommer att påverka kravet på hur ljuset från en lampa skall utformas. En automatisk variation av ljusets karaktär från lampan givet varierande rökegenskaper bör ske. Särskilt då rökdykaren ej har tid för manuella åtgärder. Kravet på hanterbarhet kommer dessutom att ställa olika krav på lampan. På teoretisk grund förväntas ett antal möjligheter att variera ljuset från lampan givet varierande karaktär på röken, att förbättra möjligheten att detektera föremål och personer i brandrök.

Dokumentering av rökdykarinsatser.

Vi har ej genom genomförda litteraturstudier, eller genom expertdiskussioner, kunnat finna omfattande och noggranna dokumentationer av olika rökdykarinsatser. Detta speciellt med inriktning på det rökdykaren kontinuerligt ser under insatsen. Att utföra detta med enbart en videokamera är otillräckligt, då kamerans begränsade bildvinkel, upplösning och dynamik, tillsammans med kamerans ströljus ej kommer att kunna förmedla det rökdykaren ser. Däremot en videokamera i kombination med egen utsago om vad rökdykaren ser ger nödvändig information för teknikutveckling. Vår bedömning är att en sådan dokumentation är nödvändig för att erhålla praktiskt tillämpbara resultat för framtida teknikutveckling.

Akustisk bildgenerering.

Att med hjälp av ljudvågor skapa en bild av den närmaste omgivningen (acoustic imaging) har vid expertdiskussioner befunnits vara fullt möjligt. Avsikten är att använda liknande tekniker tex avsedda för sonar/ekolod, samt fosterdiagnostik. Speciellt kombinationen IR-teknik och akustisk bildgenerering är av intresse då den senare kan förväntas komplettera IR-tekniken. En rad fysikaliska faktorer som ljudreflektioner i rum, samt ljudets dämpning i luft, försvårar tekniken. Men om "synfältet" begränsas och om kraven på att se detaljer begränsas till att se personer i rök, så kommer detta att förenkla en teknikutveckling.

Till skillnad från IR-tekniken som redan används idag vid rökdykning, så måste olika metoder avseende denna teknik (akustisk bildgenerering), undersökas

ytterligare. Satsningen på akustisk bildgenerering är långsiktig, med förväntas vid tillämpning i rökfyllda rum få stor betydelse för framtida rökdykare.

Övriga hjälpmedel.

Under förstudiens gång har ett antal olika förslag på hjälpmedel för att förbättra seendet i brandrök kommit att beaktas. Två av dessa förslag har bedömts intressanta att ta upp i denna rapport för vidare bearbetning, dessa är: **radar** och **Akustisk förstärkning**.

För radar riktas intresset främst mot huruvida det är teoretiskt möjligt att konstruera ett radarsystem med bildgenerering vilket skulle kunna bäras av en rökdykare.

Akustisk förstärkning av hörseln kan i vissa situationer vara befogat för orientering tex mot brandhärdar. Som underlag för att gå vidare med akustisk förstärkning bör den tidigare omnämnda dokumenteringen av rökdykarinsatser utföras. Möjligheten att bättre höra personer är här även av vikt. Den tekniska utvecklingen bedöms ej som komplicerad.

Den praktiska tillämpningen av ny teknik vid rökdykning.

Teknikens hanterbarhet, miljötolighet och förmåga att fungera i för rökdykaren pressade fysiska och psykiska situationer är avgörande för den praktiska nyttan av ny teknik. *Kombinationen av optimal synergonomi och teknik är här av största vikt.*

Endast ett stort antal genomförda rökdykarinsatser kan belägga huruvida ny teknik är tillämpbar i praktiken. Vi har funnit att ett krav för att uppnå praktisk tillämpbarhet är att ny teknik integreras med befintlig rökdykarutrustning. Ny teknik får ej upplevas "vara i vägen". Av speciellt intresse är här att följa utvecklingen inom det militära området: "Helmet mounted displays", både vad gäller metoder och tekniker. Inom detta område sker ett långsiktigt arbete avseende integration av olika typer av information.

