

Image Enhancement in Smoky Conditions

Johan Hanberger

Department of Fire Safety Engineering and
Systems Safety
Lund University, Sweden

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5190, Lund 2012

Image Enhancement in Smoky Conditions

Johan Hanberger

Lund 2012

Title: Image enhancement in Smoky Conditions

Titel: Bildförbättring i rökiga miljöer

Författare: Johan Hanberger

Handledare: Håkan Frantzich

Report 5190

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5190--SE

Number of pages: 36

Illustrations and photos where nothing else is stated: Johan Hanberger

Keywords

Image enhancement, camera surveillance, smoke, visibility

Sökord

Bildförbättring, kameraövervakning, rök, sikt

Abstract

This report investigates the improvement in visibility using digital image enhancement. Colored posters were filmed inside a room filled with smoke using two different cameras. Pictures taken from the video feed were then processed with an image enhancement algorithm and put into a presentation together with the unenhanced pictures. The presentation was then shown to a group of volunteers who were instructed to state how many posters that were visible in each picture. The maximal visibility improvement reached during this experiment was 36%.

© Copyright: Brandteknik och Riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2012.

Department of Fire Safety
Engineering and Systems Safety
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden
brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se/english>
Telephone: +46 46 222 73 60

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>
Telefon: 046 - 222 73 60

Sammanfattning

Det finns ett antal företeelser som i olika utsträckning försämrar sikt. Regn, dimma, snö och rök sprider och/eller dämpar ljusvågorna mellan objekt och receptor och försvårar därmed upptäckten eller identifieringen av objektet.

Detta arbete syftar till att kvantifiera en teknik (Visibility Enhancement Technology, V.E.T.) som skall förbättra tolkningsbarheten av bild och videoupptagning under bland annat rökiga förhållanden.

För att få en djupare förståelse av problematiken inleddes arbetet med en litteraturstudie med inriktning på rök och siktsträckor. Litteraturstudien tillsammans med samtal med de personer som konstruerat tekniken ledde fram till en försöksmetod som användes för att utvärdera bildförbättringen. Försöken delas upp i två delar, del 1 och del 2.

I del 1 användes två olika modeller av övervakningskameror för att filma referensobjekt i ett rum med teaterrök. Referensobjekten var papperstavlur uppdelade i fyra färgfält. Rummet fylldes med teaterrök tills en mycket hög röktäthet uppnåddes varpå objekten filmades under det att röken vädrades ut. Röktätheten mättes kontinuerligt på två platser i lokalen. Baserat på hur stabil och väl fördelad röken var i lokalen valdes 32 stillbilder som sedan användes i del 2.

I del 2 fick försökspersoner se de bilder som tagits fram i del 1. Försökspersonerna hade som uppgift att anteckna synbarhet på de olika referensobjekten. Resultatet sammanställdes och verifierades mot tidigare teorier.

Litteraturstudien gav inte svar på om tolkning och uppfattning av siktsträcka är individuell. För att få ett objektivt resultat av kvantifieringen genomfördes därför en enkätundersökning. Bilderna sattes sedan in i en Powerpoint-presentation tillsammans med instruktioner om hur undersökningen skulle genomföras. Uppgiften var att ange hur många tavlor som var synliga på varje enskild bild. Totalt 28 personer deltog i undersökningen.

Resultatet av undersökningen visar på en maximal siktförbättring på 36 %. Det skulle betyda att vid 10 meters sikt med en övervakningskamera skulle V.E.T kunna förbättra siktsträckan med 3,6 meter.

Summary

There are a number of phenomena that will affect visibility negatively. Rain, fog, snow and smoke scatter and/or absorb light between the object and the receiver. This can for example make identification much more difficult.

The purpose of the report is to quantify the result of a technique (Visibility Enhancement Technology, V.E.T) designed to improve interpretability and visibility of video and photos taken during for example smoky conditions.

To get a deeper understanding in the subject a study of literature was conducted. This together with information from the makers of V.E.T. ended up in a method for measuring the presumed visibility improvement. The method was divided in two sets of trials, part 1 and part 2.

Part 1 utilizes two different models of surveillance cameras. The cameras were set up in a confined space together with three objects of reference. The objects were constructed out of sheets of paper in different colors and placed at three different distances from the cameras. The room was filled with artificial smoke until a very high smoke density was reached. The cameras were set to record while the smoke was evacuated. The smoke density was measured in two places continuously during the trial. Based on the stability and conformity of the smoke density in the room, pictures were extruded from the video. These pictures were then used in part 2 of the trials.

In part 2 the pictures were shown to a group of test subjects. The objective for the test subjects was to note the number of visible objects of reference in each picture. The result was then compiled and verified with previous research.

It was unclear whether perception of visibility and interpretations of pictures are objective or not. To try to get a more objective result a survey was made. The pictures from part 1 were put in a PowerPoint presentation together with instructions on how to complete the survey. The object of the survey was to answer how many referential objects that were visible at each picture. A total number of 28 people participated in the survey.

The end result shows that V.E.T can improve visibility up to 36 %. This would mean 3,6 meters more visibility if the original visibility is 10 meters.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Inledning.....	10
1.1 Bakgrund	10
1.2 Syfte.....	10
1.3 Mål.....	10
1.4 Metod	11
1.5 Avgränsningar.....	11
2 Från ljus till hjärna	12
2.1 Ljusets väg från ljuskälla till kamera.....	12
2.1.1 Ljusteori.....	12
2.1.2 Sikt i rökiga förhållanden.....	13
2.2 Kamera	15
2.2.1 Bildsensorn	15
2.3 Bildbehandling.....	16
2.3.1 Bildkomprimering.....	16
2.3.2 Matematisk bildbehandling	16
2.4 Mottagaren	18
2.4.1 Syn och perception.....	18
3 Försök.....	20
3.1 Försöksbeskrivning.....	20
3.1.1 Del 1.....	20
3.1.2 Del 2.....	21
3.2 Materiel.....	21
3.2.1 Bildupptagning	21
3.2.2 Mätning av röktäthet	22
3.2.3 Lokal	22
3.2.4 Ljuskällor	23
3.2.5 Rökalstring.....	24
3.2.6 Programvara	24
3.2.7 Datorutrustning under försök	24
3.2.8 Referensbilder	24
3.3 Försökspersoner	25

4	Resultat	26
4.1	Siktförbättring	26
4.2	Verifiering av resultat.....	27
5	Diskussion.....	28
5.1	Utvärdering av V.E.T.....	28
5.2	Utvärdering av testmetoden	29
5.3	Felkällor	29
5.4	Slutsats	30
6	Framtida forskning	31
Bilaga A	Bildspel	34
Bilaga B	Enkät.....	36

1 Inledning

1.1 Bakgrund

1998 introducerades lagen om allmän kameraövervakning. Den nya lagen öppnade möjligheter för mer övervakning genom att värdera nyttan med att förebygga och utreda brott högre än medborgarnas integritet. För övervakning på allmän plats krävs tillstånd. Särskilt utsatta platser så som banklokaler, bankomater, butikskassor osv, är undantagna tillståndsplikten och behöver endast anmäla övervakningen. Privata platser så som kontor, villor, privata trädgårdar är inte tillståndspliktiga. 2002 fanns 6100 tillstånd och 3200 anmälningar om kameraövervakning i Sverige (Blixt 2003).

Tillstånd till kameraövervakning ges endast i syfte att avskräcka och/eller avslöja brott samt för att dokumentera bevis och annan information vid händelse av brott (Blixt 2003). Det är således önskvärt att de data som kamerorna inhämtar är av tillräckligt god kvalitet för att övervakningen ska vara berättigad. Det finns dock flertalet företeelser som kan försämra kvalitén på bilderna och videoupptagningarna. För kameror utomhus är det först och främst vanligt förekommande väderförhållanden så som regn, snö och dimma. Inomhus är det företrädesvis rök som ställer till problem. Detta i form av brandrök men även konströk som används på till exempel teatrar och musikkonserter. Brandrök i bland annat tunnlar och stora affärscentrum som inte går att överblicka utan kamerautrustning kan försvåra utrymning och räddningstjänstens insats avsevärt. Vid insatser i tät rök används ibland det som kallas för IR-kamera. Det är oftast en handhållen enhet som brandmännen använder för att orientera sig samt söka efter eventuella offer och brandhärdar. IR-kameran visar dock en bild baserad på värmestrålning och återger inte färger. Den kan inte heller användas för att filma genom fönsterrutor då dessa speglar värmestrålning.

