



Syn och belysning för äldre
i arbetslivet

Kunskapsöversikt

Rapport 2012:16

Kunskapsöversikt

Syn och belysning för äldre i arbetslivet

Federico Favero, doktorand och ljusdesigner
Kungliga Tekniska Högskolan

Susanne Glimne, doktorand och optiker
Karolinska Institutet

Kristina Teär Fahnehjelm, docent och ögonläkare
S:t Eriks Ögonsjukhus och Karolinska Institutet
Medförfattare och sakkunnig

Jörgen Eklund, professor
Huvudansvarig för kunskapsöversikten

ISSN 1650-3171

Rapport 2012:16

Förord

Arbetsmiljöverket har fått i uppdrag av regeringen att informera och sprida kunskap om områden av betydelse för arbetsmiljön. Under kommande år publiceras därför ett flertal kunskapsöversikter där välrenommerade forskare sammanfattat kunskapsläget inom ett antal teman. Manuskripten granskas av externa bedömare och behandlas vid respektive lärosäte. Den vetenskapliga granskningen av denna rapport har utförts av docent Magne Helland och professor Gunnar Horgen. Den slutliga utformningen ansvarar dock författarna själva för.

Rapporterna finns kostnadsfritt tillgängliga på Arbetsmiljöverkets webbplats. Där finns även material från seminarieserien som Arbetsmiljöverket arrangerar i samband med rapporternas publicering.

Projektledare för kunskapsöversikterna vid Arbetsmiljöverket har varit Ulrika Thomsson Myrvang. Vi vill även tacka övriga kollegor vid Arbetsmiljöverket som varit behjälpliga i arbetet med rapporterna.

De åsikter som uttrycks i denna rapport är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis Arbetsmiljöverkets uppfattning.

Magnus Falk, fil. dr.

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| Uppdragets utförande | 5 |
| Uppdragets bakgrund..... | 5 |
| Frågeställningar | 6 |
| Litteratursökningar | 7 |
| Visuella funktioner | 7 |
| Icke-visuella funktioner | 7 |
| Den åldrande arbetskraften | 9 |
| Generella fakta | 9 |
| Synsystemets anatomi och funktion | 11 |
| Ögats fysiologiska åldrande och patologiska förändringar | 11 |
| Ögats strukturer | 11 |
| Ögats funktion | 12 |
| Ögats åldrande och dess konsekvenser för äldre arbetstagare utifrån ett synergonomiskt perspektiv | 15 |
| Åldersrelaterade synförändringar | 15 |
| Ålderssynthet | 15 |
| Linsgrumlningar och katarakt..... | 16 |
| Minskad pupilldiameter | 16 |
| Torra ögon..... | 16 |
| Arbetsrelaterad ögontorrhet..... | 16 |
| Åldersrelaterade ögonsjukdomar | 17 |
| Katarakt..... | 17 |
| Glaukom | 17 |
| Makuladegeneration..... | 17 |
| Diabetesretinopati | 18 |
| Synrelaterade problem för äldre arbetstagare | 19 |
| Bländning..... | 19 |
| Övriga åldersrelaterade synproblem | 20 |
| Ökat ljusbehov | 20 |
| Generellt nedsatt synskärpa | 20 |
| Synskärpa och reaktionstid | 20 |
| Korrigerad och okorrigerad synskärpa | 21 |
| Generellt nedsatt kontrastkänslighet | 21 |
| Funktionellt synfält..... | 21 |
| Hjälpmiddel vid synnedsättningar och ögonsjukdomar | 22 |

| | |
|--|-----------|
| Icke-visuella funktioner..... | 23 |
| Ljusdesign och lokalutformning för äldre arbetstagare | 23 |
| Cirkadiska systemet | 23 |
| <i>Dagsljusexponering hos äldre</i> | 24 |
| <i>Perceptionssystemet</i> | 24 |
| <i>Ett helhetsperspektiv behövs</i> | 25 |
| Belysningens betydelse för äldre | 26 |
| Allmänt..... | 26 |
| Effekter på beteende vid exponering för blått ljus hos patienter med och utan Alzheimers sjukdom..... | 28 |
| Dagsljus och arbetsfunktioner..... | 29 |
| Energiförbrukning | 30 |
| Föreskrifter och rekommendationer | 32 |
| Belysningens inverkan på äldre i bostäder och institutioner | 33 |
| Studier från Lighting Research Center (LRC) | 33 |
| ALADIN-projekten..... | 34 |
| Ljuskultur..... | 35 |
| Synhjälpmedel..... | 36 |
| Synundersökningar | 37 |
| Några riskyrken i gruppen 65+ vad gäller synfunktioner | 38 |
| Bildskärmsarbete | 38 |
| Chaufförer..... | 38 |
| Elektriker..... | 39 |
| Tandläkare | 39 |
| Arbete i kontrollrum | 39 |
| Sjukvårdsarbete..... | 39 |
| Framtida forskning | 40 |
| Sammanfattande slutsatser..... | 40 |
| Visuella effekter | 40 |
| Icke visuella effekter..... | 41 |
| Referenser | 43 |

Uppdragets utförande

Denna kunskapsöversikt, utförd på uppdrag av Arbetsmiljöverket, har utarbetats vid Skolan för Teknik och Hälsa vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH). Huvudansvarig är professor Jörgen Eklund och arbetet har huvudsakligen utförts av doktoranderna Ljusdesigner Federico Favero, KTH och optiker Susanne Glimne, Karolinska Institutet, vilka ägnat sig åt närliggande forskningsområden under ett flertal år. Därutöver har ögonläkare docent Kristina Teär Fahnehjelm, S:t Eriks Ögonsjukhus och Karolinska Institutet samt professor Jan Ejhed, Ljuslaboratoriet vid KTH, bidragit. Kontaktperson vid Arbetsmiljöverket i sakfrågorna har varit docent Per Nylén.

Ambitionen med kunskapsöversikten är att mer i detalj redovisa synrelaterade åldersförändringar och behov som ett komplement till en tidigare utförd kunskapsöversikt gällande äldre arbetskraft (Östlund, 2012). Författarna vill här lyfta fram variabler som påverkar hälsa och möjlighet till utförande av arbetsuppgifter utifrån tillgång till dagsljus, åldersrelaterade ögonförändringar och de synergonomiska aspekterna för äldre arbetstagare. Kunskapsöversikten har delats in och genomförts i två huvudavsnitt. Den första behandlar ögats åldrande och dess visuella konsekvenser för äldre arbetstagare utifrån synergonomiska aspekter och är huvudsakligen författat av Susanne Glimne. Den andra delen tar upp icke-visuella effekter och främst sambanden mellan tillgång på dagsljus och hälsoeffekter med fokus på äldre arbetstagare. Detta avsnitt är huvudsakligen författat av Federico Favero.

Uppdragets bakgrund

Arbetsmiljöverket har i enlighet med gällande EU-direktiv (EU 89/654/EEG) ett författningskrav enligt § 11, Arbetsplatsens utformning (Arbetsmiljöverket, 2009) att "Belysningen ska anpassas till de arbetandes olika förutsättningar och de synkrav som arbetsuppgifterna ställer. Belysning ska ha en för den enskilde lämplig fördelning och riktning".

Denna skrivning innebär att varje individ har rätt till synförhållanden och en belysning som är anpassad till just hans eller hennes behov vid varje individuell arbetsuppgift. Dessa krav gäller inte minst äldre arbetstagare som ofta har en åldersrelaterad nedsatt synförmåga. Synförmågan försämras allt mer med stigande ålder. Detta faktum har Arbetsmiljöverket att ta hänsyn till vid den förväntade förskjutningen mot en ökad andel arbetstagare i åldrarna över 65 år.

Dessa åldersrelaterade effekter ökar behoven av väl genomtänkta belysningslösningar för de äldsta arbetstagarna. Det finns en allmän enighet bland forskare att många människor med nedsatt syn, (spec. makuladegeneration), uppvisar en förbättring i visuell funktion med optimala nivåer av lokal belysning, till exempel ökad läsförmåga (Sloan, 1969; Kitchin, 1981; Brown & Kitchin, 1983; LaGrow, 1986; Eldred, 1992; Bowers et al., 2001; Fosse & Valberg, 2004; Haymes & Lee, 2006) och förbättrad synskärpa samt kontrastkänslighet (Silver et al., 1978; Julian, 1984; Cohen & Rosenthal, 1988; Haymes & Lee, 2006). En ökad belysningsstyrka ger ljusspridning i den allt mer opaka linsen vilket då ökar risken för dimsyn och bländning (Rosenbloom, 2007). Många äldre arbetstagare föredrar därför att behålla relativt svaga belysningsstyrkor vilket riskerar att minska arbetsförmåga och ibland ge upphov till framåtlutade kroppsställningar i försöken att ändå se så bra som möjligt. De äldsta arbetstagarna är också av fysiologiska skäl mindre benägna att vistas utomhus under t ex lunch och fritid och får därför mer sällan det nedan beskrivna nödvändiga behovet av dagsljus uppfyllt jämfört med yngre arbetstagare. Äldre personer besvärar också i ökad utsträckning av sömnstörningar som ibland beskrivs som trötthet under dagen och sömnsvårigheter under natten

En höjd pensionsålder kan förväntas medföra att såväl visuella som icke-visuella besvär ökar både i svårighetsgrad och i frekvens. Detta skulle medföra ökade behov på arbetsplatsen av synergonomisk anpassning av belysning och arbetsobjekt, samt åldersanpassade synkontroller och tillgång till synhjälpmedel.

Frågeställningar

1. I vilken omfattning ökar arbetsrelaterade syn- och belysningsrelaterade problem i svårighetsgrad och frekvens för arbetstagare över 65 år? Innebär dåliga syn- och belysningsförhållanden i arbetet ökade skaderisker för den åldrade individen själv och dessutom för kollegor i närheten? Hur inverkar det ökande ljusbehovet och minskande synskärpan på arbetsskaderiskerna och hur påverkas åldersgruppen 65+ av den med åldern ökande förekomsten av katarakt, glaukom, makuladegeneration och diabetesretinopati?
2. Med utgångspunkt från resultaten i frågeställning 1: Hur kan arbetsgivare möta behoven gällande syn- och belysningsförhållanden hos en ökad andel äldre arbetstagare. Hur bör detta i sin tur påverka Arbetsmiljöverkets utformning av tillsynsinsatser och kravställande för att säkerställa en stimulerande och säker arbetsmiljö trots försämrad synförmåga och den åldrade arbetskraftens ökade känslighet för symtom och skador?

Litteratursökningar

Visuella funktioner

Artikelsökning har utförts i samarbete med Karolinska Institutets Bibliotek, Campus Solna under maj månad 2012 med sökord för kontrollerade termer enligt MeSH-indexering.

1. PubMed: Glare (bländning) + Aged (åldrig; 65-79 år) + Work (arbete) resulterande i 20 träffar varav fem var av speciellt intresse.
2. PubMed: Occupational (yrkesmässig) + Glare + Aged resulterande i 15 träffar varav fyra av speciellt intresse. Tre av dessa var samma som i sökning 1. Artikelsökning har även utförts som fritext på följande sökord;
3. EMBASE: Glare + Aged (≥ 64 år) + Work resulterande i 20 träffar varav tre av speciellt intresse. Samtliga artiklar återfinns i sökning 1 och 2.
4. PubMed: Glare + Work environment (arbetsmiljö) resulterande i 19 träffar varav fem av speciellt intresse. Tre av dessa var samma som i sökning 1 och 2.
5. EMBASE: Glare + Work environment. Sökningen gav noll träffar.
6. PubMed: Elderly (äldre) + Glare + Work environment resulterande i sju träffar varav tre varav speciellt intresse. Samtliga artiklar återfinns i sökning 1 och 2.
7. EMBASE och PubMed: Longer worklife (längre arbetsliv) + Glare. Sökningen gav noll träffar.

Litteratursökningen har inte begränsats i tiden med hänsyn tagen till det ringa antalet träffar av speciellt intresse. Sökning på övriga angivna källor är utförda på enstaka aktuella sökord och källor angivna i relaterad litteratur.

Icke-visuella funktioner

Dessa sökningar utfördes under månaderna mars och april 2012 på sökorden,

8. daylight + workplace + elderly/older/senior adults resulterade i noll träffar. Det finns således ingen artikel, så vitt vi vet, som tar i beaktande äldre vuxna och arbetsplatser i förhållande till dagsljus.

Mer material återfanns då sökningen till exempel begränsades till daylight + workplace, eller till older adults + lighting eller electric lighting. Med dessa nyckelord identifierades artiklar i sökbaserna Science Direct - 13 träffar, i Lighting Research and Technology - åtta träffar och PubMed - en träff. De tre databaserna erbjuder en katalog över granskade artiklar. Litteratursökningen har begränsats till artiklar publicerade de senaste 15 åren. Viktiga äldre referenser från bland annat referenslistor i funnen litteratur har emellertid inkluderats. I många av de funna artiklarna anges dagsljus i titeln men det ljus som i själva verket använts är artificiellt simulerat dagsljus. Detta är att notera, ytterst få studier om dagsljusegenskaper baseras på studier av faktiskt dagsljus. Därför kan endast indirekta slutsatser dras från de flesta av de identifierade artiklarna.

Ett antal intressanta artiklar undersöker livskvalitet med hjälp av mätning av ADL (Activity of Daily Living). Dessa undersökningar utförs således ofta i hemmet eller på institutioner för pensionärer, personer med demens och Alzheimers sjukdom eller personer med starkt nedsatt syn. Den sistnämnda kategorin kan ge viss information gällande äldre personers prestanda vid olika ljusförhållanden, men även här har studien genomförts i artificiell belysning. Litteratursökningen antyder att det under de senaste 15 åren publicerats ytterst lite, om ens någon, forskning gällande hur äldre vuxna påverkas av dagsljus i arbetsmiljön. Kunskapsbristen i detta avseende är den första grundläggande slutsatsen i denna kunskapsöversikt.