Behov av omfattande teknisk utveckling?

Även om viss IR-teknik redan idag anpassats för rökdykares behov så kan det förslag på kombination av tekniker, som ges i rapporten ses som omfattande vad gäller utvecklingsresurser. Den lösning som vi ser på detta problem grundar sig på ett brett samarbete mellan olika institutioner och företag.

Vid ett flertal tillfällen under arbetet med förstudien har det framhållits, av olika experter, att för den som gör ett signifikant genombrott vad gäller möjligheten förbättra seendet för rökdykare i brandrök, öppnar sig en omfattande marknad. Denna möjlighet bör ligga till grund för att hålla utvecklingskostnader nere i ett framtida samarbetsprojekt. För att ytterligare hålla kostnader nere bör en fortsatt satsning i huvudsak bygga på att kombinera färdigutvecklad teknik och anpassa denna tekniken till rökdykares behov.

Litteraturstudier vid KTH och Svenska Brandförsvarsföreningen.

Litteratursökning har utförts tillsammans med Kjell Jansson vid KTH,s Informations och dokumentationscentral i Stockholm. Följande sökschema har använts:

S1 = SMOKE.. OR SMOKEDIV..

S2 = SMOKE AND (FIREMEN OR FIREMEN OR FIR..FIGHTER
OR FIREFIGHTERS

S3 = VISION OR VISIB OR VISUAL OR VIEWING

S4 = DETECT OR OBSERV OR LIGHTS OR LIGHTING

S5 = FIRE OR SIGN OR VICTIM OR CASUALT

S6 = (S1 OR S2) AND (S3 OR S4)

S7 = S5 AND S6

S8 = RD S6 (unique items)

Ca. 20 databaser har använts.

En litteratursökning har även utförts vid Svenska Brandförsvarsföreningen i Stockholm. Litteratursökningen utfördes tillsammans med bibliotekarie Karin Mårtensson. Denna sökning gjordes utifrån begreppet "SMOKE".

Sökmetoden vid bägge sökningarna kan beskrivas som "dammsugning" och resulterade i ett omfattande antal datautskrifter med sk. short abstracts. I de fall då tveksamheter förelåg avseende en titels relevans har alltid detta abstract skrivits ut. Att söka via dessa två bibliotek har varit effektivt genom att då de båda namngivna personerna engagerat sig i problematiken.

Sökning har även skett via Internet. Sökord som, smoke och visibility, har använts. Denna typ av sökning har ej givit önskat resultat då:

1. Söktiden är alltför långsam,
2. En helt övervägande del av erhållna titlar innehåller ingen eller ej användbar information.

Resultat:

1. En omfattande litteratursammanställning där ord enligt ovan ingår. Totalt 187 titlar med short abstract har skrivits ut på datalistor.
2. Vi har funnit ett antal litteraturreferenser vilka stöder idén med att använda kombinerad teknik för att förbättra seendet i brandrök.
3. Endast ett fåtal referenser har anknytning till seende, belysning och brandrök.

De flesta är inriktade på problemet att se nödljusskyltar i brandrök.

IR-teknik.

En drivande kraft bakom IR-teknikens utveckling har varit och är militära tillämpningar. Vad gäller IR-sensorer förväntas dock den civila marknaden (industri (processkontroll), polisiär verksamhet, räddningstjänst mfl.) växa, medan den militära tillämpningarna förväntas minska, enligt Frost & Sullivan, (Photonics, juli 1995).

