



examensarbete certec, lth nummer 8:2005

Magnus Wallengren

# Nära skjuter ingen hare



Avdelningen för rehabiliteringsteknik  
Lunds tekniska högskola



# Sammanfattning

Barn med autistiska drag uppvisar ofta svårigheter att fokusera på de föremål i sin omgivning som vi för tillfället vill att de ska uppmärksamma. Det kan också vara svårt för oss att förstå vad i sin miljö barnet för tillfället vill uppmärksamma. Dessa två faktorer kan lätt leda till missförstånd då barnen inte riktigt vet vad som ska hända, vilket lätt resulterar i att de blir okoncentrerade och tänker på annat.

Att skapa en gemensam uppmärksamhet på ett föremål är viktigt för att hjälpa barnet att kunna förstå, förbereda sig och fokusera på vad som kommer att hända. Får de inte denna förståelse och förberedelse blir barnen lätt, som ovan nämnt, okoncentrerade och tänker på annat.

Detta arbete har inriktats på att undersöka om det är möjligt att med hjälp av dagens teknik utveckla ett hjälpmedel att använda i de situationer då extra uppmärksamhet ska riktas mot något föremål i närheten. Föremålet ligger utom räckhåll men definieras enligt uppgiften som på två till tio meters avstånd. Arbetet inriktades tidigt på undersökning av möjligheten att använda laserpekare och hur en sådan skulle kunna modifieras och användas för denna grupp. Tanken är att pekverktyget ska vara så lätthanterlig och pedagogiskt utformad att även barnet skall kunna använda det för att få en ökad precision i pekandet.

I den första delen av arbetet läggs tyngdpunkten på att undersöka hur detta pekverktyg skulle fungera pedagogiskt och hur det skulle användas i det dagliga arbetet. Detta gjordes genom fördjupning i litteratur, brevkontakt med inom området kunniga personer samt studiebesök hos ett par särskoleklasser.

I arbetets andra del utvecklades en prototyp av ett pekverktyg vars pedagogiska attribut hade fastställts tidigare under arbetets första del. Utvecklingen av pekverktyget påbörjades med att grundligt gå igenom teorin för tekniken bakom konstruktionen. Efter omfattande beräkningar och ämnesfördjupning i aktuell litteratur provades olika uppställningar av komponenter ut i ett laboratorium på institutionen för Atomfysik på Lunds tekniska högskola. När lämpliga komponenter provats ut beställdes de och byggandet av en prototyp kunde aktualiseras.

Arbetet avslutades med att återkomma till en av de tidigare besökta särklasserna där användartester av prototypen genomfördes. Användartesterna gick över förväntan och de två elever som fick tillfälle att prova pekverktyget svarade mycket bra på arbetet med densamma. Barnen hade lätt att fokusera på strålen

och en av de två eleverna blev så intresserad att han själv ville, och fick, prova att använda pekverktyget.

## Nyckelord

Barn, autism, laser, laserpekare, pekverktyg, precision, peka, uppmärksamhet, gemensam uppmärksamhet

# Abstract

Children with autistic features often experience difficulties focusing on the objects in their environment which we try to attract their attention to. We may also have a problem understanding what these children want to pay attention to. These two factors might easily, when the child isn't entirely sure of what is supposed to happen, lead to misunderstandings which easily results in them being distracted and not being able to focus.

Creating a joint attention to an object is essential in order to help the child understand, prepare and focus on what is going to happen next. Not understanding this and neglecting the necessary preparations will easily result in the child being unfocused and distracted.

This thesis is aimed at investigating the possibility of, using today's technology, developing a tool available for use in situations when extra attention is needed to be given an object located in the immediate surroundings. The object is located out of reach but is, as defined by my task, within the distance of two up to ten meters.

My work was early on aimed at investigating the possibility of using laser pointers and which modifications of these were necessary if one were to be used by the defined target group. One of the original thoughts is that the pointer tool should be easy enough to manage and pedagogically designed so that the children themselves can use this tool without assistance in order to furthering the precision involved in pointing.

In the first section of this thesis the emphasis is on the investigation of how to operate and how well this pointer tool would work pedagogically. This investigation was done by visiting a couple of special schools, through literature studies and direct contact with people with better knowledge of the subject, for example scholars in cognition sciences.

In the second section of this thesis the emphasis was on developing a prototype of a pointer tool whose pedagogical attributes had been established in the first section of the thesis. The development of the pointer tool was begun by thoroughly going through the basic theories of the technology needed for this project. After extensive calculations and literature studies some different arrangements regarding lens and laser placements in a laboratory at the 'Division of Atomic Physics' at 'Lund Institute of Technology' was tested. When the suitable components had been chosen they were ordered and the manufacturing of the prototype was commenced.

The thesis was concluded by returning to one of the special schools previously visited where user tests were carried out with the now completed prototype. The results of the user tests exceeded my expectations and the two students involved in testing the pointer tool responded very well to the exercises which were carried out. The children had no problems focusing on the beam and one of the students were so interested in the pointer tool that he himself wanted, and were allowed, to try using it.

## Keywords

Joint attention, children, pointer tool, laser pointer, autism, precision, point, attention, joint reference

# Förord

Denna rapport är den avslutande delen i min Civilingenjörsexamen vars 180 poäng jag gjort under programmet för Teknisk Fysik. Examensarbetet omfattar 20 akademiska poäng vilka har genomförts på *Certec*, avdelningen för rehabiliteringsteknik under *Institutionen för Designvetenskaper*.

På *Certec* har Håkan Efring varit handledare. Idén till detta examensarbete kom från min examinator Arne Svensk. Andra personer inom *Certec* som bör nämnas är optiker Jörgen Gustafsson och synpedagogerna Malena Grube och Louise Hemmingsen inom *Se Mer*-projektet. Jag fick tillfälle att besöka två särklasser och som kontaktpersoner vill jag tacka Agneta Dyberg-Ek på *Georghillskolan* i Hörby och Ann Westring på *Höjebro skolan* i Lund. Professor Stefan Kröll på *Fysicum, LTH* i Lund har hjälpt mig med de optiska testerna som krävdes och sist men inte minst byggde ingenjör Lennart Strömberg den slutgiltiga prototypen åt mig. Mailkontakt har hållits med ytterligare några personer däribland doktorand Petra Björne, med kunskap om kognitionsforskning, Magnus Björne, som arbetar på *Nimbusgården* i Lund samt med Lennarth Andersson, verksam inom det internationella *TEACCH*-projektet.

Till sist vill jag tacka Edvin och Aida på *Georghillskolan* i Hörby för deras tålamod under användartesterna med mig.

Lund, november 2005

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>7</b>
1.1	Problembeskrivning .....	7
1.2	Syfte .....	10
1.3	Begränsningar .....	11
<b>2</b>	<b>Metod</b> .....	<b>14</b>
2.1	Undersökning .....	14
2.2	Utveckling .....	14
<b>3</b>	<b>Litteratur och studiebesök</b> .....	<b>16</b>
3.1	Litteratur .....	16
3.2	Studiebesök .....	18
3.3	Resultat av undersökning .....	23
<b>4</b>	<b>Lösningförslag</b> .....	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Fysiken</b> .....	<b>25</b>
5.1	Teori .....	25
5.2	Tester med laserutrustning .....	26
5.3	Specifikationer .....	26
<b>6</b>	<b>Konstruktion</b> .....	<b>28</b>
6.1	Skisser för montering .....	28
6.2	Färdig prototyp .....	29
<b>7</b>	<b>Användartester</b> .....	<b>32</b>
7.1	Edvin .....	32
7.2	Aida .....	33
<b>8</b>	<b>Framtida utveckling</b> .....	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b> .....	<b>35</b>
	<b>Referenser</b> .....	<b>38</b>
	<b>Bilagor</b> .....	<b>40</b>
	Bilaga A, Beräkningar av våglängd och effekt .....	40
	Bilaga B, Labtester, mätningar och linsberäkningar .....	52
	Bilaga C, Maximal tillåten exponering (MTE) .....	63
	Bilaga D, Intensitets-jämförelse med lampa .....	65
	Bilaga E, Mätning av strålstyrka .....	67
	Bilaga F, a(b) med konstant strålarea .....	69



# 1 Inledning

## 1.1 Problembeskrivning

Diagnosen Autism har många uttryck med tillhörande problem som både individen och den fortskridande vetenskapen skulle tjäna på att förenkla eller, om möjligt, lösa.

Ett av handikappets uttryck är de svårigheter dessa personer kan ha med att fästa uppmärksamheten på rätt saker i deras närhet, det vill säga att skapa en så kallad ”gemensam uppmärksamhet” med den anhöriga, personalen eller vem det må gälla. Det är detta problem som detta examensarbete inriktar sig på att undersöka och eventuellt utveckla ett alternativ till det välanvända pekfingret.

### 1.1.1 Om autism

Följande text från Nationalencyklopedin omfattar relativt kortfattat några av de viktigaste sakerna angående autism:

”*Infantil autism* eller *autistiskt syndrom* är ett i regel kroniskt handikapptillstånd som ger symtom från de första levnadsåren. Förmågan till socialt samspel är kraftigt nedsatt, vilket medför avskärmning och oförmåga att leka med jämnåriga. Språket är avvikande; gester, mimik och talspråk saknas eller har under många år karaktären av eko (dvs. barnet upprepar andras gester och språk eller sina egna frågor). Språkförståelsen är nedsatt. Beteendet är onormalt, med stereotypa rörelser (t.ex. handviftningar), fixeringar vid vissa sysselsättningar och rutiner samt motstånd mot förändring och inläring av nya kunskaper.”

[1]

Generellt sett kan man säga att ett av de absolut mest signifikanta uttrycken av en autistisk störning är en låg utvecklingstakt vilken ofta tenderar att komma igång relativt sent jämfört med de jämnåriga. Mer om generella uttryck och tendenser hos personer med autism står att finna till exempel i Eve Mandres licentiatuppsats ”Från observation till specialpedagogisk design” [2] som behandlas senare i kapitel 2.

Sannolikheten att ett nyfött barn har autism är ungefär 0.1-0.2%. Autism är kromosombetingat vilket visas av att ungefär 70-80% av dem som får diagnosen är pojkar. En något större andel barn, denna siffra rör sig om runt 0.5-0.7% av alla födslar, uppvisar vissa men inte alla symtom på infantil autism. I dessa fall, där man inte talar om ren autism, rör det sig i  $\frac{3}{4}$  av fallen om begåvningshandikapp medan den sista  $\frac{1}{4}$  brukar benämnas med

diagnosen DAMP. För att kunna ställa diagnosen autism krävs en grundlig medicinsk undersökning, om resultatet av denna undersökning visar en lättare form av autism brukar denna benämnas Aspergers syndrom. Aspergers syndrom är alltså en diagnos nära besläktad med autism. 10% av alla barn med autism har utöver detta epilepsi, en siffra som bland den övriga befolkningen är 0.5% i unga år och runt 1% senare i livet. Ytterligare 20% av personer med autism får epileptiska besvär under puberteten vilket höjer den andelen med epileptiska besvär till 30% hos den sammanlagda gruppen personer med autism [1].

### 1.1.2 Att se sammanhang och förstå ett pekfinger

Ett väldokumenterat problem, som uppkommer i mer eller mindre hög grad hos personer med diagnos inom autismspektrat, är svårigheterna med att kunna ta in flera olika (syn-, hörsel-, känsel-) intryck på samma gång. Detta reagerar de ofta på med att tappa koncentration och uppmärksamhet.

De implicita strukturella regler vi satt upp för hur man ska bete sig i vårt samhälle missuppfattas eller går helt över huvudet på denna grupp personer som därför riskerar att uppfattas som ”märkliga” eller ”utanför”. Då denna grupp ofta har svårt med det abstrakta tänkandet faller våra försök att peka och visa in under de situationer som dessa personer lätt kan missförstå. ”Nu vill hon att jag ska göra något, men vad betyder fingret och vad gör det?”



Figur 1, Pekfinger

En långsam intellektuell utveckling gör att dessa personer oftare antas kunna se abstrakta samband än vad som egentligen är fallet. Vad de ofta saknar, som vi inte är i lika stort behov av, är snarare att se tydliga orsak-verkan effekter och att få konkreta instruktioner/hjälp.

Ett viktigt område att tänka på när det gäller personer med diagnos inom autismspektrat är att de tenderar till överselektivitet, det vill säga de har ofta ett mycket skarpt öga för detaljer. Detta kan bland annat leda till svårigheter med att generalisera eller se sammanhang. En för detaljrik miljö gör ofta att personen i sin jakt på förståelse försöker skapa samband och binda händelser till detaljerna i miljöns exakta uppställning. En metod som sällan stämmer och istället ger rena missuppfattningar, villfarelser som personen ifråga kan hänga kvar vid under en längre tid.

Man kan till exempel få höra att kaffekannen måste stå på en exakt plats för att mamma ska komma hem, endast för att hon kommit hem en gång när kaffekannen råkat stå just där. Ett annat exempel är att personen måste sitta på en viss plats i bilen så att det inte sker en olycka, just för att färden gått bra när personen suttit på denna plats en gång. Detta tillhör en av de faktorer man måste tänka på i utvecklingen av tekniska hjälpmedel ämnade för denna grupp.

### 1.1.3 Gemensam uppmärksamhet

I många av våra vardagssituationer vill vi skapa ett band av uppmärksamhet mellan oss, den person vi riktar oss till samt föremålet som vi syftar på. Att skapa denna ”gemensamma uppmärksamhet” kan vara ett problem framförallt när det gäller denna grupp. Det som av oss andra tolkas som ouppmärksamhet och på gränsen till isolering av personen ifråga handlar oftast om att vi försöker nå personen på fel sätt, kommunikationen är felutformad. Gunilla Gerland [*Gerland 1996*] och Donna Williams [*Williams 1993*] vittnar om liknande återkommande situationer i sin respektive uppväxt där de, beroende på hur personen i deras närmiljö försökt få deras uppmärksamhet, kunnat reagera på en viskning från ett annat rum men missat ett högt rop från någon i deras absoluta närhet.

Man kan tänka sig många situationer då denna gemensamma uppmärksamhet behöver upprättas, dels för att personen ska lära sig att klara av sitt eget liv men även för att kunna dela erfarenheter tillsammans med andra. Ett hjälpmedel vore önskvärt för användning till att be en person sätta sig på STOLEN eller duka BORDET, föremål man då vill rikta den gemensamma uppmärksamheten på. För att ytterligare förklara ges här en rad exempel på situationer där ett pekverktyg skulle kunna visa sig nyttig. Uppmärksamhet riktas mot:

- Stolen: ”Sätt dig på stolen där borta.”
- Bordet: ”Städa/hämta tallrikarna och besticken.”
- Bollen: ”Plocka upp bollen där borta.”
- Kritorna: ”Rita med dem på ditt block.”
- Datorn: ”Titta lite på dina bilder på datorn.”
- Teven: ”Sätt dig och titta på barnprogrammen.”
- Skorna: ”Ta på dig skorna, vi ska gå ut!”
- Leksaken i skyltfönstret: ”Vill du ha den?”
- Affischen utanför bion: ”Vill du se den filmen?”
- Mjölken i affären: ”Hämta en sådan åt mig!”
- Gungan på lekplatsen: ”Kom så gungar vi!”

Detta är bara några exempel på en oändlig lista av möjliga situationer som kan uppkomma. Användandet av ett eventuellt hjälpmedel får ske efter användarens egna förutsättningar och erfarenheter.

Som synes kan pekandet betyda många olika saker, såsom titta, hämta, sitta och så vidare, varför pekandet lämpligen kompletteras med ytterligare instruktioner exempelvis i form av muntliga instruktioner enligt exemplen ovan.

Följande text kan exempelvis illustrera ”avkodningsprocessen” hos en person med autism när denne möter ett pappersark:

”Den avkodade informationen: ’vitt, platt, tunt och fyrkantigt med glatt yta’ tolkas och känns igen som ett pappersark. Den djupare meningsprocessen kräver ytterligare inre meddelanden som skall sorteras. Meningen för mig är vad jag ska göra med pappret: Jag ska skriva på det.” [Williams 1996]

## 1.2 Syfte

Syftet med detta projekt är att utveckla ett pekverktyg som kan ge större precision i pekandet än vad ett pekfinger ger. Tanken är att med till exempel belysning kunna framhäva hela objektet på ett sätt som ett pekfinger eller en prick från en laserpekare inte kan göra. Detta kommer att genomföras genom att modifierad en av dagens existerande laserpekare. Genom att framhäva hela objektet skulle detta objekt definieras på ett nytt och mer konkret vis än tidigare. Pekverktyget ska kunna användas såväl av personen med autism som av personal eller anhöriga för att lättare skapa en gemensam uppmärksamhet på ett föremål.

Syftet är att utveckla ett verktyg som genom belysning kan framhäva hela objektet vilket skulle definiera föremålet på ett helt nytt sätt. Detta istället för att peka med en prick eller med fingret på det man menar som det är nu. Med hjälp av detta verktyg ska man kunna belysa ett helt föremål, ge en ram runt det och därmed en exakt beskrivning. Att ge en stark ram runt föremål eller symboler som kräver extra uppmärksamhet är någonting som, utan att vi kanske nödvändigtvis tänker på det, används flitigt i hela vårt samhälle. Ett bra exempel på detta är de trafikskyltar som står uppställda utmed våra vägar (se figur 2).



Figur 2. Varningstriangel

Verktyget vi söker är alltså både ett pekdon för stunden, "ja du ser stolen därborta, den menar jag!", men även ett redskap för vidare utveckling. Nyckelordet för projektet är "precision" vilket möjligtvis säger mer om en slutprodukts, i ett längre perspektiv, presumtiva biverkningar än dess primära syfte att utgöra ett praktiskt pekverktyg.

Förhoppningsvis kan användaren ta till sig detta hjälpmedel, personen med autism respektive personal eller anhörig kommer framöver att benämnas "användare" respektive "hjälpare". En förutsättning för att nå ett långsiktigt positivt resultat är konsekvent användning i en vardagsmiljö så att användaren även inför sig själv kan definiera objekten i sin privata miljö. För användaren skulle denna utveckling ge säkerhet och förståelse för hur föremål i deras närhet definieras både till dess utseende och till dess funktion. Att behöva hjälp med att definiera föremål efter dess form kan exempelvis betyda att förstå hur en stol ser ut och vad som skiljer den från en fåtölj.

Inom forskningsområdet Autism är det väldokumenterat, som till exempel kan ses i arbetet med synsvaga barn i Se Mer-projektet (se även kapitel 3.2.1) på Certec [3], hur mycket det vid fokusering på föremål hjälper att ge detta föremål en ram. Genom denna metod kan man få en passiv andra person att fokusera på ett föremål mycket bättre än genom att bara peka med pekfingret eller ens med pricken från en laserpekare.

### 1.2.1 Dämpa eller förstärka intryck?

Det finns flera svårigheter, beskrivna redan i avsnittet *Problem*, att fundera över innan man utformar detta hjälpmedel. Personer med autism tenderar att bli förvirrade och ofokuserade av alla de intryck vår fantastiskt detaljerade vardagsmiljö öser över oss. Valet står mellan att lyfta fram det valda föremålet utöver alla andra intryck i miljön eller att dämpa de intryck som är onödiga för tillfället. Då vår miljö redan fyllts av syn-, hörsel- och känselintryck är det antagligen lämpligt att först och främst satsa på det andra alternativet. I regelbundet arbete med barn med autism görs detta bäst genom att planera miljön så långt det är möjligt genom att ta bort så mycket information man kan tills bara det livsnödvändiga är kvar. Här gäller alltså en välplanerad miljö framför bruket av ett tekniskt hjälpmedel.