Två viktiga institutioner i vetenskapen om ljusdesign, CIE (International Commission on Illumination) och IES (Illuminating Engineering Society), har publicerat "Guide to increasing accessibility in light and lighting" (CIE 196:2011) respektive "Recommended Practice for Lighting and the Visual Environment for Senior Living" (ANSI / IESNA RP-28-07). Den sistnämnda publikationen innehåller en informativ och beskrivande uppsättning parametrar som rekommenderas för belysning av äldres bostäder. Den innehåller ett särskilt kapitel om dagsljus för seniorboende som bygger bland annat på en vetenskaplig litteraturgenomgång publicerad av LRC 2003, "The benefits of daylight through a window", sammanställd av Boyce et al. (2003). Edwards och Torcellini (2002) har sammanställt en litteraturstudie för National Renewable Energy Laboratory, USA. Dessa två källor har, i brist på specifik forskning gällande äldres exponering för dagsljus i arbetsmiljön, utgjort ett underlag för en indirekt analys av detta kunskapsområde trots att äldre och arbetsplatser inte nämns i någon av dem.

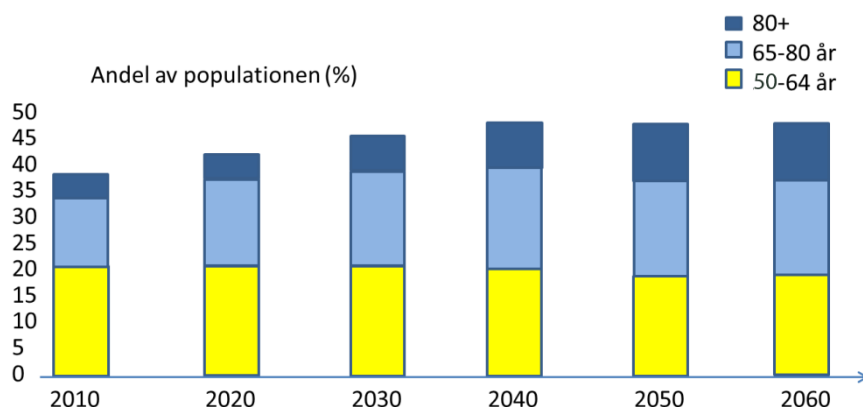
Den åldrande arbetskraften

Generella fakta

Enligt WHO, FN:s världshälsoorganisation, är den åldrande befolkningen en medicinsk framgång för det moderna samhället. Åldrande inkluderar förändrade fysiska, sociala och psykologiska egenskaper över tid vilka i sin tur påverkar hälsa, prestation och produktivitet. Det finns betydande interindividuella skillnader. Gener, miljöinfluenser och livsstil är några av de faktorer som bidrar. Vissa tillstånd kan också uppstå när man är ung, medan andra sjukdomar är vanligare hos äldre patienter (efter 60/65 år), såsom Alzheimers sjukdom, katarakt (grå starr), osteoporos (benskörhet) och cancer.

Precis som åldrande är en konsekvens av olika villkor och faktorer är definitionen av äldre inte absolut. Enligt WHO anses en afrikan över 55 år vara gammal, medan gränsen i Sydamerika går vid 60 år och i Europa vid 65 års ålder. CIE sätter gränsen vid 60 år (CIE 196:2011)

Vi åldras – inte bara som enskilda individer utan även som andel av befolkningen universellt. År 2006 var nästan 500 miljoner människor i världen över 65 år. År 2030 beräknas denna del av befolkningen ha ökat till 1 miljard – dvs. var åttonde person av jordens invånare är då äldre än 65 år. Betecknande är att de snabbaste ökningarna i gruppen 65+ sker i utvecklingsländerna, som förutspås få en ökning på 140 procent fram till år 2030 (NAI, 2007). Uppskattningar från Eurostat publicerade 2012 (figur 1) illustrerar den förväntade ökningen av befolkningen över 65 år.



Figur 1. Beräknad befolkningsstruktur efter åldersgrupp, data publicerad av Eurostat (2012), uppskattningar från 2010. Figuren baserad på original från rapporten.

Trots att människor lever allt längre är tendensen att vi tillbringar en relativt sett kortare period på arbetsmarknaden. Mönstret är likartat i hela västvärlden (Guillemard, 1989; Kohli & Rein, 1991; OECD 2003; Wadensjö, 1995; Wadensjö & Sjögren, 2000; de Vroom & Guillemard, 2002). Vid tidpunkten för denna kunskapsöversikt finns i det nuvarande pensionssystemet inte längre någon fast pensionsålder utan man kan gå i pension när man vill från 61 års ålder med lagligt stöd att arbeta till 67 års ålder om man så önskar. Det finns dock det ekonomiska incitamentet att ta hänsyn till, att förvärsarbete högt upp i åren ger en högre pensionsavkastning. Den genomsnittliga pensionsåldern är idag 63 år medan den i mitten av 1990-talet

var 58 år, enligt Pensionsmyndigheten. Samtidigt menar man i den allmänna debatten att vi bör arbeta längre än vad vi gör för att kunna hålla såväl arbetskraftsutbud som offentliga välfärdstjänster på en önskvärd nivå. Eftersom svensken lever allt längre måste pensionerna räcka längre. Det kan ske genom sänkt pensionsersättning, ökade avsättningar till pensionen eller genom att individen arbetar ett antal år längre.

Enligt RFV 2003:10 tycks stigande ålder inte generellt försämra människors förmåga att utföra sitt arbete. Svårigheter som uppstår för äldre kan oftast lösas genom vidareutbildning, anpassning av arbetet, tätare pauser och regelbundna hälsokontroller (RFV 2003:10). Viktiga fysiska och kognitiva förändringar sker med åldern (Giniger et al., 1983), och vi förväntar oss att dessa förändringar ska påverka arbetstagare negativt. Ett annat perspektiv hävdar att när människor åldras, får de visdom och erfarenhet så att de kan bli mer effektiva i användningen av sina resurser (Shirom et al., 2008). WHO:s dokument "Active Ageing, a policy framework" (WHO, 2002) beskriver att den naturliga minskningen av fysisk och kognitiv kapacitet kan kompenseras av de äldres kunskap, visdom och erfarenhet.

Enligt Eurostats databas är 57,4 % av 50+ befolkningen i Sverige nöjda med sina nuvarande arbetsförhållanden, medan 30,8 % uppger sig vara mycket nöjda (Eurostat, 2012). Detta är mycket generell indikator som påvisar en ganska positiv arbetssituation i landet bland de äldsta arbetstagarna.

Att bygga upp kunskap om villkoren för den äldre befolkningen kan vara till nytta för denna specifika del av befolkningen, men också ge värdefulla indikationer för en bredare allmänhet. Standarder idag byggs upp med parametrar som inte tar hänsyn till det åldrande ögat eller nedsatt syn. Den bild som håller på att utvecklas efter en grundlig litteraturgenomgång är att dessa värden är mycket relativa från fall till fall, en variabilitet som inte bör betraktas som ett hot mot existensen av standarder utan som en stimulans för att utveckla framtida ljusdesign, vilket kan leda till förbättrade, universellt utformade strategier. Det är därför angeläget att ta fram kunskap om hur anpassning av arbeten och arbetsplatser kan underlätta för äldre att stanna kvar längre i arbetslivet.

Synsystemets anatomi och funktion

För att uppnå och skapa bra synförhållanden ska belysningen vara anpassad till det mänskliga synorganet. Det är därför nödvändigt att alla som arbetar med ljus- och synförhållanden i arbetsmiljön har en god kunskap om hela synsystemet och dess uppbyggnad (Bjørset, 1994). Ögonen är normalt väl rustade för att kontrollera ljusets infall mot näthinna genom bland annat pupillsammandragning. Det finns dock situationer där ljuset varierar alltför snabbt eller har allt för stora skillnader i belysningsstyrka/luminans inom synfältet. Detta leder till olika former av bländning.

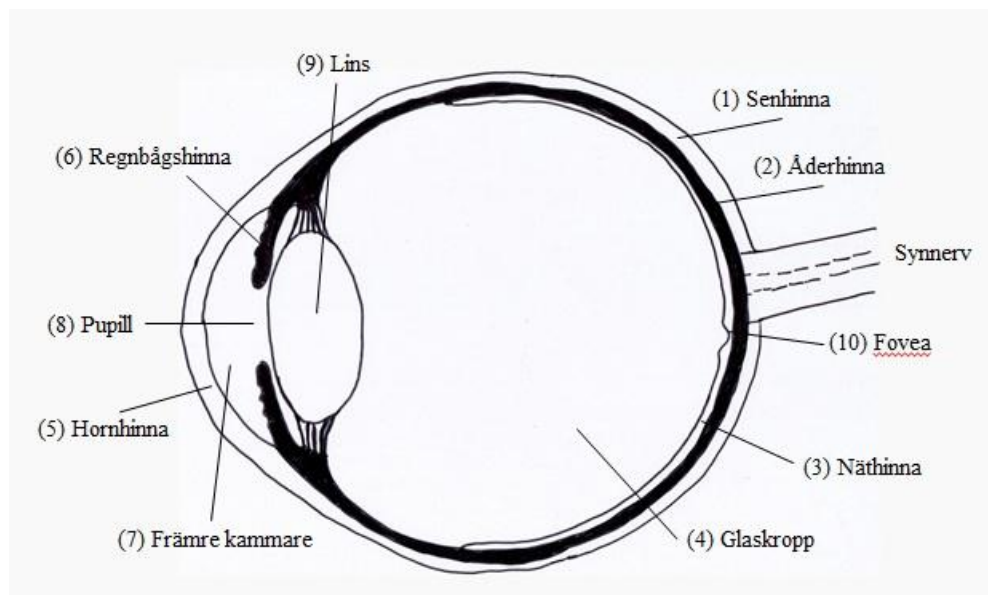
Det finns flera nationella standarder och relaterade föreskrifter rörande arbetstagaren och belysningens betydelse för god arbetsmiljö (t.ex. SIS SS-EN 12464-1,2; Arbetsmiljöverket 1998a, 1998b, 2009). God arbetsbelysning ska primärt göra arbetsobjektet synligt så att man kan arbeta lätt och säkert utan att bli uttröttad. En korrekt belysning bidrar till att minimera ögonrelaterade besvär och ökar förmågan att utföra arbetsuppgifter tillfredsställande. En dålig belysning orsakar inte ögonsjukdomar men ökar ögontrötthet och felprocent i arbetsuppgift (North, 2001).

Ögats fysiologiska åldrande och patologiska förändringar

Nedan ges en kort beskrivning av ögats olika funktioner och dess strukturer för läsare som inte redan är väl insatta i ämnesområdet.

Ögats strukturer

Ögat är känsligt för mekanisk påverkan och organet ligger därför delvis väl skyddat av skelettet i ögonhålan. Vid åldrande försvagas vanligen inte ögonhålan eftersom den inte är utsatt för benskörhet (osteoporos). Ögonglobens yttre lager är den vita sega och starka senhinnan, sklera (se (1) i Fig. 2).



Figur 2. Ögats basala strukturer. Illustration av Susanne Glimne och Annika Botes.

Innanför denna ligger åderhinnan, koroidea (2) som består av blodkärl som försörjer näthinnan. Under åderhinnan ligger den tunna näthinnan, retina (3), vilken innehåller en mängd olika nervcellslager och även de nervceller som är ljuskänsliga fotoreceptorer (stavar och tappar). Tapparna uppfattar färg och ligger särskilt tätt i näthinnans centrum, macula "gula fläcken" och dess mittpunkt fovea (10). Här finns det område som står för det skarpaste seendet. I näthinnans utkant, vilket motsvarar det perifera seendet, utgörs sinnescellerna av stavarna vilka har mycket god förmåga att anpassa sig till låga belysningsstyrkor. I yttre delarna av synfältet är näthinnan speciellt känslig för rörelser och ljusförändringar. I näthinnan förvandlas ljusstimuli via kemiska reaktioner till nervimpulser och transmitteras via synnerven till syncortex där en tolkningsprocess sker och skapar en synupplevelse. Senhinnan, åderhinnan och näthinnan bildar en fast vägg i ögongloben och omsluter en klar geléaktig massa, glaskroppen (4). Framtill övergår senhinnan i den genomskinliga hornhinnan, kornea (5). Mellan hornhinnan och regnbågshinnan, iris, (6) finns ett hålrum, främre kammaren (7). Centralt i den färgade regnbågshinnan finns ett cirkulärt hål – pupillen (8). Pupillen har muskler som kan reglera storleken på öppningen beroende på hur mycket ljus som kommer in i ögat. Bakom regnbågshinnan och pupillen ligger ögonlinsen (9). Linsen är bikonvex och kan förändras i sin form genom att en ringmuskel drar sig samman och gör linsen kupigare vilket ökar dess optiska brytkraft.

Ögats funktion

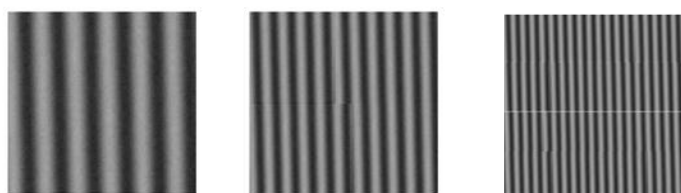
Ljus- och mörkeradaptation är ögats förmåga att anpassa sig till olika belysningsnivåer vilket sker via en fotokemisk process i näthinnan, adaptiva processer i nervsystemet samt genom anpassning av pupilldiametern. En kraftigare pupillsammandragning (mios) sker för att minska överexponering av näthinnan och risken för bländning. Synen fungerar normalt utmärkt såväl i mycket höga luminansen som fullt solljus med upp till 10^6 cd/m², men den kan även uppfatta mycket svaga luminanser, ned till 10^{-6} cd/m² med upp till 60 minuters anpassning till total mörker-adaptation (Tunnacliffe, 1997). Fullständig adaptation till extremt mörka omgivningar kan ta upp till en halvtimme eftersom ämnet rhodopsin i näthinnan måste ombildas enzymatiskt, medan adaptation från mörka till ljusare miljöer går sekundsnabbt på upp till maximalt någon minut. Ögat har god kapacitet att adaptera effektivt till olika luminansnivåer inom ett intervall på ca 10 000 cd/m² (Tunnacliffe, 1997). Näthinnan anpassar sig till luminansens medelvärde men även till de olika kontraster i ljusintensitet som finns (Demb, 2002). Vid alltför stora luminansskillnader i synfältet försämras synskärpan då ögat inte är fullt adapterat till alla rådande luminanser (Sheedy et al., 2005).