Idag existerar i huvudsak två principer för skapandet av IR-bilder. En princip bygger på att med hjälp av mekanik och rörliga speglar/reflektorer "scanna" in bilden av ett föremål eller en omgivning. Dvs genom att punktformigt söka av ett bildområde med hjälp av mekanik och speglar och projicera den avsökta "punkten" kontinuerligt på en IR-känslig detektor. Under senare år har även en teknik kallad Focal plane arrays (FPA) i allt högre grad kommit att användas. Denna teknik innebär att "IR-bilden" av ett föremål projiceras på en IR känslig detektorplatta (kvadratisk eller rektangulär) vilken innehåller ett stort antal IR-känsliga detektorer. Exempel på företag vilka marknadsför FPA baserade system med 256*256 sensorelement är: Amber, Cincinnati Electronics, Inframetrics. Vidare så marknadsför tex Sarnoff en 640*480 elements array vilket motsvara VGA standard för PC-monitorer. Även om den senare tekniken ger en rad fördelar i jämförelse med scannande teknik, så framstår den scannade tekniken fortfarande som en referens, speciellt vad gäller mätapplikationer.

Av speciellt intresse vad gäller IR-detektorer är att i allt högre grad integrera den IR-känsliga tekniken med den elektronik som krävs för att få ut bildinformation från de IR-känsliga materialen. Ett förväntat genombrott inom detta område möjliggör IR-system till lägre kostnad (Martin, R.J. & Ewing, W.S. 1993). Av speciell intresse att följa avseende rökdykning är utvecklingen av s.k. multispektrala system där både synligt ljus och IR-teknik kombineras (Bond, J. 1993).

Exempel på intressant temperaturkännande teknik, ej avbildande, avsedd att mäta temperaturvariationer och avgöra om eld föreligger ges (Kaiser, T. & Piller, B. 1995 ; Krans, H. & Muller, H.C. 1995).

På Räddningskolan i Rosersberg genomfördes under september en test med IR-kamera (EEV, Argus), där en del av de hypoteser som framkommit i projektet kunde studeras i praktiken.

Denna korta beskrivning av IR teknik framhåller att en allt mer ökande civil tillämpning av IR-teknik är att förvänta. Vidare kan det förväntas att den tekniska utvecklingen kommer att vara snabb, detta då bla nya marknader och tillämpningar avseende IR teknik förväntas växa fram.

Två företag verksamma inom IR-området har kontaktats inom ramen för projektet: Celsius Tech och Agema, båda i Stockholm. Celsius Tech har bla en inriktning på militära tillämpningar och Agema bla en inriktning på att mäta temperatur mha IR-teknik.

Som ett underlag har en utredning genomförts av CelciusTech vad gäller IR-tillämpning i rök. Att utredningsuppdraget gick till CelciusTech beror på att rökdykarmiljön i många avseenden påminner om militära miljöer. Utredningen framhåller att sk. MIR tekniken (3-5um) lämpar sig för detektering av heta källor, medan TIR tekniken (8-12 um) fungerar väl vid bestämmandet av små

temperaturskillnader. I utredningen framhålls möjlighet att för rökdykare även använda:

- "gated viewing" En ljuspuls skickas iväg från betraktaren. Med snabba slutare vid ögat ges möjlighet att (kontinuerligt) styra/öppna slutaren, så att när ljuspulsen förväntas återreflektera tillbaka till ögat öppnas slutaren. Denna metod görs för olika avstånd. Med denna metod kan rök bli transparent för seendet.
- mm-vågsradar,
- bildalstrande laserradar,

De två sistnämnda förväntas ge problem med bildupplösning.

Exempel på företag som utvecklat utrustningar avsedda för rökdykning är:
Canadian electronic engineering, EEV, Thermalgraphics infrared, CairnsIRIS.

Fördelarna med användning av IR-teknik vid rökdykning har bla framhållits i artiklar av Kerstin Stålbrand, Aktuell Säkerhet 3/95, samt Kenneth Frejd, MarinNytt 3-4/95.

Problem vilka förväntas kan uppstå vid användandet av IR-teknik har diskuterats utifrån brandteknik med Lars Naucler, Interspiro, Göran Holmstedt och John de Ris, Brandteknik/LTH. Starkt fluktuerande temperaturer i brandgaser, starkt uppvärmda rumsytor, inverkan av vattengjutning är aspekter som bör beaktas i fortsatt projekt, speciellt med avseende på livräddning.