Uppgiften riktar dock blicken mot den motsatta angreppspunkten. Siktet är inriktat på att framhäva det önskade föremålet för att i högsta möjliga mån kunna rikta den gemensamma uppmärksamheten mot detta. Det iakttagna föremålet ligger inom uppgiftens ram på 2-10 meters avstånd. De längre avstånden innebär givetvis större svårigheter när det kommer till att skärma av den ökade mängd föremål/intryck som får plats inom det område som faller inom 10, eller ens 5, meters avstånd från en person.

Det är viktigt att tänka på användarens eventuella överselektivitet. Personer med autism har en oerhörd känsla för detaljer vilket försvårar personens möjlighet att generalisera. Detta kan innebära ett problem som måste lösas genom att personen som hjälper den primära användaren (hjälparen) måste frikopplas så långt det är möjligt från användningen. Detta är givetvis svårt men lyckas man inte med detta riskerar man att personen med autism (användaren) tror att hjälpmedlet endast går att använda då hjälparen är närvarande.

## 1.3 Begränsningar

Problemet med personer med autisms stundtals bristande uppmärksamhetsförmåga och hur man ska lösa detta är ett mycket

omfattande och komplext problem. Det finns många faktorer att ta hänsyn till, såsom till exempel tendenserna till överselektivitet och hur skillnader i personliga erfarenheter visar sig vara mycket betydelsefulla. Dessa problems omfattning gör att en enkel lösning på hela uppgiften i princip är omöjlig att hitta.

Detta arbetes uppgift väljs till att fokusera närmare på hur själva pekandet, i processen av att få någon att fästa uppmärksamheten på något, kan förenklas. Det är mycket viktigt att förstå att processen att rikta någons uppmärksamhet på någonting är sammansatt av olika skeden där pekandet bara utgör en del av helheten. Sannolikheten är därför liten att utvecklingen av ett pekverktyg löser hela problemet. Vad jag hoppas på är att denna undersökning skall vara ett steg på vägen mot problemets lösning. Då tyngden ligger på att undersöka och utveckla ett konkret pekhjälpmedel tas inte alltför stor hänsyn till andra, till exempel mer pedagogiskt inriktade, delar av handlingen att peka. Detta kommer att beskrivas närmare i rapporterna från de olika besöken hos särskoleklasserna i mötet med de potentiella användarna. Under denna inledande undersökning av problemet möttes jag med frågeställningar som oftast utgick från samma huvudpunkter:

- Hur ska vi effektivt använda den uppmärksamhet pekverktyget ger?
- Får vi denna uppmärksamhet av rätt orsak?

Dessa frågor är givetvis mycket svåra att besvara kort och koncist och denna diskussion förs lämpligen inom en grupp av mer pedagogiskt initierade personer. Vissa tankar och förslag kommer dock redovisas i rapporten från studiebesöken samt i det sammanfattande kapitlet *Diskussion och slutsatser*.

I problemkapitlet (kap. 1.1) och studiebesökssammanfattningarna (kap. 3) finns fler problem upptagna som förknippas med pekandet och skapandet av denna gemensamma uppmärksamhet.

Projektuppgiften innehåller både en undersökande samt en utvecklande del. Den första delen av arbetet innebar fördjupning av litteraturstudier och mer praktiskt klargörande studiebesök, bland annat i ett par särskoleklasser. Under denna första undersökande del skulle det först och främst utrönas hur omfattande själva grundproblemet är. I hur hög grad är det i arbetet med barn med autism ett återkommande problem att skapa en gemensam uppmärksamhet på ett objekt?

Denna första del är lika viktig, då den ligger lika mycket till grund för resultatet av examensarbetet, som examensarbetets andra del där en mer konkret pekarprodukt ska utvecklas.

I själva lösningen av pekarproblemet har jag lagt tyngden på att undersöka möjligheten att utveckla en laserbaserad pekare vilken skulle realiseras genom att modifiera den existerande laserpekarteknologi som finns på marknaden idag. Det har varit naturligt att utgå från dessa laserpekare då de finns lättillgängliga och detta till ett förhållandevis lågt pris. Detta är viktiga faktorer när det gäller att hålla nere eventuella framtida produktionskostnader och därmed lättare berättigar skapandet av produkten.

# 2 Metod

Projektet delas med fördel upp i två relativt separata delar där den första är en undersökning av olika infallsvinklars relevans och den andra studerar möjligheten att utveckla en faktisk produkt för potentiell användning i det dagliga arbetet med barn med autism.

## 2.1 Undersökning

Den första delen av arbetet upptogs av undersökningar för att skaffa mig ett bättre grepp om det specifika problem jag valt att avhandla.

Jag började med att skaffa mig en översiktlig bild av målgruppen, bland annat genom att läsa Gunilla Gerlands ”En riktig människa” [Gerland 1996], Donna Williams ”Ingen, ingenstans” [Williams 1993] samt diverse avhandlingar och publikationer inom området. Jag fortsatte med att läsa på mer om problem som låg inom uppgiftens ram, här passade Hilde de Clercq ”Mamma, är det där ett djur eller en människa” [De Clercq 2005] som beskriver överselektivitet bra. Jag fick också kontakt med olika personer med bättre kunskap inom området och skaffade mig genom dem djupare insyn i problemområdet.

Jag fortsatte med fältarbete i form av studiebesök som skedde på Höjebro skolan i Lund, där jag träffade Ann Westring, Georghillskolan i Hörby, där jag träffade Agneta Dyberg-Ek, samt samtal med synpedagogerna Louise Hemmingsen och Malena Grube samt optiker Jörgen Gustafsson inom Se Mer-projektet på Certec. [3]. Mailkontakt har hållits med ytterligare några personer däribland doktorand Petra Björne, med kunskap om kognitionsforskning, Magnus Björne, som arbetar på Nimbusgården i Lund samt med Lennarth Andersson, verksam inom det internationella TEACCH-projektet.

## 2.2 Utveckling

Den andra, mer inriktad på möjligheten att utveckla en laserpekare, delen av examensarbetet började med diskussioner med Stefan Kröll, Professor på Atomfysik vid Lunds Universitet. Efter ett par veckors repetition samt fördjupningar inom områdena optik, laserfysik och våglära hade ett schema för



laborationstestning av institutionens tillgängliga laserutrustning utformats.

Dessa tester syftade till att undersöka möjligheten att använda en laserpekare och få fram en kravspecifikation på den laser som krävs till den modifierade laserpekaren.

Efter att ha undersökt prisläget för de olika produkter som ansågs lämpliga att använda togs kontakt med aktuella företag för att beställa det nödvändiga materialet. Under leveranstiden skissades det på uppbyggnaden och utseendet av den eventuella prototypen samt togs kontakt med Lennart Strömberg, som arbetar i verkstaden i designhuset, angående monteringen av pekverktyget. När varorna levererats monterade Lennarts ihop den prototyp som användes för att avslutningsvis genomföra användartester på Georghillskolan i Hörby vilken jag tidigare besökt under de förberedande studiebesöken.

# 3 Litteratur och studiebesök

## 3.1 Litteratur

Gunilla Gerland har i sin bok ”En riktig människa” [Gerland 1996] sakligt och nära beskrivit sin uppväxt med icke-diagnostiserad autism. För att få en personlig beskrivning gällande alla de problem som uppkommer i alla vardagens situationer för en person med autism innan autism blev en giltig diagnos läses med fördel denna bok.

Följande passage är hämtad från Gunillas tidiga barndom;

”Jag var fyra år när min syster började skolan. Alldeles säkert hade någon pratat om det innan och mamma hade antagligen försökt förbereda mig på det. Men tal om saker som jag inte hade några bilder till fann ingen landningsplats i mitt huvud. Det flög iväg och satt sig någon annanstans. Möjligen landade orden, men bara som ord – intressanta till sin struktur eller smak. De kunde ha en spännande färg eller innehålla trevliga ljud men blev det ingen bild av dem så betydde de ingenting.

Mamma och jag var nu lämnade åt varandra på dagarna, helt utan ömsesidigt språk. Mamma hade något slags vagt och otydligt språk, fyllt av ’om en stund’, ’kanske’ och ’senare’ och jag hade ett konkret och exakt språk. Jag fattade oftast inte vad hon menade och hon förstod nästan aldrig att jag menade just det jag sade. Det resulterade i att jag stundvis kunde få våldsamma utbrott och kasta saker omkring mig.”

Nedbrutet i bitar är dessa personers livsöden väldigt individuella men Gunilla Gerlands livshistoria stämmer på ett övergripande sätt till stora delar även överens med Australiensiskan Donna Williams. Williams fick även hon lära sig vad det betydde att växa upp med högfungerande Autism på 60-talet då diagnosen inte ännu fått sitt genomslag inom den internationella psykiatrin.

Donna vittnar i sin biografi ”Ingen ingenstans” [Williams 1993] om de missförstånd och de dumförklaringar hon fick utstå på grund av hennes annorlundaskap jämfört med människorna runt omkring henne.

Belgiskan Hilde de Clercq har i sin bok ”Mamma, är det där ett djur eller en människa” [De Clercq 2005] skrivit om livet och uppfostran av sin son Thomas, som tidigt i livet fick diagnosen autism. De Clercq behandlar i högre rad än Gerland och Williams problemet med hur just överselektivitet ofta är ett uttryck för autism. I boken ges många exempel på hur överkänsligheten för detaljer ställer till problem i kommunikationen mellan Thomas och personer i hans omgivning. Följande passage är däremot hämtad från bokens inledning;

”För barn med autism börjar livet med andra förutsättningar i fråga om grundantaganden och teorier. Det är inte så att meningssökandet inte finns. Det gör det, men det sker på ett annat sätt, ett mer smärtyfyllt sätt. Förmågan att uppfatta är central och ibland sticker detaljer ut i det stora virrvarret av information. Barn med autism selekterar detaljer och sätter samman dem till egna helheter i denna förvirrande och ibland kaotiska värld av det som inte är direkt synligt.

Flera undersökningar kring perceptionsdominans har gjorts som kan illustrera detta. Barn med autism har inga svårigheter att göra sorteringsövningar med utgångspunkt från synbara likheter mellan identiska saker ... [men] det blir betydligt svårare för dem när möjligheterna till direkta synintryck blir mindre och begreppskorrespondenserna större, t.ex. att sortera ut en del av en helhet, saker som matchar varandra funktionellt (en kam eller en peruk) och saker som har liknande funktion (en kam och en borste).” [Williams 1996]

Eve Mandres licentiatuppsats ”Från observation till specialpedagogisk design” [2] erbjuder en sorts checklista över 60 yttringar som kan härledas till en diagnos inom autismspektrat, till exempel hittar man på plats sex ”Förlorar lätt uppmärksamheten” och på plats tolv ”Har svårt att ta in något nytt, avskärmar sig”. Denna checklista fungerar bra som en introduktion till alla de olika vis som funktionsnedsättningen autism kan uttrycka sig.

Boken ”Teknik och förståndshandikapp” skriven av Arne Svensk och Bodil Jönsson [Svensk, Jönsson 1994] ger exempel på hur personer med varierande diagnoser kan utnyttja dagens teknologi för att göra sin vardag en smula enklare, den ses inte som en handbok med standardlösningar utan bör mer läsas som en inspirationskälla visandes hur stor potential dagens teknologi har då den bearbetas med lite fantasi.

En mycket intressant insyn i den pedagogiska delen av själva pekrörelsen ges i Ingar Brincks artikel ”The Pragmatics of Imperative and Declarative Pointing” [4]. Brinck lägger tyngden

på att försöka reda ut pedagogiska och beteendepsykologiska orsaker till pekrörelsen och vad denna kräver i form av samförstånd och förutsättningar givna av miljö hos de inblandade. Brinck skiljer i artikeln på *imperativt pekande* och *deklarativt pekande*. Imperativt pekande utgörs av handlingen att peka på någon person och därigenom få denne att handla på ett önskvärt sätt. Deklarativt pekande å andra sidan handlar om att peka på ett tredje objekt och skapa en *joint reference* (ungefär: gemensam referens) med personen som i exemplet står bredvid personen som pekar. För detta examensarbete synes de stycken som avhandlar deklarativt pekande vara mest aktuella.

Brinck skriver sammanfattat att för att lyckas med en handling av deklarativt pekande krävs det att båda de inblandade personerna kan relatera till objektet som pekas ut, att de är medvetna om den andre personens syfte med pekandet samt att de kan sätta sig in i detta syfte. Av detta dras slutsatsen att det är av stor vikt att detta syfte förtydligas så mycket som möjligt under pekandet.

## 3.2 Studiebesök

### 3.2.1 Se Mer-projektet

Det nyligen avslutade Se Mer-projektet på Certec vid Lunds universitet syftar till att utveckla en konstruktiv synträning för barn som fötts med synfel. Meningen med projektet är att barnen ska bli varse den verklighet som ligger bakom den medfödda dimridå de lever med. Målet är att medvetandegöra deltagarna om att det finns en verklighet bakom det suddiga och att denna verklighet kan beskrivas genom att söka och tolka de få intryck man får korrekt.

För att träningen ska ha en chans att utveckla barnens seende är det lämpligt att börja tidigt för att kunna skapa en synlust och därmed öka den motivation som krävs för att leva med en synnedsättning senare i livet.



Figur 3, Träning med rör

Mycket av den synträning som sker inom projektet vilar på att kunna fokusera blicken på det viktiga genom att radera de onödiga synintryck i vår vardag som inte är nödvändiga för tillfället.

I början av synträningen ges barnet ett enkelt rör (se figur 3) som framförallt ska avskärma alla, för stunden, obehöriga och störande synintryck. När barnet väl lärt sig titta genom röret och fokusera på rätt föremål går man vidare med enkla kikare för att sedan fortsätta med kikare med mer avancerad inbyggd optik.

Andra metoder man använder sig av är att urskilja former och figurer mot en vit bakgrund för att söka kontrastverkan samt att

utveckla barnens sökstrategi. Man utvecklar de deltagande barnens sökstrategi genom att leda deras blick till det önskade föremålet via en lina som går i en tydlig bana (se figur 4).

För de äldre barnen i gruppen, vilka är runt 10 år gamla, handlade en del av arbetet om att göra små kosmetiska förändringar på de hjälpmedel man hade tillgång till. Detta görs för att motivera barnen att använda dessa i närheten av sina kamrater, vilket de gärna undviker då de tycker att hjälpmedlen kan se konstiga ut.

Arbetet med att kosmetiskt förändra synhjälpmedel till det yttre är dock bara en liten del av projektet vars tyngdpunkt ändå till slut ligger på att utveckla användandet av verkliga synhjälpmedel.

Då resultaten av Se Mer-projektet inte är direkt kvantifierbara är det svårt att redovisa några väldokumenterade positiva effekter underbyggda av statistiskt insamlat material. De ansvariga för projektet har fått många positiva kommentarer från de deltagande barnens föräldrar och från Sveriges syncentraler. Även barnen själva visar motivation och bättre tolkning av de få intryck de får efter att ha genomgått träningen.

De gemensamma grunder detta examensarbete har med Se Mer-projektet är först och främst nödvändigheten att framhäva vissa synintryck på bekostnad av andra. Trots att nästan alla barn inom projektet endast hade diagnosen synnedsättning fanns det ett par exempel på barn som även hade problem med "crowding", ett begrepp som kan jämföras med autistiska personers tendens till överselektivitet.

Det arbete man gör med att medvetandegöra barnen om det som existerar bakom den dimridå som begränsar den synliga delen av deras närfält kan jämföras med hjälpen av att konkretisera något abstrakt genom att ge föremålet en inramning, till exempel med hjälp av ett pekverktyg.

### 3.2.2 Höjebrokskolan

På Höjebrokskolan på St. Lars i södra Lund går för närvarande 28 elever vars ålder sträcker sig från sjuåringarnas skolstart till och med den fyraåriga gymnasieskolan.

Mycket av pedagogiken som används syftar till att minimera den stress eleverna kan känna om de inte har full kontroll över situationen de befinner sig i. Innan eleverna börjar på skolan försöker lärarna få en klar bild av elevens nivå, intressen och mål, främst genom samtal med föräldrar. Skolan håller



Figur 4, Ledlinje

träningsskolestatus och trots att de har en gemensam läroplan att följa sätts individuella mål upp att uppfylla upp för varje elev. I ett mer långsiktigt perspektiv har skolan som mål att lära alla elever att i möjligaste mån klara sig själva i det samhälle vi lever i.

Eleverna får en egen plats där de har sina egna saker, tillsammans med en bild på sig själv för lättare identifiering. På



Figur 5, Arbetschema

sin arbetsplats har varje elev också sitt individuella schema upplagt i den form som är mest lämplig för personen ifråga, gemensamt för elevernas scheman är att de är bildbaserade för att bättre gestalta vad som ska hända (se figur 5). Mycket vikt läggs vid de möjligheter digitalkameran ger personalen och mycket av arbetet redovisas i bildform. Förutom att elevernas scheman läggs upp i form av bildserier dokumenterar man de utflykter man gör för att senare kunna sätta upp bilderna från resan på väggen för att på

detta sätt konkretisera resan även i efterhand.

Nivån på pedagogiken läggs vid att försöka tydliggöra ”här och nu”-perspektivet i så hög grad som möjligt. Få av eleverna har förmåga att se mer generella sammanhang så stora delar av arbetet läggs vid att ge eleverna den förberedelse som krävs, till exempel om en ny aktivitet förs in på schemat, för att undvika onödig stress.

Datorerna i lokalerna används flitigt till bildstyrda datorprogram för exempelvis språkinläring. I denna situation är det viktigt att eleven får en belöning/förstärkning vid en lyckad prestation, för återkopplingens skull, och att färgerna som används är klara och kontrasterar varandra väl. Detta är något som personalen också använder när de utformar miljön i lokalerna.

För de elever som ligger på en lägre utvecklingsnivå ser man till att skapa skarpa avgränsningar i bilderna man använder, främst genom skarpa ramar runt bilderna så att eleven lättare förstår vad det är man ska fokusera på.

Personalen ser få direkta situationer man kan använda ett pekverktyg i. De betonar att det är viktigt för eleven att förstå vad det är som ska göras när man väl kunnat skapa en gemensam uppmärksamhet till ett visst föremål.

En konkret tillämpning ansåg man sig dock behöva ett sorts uppmärksamhetsskapande pekverktyg för och det var ute i trafiken. I denna situation skulle pekverktyget kunna utnyttjas för att visa för användaren vilka faror som finns och vad man bör vara uppmärksam på. Exempel på hur detta skulle användas i en

trafikmiljö skulle till exempel kunna vara att peka på skyltar som behöver uppmärksammas för tillfället: skylten vid ett övergångsställe eller varnande skyltar för att man promenerar på en cykelbana. I typfallet bör man stå inom två meters avstånd från dessa skyltar, inte bara så att barnet kan uppmärksamma skylten utan även så att syfte och detaljer framgår tydligt.