Genom att använda digital bildförbättring så kan upptagningar gjorda under svåra förhållanden göras tjänliga. Denna rapport undersöker en sådan bildförbättringsmetod som är tänkt att användas tillsammans med bland annat övervakningskameror. Tekniken kallas för LYNN™ Visibility Enhancement Technology (V.E.T.). V.E.T. applicerar en algoritm som förstärker detaljer som hjärnan använder för varseblivning och identifiering (Beckman 2006). Någon kvantifiering av V.E.T. har tidigare inte utförts och det är därför oklart hur möjligheten att tolka och identifiera innehållet i en bild förändras med denna teknik.

1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att utvärdera aktuell teknik. Är V.E.T användbar tillsammans med övervakningskameror?

1.3 Mål

Rapporten ska påvisa en eventuell förändring av siktsträckan med hjälp av V.E.T. samt kvantifiera denna i lättförståeligt resultat.

1.4 Metod

Som inledning på projektarbetet utfördes en litteraturstudie för att anskaffa information om teorin bakom kameraövervakning, sikt och rök. Sekundärt söktes även upplysningar om tillvägagångssätt och metoder vid tidigare försök gällande rök och sikt.

Stor tonvikt lades på utformning och genomförandet av försök som delats upp i två delar:

Del 1 utfördes i källaren på LTH:s V-hus och syftade till att ta fram bildmaterial där bilderna återger olika grader av siktförsämring. Dessa bilder genomgick behandling av V.E.T. och placerades tillsammans med originalbilderna i en presentation

Del 2 bestod av en enkätundersökning där 28 försökspersoner fick i uppgift att värdera synbarhet i ett antal stillbilder. Undersökningen genomfördes för att få en objektiv bild av en eventuell förbättring mot bakgrund av att alla människor kanske inte tolkar en bild på samma sätt.

Resultatet av enkäten sammanställdes och verifierades mot tidigare utförda studier. Det slutgiltiga resultatet analyserades och diskuterades för att sedan resultera i en slutsats för hela projektarbetet.

1.5 Avgränsningar

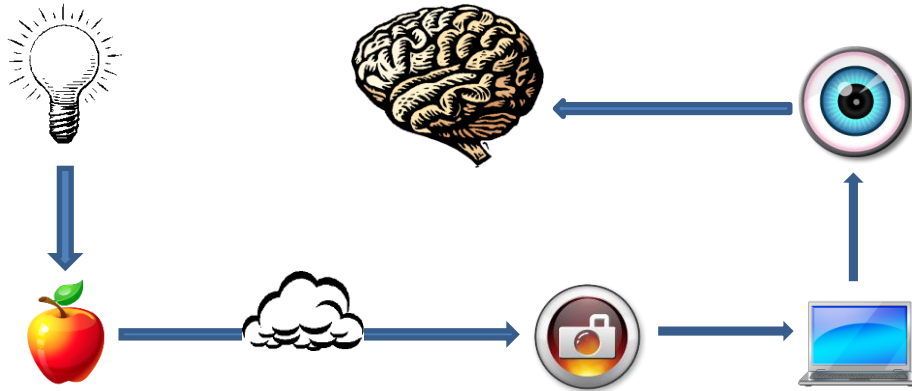
Denna rapport är begränsad till att endast omfatta siktförändringen med V.E.T. applicerad kontra ej förbättrad bild.

Av praktiska skäl begränsas detta arbete till endast konströk som siktnedsättning.

Försöken omfattar endast stillbilder i en ej rörlig miljö samt ett fast scenario med fasta ljusförhållanden. Det som ändras i försöken är mängden rök i lokalen. Syftet med detta är att minimera antalet felkällor och okända variabler.

2 Från ljus till hjärna

Detta kapitel syftar till att förklara vad som påverkar hur vi ser och uppfattar någonting genom ett kamerövervakningssystem. Kapitlet är uppdelat i avsnitt i vad som kan ses som kronologisk ordning det vill säga från det att ljuset lämnar ljuskällan till det att hjärnan uppfattar bilden. Respektive kapitel kopplas samman med ikoner ut flödeschemat i figur 1.



Figur 1 Ljusets väg från ljuskälla till hjärna

2.1 Ljusets väg från ljuskälla till kamera

Detta avsnitt beskriver vad som händer på ljusets väg från ljuskälla tills dess att det når kameran.



2.1.1 Ljusteori

För att ett objekt ska vara synligt för blotta ögat måste det lämna ifrån sig ljus. Antingen genom att avge ljus (lampa) eller genom att reflektera ljus (äpple). Följande avsnitt behandlar de facktermer som är fundamentala för att kunna hantera ämnet ljusteori (Renström & Håkansson 2004).

Belysningsstyrka

Belysningsstyrka är en storhet som beskriver hur mycket ljus som faller in på en belyst yta. Belysningsstyrkan mäts i Lux vilket också kan skrivas som lumen (lm) per m^2 .

Luminans

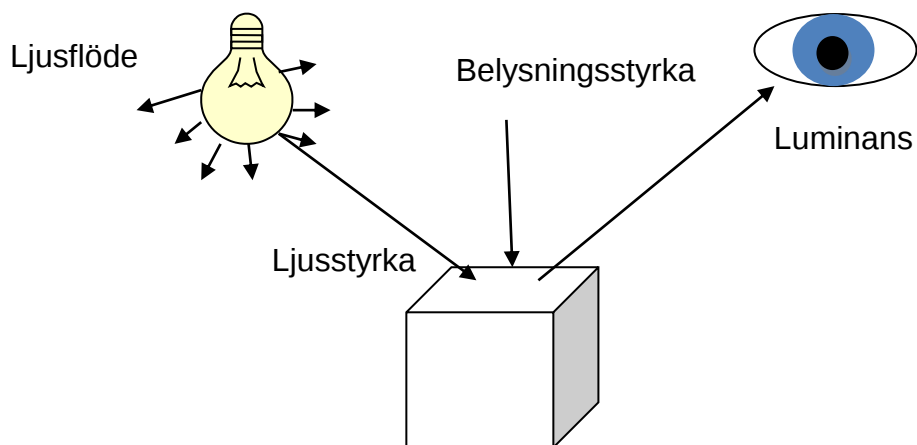
Luminans beskriver ljusflödet från reflekterande eller lysande yta. Enheten är candela per m^2 .

Ljusstyrka

Intensiteten från en ljuskälla i en specifik riktning benämns som ljusstyrka och mäts i candela (cd).

Ljusflöde

Ljusflöde visar det totala måttet ljus som en ljuskälla avger. Enheten är lumen (lm)



Figur 2. De fundamentala begreppen inom ljusteori (efter Renström & Håkansson, 2004)

2.1.2 Sikt i rökiga förhållanden

Det som i dagligt tal kallas för rök är produkten av någon form av förbränning eller pyrolysis oavsett om det gäller avgaser från bilar, cigarett rök eller röken från öppen eld. Rökens beståndsdelar beror till stor del av vad som förbränns men i princip innehåller alla sorters rök fasta partiklar, aerosoler och gaser. Färgen och tätheten på röken beror på storleken och typen av fasta partiklar och aerosoler. Större partiklar hindrar mer ljus, svarta partiklar (som sotpartiklar) ger svartare rök (Mullholland 1995).

Den konströkt som används i denna rapport produceras genom att en rökvätska bestående av avjoniserat vatten och livsmedelsklassade glykoler förångas i en så kallad rökmaskin (Wikipedia 2009). Detta är en analog till pyrolysisprodukter och har använts i försök rörande siktsträckor (Rea 1985 och Frantzich & Nilsson, 2003).

Inom området sikt genom rök har forskning på utrymningsskyltar och utrymningsvägar varit den dominerande infallsvinkeln. En av de tidiga rapporterna är Visibility Through Fire And Smoke, skriven av Tadahisa Jin (1978). Hans studie följs av en rad liknande som alla använder liknande metod och försöksupställning (Schooley & Reagan 1980 samt Quintiere 1982).