Anmärkning.

Man bör givetvis beakta att liv troligtvis ej finns att rädda i dessa typer av miljöer.

Resultat

1. Rätt utformad IR-teknik ger stora fördelar vid rökdykarinsatser. Såväl för effektiviteten som för rökdykarens skydd och säkerhet.
2. Den snabba och omfattande utvecklingen avseende IR-teknik gör att denna marknad kontinuerligt bör följas upp och bevakas med utgångspunkt i rökdykning. Ytterligare teknikgenombrott är att förvänta.
3. En metod för testning av olika IR-system tänkta att användas för rökdykning bör tas fram och testas.
Metoden bör dels grunda sig på testning av IR-system enligt gängse metoder. Testresultaten måste gå att jämföra mellan olika tillverkare om tillverkartester utföres. Vidare måste testmetoden grunda sig på de förutsättningar som ges vid rökdykning med beaktande av livräddning och evakuering. Följande förslag till underlag för tester har till delar diskuterats med Civ. ing Börje André, Institutet för Optisk Forskning.

Förslag. Testning IR-system, bör innefatta test av:

IR-teknik, linjäritet, dynamik, spatiell upplösning, termisk upplösning, ströljus,

Bildgenerering, maximal luminans, luminanskontrast, färgjämnhet, luminansjämnhet, färgåtergivning (CIE-koordinater av typ R,G,B), kantskärpa (CRT-displayer), fyllnadsfaktor.

Praktisk tillämpning.

En praktisk testmetod bör utarbetas vilken på ett relevant sätt motsvarar att finna personer i rökfyllda rum under olika antaganden om temperaturfördelningar i brandgaser och i rummets begränsningsytor. Relevanta vattentemperaturer vid bekämpning av brand bör också beaktas.

Praktisk försök med IR-kameror bör göras för att utröna i vilka situationer av livräddning dessa ej kan förväntas fungera helt tillfredsställande.

Akustisk bildgenerering.

Då IR-tekniken på teoretisk grund i vissa lägen, tex vid varierande heta rökgaser ej kan förväntas fungera helt tillfredsställande vid livräddning, uppkom iden i projektet att använda ultraljud som komplement till IR tekniken. Ultraljudet är tänkt att generera en bild vilken på något sätt kan kombineras med IR-bilden. Kombinationen av bilder förenklas av att dessa ofta genereras efter standardiserade format CCIR, VGA mfl.

För att utreda om detta var fysikaliskt möjligt att bygga ett bildvisande ultraljudssystem togs kontakt med Civ.ing Ove Till på Telia Research, samt Dr Johan Liljencrants på Institutionen för Talöverföring och Musikakustik, KTH. Diskussioner visade att rent fysikaliskt är det möjligt att konstruera bildvisande ultraljudsutrustningar med avseende på tillämpning i rökfyllda rum. Dämpning av ljud i luft talar för ett frekvensintervall på 30 - 50 kHz kan användas i området 1-10 m (Liljencrantz J. 1993). Hanterandet av reflektioner i rummet innebär ett problem men detta problem kan eventuellt minskas av att bildvinkel/avsökningsvinkel begränsas. Två metoder har föreslagits. Dels att mha av ett större antal sändare med varierande fas låta "söka" av rummet. Dels att "belysa" rummet med ljud och låta en matris av detektorer ta emot reflekterat ljud och i ett senare skede återskapa en bild. Exempel på hur ultraljud används för att upptäcka eldhärdar ges i (Appelby, D. & Ellewood, S.H. 1995)

Resultat

1. Användningen av ultraljud för att söka efter människor i rökfyllda rum är på teoretisk grund möjlig och mycket intressant. Tekniken med ultraljud skall ses, på teoretisk grund, som ett komplement till ett IR-system. Tillgängliga tekniker och metoder för att avbilda delar av rum ("flyktvägar") med hjälp av ultraljud bör vidare undersökas.
2. En litteraturreferens funnen, vilken beskriver en "ultrasonic transducer" inkluderande bildgenerering avsedd att användas för "rescue under water and smoke filled buildings".