Synskärpa (spatial upplösningsförmåga) definieras som ögats förmåga att se två närliggande punkter som separata, vilket utgör grunden för vårt detaljseende. Det bygger på den anatomiska strukturen hos macula med ett maximalt antal tappar i mitten av fovea. Upplösningsförmågan i synsystemet är beroende av kontrast och belysning. Synskärpan påverkas också av ögats kontrastkänslighet vilken kan mätas med flera olika metoder (Martin, 1997). Vid nedsatt synskärpa måste objektet uppta en större synvinkel för att kunna uppfattas. Upplösningsförmågan utanför fovea begränsas av antalet nervceller samt hur tätt de sitter. Synskärpa motsvarande 1,0 innebär att man, med rätt glasögon eller linser om detta behövs, kan urskilja bokstäver eller symboler (optotyper) på en syntavla där optotypens enskilda streck kan ses under en synvinkel av en (1) bågminut (dvs. 1/60-dels grad).

Studier visar att om ögat måste anstränga sig för att ställa in skärpan ökar muskelaktiviteten i Trapezius, en muskel i nacke/skuldra (Richter et al., 2011). Hemphälä och Eklund (2012) visar även att de som har mer ögonbesvär också har en större grad av muskuloskeletal besvär även när det inte är datorarbete. Det finns även bevis för att individer diagnostiserade

med glaukom har en ökning av muskuloskeletala besvär från nacke, axlar och skuldror, fram till en viss punkt när synen är så dålig att incitamenten för ögat anstränga sig för att få en tydlig bild försvinner, då minskar besvären åter (Zetterlund et al., 2009).

Kontrastkänslighet kännetecknas av ögats förmåga att kunna upptäcka detaljer i näthinnebild. Ögat har ett system som förstärker luminansskillnader (Tunnacliffe, 1997) vilket innebär att vi lättare kan se kontrasten mellan objekt. Ett ljusare objekt som är placerat intill ett mörkare uppfattas därför i gränsområdet som ljusare än var det egentligen är. Näthinnans kontrastkänslighet kan testas kliniskt genom att visa repeterade stimuli i givna spatiala frekvenser (täthet i ett randmönster uttryckt i cykler per grad synvinkel) samt visa stimuli i olika givna sinusvågor med hög kontrast (100 %) och lägre kontraster (figur 3 och 4).



Figur 3. Repeterade stimuli i givna spatiala frekvenser. Frekvensen ökar från vänster till höger.



Figur 4. Stimuli med minskande kontrast. Figuren är baserad på The Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart.

Synfältet definieras som det område där objekt kan uppfattas visuellt då ögat fixerar en central punkt. Vid pupillstorlek ≥ 2 mm är den normala storleken på synfältet 60° uppåt, 70° till 80° nedåt, 60° nasalt (inåt) och 90° till 105° temporalt (utåt). Då ljussvagare, mindre stimuli presenteras kommer synfältet att minska. Precis som andra synfunktioner minskar känsligheten i synfältet med åldern (Martin, 1997).

Metoder för att testa synfält varierar utifrån stimuli, presentation och undersökningsprocedur vilket syftar till att undersöka näthinnans, synbanornas och synbarkens funktion för att kunna fastställa, bekräfta eller utesluta en diagnos, följa sjukdomsutveckling och behandlingsresultat (Martin, 1997). I en genomgång av litteraturen rörande nedsatt visuell uppmärksamhet (Steinman et al., 1994) framhövdes att det visuella systemet inte kan bearbeta stora mängder information samtidigt. Synsystemet tycks prioritera uppmärksamhet mot en given uppgift i det centrala synfältet framför att notera slumpmässiga förändringar i periferin. Hagerstrom-Portnoy et al. (1999) genomförde en studie där bland annat reaktionstid för visuell uppmärksamhet (attentional visual field) jämfördes hos två olika åldersgrupper.

Resultatet visade att endast en liten synfältsändring fanns i den standardiserade testmetoden, medan synfältstestet för visuell uppmärksamhet, då variabeln observans lades till, minskade dramatiskt i storlek i kombination med en stor individuell variation. Två personer i den äldre åldersgruppen saknade helt förmåga att notera förändringar i det perifera synfältet för visuell uppmärksamhet vid delad observans. Den yngre gruppen uppvisade en hög visuell uppmärksamhet vid delad observans med en reaktionstid (respons) på 17-50 millisekunder, medan den äldre åldersgruppen uppvisade en svagare visuell uppmärksamhet med en reaktionstid på ca 100 millisekunder.

Färgseende definieras som förmågan att urskilja olika vågländer inom det synliga ljuset. Detta ger oss möjlighet till att uppfatta och identifiera föremål som annars inte skulle uppfattas i det svart-vita seendet. Färguppfattningsförmågans åldersrelaterade defekter beror oftast på filtereffekter i optiska medier, sjukdomar i näthinnan eller skador i synbanorna (Martin, 1997). Färgseendeförlust är associerad med systemiska sjukdomar, såsom multipel skleros och diabetes, och med ögonsjukdomar, såsom glaukom och optisk neuropati (Neitz & Neitz, 2000). Filtereffekterna kan utvärderas men är relativt svårt att genomföra. Oberoende av orsak till förvärvad defekt påverkas av okänd orsak de blå/violetta-gröna våglängderna mest, medan katarakt främst påverkar de blåa och gula våglängderna (Tunnacliffe, 1997). Synskärpenedsättande sjukdomar påverkar ofta också färgseendet, dock är inte färgseendet beroende av perfekt fixation av ögats position, inte heller av en perfekt fokuserad näthinnebild (Martin, 1997).

Synfel uppkommer då ögats totala brytkraft i lins och hornhinna inte överensstämmer med ögats längd, dvs. då ögat är längre än den optiska fokallängden, närsynthet (myopi) eller då ögat är kortare än ögats optiska fokallängd, översynthet (hyperopi). Synfelet astigmatism uppkommer då ögats brytande ytor inte är helt sfäriska. En brytning sker som ger en icke punktformig avbildning på näthinnan.

Okorrigerade och felkorrigerade synfel och undermålig korrektion för nedsatt närinställning hos ögat (till exempel ålderssynthet) påverkar inte bara objektens synbarhet utan också ergonomi och muskelanspänning. En närsynt person kompenserar det okorrigerade ögat med att luta sig framåt mot synobjektet för att kunna få en tydligare bild på näthinnan och en översynt person kommer att istället flytta sig eller luta sig bakåt. Dålig synskärpa kan även medföra ökad statisk muskelaktivitet i nacke och skuldra utan att postural felställning uppkommer (Richter et al., 2012). Underkorrigerad eller helt okorrigerad ålderssynthet (presbyopi) kompenseras genom att även här luta sig bakåt eller att hålla objekt längre bort än normalt läsavstånd (ca 40 cm). En dålig arbetsställning, inom till exempel industrin, kan alltså vara orsakad av bristfällig korrektion av refraktionsfel eller presbyopi. Om adekvat glasögonkorrektion ges kommer en dålig arbetsställning sannolikt att förbättras (North, 2001). Astigmatism skapar oskärpa oavsett betraktningens avstånd. Även lägre grad av oskärpa kan orsaka försämrad prestanda och visuellt obehag (Hemphälä & Eklund, 2012). Om astigmatismen är $\geq 0,50$ dioptri eller större, bör det betraktas som ett potentiellt problem och korrigeras (Sheedy, 2003). Den vanligaste typen av astigmatism är "*med regeln*" vilket innebär att cylinderaxeln är orienterad i 180° (horisontellt). Synfelet blir då suddigt i horisontal (t ex bokstävers horisontella streck blir utsmetade) okorrigerat. Vid stigande ålder minskar astigmatism "*med regeln*" pga minskat ögonlockstryck mot kornea (ca 0,50 dioptri) vilket medför att linsens astigmatism kommer fram och kan ge en astigmatism orienterat i 90° , så kallad astigmatism "*mot regeln*" (ca 0,50 dioptri).

Ögats åldrande och dess konsekvenser för äldre arbetstagare utifrån ett synergonomiskt perspektiv

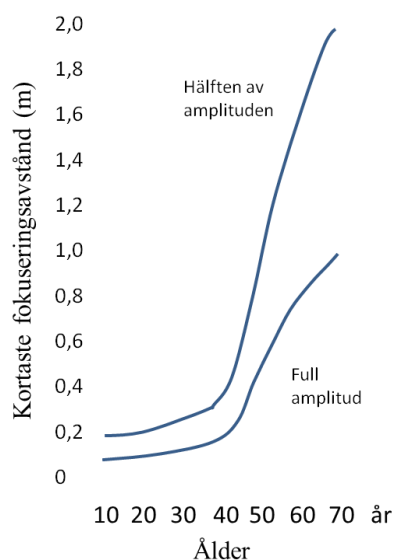
Med ökad ålder försämras flera synfunktioner. De åldersrelaterade förändringarna som påverkar äldre arbetstagares synsituation är bland annat försämrad synskärpa, försämrad kontrastkänslighet, sämre mörkerseende, ökad bländningskänslighet, förändringar i refraktion, förändring i ackommodationsförutsättning och förändringar i binokulärseendet. Dessutom kan ögonsjukdomar som påverkar synfunktionen komma med stigande ålder (Grosvenor, 2007). Allvarliga synproblem hos äldre personer är ofta orsakade av ögonsjukdomar såsom katarakt, glaukom, maculadegeneration och diabetesretinopati.

Åldersrelaterade synförändringar

Ålderssynthet

Den mest uppenbara åldersrelaterade korrektionsförändringen är den gradvisa minskningen av ackommodationskapaciteten. För en normalsynt person märks oftast denna minskning i början av fyrtioårsåldern då läsglasögon eller multifokala glas kan behövs för att kunna se bra på nära håll (Grosvenor, 2007). En översynt person behöver glasögon för närseende tidigare än en normalsynt person. Presbyopi uppkommer bland annat på grund av att linsen blir tjockare, tyngre och stelare vilket ger en sämre förmåga till ackommodationsinställning på nära håll. Ackommodationsamplituden avtar sålunda med ökad ålder och som en jämförelse kan nämnas att en 10-åring har en amplitud på ca 13,5 dioptrier medan en 52-åring amplitud är under två dioptrier (Duane, 1922). Även om det inte finns någon generell överenskommelse om hur man ska definiera uppkomsten av ålderssynthet, är det ofta accepterat att en av utgångspunkterna är då den subjektiva ackommodationsamplituden är under tre dioptrier (Weale, 2000).

Figur 5 visar en graf med medelvärden (4 000 ögon) av Rabbetts tagna från Duane (1922) som illustrerar det kortaste linjära fokuseringsavståndet motsvarande tillgänglig ackommodationsamplitud som en funktion av ålder (Rabbetts, 2006).



Figur 5. Kortaste linjära fokuseringsavståndet motsvarande tillgänglig ackommodationsamplitud som en funktion av ålder. Figuren baserad på original av Rabbetts (2006).

Linsgrumlingar och katarakt

Med åldern kommer linsen i ögat att gulna och grumlas. Genom att linsen växer och blir tätare blir den också mindre genomsläpplig för ljus. Det skapar problem eftersom linsen i ökande grad absorberar och sprider ljuset och således transmitterar mindre ljus. Tiden för processen är individuell. De flesta över 60 år har små grumlingar i linsen som tecken på en begynnande katarakt, även om det inte stör synen speciellt mycket (Ygge, 2011).

Minskad pupilldiameter

Med ökad ålder blir pupillen mindre (senil mios), samtidigt som kapaciteten att anpassas till olika ljusförhållanden avtar. Vid ökad ålder minskar pupillens kontraktionsförmåga i hastighet men även i total amplitud. Vid en ljusexponeringstid av 3 sekunder, eller mer, finns en pupillkontraktion på ca 2 mm vid en ålder av 65-70 år (Loewenfeld, 1999). Om ögat är okorrigerat kommer en mindre pupill att höja synskärpan jämfört med det okorrigerade ögat. Då ögat är rättsynt eller rätt korrigerat kommer en pupill som är mindre än 2 mm att böja av ljuset då ljuset passerar genom pupillen (diffraktion) och synskärpan reduceras (Thibos et al., 2002).

Ögat är utsatt för högre bländningsrisk då den åldersförändrade pupillen är mycket liten, senil mios, okulära medier är mindre transparenta och näthinnan har fått en ökad känslighet för bländning i samband med starka ljuskällor (Rosenbloom, 2007).

Torra ögon

Förekomsten av torra ögon (sicca) ökar med åldern och är högre hos kvinnor än män. Den estimerade förekomsten av torra ögon för kvinnor och män över 50 år i USA har i en studie rapporterats till 7,8 % respektive 4,3 % (Moss et al., 2004). Efter klimakteriet ökar olika former av ögonrelaterat sicca-problem, pga minskad tårproduktion och försämrade tårvätskekaraktär till mellan 10-30 % (Ygge, 2011).

Flertalet systemsjukdomar påverkar slemhinnorna. Reumatiska ledsjukdomar, allergi eller sjukdom i sköldkörteln (thyroidea) kan ge torra ögon (Moss et al., 2004). Torra ögon kan också orsakas av olika mediciner till exempel antihistaminer och anti-depressiva medel (Wong et al. 2011).

Arbetsrelaterad ögontorrhet

Synkrävande uppgifter som innebär stor koncentration medför i allmänhet en lägre blinkfrekvens vilket ytterligare kan påverka tårfilmen (Helland 2008b). Detta uppstår speciellt vid uppåtriktad blickriktning samtidigt som blinkfrekvensen reduceras ännu mer, möjligen för att ytterligare stabilisera synintrycket. Förekomsten av torra ögon var signifikant förhöjd vid stigande ålder ($p < 0,001$; Moss et al., 2004).

Helland et al. (2008b) fann i en studie genomförd på dataoperatörer en noterbar minskning i blinkfrekvens vid bildskärmsarbete jämfört med blinkfrekvens vid enklare konversation. Det har påvisats att det generellt finns en lägre blinkfrekvens vid synkrävande uppgifter, uppgifter som kräver stor koncentration och specifikt vid bildskärmsarbete med den mindre nedåtriktade blickvinkeln jämfört med vanlig läsning. Åldersrelaterad ögontorrhet påverkar rimligen arbetsrelaterad påverkan på tårfilmen ytterligare.