Försöken syftar till att finna det maximala avstånd på vilket ett objekt (i detta fall en utrymningsskylt) är synligt genom rök. Experimenten utförs i en rökfylld korridor och försökspersonen ska söka det längsta avstånd där skylten är synlig. Detta får följden att den upplevda storleken på objektet varierar och kritik har framkommit att resultatet därför kan bli beroende av denna faktor (Rea 1985).

Jin (1978) har utvecklat ett empiriskt samband mellan siktsträcka och rökstäthet. I sin empiriska modell väger han in faktorer som luminans och kontrast på objektet, och rökens beskaffenhet. Rökstäthet är ett mått på hur mycket ljus som dämpas och/eller sprids mellan två punkter. Vanligen betecknas rökstäthet med enheter som dB/m (decibel/meter) eller Obscura. Drysdale (1996) visar på en jämförelse

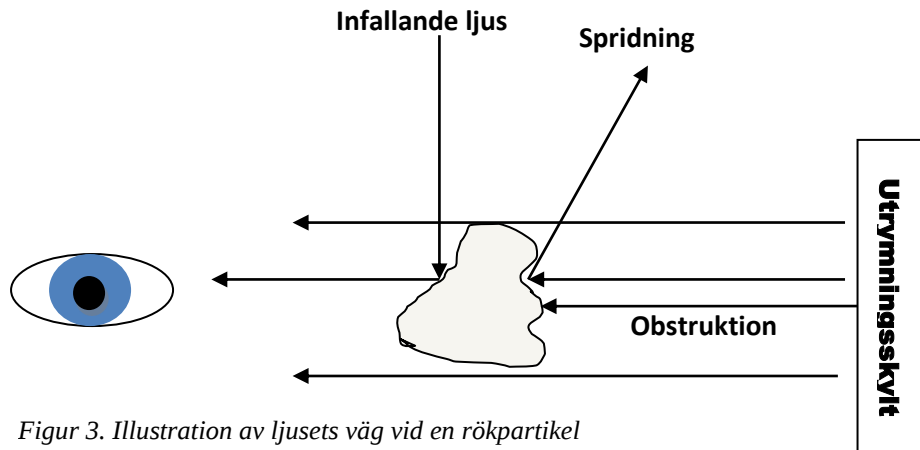
mellan måttenheterna och enkelt uttryckt motsvarar en (1) Obscura 1 db/m och ungefär 10 meter siktsträcka med normal belysning och kontrast. Siktsträckan står i direkt proportion till röktätheten.

Den verkliga siktsträckan påverkas dels av retande rök (Jin & Yamada 1985) dels av ögats beskaffenhet och kan inte till fullo beräknas med hjälp av yttre förutsättningar så som röktyper och röktäthet (Zygmunt 1997). Tjock irriterande rök försämrar möjligheterna att läsa utrymningsskyltar på grund av hög blinkningsfrekvens och rikligt tårflöde. Gånghastigheten vid utrymning minskar också eftersom utrymnande personer börjar gå i sicksack när de blir utsatta för irriterande rök (Jin & Yamada 1985).

Det är dock i huvudsak två faktorer som påverkar siktsträcka i rök (Jin 1978):

- De partiklar som röken innehåller obstruerar passerande ljus och "skymmer" på så sätt objektet som avger ljus.
- Röken reflekterar/sprider ljus från objektet och dess omgivning så att ljusintensiteten blir uniform.

Spridning (eng. Scatter) av ljuset är förhållandevis komplicerat att beräkna. I en rökfylld volym sprids en del av allt genomgående ljus i alla riktningar (**Figur 3**). Det spridda ljuset utjämnar ljusintensitetsskillnader och minskar kontrast hos t.ex. utrymningsskyltar och gör dem svårare att uppfatta.



Figur 3. Illustration av ljusets väg vid en rökpartikel

Det mänskliga ögat kan endast skilja ett objekt från en rökig omgivning när skillnaden i ljusstyrka mellan dem är större än gränsvärdet δ_C .

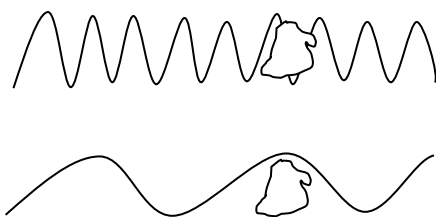
$$\left| \frac{B_E - B_B}{B_B} \right| \geq \delta_C$$

B_E är omgivningens ljusstyrka och B_B är objektets ljusstyrka. δ_C är nästan konstant men varierar mellan 0,01 och 0,02 beroende på omgivningens luminans, rökens egenskaper samt avståndet mellan objekt och observatör (Jin 1978).

Jin (1978) beskriver även ett enklare samband mellan siktsträcka och röktäthet. Precis som i den mer avancerade modellen väger han här in faktorer som

luminans och kontrast på objektet och rökens beskaffenhet. Vid reflekterande utrymningsskyltar sägs produkten mellan siktsträcka (m) och rökthet (dB/m) ligga mellan 2-4.

Det konstateras också att det är en väsentlig skillnad i siktsträcka för olika röktyper. Sikten i svart rök är till exempel lite bättre än i vit rök med samma rökthet. Även ljusets våglängd påverkar siktsträckan. Skillnaden i siktsträcka mellan rött och blått ljus kan vara så stor som 40 % för glödande bränder där rökpartiklarna är större än vid en flammande brand (Figur 4). Ljusförhållanden i omgivningen, kontrast och luminans på skyltarna påverkar också resultatet (Jin 1978).



Figur 4. Principskiss föreställande blått ljus (ovan) kontra rött ljus (under) på kollisionskurs med en rökpartikel. Den kortare våglängden hos det blåa ljuset gör att sannolikheten för att träffa rökpartikeln ökar

2.2 Kamera



Detta avsnitt beskriver vad som händer när ljuset nått kameran.

2.2.1 Bildsensorn

Bildsensorn är det chip i kameran som omvandlar inkommande fotoner till elektriska laddningar. Det finns idag två typer av bildsensorer som används i reguljär kameratillverkning; CMOS och CCD. På senare år har förbättringar gjorts i CMOS-tekniken och de båda teknikerna anses idag vara i stort sett jämbördiga (Macdonald 2006).

2.2.1.1 CCD

CCD eller Charged Coupling Device är en beprövad teknik inom bildupptagningschip. Det är en typ av chip som funnits med länge och som kommit långt i utvecklingen. CCD har länge varit det dyrare alternativet med hög bildkvalité. De fotoner som omvandlats till elektriska signaler skickas vidare till en separat omvandlingsenhet som översätter de analoga signalerna till ettor och nollor dvs. digitaliserar informationen (Macdonald 2006).

2.2.1.2 CMOS

CMOS står för Complementary Metal Oxide Semiconductor och är den typ som vunnit mest mark de senaste åren. Chippet tillverkas av standardkomponenter vilket gör det billigare än CCD. Historiskt har CMOS varit mindre ljuskänsligt och

haft mer brus då omvandlingsheten varit inbakat i själva chippet och på så sätt skymt och även stört ljussensorn (Macdonald 2006).

2.3 Bildbehandling



Detta avsnitt beskriver vad som händer efter att kameran har fångat upp det inkommande ljuset och hur olika bildbehandlingar hanterar bilden innan den visas för mottagaren.

2.3.1 Bildkomprimering

Ett okomprimerat digitalt fotografi med upplösningen 640 x 480 bildpunkter (pixlar) rymmer 307200 bildpunkter. Moderna kameror klarar en färgupplösning på 24 bpp (bit per pixel) vilket motsvarar 16,8 miljoner färger. Detta innebär att varje enskild bild skulle ta upp maximalt 307200 x 24 bit eller ca 7 mbit. För en video med 30 bilder per sekund blir detta en enorm datamängd trots den förhållandevis blygsamma upplösningen. Aktuell bildström skulle alltså motsvara en internetuppkoppling på ca 210 Mbit/s utan någon ljudupptagning. Någon slags effektivisering av bildströmmen är nödvändig (Macdonald 2006).