Belysning.

"The specifications for egress signs by the various sanctioning bodies in Canada and elsewhere differ considerably, but all are vague with respect to sign visibility." ; The experiments often fail to adequately simulate visibility through smoke." (Rea, M.S. et al. 1985)

Vad gäller synbarhet i rök beställdes litteratur utifrån de genomförda litteratursökningarna med inriktning på nödljusskyltar. Att se nödljusskyltar utgör

en tydlig avgränsning i jämförelse med att se i rök generellt. Förhoppningen var att denna avgränsning skulle göra det lättare att beskriva relevanta parametrar för synbarhet i rök. Även om ej aspekter som visuell komfort och visuell prestation behandlats i angiven litteratur, så har värdefulla resultat kommit fram. Dessa resultat ligger primärt till grund för metoden med s.k. "intelligent belysning" beskriven nedan.

För parametrarna, detectability och readability finner Rea (Rea, M.S. et al. 1985) att ljusheten på skyltarna (fotometriskt mätt som luminans L_v cd/kvm luminans) är avgörande för hur väl skyltarna syns. Vidare framkom i studien att omgivningsljus försämrar skyltarnas synbarhet pga ljusspridning (luminous cloud) i röken. Vidare gav skyltarna även upphov till ljusspridning. Läsbarhet (readability) försämrades mer än detekterbarhet (detectability). Studien visade även att färgen på skyltarna påverkade synbarheten. Grönt befanns ge bättre synbarhet än rött.

Collins i (Collins, B.L. et al, 1992) gör en omfattande genomgång av utförda studier avseende nödljusskyltar, rök belysning och seende. Collins bekräftar Rea,s resultat. Collins fann i sin studie att i rökfritt rum existerar en ljushetsgräns över vilken nödljusskyltarna upplevs som tillräckligt ljusa. Vid val av vilken färg på skylt som gav bäst resultat valdes rött. Av speciellt intresse är att den nödljusskylt som valdes till bästa skylt ej hade högst ljushet men däremot jämnast ljushet.

Även Clark i (Clark, F.R.S. 1988) framhåller behovet hög ljushet och problemen med ljusspridning vad gäller nödljusskyltar. Vidare hävdar Clark att färgen är av sekundär betydelse.

Jin i (Jin, T. & Yamada, T. 1985) ger matematiska uttryck för synbarhet i rök, och framhåller att synbarheten i svart rök är bättre än synbarheten i vit rök vid samma densitet.

Synbarheten V är enligt Jin beroende av C_s (extinction coefficient (1/m) enligt följande:

$$V = (1/C_s) * \ln(a/d * K)$$

där

$$C_s = (2,3/l) * \log(I_0/I)$$

a = skyltens reflektans.

d = Kontrast tröskeln (0.01 - 0.05).

$$K = ds/C_s \text{ (0.4 - 1.0)}$$

(C_s kan även uttryckas som $ds + dab$ (ds = spridningskoefficienten

dab = absorptionskoefficienten))

I = ljusintensiteten genom rök.

I_0 = Ljusets intensitet.

l = avstånd till ljuset.

Produkten mellan synbarhet och V och C_s på avstånd 5 - 15m är konstant enligt Jin, $C_s * V = 8$.

I (Jensen, G. 1993) ifrågasätts kopplingen mellan ökande ljushet och synbarhet i rök vid utrymning. Vidare framhåller Boyce i (Boyce, P.R. 1991) att kopplingen mellan synbarhet, färg, ljushetsjämnhet och olika typer av nödljusskyltar delvis är oklar. Av intresse för denna förstudie är även det pågående arbetet vid CEN TC169

WG3B "Way Guidance Systems, där bla consequences of illumination in smoke, behandlas.