Åldersrelaterade ögonsjukdomar

De vanligaste behandlade ögonsjukdomarna i vårt industrialiserade samhälle är katarakt, glaukom, åldersrelaterad maculadegeneration (AMD) samt diabetesretinopati (Jackson & Owsley, 2003).

Katarakt

Katarakt (grå starr) är en följd av ett i sig normalt bildande av opaciteter i linsen. Då denna process gått så långt att den påverkar synförmågan i alltför hög grad erhålls diagnosen katarakt vilket till en del redan har beskrivits ovan och är starkt associerad med åldrande. Initialt kan det finnas bländningsproblem av ljuskällor orsakat av ljusspridning i linsen. Denna ljusspridning ger synförsvårande slöjbländning i näthinnans centrala delar. Eftersom ljusmängden på näthinnan reduceras ökar behovet av en högre belysningsstyrka. Ytterligare symptom är monokulärt dubbelseende, försämrad kontrast i bilden och försämrat färgseende i det blåa färgspektret. Färgdefekten är orsakad av att linsen i ökad grad absorberar det kortvågiga ljuset (400-500 nm).

Glaukom

Patienter med glaukom (grön starr) har ibland högt tryck i ögat men även lågtrycksglaukom förekommer. Sjukdomen diagnostiseras idag vanligen genom analys av synfält och granskning av synnerven (papillen). Glaukom är kroniskt progressiv och påverkar synnerven genom att nervfiberlagret förtvinar med initial synfältsdefekt som följd. Synfältsdefekten definieras som ett område med nedsatt känslighet omgivet av områden med högre eller normal känslighet (Martin, 1997) och motsvarar till en början en kilformad defekt i nervfiberlagren. Den utgår från blinda fläcken med utbredning i samma riktning som nervfiberbuntarna över näthinnan men kan sedan progrediera. Glaukom kan, förutom att leda till nedsatt synskärpa och synfältsdefekter, även påverka färgseendet, rörelseperceptionen och kontrastkänsligheten (Ygge, 2011). En studie har jämfört läshastigheten (ord/minut) hos 40 visuellt friska personer (medelålder 69 år) med 53 personer med glaukom och förvärvat bilateral synfältsdefekt (medelålder 66 år) genom att reducera kontrasten på bokstäverna. En genomsnittlig minskning av läshastigheten fanns orsakad av en skillnad i kontrast (100 % och 20 %) men läshastigheten hade en signifikant minskning ($p=0,01$) hos patienter med glaukom jämfört med de visuellt friska personerna med samma ålder och liknande kognition och läsförmåga (Burton et al., 2012).

Makuladegeneration

Åldersrelaterad makuladegeneration (Age related Macular Degeneration, AMD) är åldersförändringar i gula fläcken (fovea). AMD är den vanligaste orsaken till central synförlust med hög ålder och rökning som viktiga riskfaktorer (Grosvenor, 2007; Ygge 2011). Makuladegeneration indelas i två typer, våt och torr. Den torra formen är vanligast (ca 85 % av fallen) och utvecklas långsamt. Den kan idag inte behandlas men leder sällan till svårare nedsättningar i synförmågan. Vid den våta formen där man har blödningar och en svullnad i macula kommer symtomen som bildförvrängning och oskarpt seende i centrala synfältet plötsligt, denna form av sjukdomen kan dock behandlas med injektioner av medel som hindrar kärlnybildning (Ygge, 2011).

Diabetesretinopati

Diabetesrelaterade förändringar (diabetesretinopati) uppkommer i näthinnan vid diabetes. De milda stadierna av diabetesretinopati beror på försvagade kärlväggarna i näthinnan och syns som små utbuktningar, sk mikroanuerysm i ögonbotten. Mikroanuerysmen kan orsaka läckage av vätska och blod, de senare syns som prickblödningar. Om blodkärlen därpå täpps till får näthinnan inte tillräckligt med blodtillförsel vilket kan leda till bildandet av nya blodkärl, en mer elakartad form av diabetesretinopati s.k. "proliferativ diabetesretinopati" som behandlas med laser. De nybildade kärlen är sköra och blod kan då läcka ut och orsaka blödningar både på näthinnan eller i ögats glaskropp. Om dessa blödningar och svullnader i ögat påverkar maculaområdet kan synen skadas permanent. Även bindvävsärr kan uppkomma vilket ökar risken för näthinneavlossning och grav synnedsettning (Ygge, 2011).

Synrelaterade problem för äldre arbetstagare

Bländning

Bländning orsakas av att ögonen utsätts för ett starkare ljus än vad de är adapterade för. Ljuset kan komma från artificiell belysning, solsken eller dagsljus genom fönster och reflexer från ytor med högt glanstal (blank yta med hög reflektionsgrad). Även i avsaknad av sjukliga förändringar i det normalt åldrande ögat är detta utsatt för högre bländningsrisk på grund av senil mios, en reducerad flexibilitet hos pupillen att anpassa sig efter rådande ljusförhållande, mindre transparanta optiska okulära medier (framför allt linsen) och ett ökat obehag vid exponering för starka ljuskällor (Rosenbloom, 2007). På grund av att linsen växer i ökande grad absorberas och sprids ljuset med effekten mindre transmission. Detta medför en ljus-spridning i form av ströljus på näthinnan, vilket minskar kontrasten på näthinnebild. Då ljuset har en reducerad transmission genom ögats lins behövs en högre belysningsstyrka vid synkrävande uppgifter. Bländningen kan inte bara direkt försvåra seendet utan också medföra en ökad psykisk påfrestning. Takarmaturer, fönster, arbetsplatsbelysning, belysningen på medarbetarnas arbetsområden är potentiella källor till bländning (Garzia, 1996). Upplevelsen av bländning är tidsberoende. Kortvarigt kan man klara en starkare bländning men under längre tid kan även en lägre grad av bländning vara mycket besvärande (Ljuskultur, 1990).

Bländning delas ofta in i två huvudgrupper, obehagsbländning (psykologisk) och synnedsättande bländning (fysiologisk). Graden av obehagsbländning kan uppskattas men är näst intill omöjlig att beräkna i detalj på grund av många inverkanse faktorer: bländande ytors storlek och antal, luminans och läge i synfält; bakgrundens luminans, mm. Starby (2006) rekommenderar försiktighet med armaturluminansen, avskärmning av intensiva ljuskällor och att placera ljuspunkterna på ett lämpligt sätt i förhållande till arbetsplatsen så att såväl direkt bländning som indirekt bländning undviks med tanke på bland annat reflekterande ytor inom synfältet.

Synnedsättande bländning orsakas av ljusspridning i ögat och lägger en slöja av ljus över näthinnan och försämrar därmed synskärpan. En intressant nyutvecklad simuleringsmetod för att visualisera slöjbländning har rapporterats i Ljuskultur (2012).

Båda bländningssituationerna kan uppkomma av direkt ljus eller indirekt reflekterat ljus. Obehagsbländning är mer vanlig i samband med den ljuskänslighet som orsakas av ljus-skillnader i synfältet. I början av 70-talet undersökte Hopkinson och Collins problemet med obehagsbländning och dess faktoriella relevans som legat till grund för de matematiska bländningsberäkningar som finns, (Hopkinson & Collins, 1970).

I "The CIBSE Code" (1994) finns riktvärden för bländningsindex. I rekommendationer för olika synuppgifter anges ofta bländtalen 15, 18, 21 och 24. I praktiken betyder bländtal 15 ingen risk för bländning och bländtal 24 en stor risk för obehagsbländning. I den danska standarden "Retningslinjer for kunstig belysning i arbejdslokaler" (Dansk Standard, 1998) sätts lägre gränser för obehagsbländning med det maximala bländtalet 19 vid normalt, långvarigt arbete. Enligt rekommendationer från en dansk arbetsgrupp ska bländningen från fönster maximalt ha ett bländtal på 22 för arbetsplatser orienterade mot fönster och där långvarigt arbete sker (Bjørset, 1994). På arbetsplatser med kortvarigt arbete eller arbetsplatser orienterat parallellt med fönster kan bländtal upp till 30 tillåtas vilket också gäller för arbetslokaler som helhet (Bjørset, 1994).

Förslag finns på orsakssamband mellan ögonrelaterade besvär, belysning på arbetsplatsen, bländning, torra ögon, ljusintensitet på skärm, läsbarhet, kort läsavstånd, flimrande ljus, uppåtriktad blick och reflexer på ytor i arbetsmiljön (Berman et al., 1991; Dainoff, 1982; Laubli et al., 1981; Sheedy et al., 2003). En av de primära orsakerna till

obehagsbländning i samband med bildskärmsarbete är att ljuset från takarmaturer (lysrör) avges i en vid vinkel resulterande i direkt bländning. Orsaken är en mer horisontell blickriktning vid bildskärmsarbete jämfört med till exempel läsning på papper. Uttryckt i vinkelgrader understiger blickvinkeln den rekommenderade vinkeln 19-22° nedåtriktad blick. Denna typ av bländningsrisk finns även då ljusa fönster finns i det centrala synfältet (Anshel, 2005).

Ögat är utsatt för högre bländningsrisk då den åldersförändrade pupillen är mycket liten, senil mios, okulära medier är mindre transparanta och näthinnan har fått en ökad känslighet för bländning i samband med starka ljuskällor (Rosenbloom, 2007). För att minska risken för obehagsbländning kan man begränsa luminansen hos de ytor som ligger inom synfältet. Ju närmare blickriktningen som den lysande ytan befinner sig desto större är risken att den är synstörande (Ljuskultur, 1990). Då bakgrundsluminansen ökas genom att till exempel tillföra indirekt ljusfördelning från minskar bländningsrisken (Ljuskultur, 1990).

Övriga åldersrelaterade synproblem

Ökat ljusbehov

Åldersförändringar medför, som nämnts, en relativt stor ljusreducering till näthinnan. Vid 60 års ålder transmittar linsen i ögat endast 20 % av det infallande ljuset (Sadun & Libondi, 1990). Estimerat värde på ljusnivå är fyra gånger högre för en 80-åring jämfört med en 20-åring (Schneck & Haegerström-Portnoy, 2003). Vid närvaro av katarakt är transmissionen ytterligare minskad till mindre än 2 % för våglängden 470 nm (Sadun & Libondi, 1990).

Generellt nedsatt synskärpa

Synskärpan försämras av en reducerad optisk kvalitet orsakat av grumlingar i hornhinnan, kammarvatten, lins och glaskropp. Andra orsaker till försämrad synskärpa är degeneration av näthinnan, synbanorna och/eller hjärnans synbark (Tunnacliffe, 1997). Åldersrelaterad minskad synskärpa sker redan i 50-årsåldern. Hos 50 % av populationen över 70 år var enligt Slataper (1950) synskärpan lägre än 1,0 (empirisk normal synskärpa motsvarar 1,2) och vid 80 års ålder hade synskärpan reducerats till hälften (Slataper, 1950; Waldrop & Stern, 2003). Populationsmängd med bibehållen synskärpa var 15 % (Slataper, 1950).

Synskärpa och reaktionstid

I en studie uppmättes synskärpan med tre olika storlekar på en optotyp (12, 16 och 22 bågminuter) hos individer i åldern 20-72 år genom att använda Landolts ringar med hjälp av en 17 tum LCD-skärm (Vetter et al., 2010). Individerna skulle ange var öppningen fanns på ringarna. Antal rätt och fel samt tidsåtgång (responstid) registrerades då svaret var korrekt. Deltagarna var åldersindelade i tre grupper med 25 personer i varje grupp (25-35 år, 40-59 år och 60-72 år). En stark korrelation ($r = 0,488$ till $r=0,577$) fanns mellan responstid och ålder indikerande en långsammare respons vid stigande ålder. Resultatet visade även att i åldersgruppen 60-72 år fanns likvärdig responstid jämfört med åldersgruppen 40-59 år då optotypstorlek ökade från 16 till 22 bågminuter. Detta måste sättas i ett multifaktoriellt perspektiv där faktorer såsom synfält, funktion av synbana och syncortex, visuell perception, kognition, reaktionsförmåga/reaktionstid, upptäckbarhet och synbarhet ingår. Dessa faktorer är inte bara beroende av ålder utan även funktion och symptom efter medfödd/förvärvad skada samt av patologiska förändringar.

Korrigerad och okorrigerad synskärpa

En undersökning av Elliott (1971) av ca 2 000 äldre personer har visat att det finns en bred spridning av korrigerad men också av okorrigerad synskärpa för alla åldersgrupper. I allmänhet överensstämmer data med Slatapers data från 1950. En tvåårig studie där man tittade på synskärpa hos äldre i en liten stad gjordes av Lavery et al. (1988). Kontrollerade försök gjordes på över 500 försökspersoner, ett representativt urval av befolkningen äldre än 75 år. Resultatet visade att 2,4 % av männen hade synskärpa motsvarande 1,0. Motsvarande siffra för kvinnorna var 0,9 %. Resultatet visade även att 26 % av männen och 17 % av kvinnorna hade en synskärpa motsvarande 0,5 eller bättre. Synskärpa sämre än 0,1 hade 14 % av männen och 20 % av kvinnorna. I studien ingick att korrigera synfelen. Motsvarande 156 män och 318 kvinnor var korrigerade med resultatet 0,5 eller bättre i synskärpa i ett av ögonen. En analys av åldersgruppindelning (76-79, 80-84 och 85+) visade att respektive grupp (män; 87 %, 79 % och 77 % och kvinnor: 82 %, 70 % och 54 %) hade en synskärpa motsvarande 0,5 eller bättre. Studien visar att synskärpan kan korrigeras till goda resultat även i åldrar över 75 år.