Bildkomprimering bygger på två grundprinciper;

- människans ögon och hjärna har begränsningar
- en bild innehåller upprepningar

Förenklat går det att beskriva som att information i bilden rationaliseras. I det enklaste av fallen då bilden består av en enstaka färg går det att spara utrymme genom att beskriva bilden som t.ex. blå istället för att beskriva varje enskild bildpunkt som blå. Antalet färger som tillåts i bilden minskas för att ytterligare rationalisera. Genom en serie av algoritmer balanseras kvaliteten på bilden mot storleken (Macdonald 2006).

Det finns en mängd komprimeringsprotokoll varav JPEG (Joint Pictures Expert Group) anses som den mest använda gällande fotografier (Macdonald 2006).

2.3.2 Matematisk bildbehandling

Följande avsnitt beskriver två sätt av digital förbättring av fotografier.

2.3.2.1 Exempel på tidigare tekniker

Vid fotografering i atmosfären begränsas siktavståndet och bildkvaliteten av olika störande inslag i luften. Ljus som avges från ett objekt bryts, sprids och dämpas av dimma, regnmoln och föroreningar. I en artikel (Tan & Oakley 2001) jämförs en nyutvecklad teknik med flera traditionella sätt att förbättra bilder genom att beräkna och kompensera för den spridning som sker genom atmosfären.

Bilder tagna från flygplan genom atmosfären har sämre kontrast på grund av spridning av avgett ljus från objektet men också på grund omgivande ljus som reflekteras och sprids in i kameran. Hur mycket ljus som sprids beror på avståndet

mellan kamera och objekt samt ljusets våglängd. Ett foto taget från en framåtriktad kamera på ett flygplan kommer att ha en icke uniform bildförsämring över bildytan vilket försvårar möjligheterna till en god bildförbättring.

Digital kontrastförbättring kan delas upp i två huvudgrenar: modellbaserad och icke modellbaserad.

En modellbaserad metod behandlar de fysiska förutsättningarna när fotot togs och kompenserar sedan för den bildförsämring som skett. En brist med tekniken är att den endast är användbar på bilder där försämringen är likformig. En bild tagen framåt från ett flygplan är inte lämplig att förbättra med denna teknik eftersom bildförsämringen där är större längst upp på bilden och mindre längst ner på grund av kortare väg genom luften.

De icke modellbaserade metoderna kan till exempel försöka att förbättra bilder genom att ändra och jämna ut histogrammen för röda, gröna och blåa färgkomponenter. För ytterligare förbättring kan även ljusstyrka, mättnad och färgnyanser justeras. Ett stort problem med dessa tekniker är svårigheten att behålla naturtrogna färger. Inom digital bildbehandling är histogram en sammanställning av olika förekomster på aktuell bild. Ett histogram över färgen röd anger olika ljusheter av aktuell färg på x-axeln samt förekomsten av denna på y-axeln. Histogrammet används av bildredigerare för att utjämna bland annat färger samt ljusa och mörka partier i en bild (Macdonald 2006).

Tan & Oakley presenterar en ytterligare metod som kan anses ligga mellan de ovanstående. Med hjälp av utförlig information om hur fotot tagits (kameravinklar, flygplanets höjd) och en utvinning av färgnivåer från fotot kan tekniken förbättra siktsträckan avsevärt. Informationen behövs för att beräkna störningar som härstammar från reflekterat ljus ifrån marken och från spritt ljus i aerosoler.

I ett avslutande experiment förbättrar den nya tekniken siktsträckan från 870 meter med oförändrad bild till 1570 meter. De två äldre teknikerna försämrade siktsträckan till 737 respektive 700 meter.

2.3.2.2 LYNN V.E.T

Den bildförbättringsteknik som detta projektarbete behandlar är sprungen ur en teknik avsedd för ögondiagnostik inom sjukvården. Där användes den för undersökning av näthinnan för att diagnostisera ögonsjukdomar (LYNN 2006)

Mjukvaran arbetar genom att förstärka den information i bilden som hjärnan använder för att tolka bilder. En rökig/disig bild innehåller oftast information om bakgrunden men den mänskliga hjärnan har svårt att uppfatta dessa små fragment av information. Bildförbättringen lyfter fram detaljer som färg och kontrast och presenterar den på ett sätt som hjärnan förstår (Beckman 2006).

V.E.T arbetar fram en bild genom att välja ut tre färghistogram och normalisera dessa.

2.4 Mottagaren



Detta avsnitt beskriver hur informationen från kameran uppfattas och behandlas av en mänsklig mottagare.

2.4.1 Syn och perception

Tolkning av synintryck börjar redan i ögat. Genom att till exempel använda sig av *lateral inhibition* undertrycks delar av ögats ljusreceptorer som angränsar till kraftigt stimulerade områden. Tack vare detta förstärks synintrycket av kanter och gör det lättare att skilja föremål från varandra. Effekten demonstreras enkelt genom Machs Band där gränsen mellan mörka och ljusa avsnitt lurar ögat till att tolka ett enfärgat färgfält som graderat (Figur 5) (Ygge 2011).



Figur 5. Machs band. Alla fält är homogena men ser ut att vara ljusare till vänster än till höger. Detta orsakas av laterala inhibition (efter Ygge, 2011)

2.4.1.1 Hjärnans begränsningar

Från ögat skickas elektriska signaler till hjärnan via synnerven. Väl framme i hjärnans primära synkortex inleds en mängd processer för att tolka synintrycken. Från primära synkortex skickas signalen vidare till sekundära synkortex via två olika banor som kan kallas Var-banan och Vad-banan. Var-banan är till för att analysera var i synfältet det intressanta finns. Var-banan koordinerar även ögon och armrörelser. Vad-banan hanterar följaktligen de processer tolkar och identifierar synintrycken. (Ygge 2011)

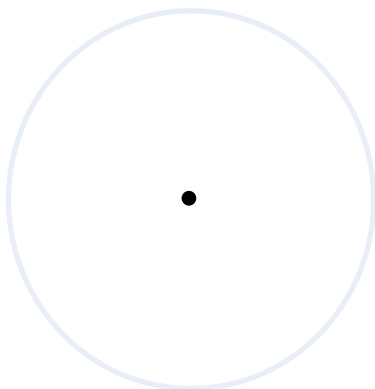
O

A

X

Figur 6. Blinda fläcken. Håll för höger öga och titta på krysset. Håll texten nära ansiktet. För texten långsam från dig. Efter ett tag kommer A att försvinna. Fortsätta föra texten längre bort. A dyker åter upp och O försvinner (efter Ygge, 2011)

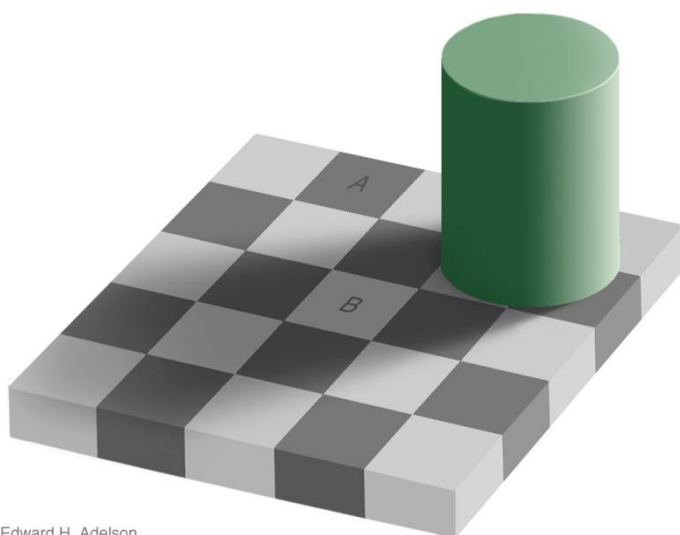
Under bearbetningen i hjärnan sorteras en del information bort samtidigt som annan information läggs till. Hjärnan gör så för att avlasta vårt medvetande från ovidkommande information. Ett exempel på en sådan behandling är hanteringen av den blinda fläcken. I varje öga finns det en punkt där vi helt saknar



Figur 7. Troxler-effekten. Håll för ett öga. Stirra på prickerna i mitten. Efter en kort stund börjar den omgivande ringen försvinna (efter Ygge, 2011)

synreceptorer. Vår hjärna fyller i detta svarta hål med information som inte sticker ut och som tycks stämma överens med omgivningen. Följden blir att ibland kan information försvinna (Figur 6). Motsvarande effekt uppnås vid den så kallade Troxler-effekten där hjärnan tröttnar på en "tråkig" bild och börjar sortera bort vad den tycker är irrelevant information (se Figur 7). Ytterligare ett fall där hjärnan lurar oss är Adelson's checker illusion (se Figur 8). Effekten uppstår när hjärnan vill kompensera för det som kallas färg och ljuskonstant. Färg och ljuskonstant ser till att vi känner igen den gröna färgen på ett äpple oavsett om det ligger i skuggan eller solen, om det är mitt på dagen eller solnedgång.