Med utgångspunkt från bla ovanstående litteraturreferenser kan följande parametrar fastställas som väsentliga för synbarheten i rök:

1. Ljushet.
2. Färg.
3. Ljusspridning (ljusbildens kantskärpa).

Problem vid tolkning av resultat från litteraturreferenser.

Följande grundläggande problem har ej behandlats eller behandlats otillfredsställande i litteraturreferenserna:

1. Sammanblandning ljushet och luminans.
Fysikalisk luminans är ej ett bra mått på olika färgers (upplevda) ljushet. En vit, grön och röd yta med samma luminans (Lv cd/kvm) kommer ej att upplevas som lika ljusa.
2. Vad menas med ljusspridning?
Det existerar ett antal fysikaliska mätmetoder för att fastställa spridning av ljus. Det är här väsentligt att sammanställa kunskanden om ljusspridning fysikaliskt med den kunskap som finns inom brandteknikområdet se tex (Aggarwal, S & Motevalli, V. 1995)
3. I två av referenserna beräknas optisk densitet olika.
Erfarenheter från bildkvalitetsområdet visar att det är väsentligt att de grundläggande fysikaliska mätningarna utföres entydigt innan de uppmätta fysikaliska värdena används i olika matematiska beräkningar.
4. Krav på mätinstrumenten mättonoggrannhet.
Inom fotometrin är det vanligt förekommande med stora fel då ljuset från olikfärgade ytor skall mätas. Detta beror bla på dålig anpassning av optisk färgfilter i mätinstrumentet. Vid mätning på färgade ytor kan stora fel uppstå.

Ytterligare problem.

Som framhållits av Göran Holmstedt, Brandteknik/LTH så fluktuerar röken kraftigt vid vissa brandförlopp och att detta kan i belysning ge upphov till mycket besvärande visuella effekter om tex denna rök belyses med ett konstant ljus.

Teknisk uppföljning

En omfattande och bred litteraturstudie har utförts i projektfas I Litteraturstudien har bland annat speciellt inriktats på tekniska internationella tidskrifter, EDN, Photonics, EPN, Laser Focus World, mfl och därefter tekniska rapporter och vetenskapliga artiklar.

Syftet med denna i projektet kontinuerliga litteraturstudie är att på bredden undersöka vilka tekniska möjligheter som nu finns att överföra och presentera information till en rökdykare under en rökdykarinsats.

Ett tydligt resultat är ett tekniskt underlag för den testutrustning som framhålls i rapporten.

Intressanta institutioner.

Av speciellt intresse att beakta i ett fortsatt projekt är pågående arbeten vid:

- NASA (Satellite Week April 29 1991).
- Naval research laboratory (Navy News & Undersea Technology, April 13 1992).
- The Advanced Robot Technology Research Association, Japan.
- GEC-Marconi och Defence Research Agency, USA.

På dessa företag och forskningscenter pågår utveckling av IR baserade system för att förbättra seende i brandrök. I ett fall (Naval research laboratory) sker utveckling av integrerad hjälm avsedd att användas av brandmän.

Sammanfattning.

I denna förstudie framhålls vikten av att en teknikutveckling, vad gäller möjligheten att förbättra seendet i brandrök, måste bygga på en optimering av synergonomin. (Synergonomi är interaktionen mellan seende, ljus och arbetsuppgift).

En sådan optimering av synergonomin måste utgå från begreppen visuell komfort och visuell prestation. Synergonomin är avgörande för rökdykarens uppgifter vare sig sikten sker genom skyddsmasken (med användandet av medhavd belysning eller med hjälp av belysning i den rökfyllda lokalen), eller om rökdykaren studerar en bild på en i skyddsmasken infälld bildskärm. I det senare fallet är bildskärmens bildkvalitet avgörande för synergonomin. Detta gäller även om projicerad bild används.