Generellt nedsatt kontrastkänslighet

Flertalet patologiska ögontillstånd försämrar förutom synskärpan även kontrastkänsligheten, till exempel katarakt och andra mediegrumlingar, glaukom och diabetes (Martin, 1997). Synskärpa som testas med hög kontrast i höga belysningsstyrkor visar endast en måttlig förlust vid ökad ålder (Elliott et al., 1995). Kontrastkänsligheten jämfördes av Sekuler et al. (1982) hos 70 individer longitudinellt i åldrarna 60, 70 och 80 år samt 33 individer i åldrarna 20 och 30 år. Resultatet indikerade att samtliga hade en likvärdig känslighet i de lägsta spatiala frekvenserna (0,5 och 1,0 cykler per grad) men en försämrad känslighet för de högre spatiala frekvenserna med ökad ålder, dvs. en sämre förmåga att särskilja täthet i ett fint randmönster. Vanligen anges känsligheten innanför 30° i synfältet, här sker en linjär minskning efter 25-årsåldern med ca 1dB per 10 år (Martin, 1997). Vid bländning uppstår oftast en tillfälligt nedsatt kontrastkänslighet.

Funktionellt synfält

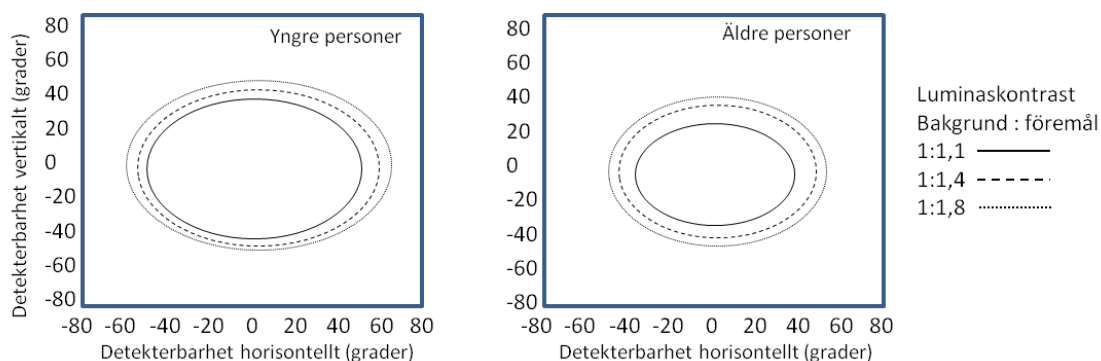
Ett begrepp som sparsamt men ändå används gällande synfunktioner, bland annat i trafiksammanhang, är det *funktionella synfältet*. Detta definieras av det område som garanterar en viss nivå av visuell funktion, lika bra färgseende eller objektigenkännande (Ikeda et al. 1985). Med åldern uppstår en nedsatt retinal känslighet i de perifera delarna av synfältet vilket medför en minskning av det funktionella synfältets utbredning.

Synfältet kan bestämmas praktiskt för en stor mängd visuella uppgifter såsom detektering av ljus och färg, läsa av tecken, igenkännande av objekt och för att upptäcka rörliga eller blinkande stimuli. Det funktionella synfältet är mindre för äldre än för yngre personer (CIE 196:2011) men en minskning kan även ha icke åldersberoende patologiska orsaker. Effekten vid åldrande är mer framträdande för färgade stimuli (Fig. 6).

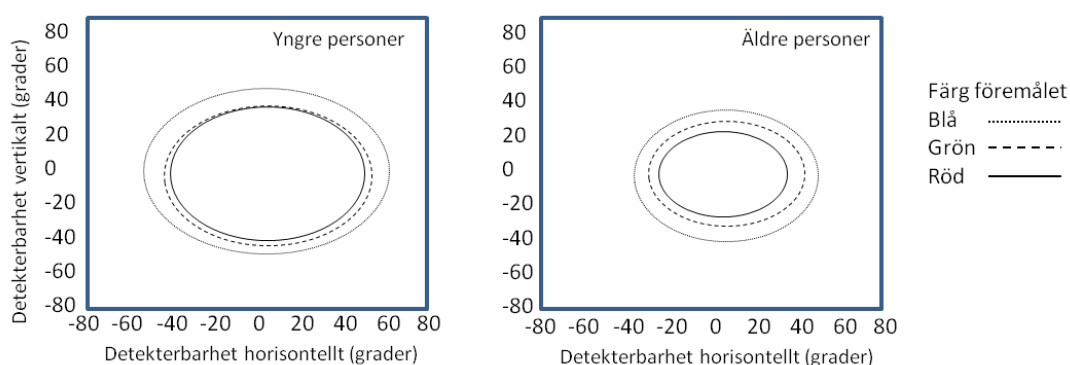
Storleken av det funktionella synfältet kan bestämmas när man undersöker synlighet av ett stimuli presenterat i det perifera synfältet. Resultaten har relevans för utformning och placering av trafikskyltar och varningsskyltar, skyltar i offentliga lokaler, märkning av bankomater mm. Det minskade funktionella synfältet hos äldre påverkar synligheten och därmed förmågan att uppfatta detaljer på medveten nivå. Även ljuset utanför det funktionella synfältet kan dock påverka personen och till exempel orsaka bländning. Av figur 6 framgår

också att äldre personer kan drabbas av en minskning i det funktionella synfältet på 10 till 20 grader i både den vertikala och horisontella riktningen (Itoh, 2009).

Funktionellt synfält för föremål med varierande luminanskontrast (detektionförmåga 50 %)



Funktionellt synfält för olikfärgade föremål mot vit bakgrund (detektionförmåga: 50 %)



Figur 6. Jämförelse av det funktionella synfältet mellan äldre och yngre personer. Det är i allmänhet en fullt märkbar minskning av synfältet hos äldre. Synfältet minskar konsekvent för färgade mål. Figuren baserad på original från CIE 196:2011.

Hjälpmiddel vid synnedsättningar och ögonsjukdomar

För arbetstagare som av något skäl lider av synnedsättning på grund av sjukdom, ögonskada eller åldersrelaterade synnedsättningar finns många olika slag av hjälpmedel såsom specialanpassad belysning, olika former av filter och kontrasthöjande åtgärder, förstoring av text och symboler med mera. Vid bildskärmsarbete finns flera typer av programvara som kan användas för kontrastförstärkning samt anpassning av färger och textens storlek och utformning. Här varierar behoven kraftigt mellan olika individer beroende på hur uttalade besvären är och vilken typ av arbetsuppgifter som ska utföras. Vid synskada, dvs. synskärpa < 0,3 eller kraftigt nedsatt synfält, är det oftast nödvändigt att koppla in expertis från någon av landets syncentraler för att optimera vilka insatser som behövs. Kontaktuppgifter för att nå syncentralerna runtom i landet återfinns på www.syncentralerna.se/adress.asp/

Icke-visuella funktioner

Ljusdesign och lokalutformning för äldre arbetstagare

Ljusdesign av arbetsplatser står inför tre stora utmaningar för framtiden: 1) tillämpning av kunskap som finns samlad inom området biologiskt och psykologiskt välbefinnande, 2) minskning av energiförbrukningen genom användning av effektivare ljuskällor och mer konsekvent utnyttjande av dagsljus, samt 3) uppfyllande av syn- och belysningsbehoven för det ökande antalet äldre arbetstagare. Kvantifierbara behov är till exempel mängden ljus för visuella behov och tröskelvärden för bländning. Dessa behov har studerats tämligen utförligt jämfört med behoven för styrning av dygnsrytm och vakenhet med hjälp av dagsljus.

Kvalitativa mått, t ex vilka faktorer som påverkar vår uppfattning om belysning är relativt svåra att studera. Vilka belysningsfaktorer som skapar hemkänsla eller känsla av en produktiv arbetsplats, eller helt enkelt varför vi mår bra i vissa belysningar och vice versa är andra metodologiskt svårstuderade variabler.

Dagsljus har tidigare delats upp i två komponenter: solen och himlen, dvs direkt och indirekt ljus, och vissa forskare har lagt till reflekterat dagsljus. Forskare inom kronobiologi introducerar en bredare definition av dagsljus vilket inkluderar den dagliga rytmiciteten hos ljus och mörker, dvs dag och natt. Denna forskning har bekräftat att en stabil tidsmässig upprepning av höga doser ljus på dagen, kombinerat med mörka förhållanden nattetid, förbättrar välbefinnandet och kanske prestationer även på lång sikt. Arbetsmiljön ska stödja arbetstagarens välbefinnande men även främja prestation, kreativitet och produktivitet.

Cirkadiska systemet

År 2002 identifierades ljuskänsliga ganglioceller i näthinnan (intrinsic photosensitive Retinal Ganglie Cells, ipRGC), en ny typ av fotoreceptorer. Dessa ipRGCs är centrala för de "icke-visuella" svar som uppstår vid belysning av näthinnan och som till stor del via regleringen av sömnhormonet melatonin styr dygnsrytmen. Det har föreslagits att en kombination av klassiska fotoreceptorer och ipRGCs deltar i hur näthinnan omvandlar ljussignaler till neurala signaler i det cirkadiska systemet (Figueiró et al., 2008). Dygnsrytmen är en biologisk funktion i alla levande organismer, styrd av jordens dagliga rotation och de regelbundna växlingarna mellan ljus och mörker. Signalerna genereras internt i varelsers kroppar och styrs av så kallade zeitgebers. Vissa forskare definierar zeitgebers som ljus, mat och temperatur (Roenneberg & Merrow, 2005) medan andra inkluderar mat, ljus, sömn och aktivitet (Partonen, 2007).

Det cirkadiska systemet är maximalt känsligt för korta våglängder, dvs. i den blå delen av spektret. Den maximala känsligheten anges vara mellan 470 nm (Figueiró, 2008) upp till 480 nm (Brainard et al., 2003). Dessa fynd har gett upphov till en kapplöpning för att bygga upp maximalt effektiva artificiella ljuskällor för cirkadisk stimulering. Den största fördelen med dagsljus är att det tillhandahåller strålning med samma intensitet i alla intervallen av det synliga spektret. Till skillnad från det visuella systemet, registrerar det cirkadiska systemet enbart förändringarna i den totala strålningen, det registrerar inte information om bildinnehållet.

En stor del av forskningen gällande dagsljus, och dess koppling till prestation och välbefinnande, har utförts under artificiella ljusförhållanden. Förhoppningsvis kommer allt fler studier av dagsljusets inverkan i framtiden att utföras i verkligt dagsljus. En svårighet i detta sammanhang är att dagsljuset inte är konstant och att det är en experimentell tradition att utföra försök under konstanta exponeringsförhållanden. Artificiellt ljus har den stora

experimentella fördelen att det är lätt att kontrollera och även replikera i uppföljande experiment. Å andra sidan är det just dagsljusets ständiga variation som är en av dess avgörande positiva egenskaper vilket bör inkluderas i studier av dagsljusets effekter.

Dagsljusexponering hos äldre

Äldre har minskad optisk transmission vid de kortare våglängderna, vilka är maximalt effektiva för reglering av dygnsrytmen. En livsstil som dessutom inkluderar mer stillasittande inomhus, och därmed mindre tillgång till starkt ljus under dagen, påverkar därmed dygnsrytmen än mer (Figueiró et al., 2008).

Kontrast och variation är grundläggande aspekter för de perceptuella och biologiska systemen. Med ökande ålder minskar de externa signaler som vårt sensoriska system tar emot. Det medför en förändring av kroppens dygnsrytm och av visuell prestanda (Boyce, 2003).

Perceptionssystemet

Det perceptuella systemet tolkar det vi ser. Synen är en kombination av att stimuli fångas av ögat och tolkningen av denna information i hjärnan. Ljus och form bidrar till utformningen av den information som når vårt öga och är därför de viktigaste faktorerna av visuella stimuli. Minne, erfarenhet, ambitioner och förväntningar bidrar till det faktum att samma visuella information kan tolkas på olika sätt av olika människor. Horgen et al. (2012) följer i en pågående studie belysningsstyrkor i hemmet hos personer i Drammen som just passerat 75 års-strecket. Låga medelnivåer har uppmätts; 142 lx som läsljus, 102 lx i köket och 82 lx i badrummet. Flertalet uppger att de trivs men att de söker sig till dagsljus för krävande synuppgifter.

Det finns andra definitioner för god ljuskvalitet som inte har utforskats i lika hög grad som fotometriska värden såsom belysningsstyrka och luminans. I till exempel arkitektonisk belysning är *stämningen* en av de aspekter som bidrar till att definiera ljusförhållanden, följt av faktorer som *synlighet* och *rymd*. Dessa bidrar till den psykologiska stämning som belysningen skapar. Rymd kopplas till möjligheten att definiera det fysiska rummet, dess omfattning, storlek, proportioner, ytor, material, utsikt mm vilka avser möjligheten att se och utföra uppdrag och arbetskrav (Ejhed, 2003).

I en studie av Sörensen och Brunnström (1995) utförd i privata hem i Sverige, upptäcktes en direkt korrelation mellan "bra" belysning i en äldre persons bostad och personens livskvalitet.

Några liknande undersökningar i de äldres arbetsmiljö har inte kommit till vår kännedom. Torrington och Tregenza (2007) studerade dementa patienter och vilka faktorer som bidrar till att dessa patienter "känner igen" olika miljöer. I brist på studier av friska äldre arbetstagare kan resultaten av denna studie även tillmätas viss relevans för hela den åldrande befolkningen. Några viktiga faktorer som lyfts fram i studien är: igenkännande sker i undermedvetandet, när en person känner igen en plats samlar denne sin erfarenhet av denna typ av plats och upplever den på ett psykologiskt plan därför att personen i viss mån "äger" denna plats. Detta avgör i sin tur om det kommer en åtgärd från personen, till exempel att tända eller släcka lampor och armaturer, dra för eller ifrån gardiner vid fönster. I dessa reaktioner visar både anknytningen till platsen och egenskaper som intensitet och i mönster i belysningen starka associationer till platsen ifråga (Torrington & Tregenza, 2007).

Ejhed har undersökt hur ljus påverkar rumsuppfattningen hos 145 personer. Tre olika belysningskonfigurationer och deras effekt på användarens uppfattning av miljön testades.

Konfigurationerna var mycket olika, ett lysande tak, en smal down-light och en indirekt diffust belysningslösning. Alla tre konfigurationerna genererade samma genomsnittliga belysningsstyrka i rummet. De observerade upplevelserna av rummet skilde sig väsentligt mellan de olika miljöerna och någon enkel korrelation mellan rumsuppfattning och belysningsstyrka kunde inte identifieras (Ejhed, 1991). Det är uppenbart att mycket mer än belysningsstyrkan styr vår uppfattning av ett rum vilket är väl värt att fortsätta att studera.