Hjärnan kan endast skilja ett objekt från bakgrunden då skillnaden i intensitet mellan objektet och bakgrunden är större än ett visst gränsvärde för kontrast. Röken antingen skymmer eller sprider ljuset och jämnar ut ljusskillnader. Hjärnan behöver ljusskillnader för att skilja saker från deras omgivning och därför försämrar rök siktsträckan (Mullholland 1995).



Edward H. Adelson

Figur 8. Adelson's checker illusion. Ruta A och B har exakt samma ton. Skuggan från cylindern gör att hjärnan överkompenserar. Hämtad från http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow_illusion.html

3 Försök

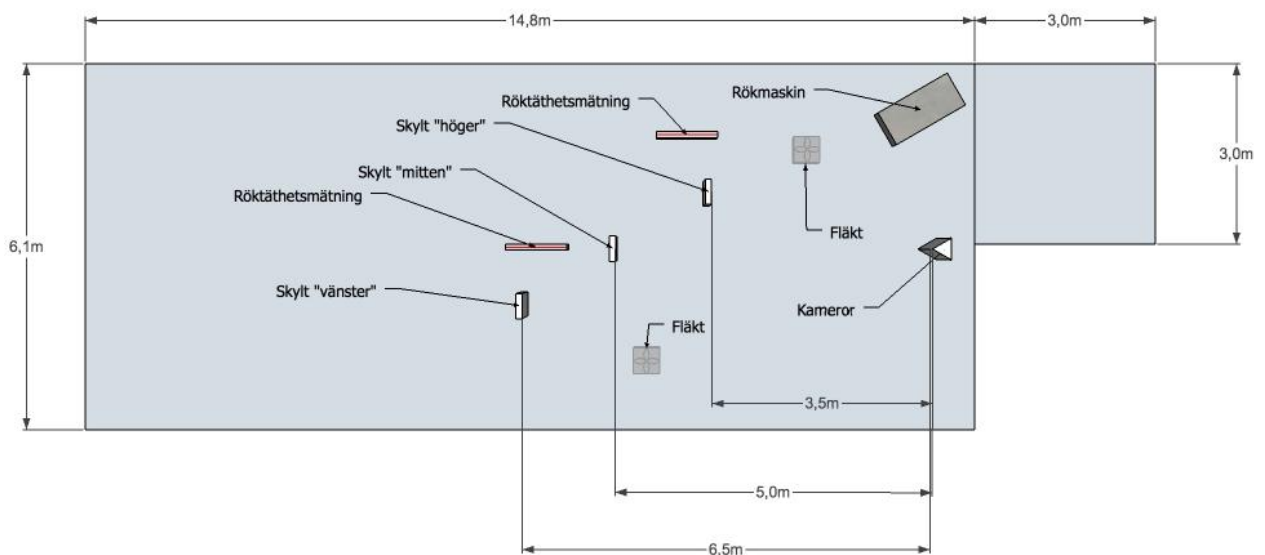
Detta kapitel beskriver genomförandet av försöken.

3.1 Försöksbeskrivning

Försöken genomfördes för att få fram data över den faktiska skillnaden mellan en obearbetad bild och samma bild bearbetad med V.E.T. Försöket delades in i två delar. I del 1 togs de stillbilder fram som sedan användes i en enkät i del 2.

3.1.1 Del 1

Del 1 syftade till att få fram bildmaterial kopplat till data om rökthet som sedan kunde användas för undersökningen i del 2. Detta genomfördes genom att filma referensobjekt med två olika typer av övervakningskameror. En kamera är utrustad med CMOS-chip och den andre har ett CCD-chip. Kamerorna filmade kontinuerligt de tre referensobjekten som var utplacerade på 3,5, 5,0, samt 6,5 meters avstånd från kamerorna (Figur 9). Lokalen fylldes med rök till dess att inget av objekten gick att skönja. Därefter öppnades ventilationsöppningar så att en del av röken försvann. Ventilationsöppningarna stängdes varpå röken stabiliserades och fördelades jämt i lokalen. Denna procedur upprepades sedan till dess att all rök var utvädrad. Från filmerna valdes bilder utifrån de tidpunkter då röktheten varit stabil i lokalen vilket säkerställdes med hjälp av dubbla rökthetsmätare. Varje enskild tidpunkt resulterade i fyra bilder; två bilder per kamera där en bild var helt obearbetad och den andra bearbetades med förbättringstekniken. I programvaran för V.E.T. fanns möjlighet att justera graden av bildförbättring. Högre grad av bildförbättring är inte alltid bättre och en manuell justering ger oftast bäst resultat. För att minska antalet variabler behölls dock detta reglage i sitt utgångsläge.



Figur 9. Skiss över lokalens geometri samt placering av försöksutrustning

3.1.2 Del 2

Under förarbetet uppkom frågan huruvida uppfattning av materialet var entydig. Uppfattar alla människor siktförhållanden på samma sätt? För att säkerställa att resultatet inte skulle påverkas av en enskild persons förmåga/oförmåga genomfördes del 2.

Bilderna från del 1 placerades i en Powerpointpresentation. Ordningen på bilderna lottades för att få en slumpmässig fördelning. Presentationen var konstruerad för att vara så enkel och entydig som möjligt. Presentationen inleddes med instruktioner för undersökningen och en demobild för att ge exempel på hur undersökningen skulle se ut (se Bilaga A). Varje bild visades i 5 sekunder för att undvika att tiden skulle inverka på resultatet. Mellan varje bild var en längre paus där försökspersonen hade tid att anteckna hur många referensobjekt som han/hon sett på den föregående bilden. En enkel tabell för anteckning av resultat bifogades med presentationen (se Bilaga B).

I en första omgång e-postades presentationen med tillhörande formulär till brandingenjörsstudenter på LTH samt vänner och bekanta till rapportförfattaren. De svar som kom tillbaka var således sprungna från diverse olika datorer på olika tider och med helt olika förutsättningar. Då svarsfrekvensen var låg och antalet svarande blev endast 16 stycken utfördes en andra omgång med befäl och brandmän på Jönköpings räddningstjänst. Denna enkätomgång utfördes på två enskilda datorer under inbördes liknande förhållanden. Antalet svar var denna gång 12 stycken. Totalt antal svarande blev alltså 28 personer.

3.2 Materiel

Här redovisas den utrustning som använts under försöket.

3.2.1 Bildupptagning

Axis Communications tillhandahöll två stycken nätövervakningskameror ur sitt ordinarie sortiment. Axis 206 är en billigare kamera och Axis 210 hör till den dyrare klassen. Den stora skillnaden mellan kamerorna är att 206 använder CMOS-teknik i bildsensorn och 210 har en CCD-bildsensor. Kamera 210 ger mer information per bildruta än 206 trots samma bildupplösning och 210 är mindre ljuskrävande (Berggren 2006). Kamerorna placerades så nära varandra som möjlighet på en höjd av ca 150 cm. Under försöket tog kamerorna 30 bilder per minut med en upplösning på 640 x 480 bildpunkter.

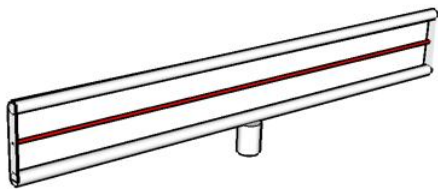


Figur 10. De två typerna av kameror som användes under försöken. Från vänster: Axis 210, Axis 206. Bilderna publiceras med tillstånd från Axis Communications

3.2.2 Mätning av röktäthet

Röktätheten fastställdes med hjälp av en laserdiod och en fotoresistor. Laserdioden siktades in mot fotoresistorn och avståndet mellan de båda noterades. Under rökfria förhållanden togs sedan ett utgångsvärde för infallande ljus mot fotoresistorn, I_0 . Värde I loggades sedan när området mellan laserdiod och resistor innehöll rök. Dessa två värden, uppställda i Formel 1 och tillsammans med sträckan mellan diod och resistor (L) ger röktätheten mätt i Obscura (Drysdale 1996).