Som resultat av förstudien föreslås en kombination av teknik som hjälpmedel för att förbättra seendet i brandrök. Kombinationen består av IR-teknik, akustisk bildgenerering, samt intelligent belysning.

Genomförd litteraturstudie har givit underlag avseende intelligent belysning, dvs en bärbar belysning som till viss del automatiskt varierar ljuskaraktären efter varierande rökegenskaper för förbättrat seende i rök. Litteraturstudien har givit få men värdefulla referenser, vilka stöder tanken på en teknikkombination.

Ytterligare tekniker som beaktats är: laserradar, "gated viewing", radar, akustisk förstärkning. Även om en teknik ej förmår att fungera på önskat sätt finns möjlighet att kombinationen av olika tekniker kan ge önskat resultat.

I förstudien framhålls vidare att det för kommande teknikutveckling är det väsentligt med en noggrann dokumentation av ett större antal rökdykarinsatser. Detta med inriktning på seende och livräddning.

Via utförda litteraturstudier har identifierats fyra olika forskningsinsatser vilka arbetar i linje med detta projekt. Vi har dock ej funnit den inriktning på optimering av både synergonomi och teknik som anges här. Inom området "Head mounted displays" utarbetas både metoder och tekniker vilka är av stort intresse vad gäller seende i brandrök.

En fortsättning av detta projekt bör inriktas på att utröna fördelar och svagheter med IR-tekniken. Det underlag till en provningsmetod som framförts i förstudien

bör vidare bearbetas och testas.

Att standardisera både tekniska och synergonomiska gränssnitt, applicerade på teknik vilken integreras i rökdykarutrustningen, ses för framtiden som en nödvändig fördel. Detta då teknikgenombrott enklare kan implementeras och testas i syfte att förbättra rökdykares seende i brandrök.

Av speciellt värde för detta projekt var en expertdiskussion vilken ägde rum den 29 augusti 1995 vid Institutionen för Brandteknik vid LTH. Medverkande var bla. Göran Holmstedt, John de Ris, Petra Andersson, samt Olle Arvidson och Bo Persson. Vid detta tillfälle kunde olika problem och lösningar vilka kommit fram i förstudien brett diskuteras med utgångspunkt i belysning, perception, teknik, samt brandteknik.

Av stort värde för detta projekt var även den genomgång av rökdykning, metoder och utrustning, som gavs av Erik Svantesson och Lars Naucler på Interspiro i Stockholm, den 25 augusti 1995. Oavsett vilka tekniker som kommer att användas i framtiden för att hjälpa rökdykare att se bättre i rök måste dessa på något sätt integreras i skyddsmasken, eller i övrig utrustning. En rökdykarutrustning har ställts till projektets förfogande av Interspiro för inledande tester

Av stort värde för detta projekt var vidare den diskussion om rökdykning som fördes med Göran Arredal och Håkan Ragell vid Stockholms Brandförsvär. Samt vidare de diskussioner om rökdykning som fördes med personal vid Räddningsskolan i Rosersberg.