Figueiró sammankopplade åldrande i nervsystemet och i det optiska systemet med försvagningen av orientering i rummet och generella kognitiva funktioner. Förändringar i nervsystemet innebär ökad problematik för de äldsta åldersgrupperna i vår befolkning. I synnerhet ökar en oförmåga att orientera sig i förhållande till miljön med åldrandet. Denna neurala svaghet förstärks dessutom av optiska förändringar i ögat (minskad retinal belysning och rumslig upplösning) och tillsammans kan dessa bidra avsevärt till ökad förekomst av fallolyckor bland äldre (Figueiró et al., 2008). Då fallolyckor är vanliga arbetsolyckor är denna ökade risk bland arbetstagare över 65 år en viktig aspekt för att skapa en säkrare arbetsmiljö.

Ett helhetsperspektiv behövs

Boyce presenterade år 2003 en modell inom vilken de visuella, biologiska och perceptuella systemen är sammankopplade och bidrar till människors prestanda i arbetet (Boyce, 2003).

Prestandan är bara en dimension av det vidare begreppet erfarenhet av den miljön, i vilken en person växer, samverkar och definierar om sig kontinuerligt, såväl i relation med andra personer som till platsen i sig. Samspelet mellan det cirkadiska, det perceptuella och det visuella systemet är grundläggande i definitionen av denna anpassning. Följaktligen är det nödvändigt att införa ett helhetsperspektiv i ljusdesign, där alla mänskliga system som interagerar med ljus tas i beaktande.

Belysningens betydelse för äldre

Allmänt

Bland arbetstagare i dagsljusbelysta kontorsbyggnader har en ökning av det allmänna välbefinnandet rapporteras. Andra positiva effekter i dessa typer av kontorsmiljöer är bättre hälsa, minskad sjukfrånvaro, ökad produktivitet, ekonomiska besparingar och inte minst ett uttalat önskemål bland arbetstagare att de föredrar att arbeta i dagsljus (Edwards & Torcellini, 2002). Heschong&Mahone-koncernen har utfört två större forskningsprojekt om utbildning och detaljhandel där dagsljus har visat sig vara en avgörande faktor för att förbättra elevernas prestationer respektive försäljning (Heschong-Mahone Group, 1999 a, b). Forskning på patienter med demens har visat att behandling med starkt artificiellt ljus på 6-8 000 lx under två timmar per dag förbättrar sömnens kvalitet och dessutom förbättrar arbetsförhållandet för sjuksköterskor (Fetveit et al., 2003). Tillgång till solljus på morgonen kan minska längden på sjukhusvistelsen upp till tre och en halv dagar för patienter som drabbats av bipolär depression (Benedetti et al., 2001).

Fördelarna med dagsljus i inomhusmiljöer är därför uppenbara. Ett flertal fall finns beskrivna i en sammanställning av Edwards och Torcellini (2002) och av Boyce et al. (2003). Boyce et al. påtalar dock även de skadliga effekterna av direkt solljus såsom ögon- och vävnadsskada från UV- och IR-strålning.

Människan har utvecklats i dagljusmiljöer under hundratusentals år och har anpassat sig till att klara dagsljus och strålning genom förändringar i beteende och byggnation. I det industrialiserade samhället har livsstil och arbetsförhållanden starkt förändrat exponeringsmönstren för ljus och mörker.

Det finns en stark rekommendation från forskare att öka tillgången till en hälsosam dos av dagsljus men nattetid även för så mörka förhållanden som möjligt. Det kan ske genom ökade tillfällen att vistas utomhus, detta även på vintern (Sinoo et al., 2011; Wirz-Justice & Fournier, 2010). Nattetid kan exponeringen för ljus minskas genom att minska belysningen utomhus, där ljus från gatubelysning ofta tränger in i sovrummen (light pollution) samt med genomtänkt nattbelysning inomhus inte minst inom vårdsektorn och äldreomsorgen (Favero, 2011).

Hubalek et al. studerade belysningsstyrkor för 13 kontorsanställda (18-57 år gamla) i Zürich. Datainsamling utfördes med mätutrustning monterad på huvudet. Arbetsplatsen hade dagsljus och de anställda satt på ett genomsnittligt avstånd från fönstret på 1,45 meter. Resultaten presenteras i tabell 1.

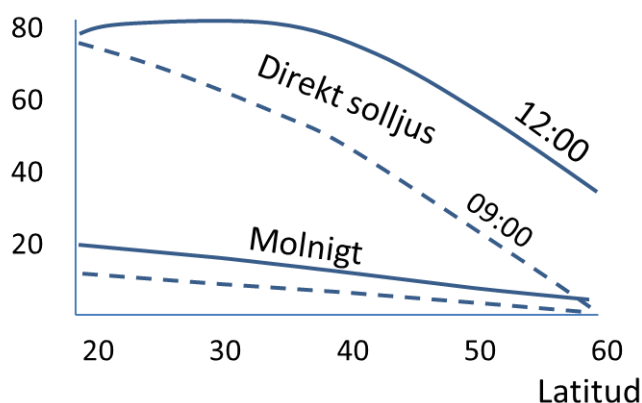
Tabell 1. Belysningsstyrkan i ett dagljusupplyst kontor, mätningar utförda under en vecka mellan april och juni. n = 13 (Hubalek et al., 2010).

| | Tid i arbete | Daglig exponering för ljus |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Ljusexponering | 2244 Lxh (1199-3392 Lxh) | 7394 Lx (5237-11 683 Lxh) |
| Belysningsstyrka | | |
| 10: e percentilen | 113 lx (66-173 lx) | 15 lx (8-24 lx) |
| 25: e percentilen | 201 lx (135-369 lx) | 56 lx (29-87 lx) |
| Median | 308 lx (202-572 lx) | 183 lx (118-249 lx) |
| 75: e percentilen | 569 lx (298-815 lx) | 488 lx (263-870 lx) |
| 90: e percentilen | 840 lx (451-1246 lx) | 1203 lx (786-2 706 lx) |
| Varaktighet över tröskelvärden nedan | | |
| Tröskel 100 lx | 240 min (204-283 min) | 534 min (436-626 min) |
| Tröskelvärde 1000 lx | 16 min (2-48 min) | 105 min (61-187 min) |
| Tröskel 2500 lx | 1 minut (0-8 min) | 43 min (16-92 min) |

Siffrorna är högre än de rekommenderade värdena från EN 12464-1 men sannolikt inte tillräckligt höga för att stimulera de äldres cirkadiska dygnsrytm. Hubalek et al. påpekar också att mängden ljus som kommer in i ögat under dagen verkar ha en positiv inverkan på sömnkvaliteten följande natt. Välbefinnande och vakenhetsgrad var dock inte signifikant associerade med daglig ljusexponering vilket kan förklaras av den begränsade studiepopulationen på 13 personer (Hubalek et al., 2010).

Sverige kännetecknas vintertid, på grund av sitt geografiska läge långt norrut, av mycket låga luxvärden utomhus. Höga belysningsnivåer är dock möjliga vid middagstid i full sol i området söder om polcirkeln. Vid mulen himmel beräknas att rum med dagsljusfaktor (förhållandet mellan belysningsstyrka inomhus och utomhus uttryckt i procent) med ett värde på två få en belysningsstyrka från dagljuset på cirka 100 lx. I figur 7 ger Torrington och Tregenza (2007) en bild av belysningsnivån utomhus på olika breddgrader med eller utan direkt sol under januari månad.

Belysningsstyrka på vertikal yta (klx)



Figur 7. Variation i tillgång till dagsljus med latitud och molntäckning. Uppskattade belysningsstyrkor värden på en vertikal yta som vetter mot solens azimut, motsvarande belysningsstyrkan mot solen, i breddgrader från 20 till 60°. Figuren baserad på original av Torrington och Tregenza (2007).

Flera undersökningar har också bekräftat fördelarna med möjligheterna att se ut från arbetsplatser, i Arbetsmiljöverkets föreskrifter benämnt *utblick*. En resumé av effekterna av utblick har sammanställts av Torrington och Tregenza (2007). Fördelar är att detta förbättrar känslan av kontrollen över miljön och ökar välbefinnande, särskilt vid utblick mot växtlighet och natur. Utblick kan även utlösa sociala interaktioner på t ex vårdhem samt inspirera till utomhusvistelse.

Effekter på beteende vid exponering för blått ljus hos patienter med och utan Alzheimers sjukdom

Personer med Alzheimers sjukdom har slumpmässiga mönster av vila och aktivitet (vila/vakna cykler) jämfört med normalt åldrande. Detta ökar vårdgivarnas arbetsbörda eftersom de måste vara vaksamma på patientens ständigt förändrade dygnsrytm och behov, medan de själv har stabil dygnsrytm. Flera studier har visat att exponering för mycket starkt ljus under dagen och mörker på natten bidrar till att befästa en stabilare dygnsrytm och aktivitetsmönster hos vissa patienter med Alzheimers sjukdom. Starkt ljus under dagen är således ett kraftfullt medel för att skapa en naturlig dygnsrytm. I en studie valdes lysdioder som ljuskälla beroende på att dessa avgav hög andel ljus med kort våglängd (blått) som är maximalt effektivt för att stimulera det cirkadiska systemet. Patienter exponerades med 30 lux mot hornhinnan under två timmar i 10 dagar mellan klockan 18 och 20 och resultaten visar en förbättring av patienternas sömnmönster, en fördröjd sänkning av kroppstemperaturen och en förbättring av aktivitetsgraden under dagen (Figueiró et al., 2002).

Dessa fynd tyder på att exponering för blått ljus tidigt på kvällen kan konsolidera sömn och öka sömnens effektivitet. Det faktum att ljus påverkar dygnsrytmen bör beaktas i hög grad vid utformning och drift av institutioner avsedda för äldre vårdtagare.

Dagsljus och arbetsfunktioner

Litteraturen om äldres visuella prestanda och ljusförhållanden är oftast relaterad till artificiella ljusförhållanden. Detta är en kommentar som skulle kunna utvidgas till att gälla all forskning där prestation studerats. En av de mest omfattande studierna av prestation och preferenser för ljusförhållanden genomfördes i artificiell belysning i en fönsterlös kontorsmiljö (Veitch & Newsham, 2000). Merparten av den funna litteraturen är relaterad till nedsatt syn eller hur t ex demens påverkar äldres prestationer.

Evans har undersökt om det finns en effekt av belysning i utförandet av dagliga sysslor (ADL) bland 24 äldre personer med nedsatt syn på grund av katarakt, AMD eller båda orsakerna. Tre belysningsstyrkor studerades; 50 lx, 200 lx samt 800 lx i samband med fyra olika aktiviteter: medicinsortering, korridorpromenader, läsning (enl Wilkins skala) och att ansluta en kontakt till ett eluttag. De preliminära resultaten stöder inte tesen om ett starkt samband mellan optimal ljusnivå och prestanda. Författarna menar snarare att sökandet efter ljus som passar alla inte är framgångsrikt, utan att äldre personer med nedsatt syn bör uppmuntras att delta i fastställandet en ljusnivå som passar bäst för just dem (Evans et al., 2010). Detta stöder Arbetsmiljöverkets krav på individuella belysningslösningar i 11 §, Arbetsplatsens utformning, AFS 2009:2 (Arbetsmiljöverket, 2009).

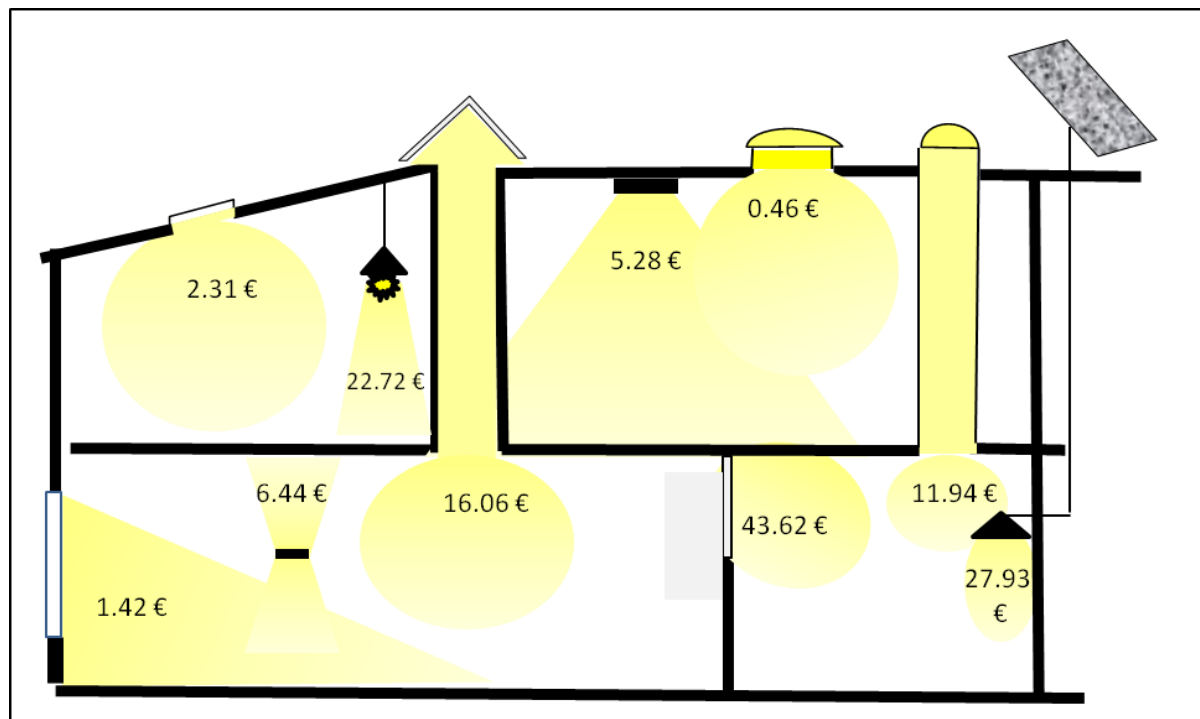
Sambandet mellan ljuskvalitet och livskvalitet har studerats av Brunnström et al. (2004). Totalt undersöktes 56 personer med nedsatt syn, där 46 personer i intervallet 20-90 år (medelvärde 76 år) fullföljde studien i sin helhet. En delgrupp fick förbättringar av belysning i kök, badrum och toaletter medan en kontrollgrupp inte fick några förändringar i sin miljö. Bättre belysning förbättrade prestationen för verksamhet som utfördes på arbetsytan på köksbordet men var inte signifikant för övriga aktiviteter. Samtliga studerade variabler gällande livskvalitet, allmän hälsa, fysisk kondition, aptit, kontakt med släktingar, självförtroende, humör, nedstämdhet, ensamhet, vitalitet samt välbefinnande förbättrades i interventionsgruppen.