### 3.2.3 Georghillskolan

På Georghillskolan i Hörby besökte jag de yngre skolbarnen, elever som befinner sig i lågstadieåldern. Barnen i gruppen hade varierande diagnoser (en av dem hade fått diagnosen autism) men gemensamt för alla var den låga utvecklingstakten, sena utvecklingsstarten och bristande förståelse för det sociala samspelet. Det sistnämnda anses vara det viktigaste uttrycket för en autistisk störning.

Det gemensamma för träningen bestod i det långsiktiga målet att försöka skapa sammanhang för eleverna att sätta in alla de detaljer de möter i sin vardag som behöver sorteras. Arbetet syftar dels på att skapa ett sammanhang över tiden, att förstå begreppen ”förra veckan” samt årets månader och årstider, och dels på att skapa ett rumsligt sammanhang där eleven förstår skillnaden mellan ”hemma” respektive ”skolan” och vad som hör hemma var.

Arbetet med att skapa sammanhang sker genomgående genom övningarna och ska hjälpa eleven att inte haka upp sig på detaljer i genomförandet av en helhet. En metod man använder för att konkretisera tid och klockans gång under dagen är att vid skoldagens början gå igenom varje elevs individuella schema och de gemensamma hålltider man har i gruppen. Exempelvis pratar man om väder och hur det ändrats sedan igår, datum och så vidare för att ge eleverna en aning om tidens förändring. Man går fram till almanackan och pekar ut dagens datum för att fastställa detta (se figur 6). För att förstå begreppet dåtid har man satt upp bilder på resor och utflykter gruppen gjort, bilder man med jämna mellanrum tittar på och pratar om för att friska upp minnet och förstå resans samt tidens innebörd.



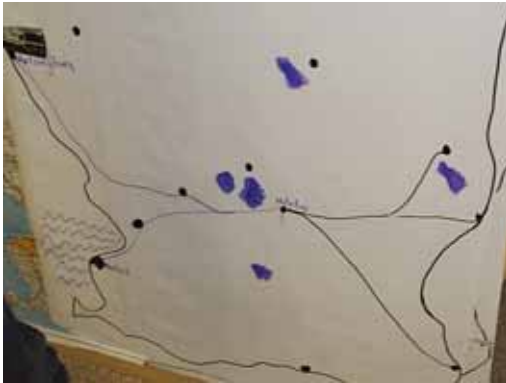
Figur 6, Tidspedagogik

Notera i bilden hur lärarinnan pekar på almanackan för att tydliggöra för eleverna vilken dag hon vill uppmärksamma.

Här är det viktigt att utgå från bilder och händelser där eleven själv deltagit så att denne kan referera till situationen med hjälp av sina egna minnen och erfarenheter. Eleven förmår då bortse från den information och de intryck irrelevanta föremål ger i bilden och

kan koncentrera sig på vad som var relevant just då händelsen inträffade. Att hela tiden sätta sig in i elevens tänkande och utgå från den enskildes erfarenheter, är centralt i skolans utbildning.

Ett annat exempel på detta är de kartor över Skåne gruppen arbetar med. Man har ritat upp landskapets konturer på ett blankt papper och markerat de platser den enskilde eleven kan relatera till



Figur 7, Geografipedagogik

med hjälp av personliga erfarenheter, här pratar man exempelvis om föräldrahemmet eller skolans placering. Under övningarna sitter läraren tillsammans med eleven nära in på kartan, pekar och pratar om platserna man märkt ut (se figur 7). Under inläring och allmänna diskussioner med eleverna är det viktigt att ge förstärkning och beröm, vilket märks i undervisningen. Då eleven gjort bra ifrån sig får eleven uppskattning för sin prestation och direkt återkoppling fås därmed.

Liksom i mycket annan undervisning av personer med diagnos inom autismspektrat använder man sig på Georghillskolan flitigt av digitalkameran och de möjligheter den skänker inläringen. En pojke i klassen som insett digitalkamerans potential och använder den regelbundet tar kort under skoldagens aktiviteter, sätter in korten i en bok och tar med denna bok hem för att med denna som hjälpmedel kunna berätta om sin dag för föräldrarna och inte minst för sig själv. Personalen vittnar om att det, exempelvis i användandet av bilderna, är viktigt att ge en skarp ram runt bilderna/arbetsplatsen etc. för att kunna definiera området.

På grund av det arbetssätt skolan använder sig av, inläring med hjälp av personliga referenser, uppkommer vissa problem då man tar upp möjligheten att inkludera ett pekverktyg i träningen. Det är viktigt att vara uppmärksam på det automatiska orsak-verkan samband som pekandet riskerar att ge upphov till. Pekverktyget är i första hand ämnat att dela en gemensam uppmärksamhet kring ett föremål i rummet för att sedan kunna utnyttja denna uppmärksamhet till valfritt ändamål. Risken är att eleven förväntar sig att pekandet ska innebära ett kommando: ”Gör såhär med detta föremål”. Ett kommando som enligt Georghillskolans arbetssätt inte går att generalisera utan måste utarbetas individuellt. Vilken handling pekandet ska leda till får alltså utarbetas individuellt för varje elev utifrån dennes egna preferenser.

Bäst vore det om man kunde introducera pekverktyget för gruppen eller individuellt och göra pekandet så intressant att eleven tar tag i pekverktyget och själv föreslår vad pekandet ska



innebära för handling, på detta sätt ges pekandet naturligt individuell prägel för varje enskild elev.

### 3.3 Resultat av undersökning

Vissa slutsatser kan dras av den undersökning som gjorts i denna arbetets första del. Dessa slutsatser är viktiga för det eventuella pekverktygets utseende: att dess gränssnitt är tydligt samt att dess funktion är väl pedagogiskt underbyggd.

En viktig punkt i sammanhanget är att kunna avskärma ett definierat område för att därigenom avskilja de intryck som är viktiga för stunden från dem som inte behöver någon uppmärksamhet vid detta givna tillfälle. Ett uppenbart exempel på detta är arbetet med rör i Se Mer-projektet, rör som används enbart för att kunna exkludera den del av omgivningen som det inte behöver tas någon hänsyn till för tillfället.

I utformningen av pekverktygets gränssnitt ska enkelhet och arbete med lättförstådda symboler prioriteras. Detta innebär både att antalet reglage och dess komplexitet bör hållas till ett absolut minimum. Diskreta skalor bör, då det är möjligt, användas. En diskret skala innebär i det här fallet en regulator som kan väljas att ställa i olika, fördefinierade och av litet antal, steg. Ett bra exempel på detta är de temperaturregulatorer vi har för att styra värmeförseln till kokplattorna på vår spis (se figur 8). Vanligtvis kan man ställa in denna på mellan sex till tolv olika steg i ett jämnt intervall.



Figur 8, Reglage för kokplattor

Pekverktyget ska utformas så att inte mer än en person krävs för att använda det. Detta för att inte riskera att eleven förutsätter att någon annan specifik persons närvaro är nödvändig för att använda pekverktyget.

# 4 Lösningsförslag

Individuellt och under gemensamma diskussioner har några olika lösningsförslag som varierar olika mycket i gränslandet mellan pedagogisk hjälp respektive tekniska hjälpmedel kommit upp. I detta examensarbete har en modifierad variant av de laserpekare (se figur 9) som finns ute i handeln idag utvecklats.



Figur 9, Grön laserpekare

Ett av de mer pedagogiska förslag som kommit fram bland alternativa lösningar är att ta personen i handen, föra fram denne till föremålet man vill ge uppmärksamhet åt och lägga dennes hand på föremålet. Detta erbjuder väldigt låg grad av självständighet men passar bra om tid, resurser och vilja finns att alltid vara i vårdtagarens närhet.

En otymplig lösning för att dela en gemensam uppmärksamhet tillsammans med någon annan är att ta fram parallella rör som man styr och tittar igenom på det önskade föremålet. Båda rören riktas nu mot samma föremål och man kan vara säker på att båda användarna fokuserar samma föremål. Med hjälp av dessa rör kan man vara säker på att man tittar på samma föremål men nackdelarna ligger i verktygets storlek. Att använda långa rör blir klumpigt framförallt då rören i viss mån måste vara utfällbara för att kunna variera rörens längd. Ytterligare en nackdel är den stora risken att den primäre användaren inte kan frikoppla medhjälparen från verktygets användning.



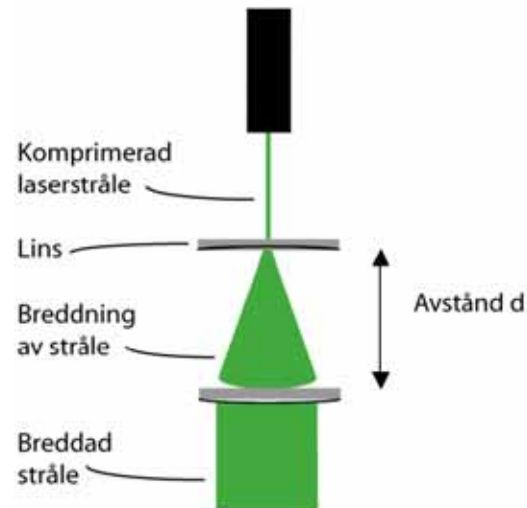
Figur 10, Pannlampa

Ett verktyg som ligger lite närmare detta projekts tänkta lösning är dagens pannlampa (se figur 10). Denna är det enkelt att fästa på användarens huvud och låta personen själv sköta styrningen av ljusstrålen. Användningen är enkel, intuitiv och inlärningströskeln är låg. Nackdelarna med pannlampan är dock att man inte kan justera strålens storlek och form samt att ljusstrålen består av "vanligt ljus" som tenderar att försvinna vid användning i normalt upplysta områden.

# 5 Fysiken

Tanken är att konstruktionen ska utgå från en diodlaser som sänder ljus i det gröna våglängdsområdet. Strålen breddas via en första cylinderlins för att därefter passera en andra cylinderlins som begränsar strålens spridning. (se enkel skiss i figur 11). Detta ska såklart göras i två dimensioner så två uppsättningar linspar behövs, ett för horisontell respektive ett för vertikal led. Det bör finnas ett inbyggt reglerbart avstånd, i figuren avståndet  $d$ , vilken kan ändras för att forma strålen. Detta är grundprincipen utvecklingen bör riktas in efter. Hur detta sedan löses låter sig preciseras under tester och beräkningar under arbetets fortsatta gång.

Utformningen av hjälpmedlet delas med fördel upp i olika led med tillhörande uppgifter att betänka och lösa.



Figur 11, En första skiss på lösning

När laserns lämpliga våglängd valts, utgående från Statens strålskyddsinstitutets rekommendationer, undersöks marknaden efter möjliga alternativ på lämplig prisnivå.

Efter denna initiala teoretiska genomgång fortsätter arbetet in i laborationssalen där tester görs för att fastställa vilka komponenter som krävs och hur de ska befinna sig relativt varandra för att optimera komponentutrymmet och strålgången.

## 5.1 Teori

Först och främst ska man i samtliga fall när laser används vara medveten om de säkerhetsmått som måste tas för att minimera risken att ögon- eller hudskada uppkommer. Det finns två faktorer som man bör ha i åtanke:

- Vad statens strålskyddsinstitut uppger för gränsvärden gällande direkt exponering av laserstråle.
- Vilket våglängdsområde ögat är känsligast för, tillika där ögat kan urskilja ljusskillnader bäst.

Beräkningar och diskussion gällande laserns våglängd och effekt finns i [Bilaga A: Beräkningar av våglängd och effekt].

## 5.2 Tester med laserutrustning

Under mätningarna var det två problem som skulle lösas. Först och främst en kvalitativ undersökning av hur stark resulterande stråle som gavs med varierande breddning, kunde den breddas upp till arean av ett 10-tal  $\text{cm}^2$  och fortfarande vara tillräckligt stark?

Den andra sidan av problemet som skulle undersökas är hur linsuppställningen skulle arrangeras för att en liten linsförflyttning skulle resultera i en så effektiv förändring av strålområdet som möjligt. Av utrymmesskal bör laserpekaren vara så liten som möjligt vilket betyder att utrymmet för dess komponenter bör minimeras.

För att undersöka dessa två sidor av problemet användes två olika uppställningar, egentligen två olika uppsättningar linser, vilka redovisas i [Bilaga B: Labtester, mätningar och linsberäkningar].

## 5.3 Specifikationer

Utgående från beräkningar, tester och teori i bilaga A och B kan nu följande specifikationer för en laserpekare ges:

En grön laser ( $\lambda=532\text{nm}$ ) kommer användas. Detta på grund av att ögat uppfattar ljus med våglängd inom det gröna området 4 gånger ljusare än en laserpekare med röd stråle av motsvarande effekt.

Lasereffekten bör inte överstiga  $3,9\text{mW}$ . Detta värde är uträknat utgående från Statens strålningsinstituts gränsvärde samt efter att ha undersökt hur laserns gaussiskt karakteriserade stråle ser ut efter uppskalning.

Tre linser i linsuppställningen i standardutförande:

1. Plan konvex lins,  $f\approx 1\text{cm}$ .
2. Cylinderlins,  $f\approx 4\text{-}6\text{cm}$ . Beror på vad marknaden erbjuder.
3. Cylinderlins,  $f\approx 10\text{cm}$ .

Dessa linser väljs efter att, i laborationssal, ha undersökt vilka linser som bör väljas för att erhålla en optimal linsuppställning när det gäller strålens förstoring och utrymmet uppställningen kräver.

Avstånd lins 1  $\rightarrow$  lins 2:  $\approx f_1 \leq f_1 + a \leq f_1 + 5\text{cm}$ . Avståndet mellan lins 1 och lins 2 ska kunna regleras från 1 till 6cm avstånd. Detta avstånd är beräknat utgående från teorin för geometrisk optik varifrån en formel för hur strålens storlek beror på ovanstående linsavstånd erhålles.

Komponenterna kommer kräva en laserpekare vars längd är drygt 2dm. Konstruktionens sammanlagda längd fås genom en

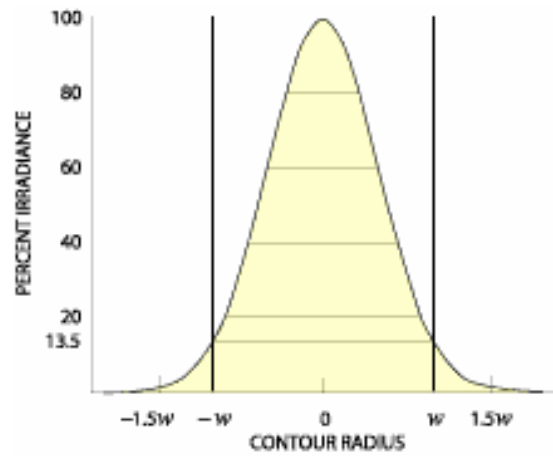
enkel summering av de nödvändiga avstånden mellan linserna samt laserpekarens längd.

Ett elliptiskt område kommer att upplysas. Formen och storleken på området beror på de två, i linsuppställningen använda, cylinderlinsernas läge och fokallängd.

Det bestrålade området kommer inte vara väldefinierat, det vill säga området kommer att sakna skarpa ytterkanter (se figur 12). Detta beror på laserstrålens gaussiska karaktär. Rent teoretiskt når strålen aldrig noll intensitet men som synes i figur 12 sker en kraftig försvagning av strålen från den centrala intensitetstoppen till strålens midja där:

$$I_{midja} = \frac{I_0}{e^2}$$

Försvagningen är så markant att strålens styrka utanför strålmidjan, relativt strålstyrkan inom densamma, är mycket liten.

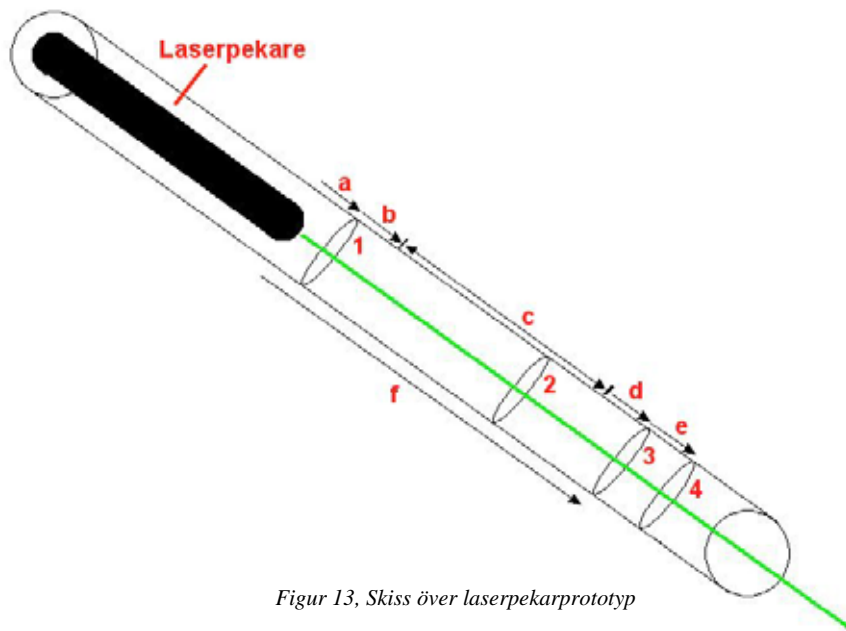


Figur 12, Strålens Gausskaraktäristiska intensitetskurva [12]

# 6 Konstruktion

## 6.1 Skisser för montering

Specifikationen ledde fram till följande skiss, som efter leverans av linser och laserpekare från de utvalda företagen (*Reallaser*, *Multilens* och *SP3 plus*) tillverkades i verkstaden vid *Institutionen för designvetenskaper*.



Figur 13, Skiss över laserpekarprototyp

### Linser:

- Lins 1: Plan konvex,  $f_b = 11,5$  mm
- Lins 2: Cylinderlins,  $f = 50$  mm
- Lins 3: Cylinderlins,  $f = 100$  mm
- Lins 4: Plan konkav,  $f = 50$  mm

### Avstånd:

- a: Så kort som möjligt
- b = 10 mm
- c = 50 mm
- d,e: Så kort som möjligt
- $f = a + b + c + d = a + d + 60$  mm  $\approx 70$ -80 mm

Lins 2 är alltså den enda som ska kunna flyttas. Det är avståndet mellan lins 2 och lins 1, eller egentligen avståndet mellan lins 2 och fokus hos lins 1, som avgör den utgående strålens form och storlek.

## 6.2 Färdig prototyp

Den färdiga prototypen som monterades ser ut som följer:



*Figur 14, Bild på färdig laserpekarpototyp*

Den gröna laserpekaren förs in i röret, vad som behövs för att sköta pekverktyget är:

1. Av/På-knapp. Denna hålls inne under användning, lasern släcks så fort knappen släpps.
2. Reglage för strålens storlek. Denna skruv förs fram och tillbaka i skåran den sitter fast i.

I det läge skruven ligger i figur 14 skapas en grön ljuspunkt med rektangulär form, denna visas på nästa bild:



Figur 15, Strålens form i ena ändläget

När man flyttar skruven mot det andra ändläget går strålen mot ett cirkulärt område vars helhet uppfylls efter ungefär halva avståndet mellan skenans ändpunkter var skruven rör sig.