Röktätheten loggades i en dator. Mätningarna skedde på två separat platser i rummet (Figur 9) för att i största möjliga mån säkerställa en jämnt fördelad rök. Mätutrustningen var placerad på ca 150 cm höjd. Röktätheten loggades i intervaller om tio sekunder.



Figur 11 Rigg för mätning av röktäthet

$$D_{10} / L = -10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Formel 1 Beräkning av röktäthet

3.2.3 Lokal

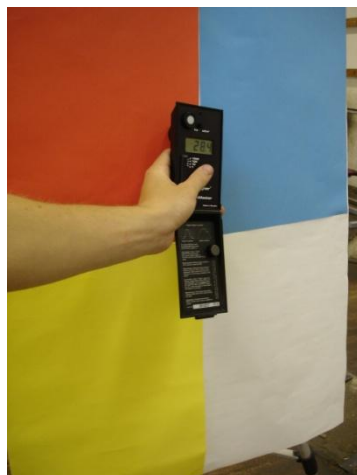
Försöken ägde rum i en före detta verkstad i LTH:s källare. Lokalen användes vid tiden för försöken som gym. Gymutrustningen lämnades kvar i lokalen och flyttades under försöket ut mot väggarna (se Figur 12). Lokalen var idealisk på grund av möjligheten att stänga av ventilationen och därigenom förhindra oönskad aktivering av brandlarm. Lokalen och korridoren strax utanför saknar rökdetektorer. De fönster och dörrar som fanns på långsidan gjorde det möjligt att snabbt vädra ut rök. Ena sidan hade fem fönster som vid försökstillfället var täckta med persienner för att hindra ljusinsläpp.



Figur 12. Foto av försökslokalen

3.2.4 Ljuskällor

Belysning i lokalen bestod av lysrör i taket. Lysrören var tända under försöken. Ljusstyrkan mättes vid vart och ett av referensobjekten och varierade mellan 233 och 300 Lux. Ljusstyrkan var signifikant större vid fönsterpartierna trots att dessa var täckta med persienner. Luminansen på de tre objekten mättes innan försökets början och låg mellan 51-61 Cd/m². Ljusförhållandena mättes med hjälp av en Hagner Screenmaster.



Figur 13. Ljusmätning av luminansen på en av referensbilderna

3.2.5 Rökalstring

För att producera teaterrök användes en rökmaskin med hög kapacitet. Maskinens ställdes in för maximal produktion av rök fram till det att lokalen hade tillfredsställande röktäthet. Därefter stängdes den av och användes inte mer under försöket. Rökmaskinen som användes var av modell Magnum Pro 2000. Röken spreds i lokalen med hjälp av två fläktar.

3.2.6 Programvara

Programvaran som användes för spela in försöken heter AXIS Camera station 2. Denna mjukvara är utvecklad för att användas vid videoövervakning och innehåller en mängd funktioner för bland annat lagring av övervakningsvideo och rörelselarm. Till programmet finns ett tillägg som aktiverar bildförbättringsfunktionen AXIS Image Enhancer där den bakomliggande tekniken är V.E.T.



Figur 14. Skärmbild från mjukvaran Axis Camera Station. Bilden publiceras med tillstånd av Axis Communications AB.

För konstruktion av undersökningen i del 2 användes Microsoft Powerpoint.

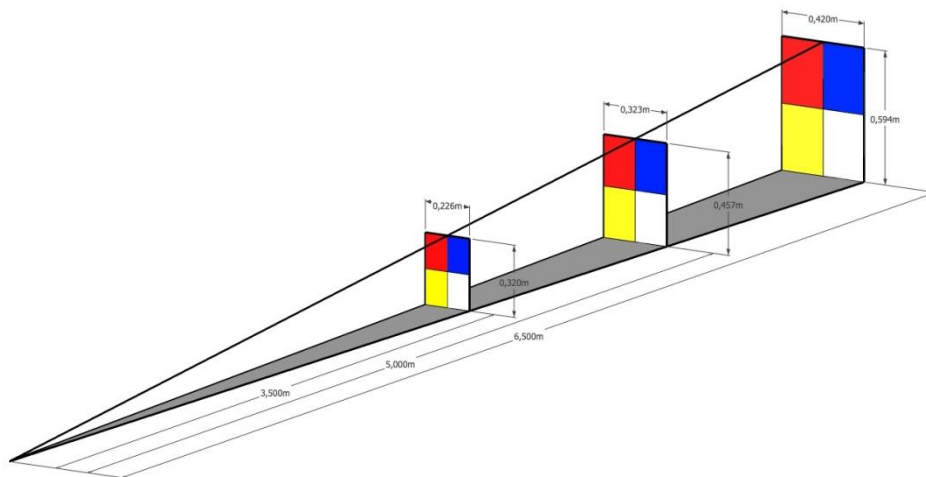
3.2.7 Datorutrustning under försök

Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering lånade ut en dator med tillhörande experimentutrustning för loggning av röktäthet och Axis tillhandahöll en dator för att köra AXIS Camera Station. Kamerorna och den senare nämnda datorn kopplades samman med hjälp av en router av typen D-link 624.

3.2.8 Referensbilder

Referensbilderna tillverkades av olikfärgade pappersark och hängdes upp på kamerastativ. På grund av att referensbilderna placerades ut på olika avstånd fanns det risk för att storleken på dem skulle påverka resultatet. En mindre bild kan vara svårare att se och därför kompenserades den upplevda storleksskillnaden. Den största referensbilden skapades med utgångspunkt i ett A2-ark. Bilden delades i fyra fält där tre olika färger placerades mot den vita bakgrunden. Med avseende på de avstånden mellan objekten skalades de två mindre bilderna ned så att de skulle uppfattas som lika stora när de placerats ut

på respektive plats (se Figur 15). Syftet med de olikfärgade fälten var att eventuellt se skillnader i förbättring mellan de olika färgerna.



Figur 15. Uträkning av storlek på referensobjekt.

3.3 Försökspersoner

I del 2 användes två olika populationer. I populationen benämnd "blandad" ingick 16 personer och den bestod till ungefär hälften brandingenjörsstudenter och resten var andra vänner och bekanta till författaren. Den grupp försökspersoner som benämns som "brandmän" var brandmän och befäl från räddningstjänsten i Jönköping. Någon information angående ålder, kön eller eventuell synnedsättning samlades inte in i samband med enkäten.

4 Resultat

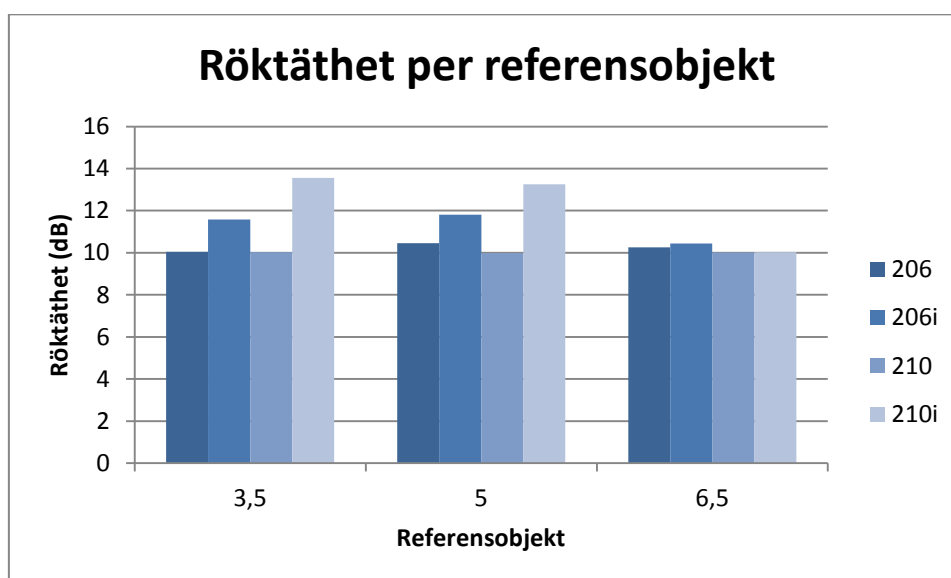
I detta kapitel redovisas en sammanställning av resultaten från de utförda försöken.