Referenser

- Aggarwal, S., Motevalli, V. (1995) Study of smoke generated by non-flaming sources for fuel identification. *Proceedings Internationale Konferenz über Automatische Brandentdeckung*, 4-6 April, Germany.
- Appelby, D., Ellewood, S.H. (1995) Volumetric fire detection using imaging of fire products and transport phenomena. *Proceedings Internationale Konferenz über Automatische Brandentdeckung*, 4-6 April, Germany.
- Arvidson, O. (1997) Räddningstjänstens utveckling genom århundranden. Bergstens Tryckeri AB, Helsingborg.
- Aviation Week & Space Technology (1997) USAF F-16 upgrades include color displays, mission computer, september 22, p. 79.
- Bernecker, C.A., Sanders, P.A., Mistrick R.G. (1992) Luminance patterns in display units. Work with Display units 92. *Elsevier Science Publishers B.V.* Netherlands.
- Biverot, H. (1996) A new principle for generation of images. *SPIE, Vol 2735*, 8-10 April.
- Bond, J. (1995) Changing technologies point IR imaging to real-world problems. *Photonics Spectra*, July.
- Boyce, P.R. (1991) The emergency egress roundtable: 1991. *Report Rensselear Polytechnic Institute*, USA.
- Clark, F.R.S. (1988) Strategies for improving visibility in fires. Canadian Building Digest. National Research Council Canada. CBD 246 January.
- Collins, B.L., Dahis, M.S., Madrzykowski, D. (1992) Visibility of exit signs in clear and smoky conditions. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, Winter.
- Derefeldt, G., Berggrund, U. (1994) Färg som informationsgivare. Försvarets Forskningsanstalt, Avd. Humanvetenskap, *FOA-R--94-00048-5.2--SE*.
- Forsberg, L., Fransson, K-G. (1990) NVG En sammanställning. Färg och ljusteori. Mätmetodik, Erfarenheter. Försvarets Bok och Blankettföråd. FMV: Flygplan M58:24553/90
- Jin, T., Yamada, T. (1985) Irritating effects of fire smoke on visibility. *Fire Science and Technology*. Vol. 5, No. 1.
- Jensen, G., (1993) Evacuating in smoke. *IGP*, Trondheim, Norge.
- Kaiser, T., Piller, B. (1995) Die Temperaturfluktuation als detektionsgrösse.

Proceedings Internationale Konferenz uber Automatische Brandentdeckung, 4-6 April, Germany.

Krans, C., Muller, C. (1995) Digitale signalverabeitung in infrarot-flammenmeldern. *Proceedings Internationale Konferenz uber Automatische Brandentdeckung*, 4-6 April, Germany.

Liljencrantz, J. (1993) Elektroakustik. *Kompndium*, Talöverföring och Musikakustik, KTH TRITA-TOM 1993:5

Liljefors, A. (1997) Seende och ljusstrålning. *Baskompndium*. Belysningslära, KTH, Stockholm.

Persson, B., Andrén, B., Hansson, L., Breidne, M. (1994) Enhanced visual ergonomics by the use of adaptive displays. Work with display units. *WWDU94*, 2-5 October, Milano.

Persson, B., Andrén, B., Hansson, L., Breidne, M. (1992) Displays in cars. Visual needs, photometric control. *Swedish Prometheus Project*. Institute of Optical Research.

Persson, B. (1985) Mätinstrument för luminansförhållanden. Nordiskt ljustekniskt möte, Reykjavik, augusti.

Pratt, W.K. (1978) Digital image processing. John Wiley & Sons, USA.

Rea, M.S., Ouellette, M.J., Clark, F.R.S. (1985) Design considerations for egress signs based upon visibility through smoke. *AIA Research & Design 85*, General Proceedings, p. 295-297. (DBR Paper No. 1334)

Tonnquist, G. (1995) Färgsystemanalys. Bygghorskningsrådet Rapport T6:1995.

Martin, R.J., Ewing, W.S. (1993) Infrared detector performance boosted by better electronics. *Laser Focus World*, July.

Vidare relevant litteratur:

BRE (1989) Photolumenicient markings for escape routes. *Information paper*, IP17-89, England.

BRE (1993) Emergence way-finding. *IP1/93*, England.

CEN, (1995) Emergency lighting. *CEN pr.EN, TC169 WG3*.

Hewish, M., Sweetman, B. (1997) Hide and seek. Camouflage, concealment, and deception. You cant attack what you cant find. *Janes International Defense Review* 4.

Ottosson, A., (1991). Efterlysande färg. Egenskaper och användning. *Rapport*, KTH, Stockholm. (1991/1985).

Schenkman, B., Persson, B. (1998) Psykologins bidrag till utveckling av bildskärmar. *Nordisk Psykologi*, 50(2), 101-119.

Weis, B., (1985) Notbeleuchtung. *Pflaum verlag*, Germany.

slut