Det är uppenbart vid användning att det bestrålade områdets storlek i hög grad beror på hur stort avståndet är mellan området och pekverkyget. Det förstörade området vid längre avstånd ger att styrkan, eller intensiteten, hos strålen sänks som:

$$I \propto \frac{I}{Area}$$

Efter lite enkla tester var det uppenbart att strålen aldrig är i närheten av att bli så liten som ett par cm<sup>2</sup>, vilket enligt beräkningarna medför att intensiteten hos strålen aldrig blir så hög att ögat riskerar att skadas.

### 6.2.1 Begränsningar hos prototypen

Den första begränsningen som tidigt uppmärksammas vid användning av prototypen är att den under stora delar av skruvens förflyttning i skenan uppvisar en cirkel vars form inte förändras nämnvärt.

Detta beror på att strålen vid utgången av röret begränsas av dess storlek. Röret, som såklart är cirkulärt, begränsar strålen som vid en vidare rörmyning hade kunnat löpa fritt. Det ger alltså ingen skillnad att bredda strålen utöver en viss punkt då denna ytterligare breddning hindras av röret själv.



En ytterligare effekt av faktumet att strålen hindras av röret är dock mycket positiv, strålen innefattas nu inom ett väldefinierat område, gausskurvans odefinierade avrundning ger alltså ingen negativ effekt i denna situation.

En annan begränsning är att strålens intensitetscentrum tycks ligga närmare rörets sidor än rörets centrum. Detta gör att strålen kan synas skev, ena sidan av det upplysta området blir starkare än resten av det bestrålade området.

Detta beror på att strålgången inuti röret under strålens fortlöpning genom linssystemet förflyttats från rörets centrum mot ena sidan av rörets innervägg. Detta problem löses genom att med utomordentlig precision justera linsernas vinkelinställning inuti röret, och möjligtvis laserstrålens utgångsriktning från laserkällan. Ett arbete som är fullt genomförbart med bättre instrument, bättre material och mer tid.

Ett annat problem med denna prototyp av pekverktyget är Av/På-knappen sköts genom att hålla inne knappen för att hålla igång laserpekaren. Om laserpekaren istället hade haft tydliga, separata knappar för på-/avstängning hade pekverktyget inte varit lika beroende av att användaren lyckas hålla inne denna knapp hela tiden. Ett problem som säkert kan uppkomma med tanke på verktygets avsedda målgrupp.

Det finns förstås också fördelar med denna kombinerade på-/avstängningsknapp. Den fungerar säkert bättre för vissa barn men den största fördelen med den bör vara det effektiva energisparande samt den enkla säkerhetsfaktor denna typ av knapp medför. Dels är inte strålen aktiv längre än pekverktyget aktivt används, så på detta sätt sparas energi, och dels ligger inte pekverktyget kvar och riskerar att stråla och blända personer i dess närhet efter att man slutat använda det.

Det sista problemet med prototypen är själva laserpekaren och röret måste hållas ihop när verktyget ska användas, detta beror enbart på valet av enklast genomförbara prototyp. I en fortsatt produktutveckling är röret och laserpekaren givetvis olika delar av en och samma pekverktygsenhet.

# 7 Användartester

För att genomföra användartester återvände jag till Georghillskolan i Hörby som jag besökt tidigare under ett studiebesök i början av arbetet. Testerna genomfördes inte enligt ett förberett och planerat protokoll utan principen var att till stor del förlita sig till barnens lärarinna Agneta Dyberg-Ek, förklara för henne vad syftet var och låta henne finna en lämplig form för testandet då hon känner barnens vanor och beteendemönster bäst.

## 7.1 Edvin



Figur 16, Edvin provar pekverktyget

Jag började med att prova pekverktyget tillsammans med Edvin, en pojke i lågstadieåldern med lågfungerande autism. När vi satt oss ner och jag tog fram prototypen tittade han intresserat på vad det var för någon ny leksak. Jag provade att forma strålen och peka på ett par saker (kakburk, leksaksfigurer) och efter att med ett enkelt pekfinger enkelt ha lett Edvins uppmärksamhet till föremålet och det stora stråalområdet som omgav det följde han strålen mellan föremålen. Detta pågick en kort stund tills han själv blev intresserad av att prova verktyget. Jag gav den till honom, förklarade kortfattat var man skulle trycka för att strålen skulle tändas. Edvin började gå runt i rummet och lysa på de leksaker och bilder han brukade använda, vissa av sakerna kommenterade han med dess namn spontant och andra svarade han lätt på mina frågor vad det var han lyste på och ”vad den betyder/hur ni brukar använda den?”.



Figur 17, Edvin provar pekverktyget på olika föremål i rummet

Detta upplevde jag självklart som mycket positiva resultat av testet. Han hade aldrig några problem att styra när lampan skulle vara på eller av men det var däremot intressant att se att hur väl strålens form stämde in på föremålets form spelade inte så stor roll när det gällde att lysa på sakerna. Edvin och jag provade att lysa på föremål som låg på 0,5 meters upp till runt 3 meters avstånd, det var ingen större skillnad i hur enkelt det var för honom att fokusera på strålen och därmed på föremålet, det fungerade lika väl på hela avståndsområdet. Det var inte nödvändigt för honom att forma strålen efter föremålets exakta form. Det viktigaste

för Edvin just då tycktes vara att ett större område belystes. Noteras bör dock att jag aldrig gav honom några instruktioner för hur strålens form skulle regleras varför det egentligen inte var rimligt att han skulle behärska även den funktionen.

## 7.2 Aida

Jag fortsatte med att göra lite enklare tester tillsammans med Aida, en yngre flicka med beteenden som kan tolkas som både lågfungerande autism och Downs syndrom. Pekverktyget användes för att bättre kunna rikta hennes fokus och förbättra hennes koncentrationsförmåga under de enkla övningar hon genomgår. De övningar vi sysslade med mest gick ut på att visa tydliga bilder för Aida och få henne att säga, eller med hjälp av teckenspråk visa, vad bilden visade/symboliserade. Pekverktyget användes här till att lysa på de bilder som visades.

Aida genomgick även övningar vars syfte var att trä träringar på ett snöre, pekverktyget användes här för att rikta hennes uppmärksamhet mot den träring som stod näst i tur.

Nämnas bör även att Aidas assistent använde pekverktyget till att lysa mot sin egen mun när han gjorde talövningar med henne, detta var när han skulle berätta för henne vad som fanns på bilderna i den första övningen. På detta sätt visades att pekverktyget med lite fantasi kan användas till att förenkla många olika element av arbetet med dessa barn. Då Aida hade mycket svårt att verbalt visa hur hon tyckte det fungerade med pekverktyget var det lite svårare att ge något konkret resultat av dessa övningar men hennes assistent vittnade om att det var sällan hon genomförde sina övningar lika koncentrerat och med så bra resultat.



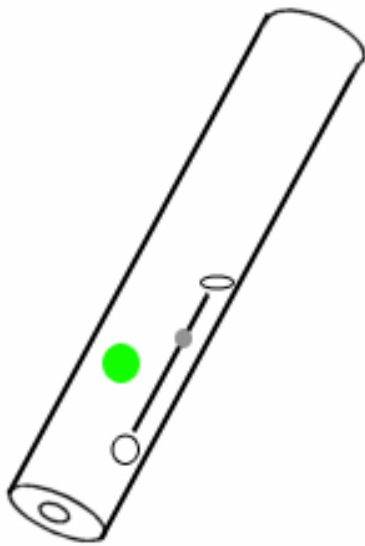
*Figur 18, Aida övar med pekverktyget*

# 8 Framtida utveckling

Det finns, enligt min bedömning, stor potential hos en eventuell vidareutveckling av den tidiga prototyp av pekverktyget som utvecklats under detta arbete. Det finns vissa uppenbara, både tekniska och pedagogiska, faktorer att ta itu med innan en mer välutvecklad version av pekverktyget skulle kunna exponeras för marknaden.

Först och främst skulle omfattande, ytterligare användartester behöva genomföras, både med medlemmar ur den definierade målgruppen och med barn i låg ålder utan diagnostiserad autism. Av detta skulle man kunna dra slutsatser och jämförelser mellan grupperna av hur den bör användas, definiera mer precist vad man vill uppnå med användningen samt vilka problem grupperna har vid användningen av verktyget.

Denna omfattande inledande användarundersökning kommer att resultera i att andra, nya problem och möjligheter kommer att se dagens ljus. Problem som kanske inte kommit fram i detta tidiga skede av den långa processen att utveckla ett mer välfungerande och enkelt pekverktyg. Nedan följer dock några av de faktorer som vid en första anblick behöver utvecklas för att nå en mer välutvecklad produkt.



Figur 19, Ett framtida pekverktyg?

Så som prototypen utvecklades resulterade den i ett pekverktyg uppbyggt ur två enheter: laserpekaren och röret med inbyggd optik. I en framtida produkt bör dessa byggas ihop till en mer enhetlig pekare, det bör alltså inte finnas separerbara delar som kan falla isär eller försvinna.

Själva utformningen bör byggas på en vällagd pedagogisk grund där de reglage som anses nödvändiga bör hållas på en enkel och lättförstådd nivå. Så långt det är möjligt bör diskreta skalor användas och färgerna bör vara klara och kontrastera varandra väl.

En del av den tekniska sidan som användaren bör ha bättre kontroll över är själva strålens storlek. Så som prototypen ser ut i dagsläget kontrollerar man denna bäst genom att förflytta sig själv närmare eller längre ifrån föremålet man vill belysa, vilket naturligtvis inte är önskvärt. Optik bör byggas in i pekverktyget så att även denna storleksförändring enkelt kan regleras.

# 9 Diskussion och slutsatser

Efter det goda resultatet från användartesterna är det svårt att undvika slutsatsen att pekverktyget faktiskt visar sig fungera hos målgruppen med önskat resultat. Vad användartesterna visade var att pekverktyget kunde fungera som ett redskap att kortsiktigt fokusera barnens uppmärksamhet på föremål i sin omgivning och att, möjligtvis med rätt utformning, kunna fungera som ett mer regelbundet verktyg för att uppnå de långsiktiga mål detta arbete har definierat.

Man bör förstå skillnaden mellan det kortsiktiga målet, att pekverktyget skall uppbringa barnens uppmärksamhet till föremålet som belyses, och det mer långsiktiga målet, att pekverktyget kan fungera som ett verktyg för att barnen bättre skall kunna sortera de intryck de får på rätt plats och bättre se och skapa korrekta orsak/verkan-samband.

Det finns dock vissa komplikationer i användandet som kommer tas upp nästföljande diskussion.

Efter undersökningsdelens emailkontakter och studiebesök står det klart att det krävs en grundläggande och omfattande metodik för att en regelbunden användning av pekverktyget ska kunna fungera och visa sig nyttig i ett mer långsiktigt perspektiv för barnen i målgruppen. Denna metodik ska rita upp klara riktlinjer för hur pekverktyget bör användas, vad man förväntas uppnå i varierande situationer med det och vilken nivå av orsak/verkan-effekter man kan förvänta sig att barnet kan utveckla beroende på barnets utvecklingsnivå.

Ett konkret exempel är de resultat av användartesterna som visade att det kanske inte var så viktigt för barnet just i pekögonblicket att hela föremålet kunde belysas med en enhetlig stråle. Det tycktes som att strålen i sig var tillräckligt attraktiv för att bringa testpersonens uppmärksamhet i relativt hög grad oberoende av om strålområdet stämde överens med föremålets form eller inte. Min hypotes är att denna form av användning möjligtvis fungerar för stunden men om pekverktyget tillämpas på detta vis under regelbunden användning blir pekverktyget aldrig mer än just blott ett pekverktyg. För en mer grundläggande förståelse hos barnet vad pekandet innebär och mekanismen att kunna definiera föremål, som det långsiktiga målet av detta arbete avser, efter dess exakta form krävs antagligen att man i högre grad formar strålområdet efter föremålets form.

Ett annat problem med att inte kunna belysa ett helt föremål, eller bara delar utav det, är vilken detaljnivå man vill fokusera på. Om du vill belysa en hel väggklocka för att därmed rikta någons uppmärksamhet på denna är detta möjligt med prototypen utvecklad ur detta arbete. Används däremot ett pekverktyg med en enkel prick, som från en vanlig laserpekare, eller ett pekverktyg vars stråломråde man inte kan forma själv och därmed kanske hindrar användaren från att belysa hela klockan får man en diskrepans i uppfattningen detaljnivå mellan barn och assistent. Med ett mindre område kanske bara siffran ”12” på klocktavlan kan belysas, om syftet är att belysa hela klocktavlan kan det då vara svårt för barnet att förstå om det är siffran ”12” eller hela klocktavlan som då skall uppmärksammas. Minns här vilket väl utpräglat sinne för detaljer som denna målgrupp besitter.

Personerna med diagnos inom autismspektrat söker att ”normalisera” sin vardag och söka sammanhang som de märker är självklara för oss men som de inte kan förstå. Detta sökande sker dagligen genom att vara uppmärksam på vad vi säger och härma exakt vad vi gör och hur vi uttrycker oss [*Echolalia*]. Det ständiga kopierandet gör att dessa personer skapar sig omfattande bibliotek i uppförandekoder och kartotek över hur till exempel en stol ser ut. Kartotek där alla minnesbilder över alla stolar de någonsin sett samlats just för att dessa personer finner det svårt att generalisera till en allmängiltig definition av hur en stol ser ut. Ovanstående systematisering av vardagen kallas kategorisering, en funktion som personer med autism ofta har svårt med.

”Kategorisering är en mental process som ger individen möjlighet att integrera ny information med tidigare erfarenhet. Denna process sker normalt inte genom att särskilda regler memoreras, utan det sker vanligtvis snarare genom att informationen abstraheras under inläringen. Utan denna förmåga, skulle individer överväldigas av de komplicerade förhållandena i sin *omgivning* och inte kunna fälla avgöranden som grundas på tidigare erfarenheter.” [Klinger, Dawson 1995]

Detta sätter givetvis personens minneslagring på svåra prov varje dag då de tvingas förlita sig till just minnet istället för att kunna hänge sig till analys och generalisering. Vid inläsning av litteratur och umgänge med dessa personer lär man sig att alla föremål betyder olika saker. En speciell väska kan betyda ”Nu går vi till badhuset” medan en annan självklart är ”skolväskan”. Då alla föremål betyder olika saker kan även belysning av olika föremål betyda olika kommandon. Vi behöver inte begränsa oss vid att definiera ett speciellt kommando för varje användare utan kanske ska definiera ett kommando *för varje föremål* för varje användare. Detta faller sig troligtvis ännu mer naturligt för dessa

användare än att generalisera belysning av alla möjliga föremål till ett gemensamt kommando.

Mycket bör utgå från användarens egna erfarenheter vilka lämpligen kommer få uttrycka sig själva när det gäller att definiera vilket kommando pekandet på olika objekt bör innebära. Detta var en slutsats som utvecklades tidigt under diskussionerna med framförallt Petra Björne, Magnus Björne och Agneta Dyberg-Ek. Det innebär antagligen ett betungande arbete för de assistenter och vårdnadshavare som innehar rollen som pedagoger för barnen, med regelbunden användning och långvarig kontakt med barnen bör dock denna höga grad av individualisering komma naturligt även för de som arbetar med dem.

Under användartesterna syntes det att barnen lättare kunde fokusera på ett upplyst område än uppmärksamheten som ges från ett pekfinger, eller antagligen för den delen, pricken från en laserpekare med oexpanderad stråle. Det viktigaste kortsiktigt för de här barnen synes vara att få ett helt upplyst område att fokusera på och inte blott en punkt som kommer från en ordinär laserpenna, en jämförelse jag finner lämplig att dra. Punkten från en laserpenna kan lätt bli för flyktig och beroende av minsta förflyttning eller darrning av användaren, ett problem det mer upplysta området inte är lika beroende av, strålen är alltså stabilare.

# Referenser

[*Echolalia*] Echolalia; Fördröjt ekotal

”Fördröjt ekotal innebär att talet är något fördröjt och att orden upprepas bokstavligt. Många former av ekotal kan sägas vara ett uttryck för överselektivitet. Ekotal är ett språk som är typiskt för en person med bokstavligt minne, som inte har svårt att uttala orden men har en mindre förståelse för meningen med dem.”

[Schuler, A. & Prizant, B. (1986) „Echolalia“. In: Schopler, E. & Mesibov, G. (Eds) *Communication problems in Autism*. New York: Plenum Press]

Tryckt material:

[*De Clercq 2005*]

De Clercq, H. (2005) *Mamma, är det där ett djur eller en människa?* Antwerpen: HLS Förlag

[*Gerland 1996*]

Gerland, G. (1996) *En riktig människa*. Stockholm: Cura

[*Klinger, Dawson 1995*]

Klinger, L. & Dawson, G. (1995) ”A fresh look at categorization abilities in persons with autism”. I: Schopler, E. & Mesibov, G. (Eds) *Learning and cognition*. New York: Plenum Press

[*Pedrotti, Pedrotti. 1996*]

Pedrotti, F. & Pedrotti, L. (1996) *Introduction to optics: 2nd edition*. New Jersey: Prentice-Hall international, Inc.

[*Svensk, Jönsson 1994*]

Svensk, A. & Jönsson, B. (1994) *Teknik och förståndshandikapp*. Stockholm: Natur och kultur

[*Williams 1996*]

Williams, D. (1996) *Autism. An inside-out approach*. London: Jessica Kingsley.

[*Williams 1993*]

Williams, D. (1993) *Ingen ingenstans: [En autistisk flickas självbiografi]* Stockholm: Forum



Länkar:

[1] Nationalencyklopedin: "Autism". Kräver medlemskap. (2005-09-15)

[http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i\\_art\\_id=120867&i\\_word=autism](http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=120867&i_word=autism)

[2] Eve Mandre: *Från observation till specialpedagogisk design* (2005-11-04)

<http://www.certec.lth.se/dok/franobservation/>

[3] Se Mer (2005-11-04)

<http://www.certec.lth.se/lve/Se%20Mer%20Vårseminarie.pdf>

[4] Ingar Brinck: *The Pragmatics of Imperative and Declarative Pointing* (2005-11-04)

<http://www.arthist.lu.se/kultsem/pro/SGBWP4.pdf>

[5] Statens strålskyddsinstitut (2005-11-04)

[http://www.ssi.se/forfattning/pdf/KommTill2005\\_4.pdf](http://www.ssi.se/forfattning/pdf/KommTill2005_4.pdf)

[6] Optical power limiting (2005-11-04)

<http://www.theochem.kth.se/research/NLO/opl.html>

[7] Hyperphysics (2005-11-04)

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>

[8] Luminous Efficacy (2005-11-04)

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/bright.html#c2>

[9] Luminous Efficacy Tables (2005-11-04)

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/efficacy.html#c1>

[10] The effect of laser refractive surgery on visual performance and its implications for commercial aviation (sid. 24) (2005-11-04)

<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAPAP200104.PDF>

[11] Ögonmelanom (2005-11-04)

<http://www.sankterik.se/templates/Page.aspx?id=2557>

[12] Gaussian Beam Propagation (2005-11-04)

[http://beammeasurement.mellesgriot.com/tut\\_gaussian\\_beam\\_pro.p.asp](http://beammeasurement.mellesgriot.com/tut_gaussian_beam_pro.p.asp)

# Bilagor

## Bilaga A, Beräkningar av våglängd och effekt

### Lasersäkerhet

Man bör vara försiktig när det gäller användning strålning av laserkaraktär. Risken finns att oskyddad hud, eller ännu värre ögat, exponeras i onödig omfattning vilket lätt resulterar i bestående vävnadsskador.