4.1 Siktförbättring

De inkomna formulären sammanställdes i en tabell. För varje person fastställdes vid vilken maximal röktäthet som respektive referensbild först uppmärksammats. Detta utfördes för totalt fyra bildserier, en innan och en efter bildförbättring med respektive kameramodell. De enskilda resultaten summerades och ett medelvärde räknades fram.

En första genomgång av resultatet visade att de båda populationerna blandad och brandmän inte skiljer sig nämnvärt åt i resultat. Det bedömdes därför som mer värdefullt att slå samman de båda för att få högre säkerhet i slutresultatet. Det totala antalet deltagare med fullständiga svar blev till slut 28 personer.

Resultatet visade en tydlig skillnad mellan ej förbättrad bild och en bild som var bearbetad med V.E.T vid korta sträckor. I försöken erhöles 3,6 dB som maxvärde på förbättring när bilder från kamera 210 användes. Det motsvarade en förbättring med 36 %. Eftersom ljuddämpningen står i direkt proportion till siktsträckan innebär det att även siktsträckan ökar med 36 %.



Figur 16 Resultatet redovisat som röktäthet/referensobjekt. Suffixet i bakom kameramodellen betyder att bilden blivit behandlad av V.E.T.

I Figur 16 visas tröskelvärde för ljuddämpningen när referensobjekten först uppmärksammades uppdelat på respektive objekt. Som synes är ljuddämpningen i princip konstant för de icke förbättrade bilderna. De förbättrade bildernas värde är inte lika stringent och vid tavlan som är placerad på 6,5 meters avstånd är värdet för varseblivning detsamma som för de icke förbättrade bilderna. Diagrammet illustrerar även skillnaden mellan de två kameramodellerna. Utan

bildförbättring skiljer sig resultatet inte nämnvärt medan kamera 210 förbättrar som mest 17 % mer än 206 med V.E.T. applicerat.

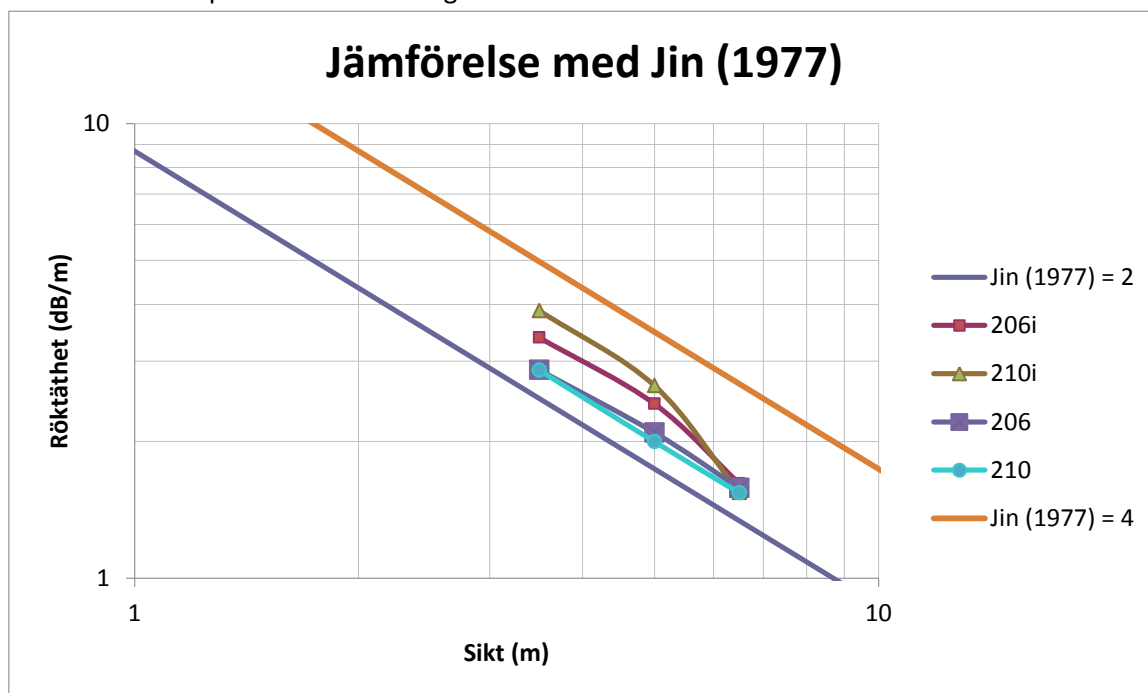
Resultaten ter sig så stringenta och entydiga att en djupare statistisk analys anses överflödig. För ordningens skull redovisas dock Tabell 1 avbildande standardavvikelsen. Värt att notera är dock att spridningen är väsentligt större för de bilder som är bearbetade av V.E.T.

Tabell 1 Röktäthet vid varseblivning av respektive referensobjekt. Här redovisas även standardavvikelsen (σ).

	3,5 (dB)	3,5 σ	5 (dB)	5 σ	6,5 (dB)	6,5 σ
206	10,0	0,2	10,4	0,7	10,3	0,3
206i	11,6	2,3	11,8	1,4	10,4	0,3
210	10,0	0,0	10,0	1,2	10,0	0,0
210i	13,6	2,5	13,2	1,2	10,0	0,2

4.2 Verifiering av resultat

För verifiering av resultaten infördes de i ett diagram tillsammans med Jins (1977) samband för reflekterande skyltar där Sikt * Röktäthet = C (C = 2 och 4). Det är tydligt att värdena ligger klart innanför vad som är rimligt. De icke förbättrade bilderna ligger parallellt med tidigare resultat medan de förbättrade bilderna avviker från den parallella orienteringen med ökande siktsträcka.



Figur 17. Resultatet presenterat tillsammans med tidigare forskning (Jin 1977).

5 Diskussion

Kapitlet behandlar och värderar V.E.T. och metoden för att utvärdera densamma.

5.1 Utvärdering av V.E.T.

Som visat i resultaten ställer V.E.T. krav på indata. 210 gav 17 % bättre resultat än den lite billigare modellen 206. Det är oklart huruvida kamera 210 representerar ett maxvärde över alla upptänkliga sorters kameror men det anses osannolikt. Med en bättre kamera än 210 skulle alltså V.E.T kunna prestera ännu bättre. Det är å andra sidan positivt att V.E.T. kan göra stor skillnad med förhållandevis enkel teknik. De kameror som användes i försöken fanns i handeln redan 2006.

Under förberedelserna till försöken konstaterades att bilderna gick att förbättra ytterligare med hjälp av justering av det reglage som styr appliceringen av V.E.T. På grund av arbetets omfattning och att det innebar ytterligare en felkälla/variabel att ta hänsyn till så lämnades detta reglage i sitt standardläge. En automatisering av appliceringen skulle potentiellt öka förbättringen ytterligare.

På de bilder som presenteras som bearbetats med V.E.T. är det tydligt hur ljusförhållandena påverkar bilden. Figur 18 & Figur 19 visar ett exempel på skillnaden mellan förbättrad och icke förbättrad bild. Lysrör i taket och fönstren på vänstersidan ställs mot det mörka golvet och den mörkare högersidan (Figur 18). Detta är sedan tidigare ett känt problem (Berggren 2006)



Figur 18. Bild med V.E.T. applicerad

Instruktionerna till enkätundersökningen angav att det inte räckte med en skymt av respektive skylt och att alla färgfält skulle kunna identifieras. Beroende på vad och hur V.E.T ska användas så bör denna förutsättning noteras. I vissa fall kan det räcka med konturer av ett objekt för värdefull information.



Figur 19. Figur 18 utan bildförbättring.

5.2 Utvärdering av testmetoden

Det är tydligt att resultaten från referensobjektet som är placerat på 6,5 meter avviker från de två andra referensobjekten. Detta anses vara ett metod-/datafel som grundar sig i att röktäthetsintervallen mellan de olika bilderna inte är uniform och antalet bilder för litet. Hade antalet bilder varit fler så hade avvikelsen inte uppkommit. Röktätheten i ett rum visade sig under försöken vara väldigt svår att styra och därför är inte intervallen mellan bilderna samma.