En annan forskargrupp har undersökt effekten av dynamisk belysning för visuell prestationsförmåga hos äldre. Detta projekt är relaterat till ALADIN-projektet vilket beskrivs mer i detalj längre fram i texten. Dynamiska förändringar i belysningsnivån testades experimentellt med två inställningar, en minskning respektive en ökning av belysningsstyrkan i intervallet 300 till 900 lx vid ett skrivbord. Varaktigheten av minskning/ökning i sessionerna var ca sex minuter, med en kraftig ökning eller minskning av belysningsstyrkan i slutet av exponeringsperioden. En grupp på 12 personer mellan 64 och 84 år (medelålder: 71 år), deltog i testet. Äldre uppfattade enbart det ökande ljusscenarioet som behagligt. Detta kan förklaras av deras åldersrelaterade ökade behov av högre belysningsstyrkor, (Izso et al., 2009).

En forskargrupp vid Leibniz forskningscentrum för arbetsmiljö och mänskliga faktorer har undersökt sambanden mellan kognitiva förmågor hos äldre och ljusexponering på natten. De testade effekten av starkt ljus och nattarbete genom att mäta prestanda i två olika tester vid 300 och 3 000 lux i ögonhöjd. Resultaten visar att exponering för det starkare ljuset på natten reducerade felfrekvensen i försök som krävde delad uppmärksamhet. Prestanda skilde sig inte mellan belysningsstyrkorna under försök som endast krävde odelad uppmärksamhet (Kretschmer et al., 2011). Vid experimentet togs inte hänsyn till påverkan av luminans från de bildskärmar som användes för de kognitiva testen, en brist som till viss del kan ha påverkat resultaten. Den teoretiska bakgrunden för tester av kognitiva förmågor motiverar att försök av denna typ bör övervägas även för framtida studier av belysningens inverkan på individen.

Energiförbrukning

År 2009 presenterade Fontoynont (2009) en jämförelse mellan kostnaderna för artificiella belysningslösningar och för dagsljuslösningar på arbetsplatser i Lyon. Kostnaderna för dagsljuslösningar är betydligt lägre än de billigaste elektriska belysningslösningarna. Fönster och takfönster var två till tio gånger billigare än de billigaste alternativen baserade på lysrör.



Figur 8. Total kostnad (Euro/miljon lumentimmar) för installation och drift av olika artificiella belysningsanläggningar och dagsljusbaserade lösningar. Figuren baserad på original av Fontoynont (2009).

Att nå rätt nivåer av dagsljus är inte bara bra för människors hälsa och välbefinnande, det kan också vara väsentligt billigare än att använda elektrisk belysning (figur 8). En inglasad vägg är dyrare än en tegelvägg och har även högre värden av värmetransmittans eller lägre värden för isolering (Boyce et al., 2003). Detta kompenseras dock ofta mer än väl av fördelarna med användningen av dagsljus i byggnader, till exempel av besparingarna i kostnaderna för den alternativa elektriska belysningen. Edwards och Torcellini (2002) redovisar i en översikt fall där investeringar i dagsljuslösningar har genererat ökad produktivitet i arbetsutrymmen i USA. Vid posten i Reno kunde man exempelvis betala en sådan ombyggnad efter endast ett år, beräknat på den resulterande ökningen i produktivitet.

Ingen forskning tycks ha utförts gällande kostnaderna för att tillhandahålla lämpliga ljusförhållanden i arbetsmiljön för den äldre befolkningen genom dagsljus. En undersökning med stöd av den svenska Energimyndigheten i Sverige har under åren 2005-2008 mätt energiförbrukning i 400 typiska svenska hushåll (40 hus i ett år, 360 hus i en månad). Resultaten (Energimyndigheten, 2009) ger en samstämmig bild av energianvändningen i svenska hem. Förbrukningen av energi i samband med belysningen är speciellt intressant för denna undersökning, eftersom konsumtionen redovisas uppdelad på ålder och typ av hushåll. Den

genomsnittliga årsförbrukningen för ett sammanboende par 24 till 64 år gamla utan barn är 880 kWh/år (n = 43). Samma förbrukning för ett par äldre än 64 år utan barn är 646 kWh/år (n = 21). Maximal förbrukning för åldrar under 64 år är ca 3 000 kWh/år, medan motsvarande maximala förbrukning i ålderintervallet över 64 år är ca 1 800 kWh/år. Några möjliga hypoteser gällande dessa data är att äldre i högre grad utför uppgifter som kräver höga ljusnivåer under dagtid dvs vid tillgång till dagsljus. Äldre kan också ha hittat strategier för att lysa upp sina hus på effektivare sätt än de yngre. Det kan också ha bidragit att äldre med tanke på den ökade känsligheten för starkt ljus väljer att utföra sina arbetsuppgifter i lägre belysningsstyrkor. I det sistnämnda fallet skulle det vara intressant att undersöka komfortupplevelse hos yngre och äldre invånare i Sverige när det gäller belysning i hemmet. Likande resultat kan sannolikt till en del överföras till arbetstagare vilket bör studeras närmare. Oavsett om det gäller bostäder eller arbetsplatser så framgår det av litteraturen, att dagsljuslösningar är effektiva och billiga belysningslösningar.

Föreskrifter och rekommendationer

I "Lighting and the visual environment for senior living" (IES RP 28-07) ges följande generella rekommendationer för äldre:

- Överväg förändringar av arbetsuppgiften för att öka luminanskontrasten och den visuella storleken på synobjektet.
- Minska förekomsten av skuggor på uppgifter och tillfartsvägar med hjälp av bredstrålande armaturer och hög ytreflektans.
- Minimera synnedläggande bländning och obehagsbländning genom att minska felriktat ljus från ljuskällor och höga luminanser i synfältet.
- Sänk bländtalen (UGR, Unified Glare Rating) till ≤ 19 .
- Ljuskällor bör ha ett Ra-värde (färgåtergivningsindex) på ≥ 80 .
- Installera ljusstyrning för allmänbelysning och arbetsbelysning. Använd persienner och gardiner för att begränsa bländande dagsljusexponering.
- Säkerställ minst 300 lux för uppgifter som utförs av en äldre arbetskraft.
- Öka rekommenderade nivåer för allmänbelysningen för äldre med 50 %.
- Tillhandahåll justerbara skrivbordslampor då individen anger behov av ökade belysningsstyrkor.
- Följ rekommenderade monteringshöjder för armaturen.
- I samma rapport ges följande riktlinjer för att skapa goda dagsljusförhållanden generellt:
 - Säkerställ norr- eller södervända fönster vid nybyggnation, fönster vända mot öster och väster medför ökad risk för att lågt stående sol skapar bländning långt in i byggnaden morgon och kväll. Fönster ska ha utrustning för att skärma av sådant ljus. Fönster i ändarna av korridorerna och på andra avlägsna platser bör undvikas. (Torrington och Tregenza, 2007)
 - För in dagsljus från högt belägna fönster, vilket medger ett ökat djup i rummen. Kan detta ske från två eller flera riktningar balanseras allmänbelysningen och starka skuggor undviks.
 - Rikta diffust dagsljus mot innertaket och vertikala ytor.
 - Medge utblick mot skuggade ytor utomhus.
 - Medge variation i dagsljuset för att passa olika stämningar och funktioner.
 - Anpassa utformningen av fönster och takfönster till det lokala klimatet.
 - Medge dagsljus även på kommunikationsleder inomhus.
 - Överväg de konsekvenser fönster kan medföra för den personliga integriteten, vad gäller till exempel akustik och oönskad insyn.
 - Integrera den elektriska belysningen med dagsljuset.

Belysningens inverkan på äldre i bostäder och institutioner

I rapporten "Light and health" av Favero (2010) presenteras bland annat fyra undersökningar vilka illustrerar aktuell forskning om äldre och belysning. De ger en generell bild av hur forskningen hanterar det komplexa ämnet ljus för äldre hemma och på institutioner.

Studier från Lighting Research Center (LRC)

Rapporten "Lighting the way: a key to independence" (Lighting Research Centre, 2001) är en guide gällande kunskap om effekterna av åldrandet i det visuella systemet för olika delar av befolkningen. Avsikten är att öka medvetenheten om förändringar som kan göras hemma vid utformningen av belysning för att minimera ljusrelaterade synbesvär som uppstår med åldern. Guiden innehåller illustrationer och föreslår ljuskällor och belysningsarmaturer och hur man använder dessa i hemmet. För att öka ljusnivåerna i avsikt att kompensera det förhållande att mindre ljus når den äldres näthinna, rekommenderas diffusa ljusa färger på väggar, golv och innertak för att öka andelen reflekterat ljus. I syfte att öka kontrasten, då kontrastkänsligheten minskar med åldern, föreslås att kanterna på viktiga objekt målas i avvikande färg och kontrast, såsom kanterna på trappor och dörröppningar. Vidare att man skapar balanserade övergångszoner mellan utrymmen som leder från ljusa till mörka områden och vice versa, eftersom det åldrade visuella systemet har svårt att anpassa sig till ljussvaga förhållanden.

Rapporten "Developing Architectural lighting design to improve sleep in older adults" (Figueiró et al., 2008) bygger på effekterna av ljus på de äldres visuella, perceptuella och cirkadiska system. Här föreslås ett belysningssystem för att stimulera och förbättra funktionen i de visuella, perceptuella och cirkadiska systemen för äldre bosatta på institutioner, särskilt för dem som tillbringar större delen av tiden inomhus eller har på sömnproblem. Rapporten rekommenderar sammanfattningsvis följande:

- Hög ljusexponering under dagen och låg ljusexponering under natten. Det kan åstadkommas genom att öka de befintliga ljusnivåerna i rummet till minst 400 lux mot hornhinnan med hjälp av ett cirkadiskt effektivt vit ljuskälla (hög andel blått ljus) under dagtid. Denna vita ljuskälla kan vara dagsljus eller en ljuskälla med hög korrelerad färgtemperatur (CCT), t.ex. 6 500 K (Figueiró et al., 2008).
- Äldre behöver stora skillnader i ljusexponeringen mellan dag och natt. Kallare ljuskällor i kombination med högre ljusnivåer har påvisats öka den cirkadiska stimuleringen.
- Goda visuella förhållanden under dygnets vakna timmar, fritt från bländning och skarpa skuggor.
- Svag belysning mot vertikala och horisontella ytor som placeras vid sängen och dörrkarmar, under spegeln och handtag i badrummet kan ge perceptuella ledtrådar för att ge säkrare förflyttningar vid t.ex. toalettbesök nattetid. Dessutom ökar den posturala stabiliteten och kontrollen då man går eller övergår från sittande till stående position. Experiment har gett positiva resultat, bland annat i form av förbättrad sömnkvalitet hos äldre, vilka varit mycket positiva till installationerna.

ALADIN-projekten

Konsortiet ALADIN (2007), eller "Ambient Lighting Assistance for an Ageing Population" (2007-2009), hade som övergripande mål att öka kunskapen om effekterna av belysning på välbefinnande och komfort hos äldre och medverka till kostnadseffektiva lösningar. Projektet ville medverka till att äldre vuxna kunde bo hemma självständigt under en längre tid genom att utnyttja effekten av ljuset för att öka deras livskvalitet och känsla av välbefinnande.

ALADIN syftade till att utveckla ett hjälpmedel som bygger på att belysningen stödjer individens mentala prestation och välbefinnande. De adaptiva gränssnitten skulle hjälpa människor att åldras i sin hemmiljö.

Det system som utvecklades har ett användarspecifikt fokus och mäter och analyserar individuella och situationella skillnader i psyko-fysiologiska effekter av belysning. Användaren kan då lättare göra anpassningar till sina specifika behov och önskemål. ALADIN har en teknologisk strategi för omgivande ljus och utvecklade ett system anpassat för hemmabruk.

I ALADIN-konsortiets faktablad rapporteras detta system bestå av:

1. Ett intelligent styrsystem som kan anpassas till behov av olika ljusparametrar såsom intensitet, ljusriktningar eller färg som svar på psyko-fysiologiska data som kontinuerligt registreras av systemet.
2. Ett styrsystem som justeras manuellt via grafiska gränssnitt och tillåter återställning av alla lätta parametrar till sina standardvärden. Stor hänsyn till äldres behov och förutsättningar för att uppnå ett gränssnitt som fungerar praktiskt för äldre.
3. Ett program som kan hjälpa äldre människor att bättre förstå sina egna känslomässiga och kognitiva förutsättningar inklusive deras dygnsrytm och göra det möjligt för dem att ta ansvar för att reglera dessa parametrar. Detta i sin tur kommer att hjälpa dem att uppnå sina målsättningar för dagliga aktiviteter.

Den slutliga produkten är ännu inte tillgänglig på marknaden men resultaten av utvecklingsarbetet visar bland annat:

- En total ökning av kognitiv förmåga, i förmågan att slappna av och i det övergripande välbefinnandet.
- Personer som utvärderat systemet under vintern och tidig vår har en mer positiv inställning än de som använder systemet under sommarmånaderna.
- Teknik kan bara komplettera, men aldrig ersätta, samspel med människor och ska helst underlätta mänsklig kontakt.
- Den automatiska belysningsanpassningen hjälper till att stabilisera dygnsrytmen. Detta är särskilt eftersträvt för personer som har begränsad eller ingen tillgång alls till utomhusvistelser och för vilka tillräcklig exponering för solljus inte längre är möjligt.
- För att produkten ska nå äldre personer i behov av den, måste man utarbeta strategier för att nå presumtiva användare via mellanhänder som hälso- och sjukvårdspersonal, vårdorganisationer, byggföretag och fastighetsägare.