Störst risk att skadas löper ögat under exponering av laserljus. De skador som uppkommer på ögat när det exponeras för ljus inom det synliga våglängdsområdet är oftast av termisk karaktär.

Självklart bör man i möjligaste mån undvika direkt exponering av laserljus men om olyckan är framme är det viktigt att apparaten som sänder ut laserstrålen är utformad så att minimal skada sker och det endast vid grov felanvändning.

Det finns några olika faktorer som är avgörande vid exponering av laserljus:

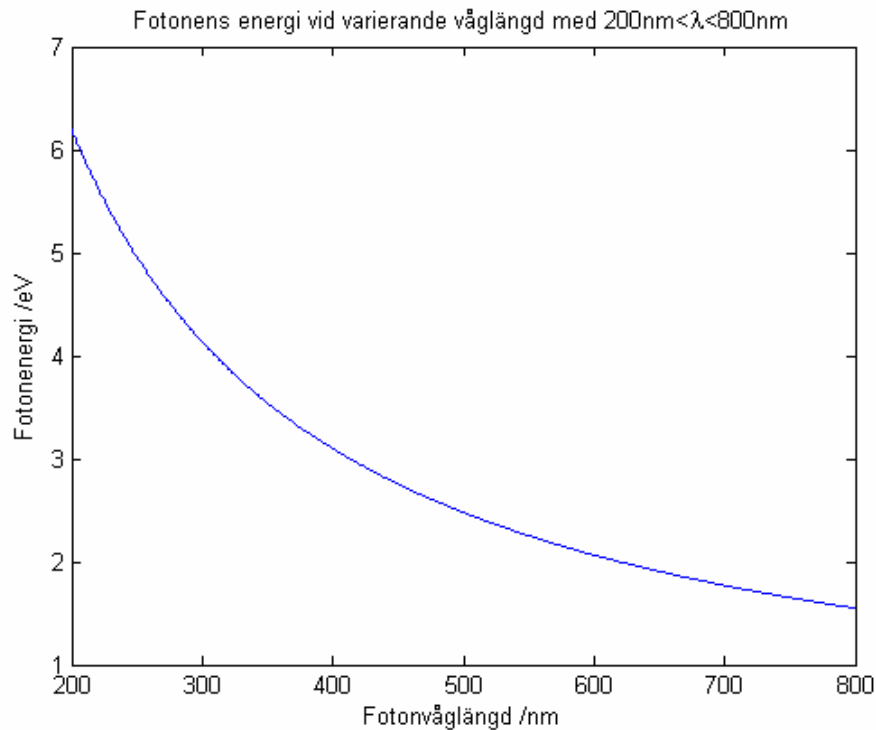
- Ljusets våglängd. Ljuset består av fotoner vars energi beror på dess våglängd. Den fallande relationen visas genom följande beräkningar och diagram (figur 20):

$$E(eV) = \left( h \cdot \frac{c}{\lambda} \right) / e$$

$$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$



Figur 20, Fotonenergi beroende på våglängd

- Exponeringstiden, tiden som ljuset hinner bestråla huden.
- Strålens effekt
- Storleken på det område som exponeras för laserljuset. Om en stråle breddas innebär det att samma energiinnehåll fördelas över en större yta varpå strålens energifält blir svagare.

De lasrar som kommer användas för denna uppgift är inte så starka att de resulterar i vävnadsskador vid omedelbar exponering. Vissa försiktighetsmått måste likväl tas vid utformning av laserpekaren och val av utrustning för denna konstruktion.

Den valda lasereffekten utgår från de säkerhetsbestämmelser som SSI (statens strålskyddsinstitut) [5] och motsvarande internationella myndigheter fastställt.

Kroppens (egentligen ögats) automatiska skyddseffekt då ögat utsätts för starkt ljus är blinkningsreflexen som aktiveras inom 0,25 sekunder [6] efter exponeringens påbörjan. Ögat uppfattar ljus av olika våglängder, och därmed färg, olika ljusst och vissa källor tyder på att ögats reaktionstid förändras beroende på hur starkt ögat uppfattar ljuset. Det är viktigt att påpeka att jag inte

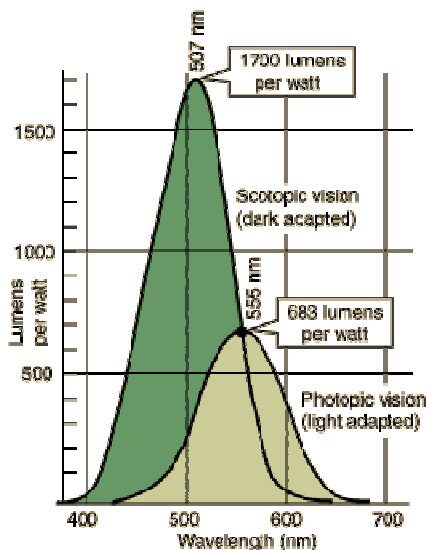
hittat några konkreta källor eller väldokumenterade data för detta påstående. Vore detta bevisat betyder det att ögat reagerar snabbare med blinkningsreflexen på ljus som upplevs starkare. En kortare reaktionstid skulle göra att man vid val av laserljus av denna våglängd kan öka effekten, vilket skulle resultera i ett starkare upplyst område. Mer detaljer runt teorin att ögat uppfattar ljus inom vissa våglängdsområden starkare än ljus av annan våglängdssammansättning kommer tas upp senare.

En riskfaktor att ha i åtanke är den stora andel av personerna inom denna grupp som har regelbundna epileptiska besvär, 10% respektive 30% av personer med autism har epilepsi från födseln respektive i tonåren. Laserstrålens starka ljus och möjligheten att flytta strålen med hastiga rörelser gör att risken för epileptiska besvär må vara en faktor att tänka på.

### Vilken våglängd?

En viktig faktor i utformningen av själva pekaren är att utgå från ögats optimala ljusupptagningsområde för att därifrån kunna specificera inom vilket våglängdsområde pekaren bör sända ut ljus.

De element i ögat som detekterar ljus delas upp i stavar och tappar. I denna uppgift är vi endast intresserade av att mäta hur bra ögat kan detektera ljus i en miljö där vardagsljus råder och då är det tapparnas ljusupptagningsförmåga (Photopic vision) vi ska studera.



Figur 21. Graf över ögats ljuskänslighet för varierande våglängd

Enligt den omfattande fysikdatabasen Hyperphysics [7] är ögats tappar känsligast för ljus som ligger i våglängdsområdet runt 555nm (se figur 21). Den ljusa kurvan i figuren visar hur starkt ögat uppfattar ljus av olika våglängd i dagsljus. För denna våglängd är ljuskänsligheten 683 Lumen/Watt, där enheten Lumen betecknar hur ljus ögat uppfattar att en strålkälla är. En för uppgiften optimal ljuskälla skulle alltså sända ut ljus med just denna våglängd vilket är viktigt att tänka på när man bestämmer ljuskällans uteffekt. Ljuseffekten kan tillåtas minska och därmed vara ofarligare för ögat, ju närmare man kan komma just denna våglängd.

Problemet är att valet av ljuskällans våglängd inte är helt upp till användaren. Man kan sällan välja exakt den våglängd som visar sig lämpligast för den aktuella uppgiften utan måste rätta sig efter de lasrar

som finns tillgängliga på marknaden, vilket styrs av egenskaperna hos de material som lasern utgörs av.

Våglängdsområde (nm)	Exponeringstid (sek)	MTE: Maximal tillåten exponering	Enhet
400-550 (Grön diodlaser: 532nm)	$10^{-9}$	$5 \times 10^6$	$\text{Wm}^{-2}$
	$10^{-9} - 1.8 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-3}$	$\text{Jm}^{-2}$
	$1.8 \times 10^{-5} - 10$	$18 \times t^{0.75}$ (X)	$\text{Jm}^{-2}$
	$10 - 10^4$	100	$\text{Jm}^{-2}$
	$10^4 - 3 \times 10^3$	$10^{-2}$	$\text{Wm}^{-2}$
550-700 (Röd diodlaser: 635nm)	$10^{-9}$	$5 \times 10^6$	$\text{Wm}^{-2}$
	$10^{-9} - 1.8 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-3}$	$\text{Jm}^{-2}$
	$1.8 \times 10^{-5} - T_2$	$18 \times t^{0.75}$ (X)	$\text{Jm}^{-2}$
	$T_2 - 10^4$	$18.84 \times 10^{-2}$	$\text{Jm}^{-2}$
	$10^4 - 3 \times 10^4$	$18.84 \times 10^{-2}$	$\text{Wm}^{-2}$

(X): Se graf i Bilaga A

Tabell 1, Maximal tillåten exponering (MTE) för olika exponeringstider och våglängder

### Vilken effekt?

Statens strålskyddsinstitut, som definierar de gränsvärden man bör rätta sig efter vid utformning av bland annat starka ljuskällor, skriver att det:

”För exponering av öga finns två uppsättningar gränsvärden vilka gäller vid exponering för punktkälla respektive ytkälla. Gränsvärdena (tabell 1) för punktkälla, vilket får betraktas som normalfallet, gäller om ögat exponeras för en smal laserstråle eller befinner sig i ett utbrett strålfält som är någorlunda parallellt. I båda fallen fokuseras strålningen till en punkt på ögats näthinna. (avser våglängdsområdet 400 - 1400 nm)” [5].

### Beräkning av SSI's gränsvärde

De, för uppgiften, intressanta delar av tabell 1 som ovanstående passage hänvisar till ser ut som följer:

*Grön diodlaser :*

$$\lambda = 532nm$$

$$t = \frac{1}{2} \text{ sek}$$

⇓

$$MTE = 18 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{0,75} = 10,7J / m^2 \Rightarrow 21,4W / m^2 = 2,14mW / cm^2$$

*Röd diodlaser :*

$$T_2 = 10 \cdot 10^{0,02(\lambda-550)}$$

$$\lambda = 635nm \Rightarrow T_2 = 501,2sek$$

$$t = \frac{1}{2} \text{ sek (ligger inom angivet intervall)}$$

⇓

$$MTE = 18 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{0,75} = 10,7J / m^2 \Rightarrow 21,4W / m^2 = 2,14mW / cm^2$$

Maximal tillåten exponering (MTE) för varierande exponeringstid visas i [Bilaga C]. Just strålarean  $1cm^2$  väljs på grund av att detta planeras vara den minsta strålarea man ska kunna ringa in genom att variera pekarens mekanik. Vid omräkning av angivna gränsvärden från strålningsenergi/ $m^2$  till strålningseffekt/ $m^2$  är det viktigt att hålla reda på ögats reaktionstid, alltså den tid som ögat utsätts för det skadliga ljuset innan man blinkar för att skydda sig. Denna reaktionstid lär ligga runt  $\frac{1}{4}$  sekund, för att uppnå en säkerhetsmarginal på 100% kommer tiden  $\frac{1}{2}$  sekund att användas i följande beräkningar, för redovisnings skull nämns även resultaten vid säkerhetsmarginalen 50%.

$$50\% = 0,5 = \frac{t - \frac{1}{4}}{\frac{1}{4}} \Rightarrow t = 0,375sek$$

⇓

$$MTE = 18 \cdot \left(\frac{3}{8}\right)^{0,75} = 8,63J / m^2 \Rightarrow 23W / m^2 = 2,3mW / cm^2$$

I den undre grafen i [Bilaga C] visades vilken effekt ögat maximalt kan exponeras för beroende på exponeringstiden har exponeringstiderna  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{3}{8}$ , respektive  $\frac{1}{2}$  sekund markerats.  $\frac{1}{4}$  sekund är ögats normala reaktionstid när det utsätts för starkt ljus, innan blinkning.

Man bör här vidtaga vissa säkerhetsåtgärder och räkna med en viss säkerhetsmarginal,  $\frac{3}{8}$  respektive  $\frac{1}{2}$  sekund motsvarar en säkerhetsmarginal på 50 respektive 100%.

Det visar sig att en halvering i säkerhetsmarginal gällande tiden ögat hinner exponeras, innan blinkning sker, endast möjliggör 7,5% ökning av laserns uteffekt. Man bör fråga sig om det är värt att minska säkerhetsmarginalen för att utnyttja denna relativt lilla effektökning. Då i fortsättningen ytterligare två nivåers säkerhetsmarginaler kommer integreras i processen används i fortsättningen huvudsakligen värdet 2,3mW på laserns uteffekt. Motsvarande beräkningar för lasereffekten 2,14mW kommer dock också redovisas.

För att konvertera dessa värden från uteffekt till vilken ljusstyrka ögat uppfattar används diagrammet samt medföljande tabeller från Hyperphysics [9]. I dessa tabeller kan man med hjälp av tabellvärden beräkna motsvarande ljusflöde i Lumen för vissa angivna uteffekter. Detta uträknade värde relateras sedan till enheten lux (=lumen/m<sup>2</sup>).

Då den maximala ljusstyrkan uppfattas från ljus av våglängden 555 nm normeras tabellen från detta värde och övriga värden multipliceras bara med en faktor givet i tabell.

*Grön diodlaser :*

$$\lambda = 532\text{nm}$$

$f(\lambda) = \text{konverteringsfaktor för våglängd } \lambda$

$$f(532) \approx (((f(540) - f(530) / 5) + f(530))) \Rightarrow$$

$$f(532) \approx (((0,954 - 0,862) / 5) + 0,862) = 0,88$$

$$\text{ljusflöde/W}(555\text{nm}) = 683\text{lm/W} \Rightarrow$$

$$\text{ljusflöde/W}(532\text{nm}) = 0,88 \cdot 683 \approx 600\text{lm/W}$$

$$\text{MTE} = 23\text{W/m}^2 \quad (= 2,3\text{mW/cm}^2)$$

⇓

$$\text{belysningsstyrka} = 23 \cdot 600 = 13800\text{lux}$$

$$\text{ljusflöde (strålarea} = 1\text{cm}^2) = 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot 600 = 1,38\text{lm}$$

*Röd diodlaser :*

$$\lambda = 635\text{nm}$$

$f(\lambda) = \text{konverteringsfaktor för våglängd } \lambda$

$$f(635) \approx (((f(640) - f(630) / 2) + f(630))) \Rightarrow$$

$$f(635) \approx (((0,175 - 0,265) / 2) + 0,265) = 0,22$$

$$\text{ljusflöde/W}(555\text{nm}) = 683\text{lm/W} \Rightarrow$$

$$\text{ljusflöde/W}(635\text{nm}) = 0,22 \cdot 683 \approx 150\text{lm/W}$$

$$\text{MTE} = 23\text{W/m}^2 (= 2,3\text{mW/cm}^2)$$

⇓

$$\text{belysningsstyrka} = 23 \cdot 150 = 3450\text{lm/m}^2 = 3450\text{lux}$$

$$\text{ljusflöde (strålarea} = 1\text{cm}^2) = 23 \cdot 10^{-3} \cdot 150 = 0,345\text{lm}$$

Ljusstyrkan från den gröna diodlasern uppfattas alltså fyra gånger starkare än från den röda diodlasern. Beräkningarna görs även för laserstrålen med säkerhetsmarginalen 100% ( $\lambda=532\text{nm}$ ):

$$\text{belysningsstyrka} = 21,4 \cdot 600 = 12840\text{lm/m}^2 = 12840\text{lux}$$

$$\text{ljusflöde (strålarea} = 1\text{cm}^2) = 2,14 \cdot 10^{-3} \cdot 600 = 1,284\text{lm}$$

Beräkningarna visar att om ögat utsätts för en stråle med all energi inom strålarean på  $1\text{cm}^2$ , och säkerhetsmarginalen 100% anses lämplig, bör inte laserns uteffekt överstiga 2,14 mW. På samma sätt visar beräkningarna med 50% säkerhetsmarginal att laserns uteffekt inte bör överstiga 2,3mW



### Ögats kontraktion och likformigt fördelad stråle

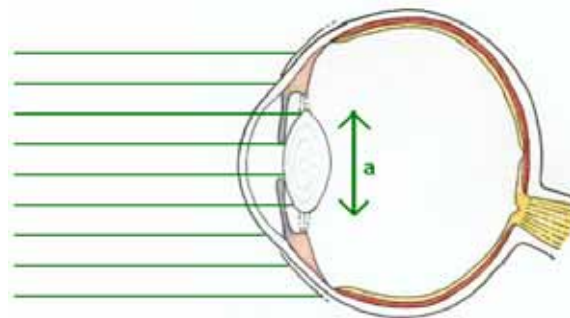
I dagsljus drar ögats pupill ihop sig då det i dessa ljusförhållanden inte behöver ta in lika mycket ljus för att kunna tolka den inkommande informationen. Denna ögats kontraktion gör att pupillens diameter kan krympa till 3mm [10] och faktiskt ända ner till 2mm. För att arbeta med en lämplig säkerhetsmarginal väljs i fortsättningen pupilldiametern 5 mm vilket resulterar i en pupillarea av:

$$\text{diameter} = 5\text{mm} \Rightarrow$$

$$\text{area} = \left(\frac{0,5}{2}\right)^2 \cdot \pi = 0,196\text{cm}^2$$

$$\frac{1}{0,196} \approx 5,1$$

Då endast ungefär 1/5 (se avståndet a i figur 22) av den 1cm<sup>2</sup> stora strålen får plats inom pupillområdet utsätts ögat bara för 1/5 av strålens effekt. Om det antages att laserstrålens intensitet är likformigt fördelad över hela strålens tvärsnittsarea kan vi utan att öka skaderisken nämnvärt öka den laserstrålens effekt med en faktor 5,1.



Figur 22. Ögats tvärsnitt [11]

$$5,1 \cdot 2,14\text{mW} = 10,9\text{mW}$$

$$5,1 \cdot 2,3\text{mW} = 11,7\text{mW}$$

Vi kan alltså enligt dessa beräkningar använda oss av starkare laserstråle med en uteffekt på 10,9 mW respektive 11,7mW med tidsexponeringens säkerhetsmarginal på 50%. Denna ökning sker utan att riskera en nämnvärt ökad skaderisk. Den ökade stråleffekten leder till att vi kan skapa ett starkare upplyst område.

En ökning med fem gånger av laserstrålens uteffekt påverkar den gröna laserstrålens ljusstyrka på följande vis:

$$\text{säkerhetsmarginal} = 100\%$$

$$\text{ljusflöde} = 10,9 \cdot 10^{-3} \cdot 600 = 6,56\text{lm}$$

$$\text{belysningsstyrka} = 109 \cdot 600 = 65600\text{lux}$$

$$\text{säkerhetsmarginal} = 50\%$$

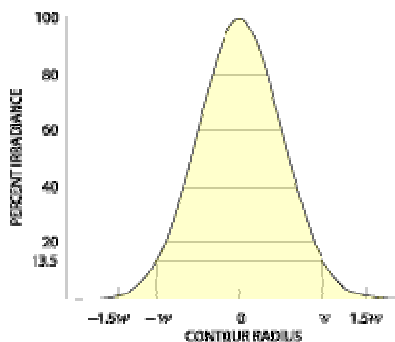
$$\text{ljusflöde} = 11,7 \cdot 10^{-3} \cdot 600 = 7,04\text{lm}$$

$$\text{belysningsstyrka} = 117 \cdot 600 = 70400\text{lux}$$

### Ögats kontraktion och gaussisk stråle

En mer korrekt approximation av laserstrålens intensitetsfördelning är emellertid att den karakteriseras av ett gaussiskt utseende [12].