Idén att sätta ut flera tavlor och på sätt täcka in mer data per foto kan i övrigt ses som lyckad. Tack vare detta så kunde resultaten verifieras inom experimentet samt mot andra försök vilket inte skulle vara möjligt med endast en tavla på ett fast avstånd. Jämfört med att ha ett flyttbart referensobjekt så är metoden också väldigt enkel och rättfram. Genom uppskalning av referensobjektets storlek undviks också den problematik som beskrivs av Rea (1985) när den upplevda storleken på objektet kan ha inverkan på resultatet.

5.3 Felkällor

Ljus

Lokalen som användes var inte opåverkad av dagsljus. Det är möjligt att infallande ljusstyrka ändrades under försökets gång. Infallande ljus på objekten mättes inte under pågående försök.

Röktäthet

Det är oklart om röktätheten var helt uniform i hela lokalen under försöket. Lokala fluktuationer i röktätheten skulle kunna påverka resultatet.

Datorutrustning

Gruppen blandad utförde undersökningen på respektive försökspersons egen dator. Gruppen brandmän använde två specifika datorer lokaliserade på Jönköpings brandstation. Detta kan ge upphov till en resultatskillnad då faktorer som omgivningsbelysning, skärminställningar och skärmstorlek kan ha inverkat på möjligheten att se referensbilderna.

Försökspersoner

Gruppen brandmän uppskattas vara något äldre och ha mindre datorvana än gruppen allmän. Detta kan ha påverkat resultatet. Ingen hänsyn har tagits till försökspersonernas synskärpa.

5.4 Slutsats

Mycket har hänt inom digital kamerateknik sedan försöken i detta projektarbete inleddes. Även V.E.T. har utvecklats för att idag mer inrikta sig på undervattensverksamhet. Detta till trots så ger denna rapport en fingervisning om potentialen i tekniken.

Den maximala förbättringen som kan påvisas är 36 %. Procenttalet gäller för rökthet (dB/m) såväl som siktsträcka (meter). Den konkreta siffran kan endast anses gälla för de förutsättningar som anges i denna rapport. Det är oklart hur andra ljusförhållanden och röktyper påverkar resultatet men baserat på de studier som gjorts inom ämnet finns det inget som tyder på att tekniken skulle bli verkningslös vid andra förhållanden.

Att på en övervakningsfilm där bilden är försämrad av till exempel rök kunna öka siktsträckan med upp till en tredjedel har givetvis en uppenbar nytta. I de fall där syftet med övervakningen är identifiering av till exempel enskilda personer eller registreringsskyltar på bilar så kan 36% längre siktsträcka göra hela skillnaden.

6 Framtida forskning

Vidare forskning kan inledas med en återupprepning av nyss redogjorda experiment men med större omfattning. Större antal bilder (kortare intervall mellan röktäther) och fler försökspersoner är några av de förändringar som bör göras.

Efter det inledande försöket bör det undersökas om det går att skala ner försöken. Om avståndet minskas ner blir det mycket enklare att kontrollera antalet rökpartiklar mellan kamera och objekt. Detta är en av nyckelvariablerna för att säkerställa ett så exakt resultat som möjligt. Ett försök som genomförs i modellstorlek skulle vara lättare att kontrollera och fler röktätheter skulle kunna testas på kortare tid. I ett mindre utrymme skulle det även vara enklare att tillse fullgod blandning d.v.s. uniform röktäthet. En ytterligare fördel är att en mindre volym är snabbare och enklare att fylla med rök

Vidare forskning bör beröra variabler som utelämnats i denna rapport. Hur påverkas siktsträckan av mörka brandgaser med annorlunda partikelstorlek? Kan resultatet påverkas av förändringar av ljusförhållanden? Hur mycket påverkar en individuell justering av reglaget för bildförbättringen?

Referenslitteratur

- Blixt, M. (2003) *Kameraövervakning i brottsförebyggande syfte*. Brottsförebyggande rådet, Information och förlag. Stockholm.
- Drysdale D. (1996). *An Introduction to Fire Dynamics 2nd edition*. John Wiley and Sons. Chichester.
- Frantzich H. & Nilsson, D. (2003) *Utrymning genom tät rök: beteende och förflyttning*, Rapport 3126, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- Jin, T. (1978) *Visibility Through Fire Smoke*. Journal of FIRE & FLAMMABILITY. Vol 9. sid 135-155.
- Jin T. och Yamada T. (1985) *Irritating Effects of Fire smoke on Visibility*. Fire Science and Technology. Vol 5, sid 79-90.
- LYYN (2006). *Om företaget*. (Elektronisk) Lund: LYYN AB. Tillgänglig: <<http://www.lyyn.se/about/history.html>> (2006-12-08).
- Macdonald, L. (2006) *Digital Heritage: Applying Digital Imaging to Cultural Heritage*. Butterworth-Heinemann. Burlington.
- Mulholland G. (1995) *Smoke Production and Properties*, SFPE Handbook of FireProtection Engineering. NFPA. 2nd edition. Quincy.
- Persson, B. Spets, H. Ragell, H. (1999) *Förbättrat seende i brandrök*. Räddningsverket. Karlstad. Rapport P21-274/99.
- Quintiere, J.G. (1982) *Smoke Measurements: An Assessment of Correlations between Laboratory and Full-Scale Experiments*. Fire and Materials, -6 (3,4) 145-160.
- Rea, M.S., Clark, F.R.S., and Oullette, M.J. (1985) *Photometric and Psychophysical Measurements of Exit Signs Through Smoke*. National Research Council Canada, Division of Building Research, DBR Paper No. 1291, Ottawa, Canada.
- Renström, K. Håkansson, P. (2004) *Ljus & Belysning: En handbok om ljus, seende, ljusplanering och belysningsteknik*. Liber AB, Stockholm.
- Schooley, L.C. and Reagan, J.A. (1980) *Visibility and Legibility of Exit Signs Part I: Analytical Predictions*. Journal of the Illuminating Engineering Society, 10 (1) 24-28.
- Tan K. Oakley J. P. (2001) *Physics-Based Approach to Color Image Enhancement in Poor Visibility Conditions*. Journal of the Optical Society of America. A 18. sid 2460-2467.
- Wikipedia (2006). *Fog machine*. (Elektronisk) Wikipedia. Tillgänglig: <http://en.wikipedia.org/wiki/Fog_machine> (2009-09-23).

Ygge, J. (2011) *Ögat och synen*. Karolinska Institutet University Press. Stockholm.

Zygmunt S. (1997) *Contrast Attenuation Coefficient as a Parameter Enabling Determination of Range of Visibility in Smoke*. Fire Mater. vol. 21, sid 205-211.

Muntliga källor

Fredrik Beckman. LYNN. 2006.

Peter Berggren. Axis Communications. 2006.

Bilaga A Bildspel

Nedan följer instruktionerna samt en exempelbild ur det bildspel som skickades ut till undersökningsdeltagarna.

I följande presentation visas 32 fotografier. Fotografierna föreställer ett rum med tre färgade skyltar. På alla bilder kommer det att finnas rök i rummet som ibland helt eller delvis skymmer en del av skyltarna. Din uppgift är att bedöma vilka skyltar som syns på varje bild. Fyll i resultatet i utdelat formulär. Synlig skylt markeras med X och ruta för ej synlig skylt lämnas tom. Varje bild är markerad med respektive nummer i nedre högra hörnet.

Varje foto visas i fem sekunder. Efter varje foto pausas presentationen du får tid att fylla i formuläret.

Tryck på "retur" att fortsätta

Bilden som följer är ett exempel på vad som räknas som "synlig" skylt. Den visar också hur lång visningen kommer att vara.

Den högra skylten är klart synlig medan den mittersta inte kan räknas som synlig trots att det går att "skymta något". Det räcker inte med att bara se konturer utan man skall kunna identifiera färgerna i respektive fält.

Tryck på "retur" att fortsätta

vänster

mitten

höger



Bilaga B Enkät

Nedan följer den tabell som undersökingsdeltagarna använde under undersökningen.



Bild	Vänster	Mitten	Höger
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			