Att strålen är gaussisk betyder att det elektriska fältet, och därmed även intensiteten, har störst amplitud i strålens centrum. I



Figur 23, Strålens Gausskaraktäristiska intensitetskurva [12]

strålens centrum befinner sig dess centralmod vilket är den vanligast förekommande i de för projektet aktuella lasrarna. Styrkan av laserstrålens intensitet ebbar sedan ut i kanterna enligt figur 23. Ur figuren samt Pedrotti figure 22.14 s. 474 [Pedrotti, Pedrotti 1996] finner vi att strålmidjans radie är  $2/3$  av avståndet från intensitetens centrala topp till den punkt där intensiteten är 0,01% av den maximala intensiteten.

Vid räkning med maximal säkerhetsmarginal utgås ifrån att denna centrala intensitetstopp träffar det exponerade ögat just över pupillens öppning. Av hänsyn till det från SSI beräknade gränsvärdet för exponering av öga för laserljus på 2,3mW ska inte effekten in i ögat inte överstiga detta värde. Beräkningarna kommer även göras för effekten 2,14mW. I följande beräkningar används pupilldiametern 5mm, föregående styckes diagram samt Pedrotti s.473. Den  $1\text{cm}^2$  stora strålen approximeras med en rund stråle av samma storlek.

$$\Phi_{frac} = 1 - e^{-((2 \cdot a^2) / w^2)}$$

= Den del av den totala effekten som tillåts passera genom ett hål med radien  $a$ .

$$\text{total strålradi} = \sqrt{\frac{1}{\pi}} \approx 0,564 \text{ cm}$$

$$w_{strålmidja} = \frac{2}{3} \cdot 0,564 = 0,376 \text{ cm}$$

$$a = \text{pupillens radie} = \frac{1}{4} \text{ cm}$$

⇓

$$\Phi_{frac} = 1 - e^{-((2 \cdot (\frac{1}{4})^2) / 0,376^2)} = 1 - e^{-0,884} \approx 0,59$$

$$\text{lasereffekt} = 2,3 \text{ mW}$$

$$2,3 / 0,59 \approx 3,90 \text{ mW}$$

$$\text{lasereffekt} = 2,14 \text{ mW}$$

$$2,14 / 0,59 \approx 3,65 \text{ mW}$$

0,59 av laserstrålens totala energi går med maximal vanskötsel rakt in i ögat. Detta gör att vi kan öka den totala lasereffekten med en faktor  $1/0,59$  vilket ger en ny lasereffekt på ungefär 3,65 mW respektive 3,9 mW för den något starkare strålen. Med denna nya lasereffekt blir laserns ljusflöde samt belysningsstyrka som följer.

$$\text{lasereffekt} = 3,90 \text{ mW}$$

$$\text{ljusflöde} = 3,90 \cdot 10^{-3} \cdot 600 = 2,34 \text{ lm}$$

$$\text{belysningsstyrka} = 39 \cdot 600 = 23400 \text{ lux}$$

$$\text{lasereffekt} = 3,65 \text{ mW}$$

$$\text{ljusflöde} = 3,65 \cdot 10^{-3} \cdot 600 = 2,19 \text{ lm}$$

$$\text{belysningsstyrka} = 36,5 \cdot 600 = 21900 \text{ lux}$$

För att jämföra intensiteten hos den teoretiska likformiga strålen och den realistiska strålen karakteriserad av sitt gaussiska utseende fås intensiteten i det förra fallet genom ekvationen:

$$I = \frac{\text{Effekt}}{\text{Tvärsnittsarea}} = \frac{10,9 \text{ mW}}{1 \text{ cm}^2} = 109 \text{ W} / \text{m}^2$$

Då intensiteten hos den gaussiska strålen är fördelad enligt figur 23 ges storleken av intensitetsmaxima i strålens centrum av ekvation sid. 473 i Pedrotti:

$\Phi = \text{Strålens effekt}$

$$\Phi_{tot} = \iint_{\text{Arean}} |\tilde{E}(x, y, z, t)|^2 dA = [E_0(z)]^2 \cdot \frac{\pi \cdot [w(z)]^2}{2}$$

↓

$$[E_0(z)]^2 = \frac{2 \cdot \Phi_{tot}}{\pi \cdot [w(z)]^2}$$

$$[E_0(z)]^2 = I_0$$

$$w_0(z) = \text{Strålmidjans strålradi} = 0,376 \text{ cm}$$

↓

$$1, \Phi_{tot} = 3,9 \text{ mW}$$

$$I_0(z_0) = \frac{2 \cdot 3,9 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (0,376 \cdot 10^{-2})^2} = 175,62 \text{ W / m}^2$$

$$I(r = w_0 = \text{strålradien}) = \frac{I_0}{e^2} = 23,8 \text{ W / m}^2$$

$$2, \Phi_{tot} = 3,65 \text{ mW}$$

$$I_0(z_0) = \frac{2 \cdot 3,65 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (0,376 \cdot 10^{-2})^2} = 164,36 \text{ W / m}^2$$

$$I(r = w_0 = \text{strålradien}) = \frac{I_0}{e^2} = 22,2 \text{ W / m}^2$$

Ska värdet på strålmidjans intensitet vid strålradien jämföras med intensiteten från en 60W's glödlampa kan följande slutsatser dras, beräkningarna på intensiteten på varierande avstånd från glödlampan utgår från att ljuset sprider sig i en hinderfri sfär symmetriskt runt lampan:

$$\text{sfärens mantelarea} = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

$$\text{intensiteten} = \frac{\text{effekt}}{\text{mantelarea}}$$

Resultaten visas i [Bilaga D], notera att strålen här teoretiskt inte antages försvagas på grund av divergens eller andra försvagande effekter. Det viktigaste att lägga märke till är den

generella trenden att ljuset från lasern är svagare än lampan inom ett avstånd av en knapp halvmeter från lampan för att sedan med avståndet från lampan bli flera gånger starkare än densamma. På 2 meters avstånd, ett lämpligt avstånd från laserpekaren för strålmidjan att befinna sig, är intensiteten runt strålradien respektive i dess intensitetsmaxima nästan 20 gånger respektive drygt 147 gånger starkare än intensiteten av ljuset från lampan. På avståndet 0,45 meter är intensiteten av ljuset från lampan lika stark som den från laserstråle. Förhållande dem emellan väger då avståndet från lampan ökar ganska snart markant över till laserns fördel.

Detta intensitetsförhållande mellan lasern och lampan på varierande avstånd upp till 3 meter visas i grafen i [Bilaga B]. I den övre grafen plottas faktorn

$$I(\text{laserns strålradie}) / I(\text{glödlampa})$$

och i den undre plottas logaritmen av ovanstående faktor. Notera att de raka linjernas, i den övre grafen  $y=1$  och undre grafens  $y=0$ , skärningspunkt med kurvorna markerar det avstånd där intensiteten från laserpekaren börjar väga över intensiteten från glödlampan med effekten 60 Watt. Notera även i dessa beräkningar att lasern rent teoretiskt avger konstant, förlustfri intensitet.

# Bilaga B, Labtester, mätningar och linsberäkningar

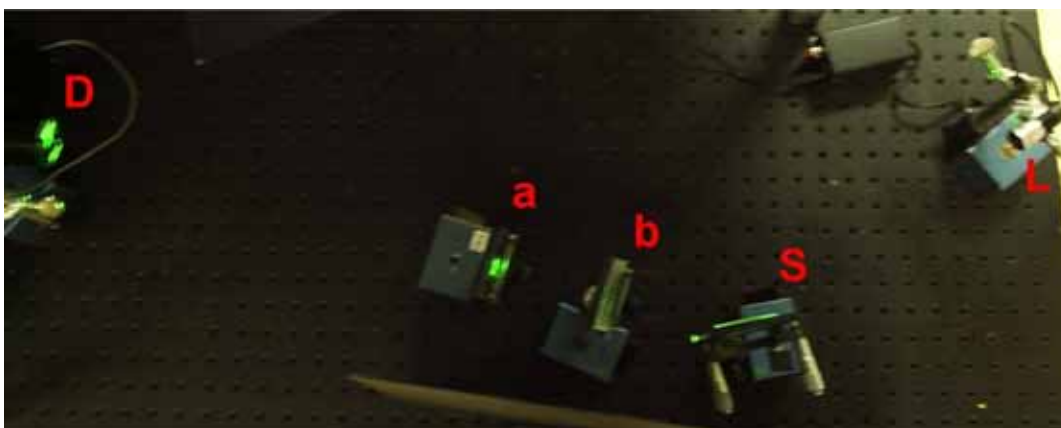
## Materiel

Generella: (Bokstav i parentes ger läge i figurer)

- Laser: Nd-Yag, frekvensdubblad. Klass 3B.  $\lambda=532$  (Grön). Max effekt: 11mW. (L)
- Dikroisk stråldelare. Filtrerar strålen i olika hög grad beroende på strålens infallsvinkel. (S)
- Detektor. Mäter strålstyrkan. (D)

Uppställning 1:

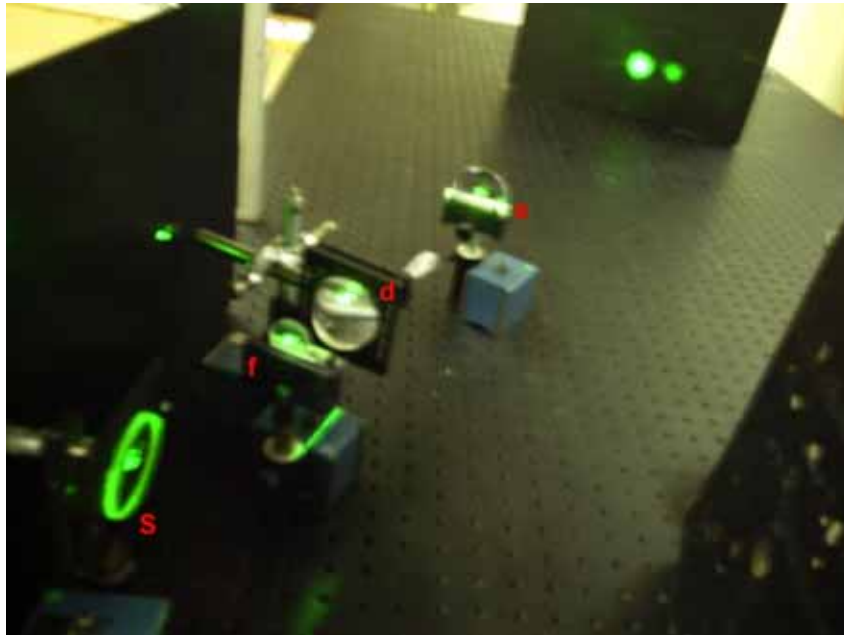
- Cylinderlins L66, fokalpunkt: -150mm (a)
- Cylinderlins L248, fokalpunkt: -80mm (b)
- Plan konkav lins L163, fokalpunkt: -35mm (c)



Figur 24, Linsuppställning 1

### Uppställning 2:

- Cylinderlins L61, fokalpunkt: 65mm (d)
- Cylinderlins L41, fokalpunkt: 105mm (e)
- Plan konvex lins L235, fokalpunkt: 40mm (f)



Figur 25, Linsuppställning 2

### Försöksbeskrivning och Mätningar

Det första som gjordes innan alla försök var att arrangera uppställningen på ett sätt som gjorde att stråldelaren vinklades tillräckligt mycket för att filtrera den del av strålen som överskred gränsen på 3,9mW. En liten vinkelförändring kunde ge relativt stort utslag så i praktiken hanterades strålen så att den aldrig översteg 4mW, en lättare hållpunkt att följa.

Ljusstyrkan mättes med detektorn, passagen via den dikroiska stråldelaren (vars vinkel mot strålen blev relativt stor) bröt upp strålen i två eller tre strålar. Det var viktigt att se till att endast en av dem passerade in i detektorn för att få ett så stabilt mätvärde som möjligt. Då strålarna låg nära varandra krävdes här en hel del precision, se exempel i följande bild (figur 26) där den icke önskvärda strålen ligger mycket nära kanten till detektorns mynning.



Figur 26, Hög noggrannhet under mätningar

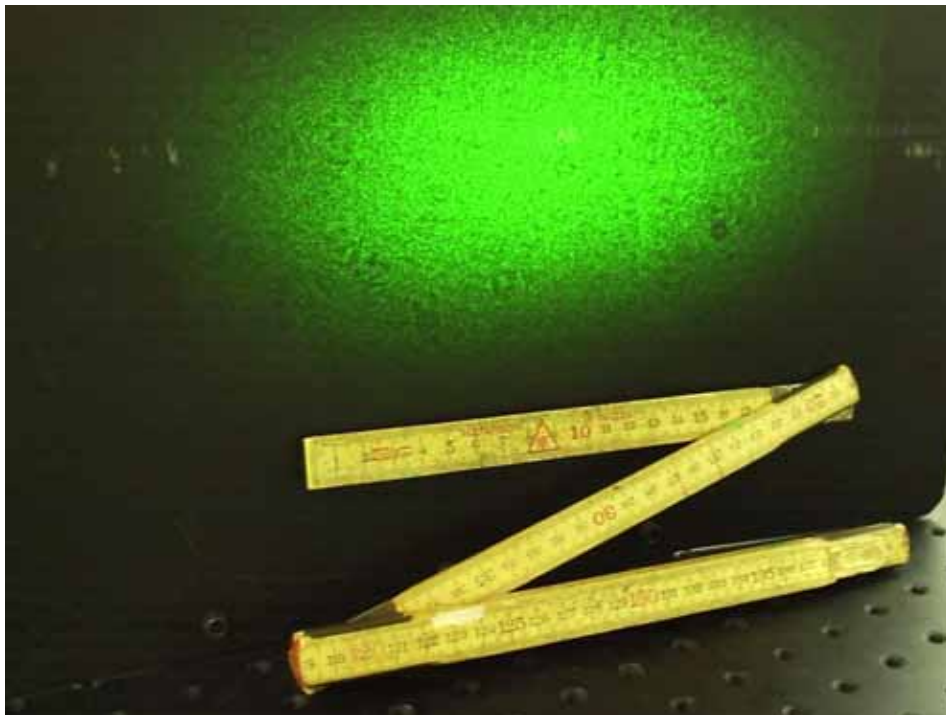
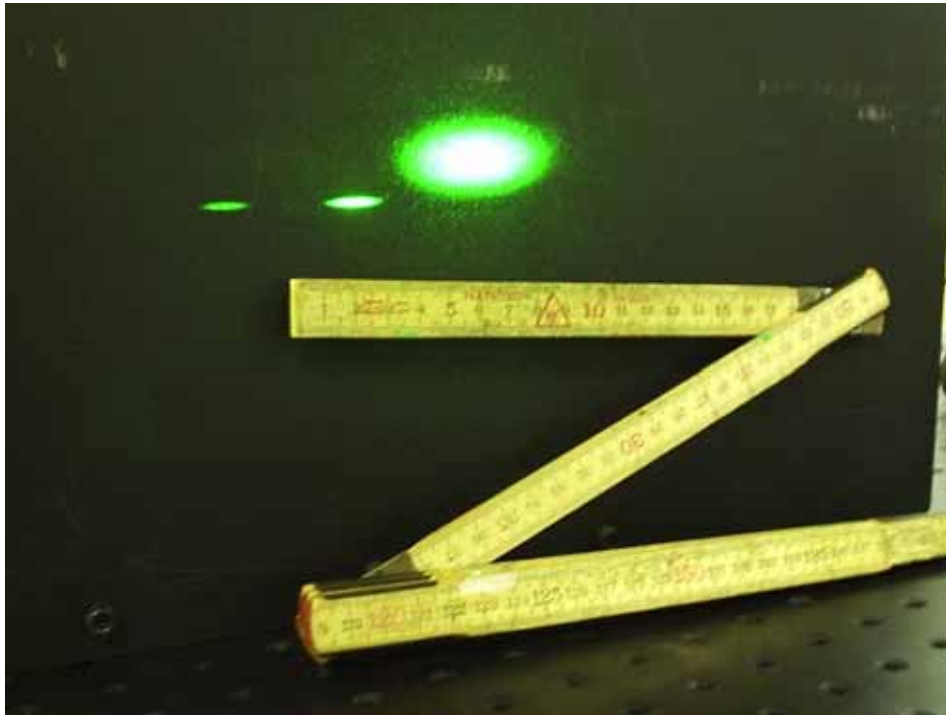
Det första problemet som undersöktes var om strålen kan skalas upp till en area av ett par  $10\text{cm}^2$  utan att strålen blir så svag att den försvinner i ett normalupplyst rum.

Rent kvalitativt gjordes detta genom att bredda strålen, genom att öka avståndet mellan lins a och b i linsuppställning 1 (se figur 24). En tredje förstörande lins, L163 (c), sattes även in i uppställningen för att skala upp den utgående strålen. Strålstyrkan mättes med hjälp av detektorn med varierande strålareor, genom att flytta runt detektorn i strålområdet hittades strålens starkaste signal.

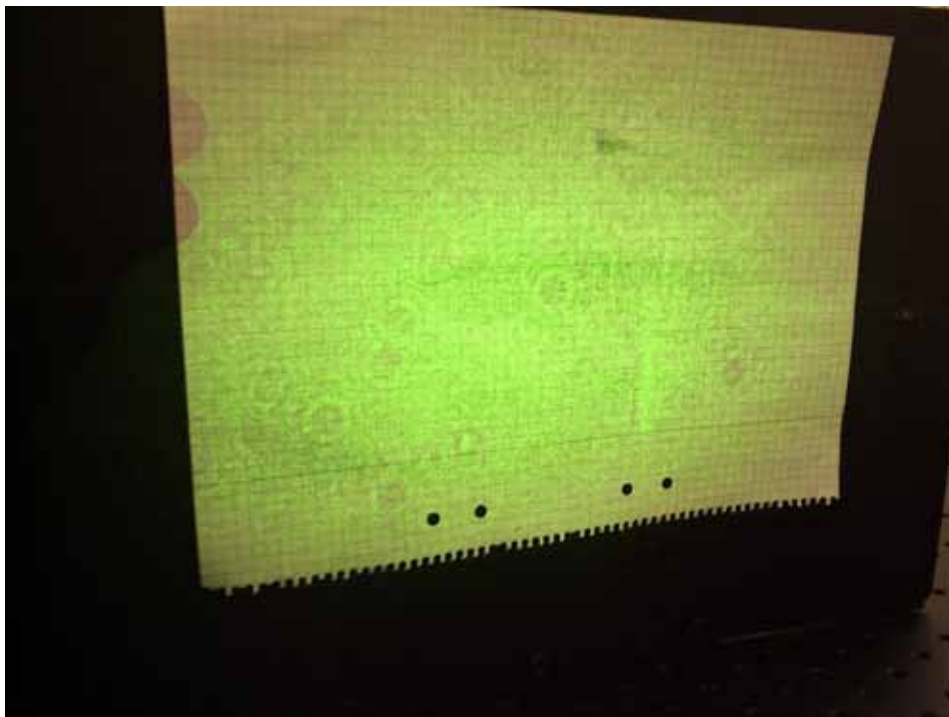
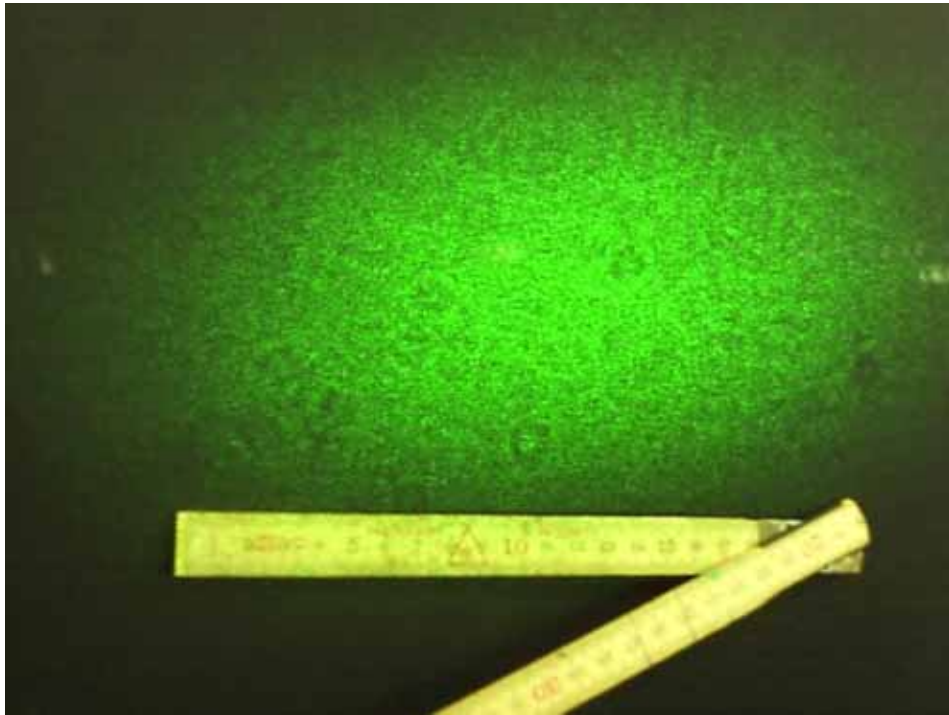
Dessa mätningar är belagda med relativt stor felmarginal, först och främst på grund av att strålarean mättes med linjal och inte med mer exakta instrument för att jämföra precisa halvvärdesbredder etc. Resultaten från dessa mätningar var inte övningens primära mål utan dessa användes mest för att se så att resultaten följde teorin. Övningens huvudsakliga mål var däremot att få en inblick i hur stor strålen kunde bli utan att försvinna i bakgrundsljuset. Resultatet av mätningarna visas i tabell och plot [Bilaga E].

Den andra delen i denna första övning var att rent kvalitativt få en uppfattning om hur mycket strålen kan breddas utan att försvinna i det omgivande normalupplysta rummet. Detta gjordes helt enkelt genom att skala upp strålen till rimliga nivåer, resultatet dokumenterades i följande bilder:





*Figur 27 och 28, Exempel på strålstyrkan efter breddning av strålen*



*Figur 29 och 30, Exempel på strålstyrkan efter breddning av strålen*

Försöken att optimera linsuppställningen med avseende på maximal bildförstoring genom minimal linsförflyttning gjordes genom att utgå från linsuppställning 1 och fundera på byte av linser eller en helt ny uppställning. Resultatet av dessa tankar redovisas i följande kapitel *Beräkningar och resultat*.

Att försöka optimera linsuppställningen med avseende på maximal bildförstoring genom minimal linsförflyttning visade sig vara komplicerat främst på grund av att det finns många parametrar att ta hänsyn till. Med flera olika linser i uppställningen var möjligheten stor att variera fokallängden hos dessa och se hur strålstorleken förändrades. I uppställning 1 ökades avståndet mellan lins (a) och lins (b) ett par decimeter innan man kunde vara nöjd med bildens uppskalning, en situation som inte är önskvärd då användandet av denna uppställning med tillhörande linser skulle resultera i en stor och otymplig laserpekare.

### **Beräkningar och resultat**

Enligt teorin ska effekten förhålla sig till en förändring i strålarea som  $1/\text{area}$  [ekvation sid. 50]. Mätvärdena ser ut att följa detta förhållande relativt väl men för att bättre kunna se korrespondensen mellan parametrarna läggs värdena in i Matlab som istället ges instruktioner att plotta strålens effekt mot  $1/\text{area}$ . Förhållandet mellan strålens effekt och  $1/\text{area}$  ska enligt teorin vara linjärt, ett förhållande Matlab hanterar mycket bättre. Resultatet syns i [Bilaga E, sid. 2]

Som synes följer resultaten en stigande kurva som antagligen approximeras bäst med en linjärapproximation. Detta är endast utgående från de bifogade resultaten inte helt uppenbart men då teorin i detta fall är glasklar, samt att felkällorna framförallt när det gäller mätning av strålarean är relativt omfattande, kan detta sägas stämma. Det är framförallt de större strålareorna man får ta med en nypa salt.

Bilderna ovan får ses lite som riktlinjer då de ljusförhållanden de visar inte fullständigt överensstämmer med den strålstyrka strålen uppvisade i verkligheten. Detta beror på hur kameran uppfattar det säregna, starka ljus som karakteriserar en laserstråle.

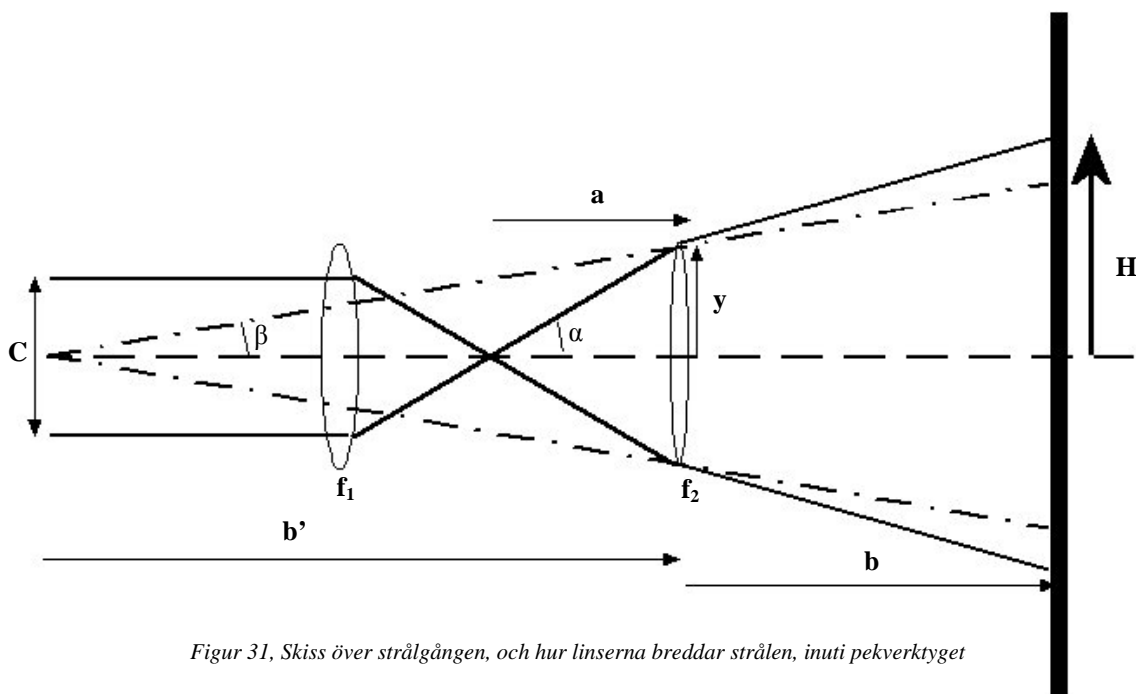
Det bör dock understrykas att jag genom dessa tester övertygades om att strålen kan breddas ända upp till storleken av ett A4-blad (area  $\approx 6,5\text{dm}^2$ ) och fortfarande behålla stora delar av sin ursprungliga ljusstyrka, tillräckligt stor del för att kunna framhäva ett föremål av denna storlek.

Det bör påpekas att strålens styrka rent teoretiskt inte beror på hur långt avståndet är till föremålet som belyses utan bara på hur stor uppskalning av strålen användaren väljer. I praktiken sker vissa förluster då strålen passerar luft men dessa är så små att de

inte förändrar resultatet av övningarna inom detta projekt nämnvärt.

Under undersökningen av problemets andra sida, att minimera linsavståndet, stötte jag på problem då det visade sig att uppställning 1 krävde att linserna flyttades mer än en decimeter ifrån varandra för strålen skulle skalas upp till erforderlig storlek. I denna uppställning användes enbart linser med negativ fokallängd, alltså linser som bryter ut strålen. När linser med positiv fokallängd provades förbättrades resultatet dramatiskt. Med relativt små linsflyttningar kunde nu strålens storlek kontrolleras med stora förändringar hos den bestrålade arean.

Uppställningen ser i grunden ut som följer:



Figur 31, Skiss över strålgången, och hur linserna breddar strålen, inuti pekverket

Strax efter den andra linsen, mellan den andra linsen och strålen som placeras på det önskade föremålet, placeras en andra cylinderlins vriden  $90^\circ$  mot den första cylinderlinsen. Denna andra cylinderlins expanderar då strålen i motsatt led mot den första cylinderlinsen. Själva nyckeln till att göra en liten linsflyttning och erhålla en markant bildförändring ligger i att placera lins 2 nära fokus som skapas efter lins 1. Då lins 2 förflyttas i området nära denna punkt sker stora förändringar hos den utgående strålen.

För att räkna ut hur storleken av  $H$  beror på avståndet  $a$  och hur mycket större  $H$  blir då avståndet  $a$  förändras används enkel trigonometri och linsformeln. Beräkningarna ser ut som följer:

$$H = y + b \cdot \tan \beta$$

$$y = a \cdot \tan \alpha$$

$$\tan \beta = \frac{H}{b+b'}$$

⇓

$$H = a \cdot \tan \alpha + b \cdot \frac{H}{b+b'} \Rightarrow H \left( 1 - \frac{b}{b+b'} \right) = a \cdot \tan \alpha \Rightarrow$$

$$H = \frac{a \cdot \tan \alpha}{\left( 1 - \frac{b}{b+b'} \right)} = \frac{a \cdot \tan \alpha}{\left( \frac{b+b'-b}{b+b'} \right)} = \frac{(b+b') \cdot a \cdot \tan \alpha}{b'}$$

$$\text{linsformeln lins 2: } \frac{1}{a} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{b'} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{a} \Rightarrow b' = \frac{1}{\left( \frac{1}{f_2} - \frac{1}{a} \right)} = \frac{f_2 \cdot a}{a - f_2}$$

$$b' = \frac{f_2 \cdot a}{a - f_2} \text{ sätts in i } H = \frac{(b+b') \cdot a \cdot \tan \alpha}{b'} \Rightarrow$$

$$\frac{\left( b + \left( \frac{f_2 \cdot a}{a - f_2} \right) \right) \cdot a \cdot \tan \alpha}{\left( \frac{f_2 \cdot a}{a - f_2} \right)} = \frac{(a - f_2) \cdot \left( b + \left( \frac{f_2 \cdot a}{a - f_2} \right) \right) \cdot \tan \alpha}{f_2} \Rightarrow$$

$$H = \frac{\tan \alpha}{f_2} \cdot (b \cdot (a - f_2) + f_2 \cdot a) = \frac{\tan \alpha}{f_2} \cdot (a \cdot (b + f_2) - f_2 \cdot b) = H(a)$$

$$\tan \alpha = \frac{\left( \frac{C}{2} \right)}{f_1} \Rightarrow$$

$$H(a) = \frac{C}{2 \cdot f_1 \cdot f_2} \cdot (a \cdot (b + f_2) - f_2 \cdot b)$$

avintresse är även  $H'(a)$

$$H'(a) = \frac{C \cdot (b + f_2)}{2 \cdot f_1 \cdot f_2}$$

Det visar sig alltså att derivatan av  $H(a)$  inte beror av avståndet  $a$  och därför håller sig konstant då alla parametrar är oförändrade. Enligt denna beräknade funktion  $H(a)$  ser bilden  $H$  ut att minska då avståndet  $b$  ökar, detta gäller när  $f_2 - a \geq 0$  vilket det rimligtvis är. Under testerna i laboratoriet visades det sig tydligt upprepade gånger att bilden av  $H$  förstörades med ökat avstånd  $b$ , detta beror på den andra cylinderlins som i den verkliga konstruktionen placeras efter lins 2. Som synes i figur 31 som föregående

ekvationer utgår ifrån tas inte denna andra cylinderlins med i beräkningarna. Dessa resultat är därför av större intresse rent teoretiskt då man inte betänker att strålen breddas både vågrätt och lodrätt.

För att åskådliggöra vad dessa ekvationer betyder för en verklig konstruktion ges följande exempel där den inkommande laserstrålens bredd ligger på standardvärdet 2mm och avståndet från laserpekaren till det bestrålade föremålet är 2m. Den önskade storleksförändringen av bilden är  $\Delta H=1\text{dm}$ , notera i figur 31 hur H definieras.

$$\Delta H = 0,1\text{m}$$

$$C = 0,002\text{m}$$

$$f_1 = 0,01\text{m}, \quad f_2 = 0,06\text{m}$$

$$b = 2\text{m}$$

$$\frac{\Delta H(a)}{\Delta a} = \frac{C \cdot (b + f_2)}{2 \cdot f_1 \cdot f_2} \Rightarrow \Delta a = \frac{\Delta H \cdot 2 \cdot f_1 \cdot f_2}{C \cdot (b + f_2)}$$

⇓

$$\Delta a = \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 0,01 \cdot 0,06}{0,002 \cdot (2 + 0,06)} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,06}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2,06} = \frac{0,06}{2,06} \approx 2,9\text{cm}$$

Detta resultat betyder att om en förändring av 1dm är önskvärd hos H behöver avståndet a öka med ungefär 2,9cm, lins 2 behöver alltså flyttas 2,9cm från lins 1. Detta anses vara en relativt liten förflyttning med tanke på vilken stor förändring av det bestrålade området som förflyttningen innebär.

Det är rimligt att undersöka hur beräkningarna ovan påverkas om en cylinderlins med fokallängden 4cm används som lins 2 i uppställningen, med beräkningar på samma sätt som ovan blir nu  $\Delta a \approx 2\text{cm}$ . Linsen behöver med denna nya fokallängd alltså flyttas 1cm kortare sträcka än i det tidigare fallet. Beräkningar för  $f_2=4\text{cm}$  kommer i fortsättningen också redovisas.

Den andra uppgiften, att se till att en minimal linsförflyttning resulterar i en maximal storleksförändring av det bestrålade området, anses därmed vara löst genom att använda linsuppställning 2.

I kapitlet om teorin bakom fysiken föreskrivs en minsta strålarea av  $1\text{cm}^2$ , det är därför intressant att räkna ut på vilket avstånd a denna strålarea erhålles. Så stor tyngd av det praktiska utförandet kommer inte förlitas på de beräkningar och teoretiska antaganden som här följer då dessa baseras på breddning i blott en led enligt figur 31. I det verkliga fallet kommer ytterligare en cylinderlins sättas in i uppställningen vilken kommer bredda strålen även i motsatt led.

Geometrisk optik, vilket används för att beskriva strålgången i figur 31, utgår från en stråles halvvärdesbredd. Om strålens omfattning enligt tidigare beräkningar är  $1\text{cm}^2$  innebär detta det område i vilket strålens intensitet överstiger 1% av intensitetsmaximat i strålens centrum, för att utifrån detta räkna ut strålens halvvärdesbredd används tidigare gjorda beräkningar utförda under rubriken *Ögats kontraktion och gaussisk stråle*:

$$\text{area} = \pi \cdot r^2 = 1\text{cm}^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{1}{\pi}} = 0,564\text{cm}$$

$$r_0 = \frac{2}{3} \cdot 0,564 = 0,376\text{cm}$$

För uppgiften ska alltså  $H(a)=0,376\text{cm}$  användas, av detta följer:

$$H(a) = \frac{C}{2 \cdot f_1 \cdot f_2} \cdot (a \cdot (b + f_2) - f_2 \cdot b) \Rightarrow$$

$$a(b) = \frac{2 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot H}{C \cdot (b + f_2)} + \frac{f_2 \cdot b}{b + f_2} = \frac{2 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot H + b \cdot f_2 \cdot C}{C \cdot (b + f_2)}$$

Notera även i dessa beräkningar att den utgående strålen inte kommer ha en cirkulär form, vilket uträkningarna utgår ifrån, utan en elliptisk vilket gör att det bestrålade området förändras något.

Här skrivs a som beroende av avståndet b vilket är avståndet från lins 2 till föremålet strålen faller på. I själva verket ska linsuppställningen inkludera ytterligare en cylinderlins som placeras strax efter lins 2. Denna tredje lins gör att strålen breddas vilket resulterar i att strålmidjan ökar. Detta tas inte in i beräkningarna utan kan ses som ytterligare en säkerhetsbarriär vilket gör pekaren ännu lite säkrare att använda vid vårdslöst handhavande.

Avståndet a beror alltså nu på vilket avstånd vi önskar använda mellan användaren och laserpekaren, nedan följer avståndet a för några olika värden på avståndet b, notera att fokallängden 6cm här används för lins 2:

<b>b /m</b>	<b>a /cm</b>
0,1	5,16
0,3	5,63
0,5	5,76
0,7	5,82
1	5,87
1,5	5,91
2	5,93
2,5	5,95
3	5,96
4	5,97
5	5,97

*Tabell 2, Avståndet a's beroende av avståndet b med konstant H*

Se plot [Bilaga E]. Som synes i tabell 2 ovan och tillhörande plot närmar sig  $a(b)$  värdet 6cm då  $b \rightarrow \infty$ . Då fokallängden hos lins 2 i detta exempel är just 6cm samt vid närmare undersökning av ekvationen på föregående sida dras slutsatsen att:

$$a(b \rightarrow \infty) = f_2$$



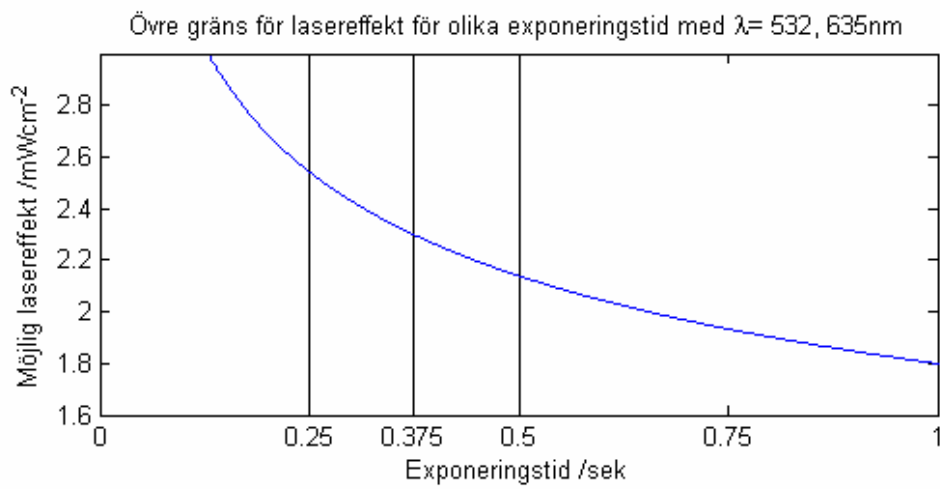
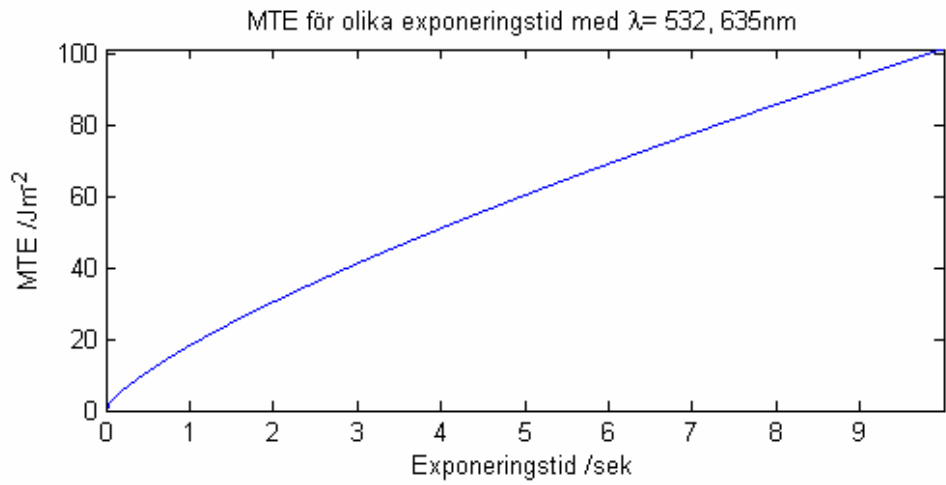
# Bilaga C, Maximal tillåten exponering (MTE)

*MATLAB-kod:*

```
lambda=635;
T2=10*(power(10,(.02*(lambda-550))));
a=1.8*(power(10,-5));
x=[a:5*a:10];
y=18*(power(x,.75));
yny=(y./x)/10;
xaxel=[0 0.25 0.375 0.5 0.75 1];

subplot(2,1,1)
plot(x,y,'b')
xlabel('Exponeringstid /sek')
ylabel('MTE /Jm^{-2}')
title('MTE för olika exponeringstid med \lambda= 532, 635nm')
AXIS([0 x(length(x)) 0 y(length(y))])

subplot(2,1,2)
plot([.25 .25],[1 3],'k',[.5 .5],[1 3],'k',[.375 .375],[1 3],'k',x,yny,'b')
xlabel('Exponeringstid /sek')
ylabel('Möjlig lasereffekt /mWcm^{-2}')
title('Övre gräns för lasereffekt för olika exponeringstid med \lambda= 532, 635nm')
set(gca,'XTick',xaxel)
AXIS([0 1 1.6 3])
```



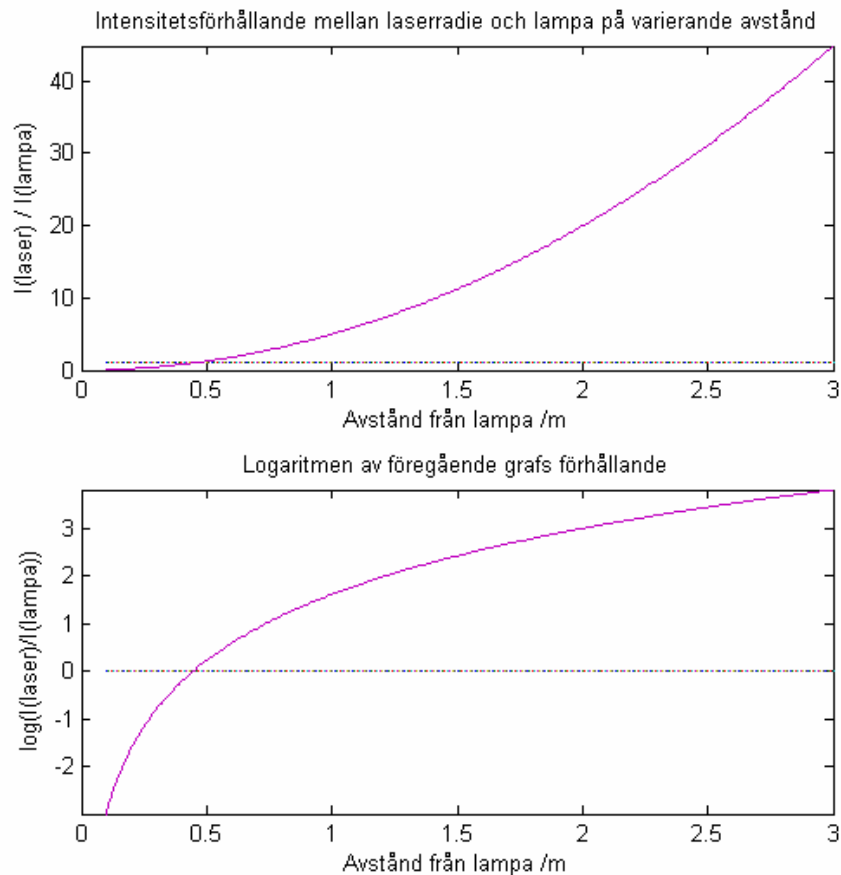
## Bilaga D, Intensitets-jämförelse med lampa

Avstånd från lampa /m	Sfäroarea /m <sup>2</sup>	I(60W's lampa) /W/m <sup>2</sup>
0,10	0,13	477,46
0,20	0,50	119,37
0,28	1,00	60,00
0,30	1,13	53,05
0,40	2,01	29,84
0,45	2,52	23,80
0,50	3,14	19,10
0,60	4,52	13,26
0,70	6,16	9,74
0,80	8,04	7,46
0,90	10,18	5,89
1,00	12,57	4,77
1,20	18,10	3,32
1,40	24,63	2,44
1,60	32,17	1,87
1,80	40,72	1,47
2,00	50,27	1,19

Avstånd från lampa /m	I(laser, strålradi) /I(lampa)	I(laser, intensitetsmaxima) /I(lampa)
0,10	0,05	0,37
0,20	0,20	1,47
0,28	0,40	2,93
0,30	0,45	3,31
0,40	0,80	5,89
0,45	1,00	7,38
0,50	1,25	9,20
0,60	1,79	13,24
0,70	2,44	18,02
0,80	3,19	23,54
0,90	4,04	29,79
1,00	4,98	36,78
1,20	7,18	52,97
1,40	9,77	72,09
1,60	12,76	94,16
1,80	16,15	119,17
2,00	19,94	147,13

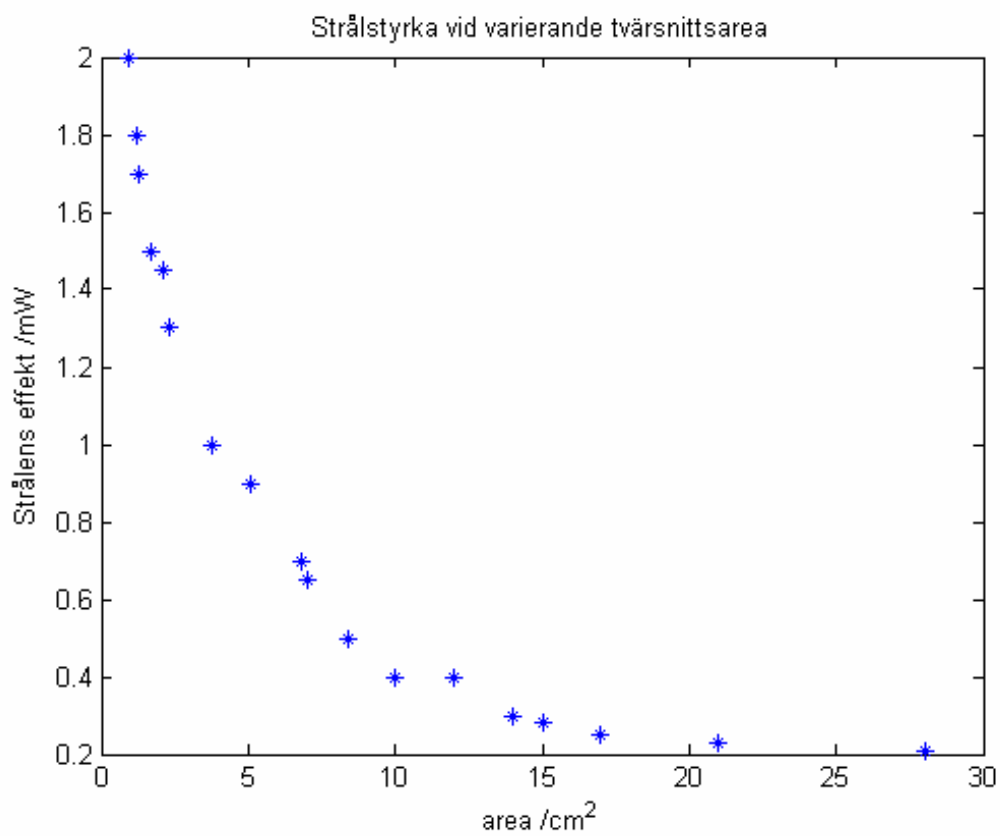
*MATLAB-kod:*

```
r=[0.1:0.01:3];
area=4*pi*(power(r,2));
lampeffekt=60;
intensitetlampa=zeros(length(area));
intensitetlampa=lampeffekt./area;
intensitetlaserradie=23.8;
faktor=intensitetlaserradie./intensitetlampa;
subplot(2,1,1);
plot(r,1,r,faktor)
xlabel('Avstånd från lampa /m')
ylabel('I(laser) / I(lampa)')
title('Intensitetsförhållande mellan laserradie och lampa på
varierande avstånd')
AXIS([0 r(length(r)) 0 faktor(length(faktor))])
subplot(2,1,2);
plot(r,0,r,log(faktor))
xlabel('Avstånd från lampa /m')
ylabel('log(I(laser)/I(lampa))')
title('Logaritmen av föregående grafs förhållande')
AXIS([0 r(length(r)) min(log(faktor)) max(log(faktor))])
```



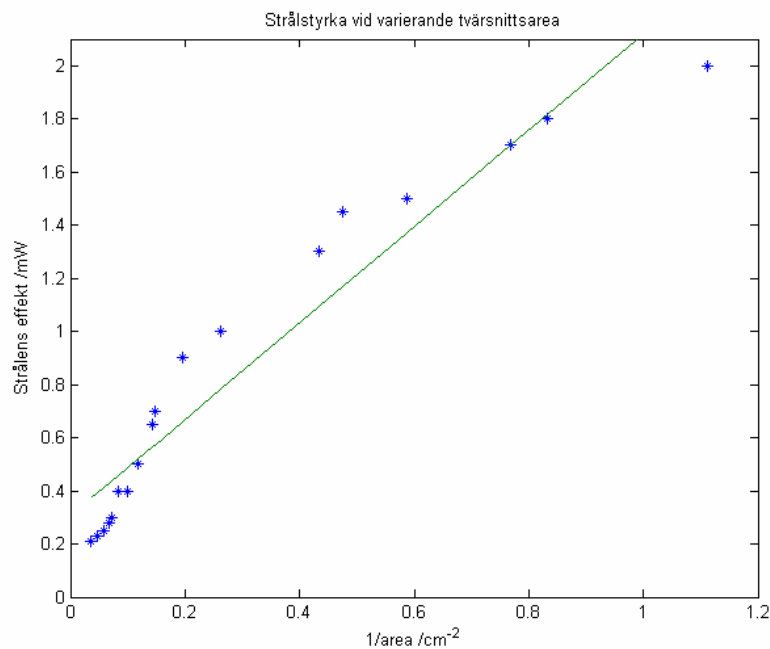
## Bilaga E, Mätning av strålstyrka

Area	Effekt
0.9	2
1.2	1.8
1.3	1.7
1.7	1.5
2.1	1.45
2.3	1.3
3.8	1
5.1	0.9
6.8	0.7
7	0.65
8.4	0.5
10	0.4
12	0.4
13	0.3
14	0.28
17	0.25
21	0.23
28	0.21



*MATLAB-kod:*

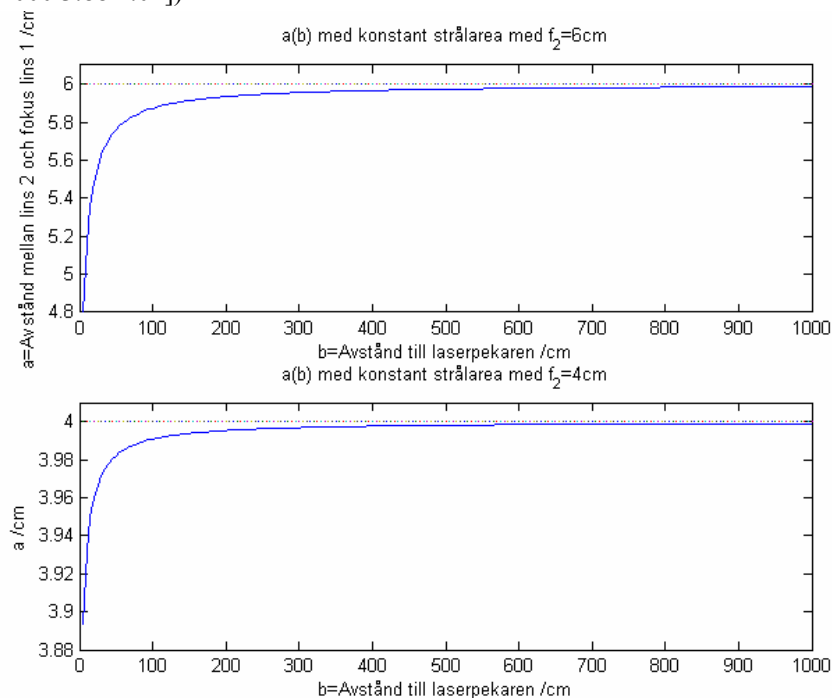
```
area=[.9 1.2 1.3 1.7 2.1 2.3 3.8 5.1 6.8 7 8.4 10 12 14 15 17 21  
28];  
x=1./area;  
effekt=[2 1.8 1.7 1.5 1.45 1.3 1.9 .7 .65 .5 .4 .4 .3 .28 .25 .23  
.21];  
p=polyfit(x,effekt,1);  
y=polyval(p,x);  
plot(x,effekt,'*',x,y)  
xlabel('1/area /cm^{-2}')  
ylabel('Strålens effekt /mW')  
title('Strålstyrka vid varierande tvärsnittsarea')  
AXIS([0 1.2 0 2.1])
```



# Bilaga F, a(b) med konstant strålarea

*MATLAB-kod*

```
H=.376;  
C=.2;  
f1=1;  
f2=6;  
f2prim=4;  
b=[5:5:1000];  
a=((2*f1*f2*H)+((f2*C).*b))./(C*(b+f2));  
aprim=((2*f1*f2prim*H)+((f2prim*C).*b))./(C*(b+f2prim));  
subplot(2,1,1)  
plot(b,a,b,f2)  
xlabel('b=Avstånd till laserpekaren /cm')  
ylabel('a=Avstånd mellan lins 2 och fokus lins 1 /cm')  
title('a(b) med konstant strålarea med f_2=6cm')  
AXIS([0 1000 4.8 6.1])  
subplot(2,1,2)  
plot(b,aprim,b,f2prim)  
xlabel('b=Avstånd till laserpekaren /cm')  
ylabel('a /cm')  
title('a(b) med konstant strålarea med f_2=4cm')  
AXIS([0 1000 3.88 4.01])
```







# Certecs rapporter

Ett urval av rapporter från CERTEC

Enquist Henrik

Mina medicinska bilder

Certecrapport, 2004

<http://www.certec.lth.se/dok/minamedicinskabilder/>

Gustafsson Jörgen

Optik för synsvaga människor

Doktorsavhandling, 2004

<http://www.certec.lth.se/dok/optikforsynsvaga/>

Mandre Eve

Vårdmiljö eller lärandemiljö?

Doktorsavhandling, 2002

<http://www.certec.lth.se/dok/franvardmiljotill/>

Svensk Arne

Design av kognitiv assistans

Licentiatuppsats, 2001

<http://www.certec.lth.se/dok/designavkognitiv/>

---

Barn med autistiska drag uppvisar ofta svårigheter att fokusera på de föremål i sin omgivning som vi för tillfället vill att de ska uppmärksamma. Det kan också vara svårt för oss att förstå vad i sin miljö barnet för tillfället vill uppmärksamma. Dessa två faktorer kan lätt leda till missförstånd då barnen inte riktigt vet vad som ska hända, vilket lätt resulterar i att de blir okoncentrerade och tänker på annat. Att skapa en gemensam uppmärksamhet på ett föremål är viktigt för att hjälpa barnet att kunna förstå, förbereda sig och fokusera på vad som kommer att hända.

Arbetet inriktades tidigt på undersökning av möjligheten att använda laserpekare och hur en sådan skulle kunna modifieras och användas för denna grupp för att skapa en gemensam uppmärksamhet på föremål på två till tio meters avstånd.

I den första delen av arbetet läggs tyngdpunkten på att undersöka hur detta pekverktyg skulle fungera pedagogiskt och hur det skulle användas i det dagliga arbetet. I arbetets andra del utvecklades en prototyp av ett pekverktyg.

Användartester genomfördes med två elever som fick tillfälle att prova pekverktyget. Barnen hade lätt att fokusera på strålen och en av de två eleverna blev så intresserad att han själv ville, och fick, prova att använda pekverktyget.

Den här rapporten hittar du också på Internet:

[www.certec.lth.se/dok/naraskjuter](http://www.certec.lth.se/dok/naraskjuter)



Avdelningen för  
rehabiliteringsteknik,  
Inst för designvetenskaper,  
Lunds tekniska högskola



Certec, LTH  
Box 118  
221 00 Lund



Sölvegatan 26  
Lund



046 222 46 95



046 222 44 31



lena.leeven@certec.lth.se



<http://www.certec.lth.se>

Certec är en avdelning inom institutionen för designvetenskaper vid Lunds tekniska högskola.

Vår forskning och utbildning har en uttalad avsikt: att människor med funktions- nedsättningar skall få bättre förutsättningar genom en mer användvärd teknik, nya designkoncept och nya individnära former för lärande och sökande.

Drygt 20 människor arbetar på Certec. Den årliga omsättningen är cirka 12 miljoner kronor.

examensarbete certec, lth nummer 8:2005  
december månad 2005

Magnus Wallengren

Nära skjuter ingen hare