I slutrapporten redovisas följande synpunkter gällande belysningen:

1. Belysningsstyrka: 500 lux av vitt ljus är mer än tillräckligt för den visuella informationsinhämtningen. En timmes exponering vid denna belysningsstyrka är dock inte tillräckligt för att adekvat stimulera dygnsrytm och det fotobiologiska systemet. Här kan noteras att 500 lx är rekommenderad belysningsstyrka för kontorsarbete i den standard (SIS SS-EN 12464-1) som Arbetsmiljöverket refererar till lux-värden i standarden SIS SS-EN 12464-1 som riktlinjer i sina föreskrifter om arbetsplatsens utformning (Arbetsmiljöverket, 2009). Dessa riktlinjer tar inte hänsyn till behovet av högre belysningsstyrkor för adekvat reglering av dygnsrytmen, något som påverkar den äldsta delen av arbetstagarna mest i och med att de har ett sänkt ljusinflöde mot näthinnan och av fysiska skäl vanligen vistas mindre utomhus.
2. Ljusets spektrala fördelning: de visuella och fotobiologiska systemen har olika känslighet för ljus. Det visuella systemet är mest känsligt för våglängder i den centrala delen av det synliga spektret (grönt ljus) medan det fotobiologiska systemet är mest känsligt för den korta våglängden delen (blått ljus).
3. Ljusexponeringens fördelning över dygnet: för det visuella systemet är det irrelevant när på dagen ljusexponeringen äger rum. Dess känslighet är densamma hela dagen och natten. Det cirkadiska systemet (den biologiska klockan) är extremt beroende av vilken tid på dygnet ljuset administreras.
4. Ljusexponeringens längd: den tid ljusexponeringen behöver pågå för att påverka det cirkadiska systemet är väsentligt längre än den tid ljusexponering behövs för att aktivera det visuella systemet. I allmänhet svarar det visuella systemet på ett ljusstimulus på mindre än en sekund. Sänkta melatoninnivåer i blodströmmen kan observeras först efter ca 10 minuters exponering för skarpt ljus.
5. Ljuskällans placering: ljusfördelning är avgörande för visuella prestanda. Exakt återgivning av de mönster av ljus och mörker på t ex denna text sida är nödvändiga för att identifiera de ord som står här. Det cirkadiska systemet är oberoende av dessa mönster men reagerar på den totala mängden ljus som når näthinnan (ALADIN, 2007). På senare tid har det dock föreslagits att antalet ipRGC-receptorer kan vara högre i den under delen av näthinnan som avläser den övre delen av synfältet, t ex himmelsljus.

Ljuskultur

Enligt Ljuskultur (2009) kan följande regler tillämpas för att undvika bländning då ljuskällor har luminanser $>5\ 000\ \text{cd}/\text{m}^2$:

- Ljuskällan bör vara monterad i armatur på sådant sätt att såväl det direkta som det reflekterade ljuset med samma luminans från armaturens reflektor inte är synligt ovanför ett plan i 45° vinkel mot horisontalplanet genom armaturens underkant.
- Vid låga monteringshöjder kommer armaturen att befinna sig mer centralt i synfältet än vid höga monteringshöjder. Med hänsyn till detta bör armaturer monterade på höjder under ca 3 meter inte ha luminanser överstigande $2\ 500\ \text{cd}/\text{m}^2$ ovanför ett plan i 45° vinkel mot horisontalplanet genom armaturens underkant.

- För takarmaturer gäller att de ska vara utformade så att bländning undviks, vilket ställer krav på dess utformning i form av konstruktion med djup reflektor, bländskydd eller en kombination av dessa.

Synhjälpmedel

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om bildskärmsarbete (Arbetsmiljöverket 1998b), tillsammans med föreskrifterna om belastningsergonomi (1998:01), reglerar arbetsglasögon som ett arbetsredskap. Arbetsglas tillhör arbetsgivaren. Arbetsglas är individuellt anpassade efter synfel, ålderssynthet och arbetsuppgift i aktuell arbetsmiljö.

För äldre individer är reduktion av ackommodationsvidden ett av de mest påtagliga synrelaterade problemen. Tabell 2 visar intervallet för det tydliga seendet i åldrar >60 år med ålderssynthet av olika grad.

Tabell 2. Intervall för tydliga seendet med rätt lästillägg vid ålderssynthet (Tunnacliffe, 1997).

| Ålder | Addition (Dioptrier) | Arbetsavstånd (cm) | Intervall för tydligt seende (cm) |
|-------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 60 | + 1,75 | 40 | 57 till 36 |
| | + 2,25 | 35 | 44 till 31 |
| | + 2,75 | 30 | 36 till 27 |
| 70 | +2,50 | 35 | 40 till 33 |
| | +3,00 | 30 | 33 till 29 |
| | + 3,75 | 25 | 27 till 24 |

Det tydliga seendets intervall minskar med ökad grad av ålderssynthet. Notera att intervallet blir kortare då arbetsavståndet reduceras. Med kort arbetsavstånd kombinerat med hög addition i synkorrektionen är intervaller för tydliga seendet mycket begränsade. På grund av denna begränsning är flexibiliteten vid synavstånd på nära håll nedsatt och omöjliggör tydligt seende på flera synavstånd samtidigt. Hänsyn bör tas till denna begränsning i val av arbetsuppgifter för arbetstagare > 65 år. Fenomenet är inte korrelerat till behovet av korrektion hos äldre. Vid ny korrektion med starkare addition kommer detta fenomen att bli påtagligt, framför allt i de högsta additionstilläggen för glasögon. Det begränsade området för tydligt seende hos arbetstagare >65 år med addition av högre grad (>2,00 dioptrier) kräver att arbetsobjektet finns inom området för tydliga seendet. Begränsning finns i både djupled (enstyrke-, bifokala och multifokala glas) och i sidled (endast multifokala glas). Genom att röra på huvudet i sidled och kompensera för avstånd genom att luta sig framåt/bakåt eller lyfta på hakan ("gamnacke") kan begränsningen i korrektion kompenseras till viss del. Problematiken med påtvingade nackvridningar, onaturliga huvudrörelser och nack- och skulderbesvär har länge varit väl känt. Korrektionsalternativet multifokala glas möjliggör en ökad flexibilitet av synavstånd enligt vad glasets optiska design tillåter.

Då äldre arbetstagare har ett ökat behov av kontrast, förhöjd bländningskänslighet och samtidigt behöver en högre belysningsstyrka ska reflektion i glas undvikas genom att alltid behandla glasen med antireflex. Val av glastyp grundar sig på individuella arbetsuppgifter och synavstånd. Med tanke på det minskade intervallet för tydligt seende hos arbetstagare över 65 år kommer arbetsglasets optiska design vara av typen multifokalt glas då synavståndet varierar. Dagens multifokala arbetsglas är väl anpassade efter aktuella synbehov. Nödvändiga åtgärder får inte orsaka arbetstagaren några kostnader.

Synundersökningar

Mot bakgrund av den ökande förekomsten av synproblem och ögonsjukdomar i åldersgruppen 65 + bör regelbundna synundersökningar för åldersgruppen rekommenderas och därigenom kunna förebygga onödig utveckling av förändringar som kan leda till permanent synnedsättning. Ett exempel på en sådan rekommendation finns i "Retningslinjer för klinisk optometri" utarbetade av Norges Optikerförbund (2005).

Personer i åldersgruppen 65+, med och utan refraktivt fel eller samsynproblem, rekommenderas att undersöka ögonen med ett års intervall. Från 70 års ålder krävs läkarintyg i Norge för fortsatt kvarhållande av körkort. Liknande rekommendationer återfinns i Finland angående körkort. Motsvarande rekommendationer finns ännu inte i Sverige.

Några riskyrken i gruppen 65+ vad gäller synfunktioner

Bildskärmsarbete

Arbete vid bildskärm utgör en större påfrestning på det visuella systemet än vanlig läsning. Ett flertal orsaker finns, bland annat har konvergens och ackommodation en något sämre funktion ju högre blickriktningen är i samband med närarbete och blinkfrekvensen sjunker. En lägre blinkfrekvens exponerar ögat för torrhet. En ökad bländningsrisk uppkommer då blickriktningen överstiger den rekommenderade nedåtriktade blickvinkeln på 19-22°. Det är väl känt att bildskärmsarbete utgör en påfrestning på det visuella systemet. Associerade synrelaterade problem och symptom är mycket vanliga (CVS, Computer Vision Syndrome).

CVS inkluderar ögonproblem såsom rödögdhet, klåda, gruskänsla, ljuskänslighet, ögonspänning, ögonutmattning, brännande känsla i ögonen, irriterade ögon, torra ögon och suddig syn men även värk i nacke och skuldra och huvudvärk. De flesta studier indikerar att dataoperatörer rapporterar fler ögonrelaterade problem än kontorsarbetare utan datorbaserade arbetsuppgifter. Helland och medarbetare fann att visuellt obehag i samband med bildskärmsarbete, att det visuella obehaget var associerat med smärta i området kring nacke och skuldra (Helland et al., 2008a). Lindegård et al. (2012) fann i sin studie en stark association mellan låg komfort och utvecklade symptom i nacke, skuldra samt arm/hand. Då det blir allt fler äldre individer som arbetar längre och oftare vid datorn med synkrävande arbeten, är det viktigt att man använder datoranpassade glasögon. Då man har hittat kopplingar mellan öga och nacke, verkar detta få en ökad betydelse. Bra belysning, bra glasögon och väl synligt arbetsobjekt är några av de faktorer som spelar stor roll för en bra visuell arbetsmiljö. Studier gjorda på kontor där armaturer var individuellt inställningsbara visar på en högre tolerans för en större variation i belysningsnivå inom synfältet och kontorsbordet (Boyce, 1980).

Chaufförer

Äldre fordonsförare har ett flertal nedsättningar av synförmågan som påverkar trafiksäkerheten. Synskärpan, kontrastseendet och synfältet minskar vilket medför ökade svårigheter att upptäcka andra trafikanter och hindrar det perifera seendet (Owsley et al., 2012). Olyckor i korsningar ökar signifikant bland äldre. Återhämtningstiden efter bländning ökar vilket försvårar mörkerkörning, detta i kombination med den ljusspridning som uppstår vid den ökade opaciteten i linsen kan medföra stora svårigheter vid mörkerkörning men även vid starkt motljus dagtid. Linsens ökade stelhet och åldersseendet ökar svårigheterna att raskt växla synavståndet mellan instrumentpanelen, trafikanter och vägbanan. Trots de åldersrelaterade synproblem som äldre upplever, visar framtagna statistik att äldre bilförare sannolikt är med om färre trafikolyckor än unga förare. Detta beror på att äldre bilförare avstår bilkörning i högre grad på grund av deras medvetenhet om den försämrade synskärpan (Grosvenor, 2007).

Användandet av ett ökat antal mediciner ökar risken för att någon medicin påverkar körförmåga och uppmärksamhet, risken för interaktionseffekter mellan två eller flera preparat ökar också. Dessutom ökar ibland känsligheten med ökad ålder. Det framhålls dock från t.ex.S svenska och finska experter att dessa funktionsnedsättningar till en del balanseras av att äldre har erfarenhet och ett ofta lugnare körsätt än yngre förare. Dessa åldersrelaterade effekter måste ändå tas i särskilt beaktande vad gäller fortsatt verksamhet som yrkeschaufför efter 65+.

Elektriker

Svaga färger och mycket liten och oskarp text på kablar och kopplingsscheman i kombination med ofta svag belysning i trånga utrymmen samt obekvämlig blickriktning och korta synavstånd i elskåp utgör en ökad visuell belastning för äldre elektriker. Detta medför även ökad muskuloskeletal belastning samt ökad risk för felaktiga åtgärder vid sammanblandning av färger eller felaktigt avläst text.

Tandläkare

Dentalt arbete är ett precisionsarbete som kräver god synskärpa och gott kontrastseende för att utföra korrekta åtgärder på tandytor. Patientens placering medför ofta kraftigt böjd nacke för att minska ett relativt långt synavstånd till munhålan och för det precisionsarbete som krävs. Det är rimligt att anta att försämrad synskärpa och kontrastseende ökar risken för belastningsbesvär, felbehandling och därmed stressnivå för tandläkaren. En ytterligare svårighet vid stigande ålder är de varierande synavstånd som förekommer till munhåla, instrumentbord, visuell kommunikation med tandsköterska och kollegor som kommer in i undersökningsrummet eller bara stannar till i dörren för t ex rådfrågning.

Arbete i kontrollrum

Detta innebär läsning av manualer, checklistor etc samt avläsning av många displayer och manöverinstrument på synavstånd som varierar från näst intill några få centimeter upp till flera meters avstånd till väggdisplayer. Informationstexten på instrument och strömbrytare är ofta liten för att den ska rymmas bland alla andra detaljer på instrumentpanelen. Det åldrade ögat har som nämnts svårigheter vid starkt skiftande och frekvent alternerande synavstånd.

Arbete i kontorslandskap medför ofta att arbetstagaren utsätts för i viss mån bländande ljuskällor avsedda för de närmaste kollegornas belysning. Äldre arbetstagare har ökade bländningsproblem med starka ljuskällor även i periferin.

Sjukvårdsarbete

Personalgrupper som arbetar på intensivvårdsavdelningar, där dagsljusinsläppet ofta är marginellt eller obefintligt och det artificiella ljuset dag som natt är fullt upptänt, riskerar störd dygnsrytm (Flo et al., 2012). Ett drastiskt exempel på dagsljusets synkroniserande effekter är att intensivvårdspatienter med tillgång till dagsljus och utblick på gruppnivå påvisats behöva kortare vårdtider (Walch et al., 2005; Taguchi et al., 2007). För patienterna har dagsljusstillgång till och med påvisats medföra något lägre dödlighet jämfört med motsvarande intensivvårdspatienter som vårdas i ett ljus som inte följer dagsljusets normala variationer (Castro et al., 2012). Flera försök gällande sjukhuspersonal med begränsad eller marginell dagsljusexponering har inbegripit exponering för starkt ljus i speciella ljusboxar för att söka kompensera bristen på dagsljus. Det är vid nybyggnation, liksom vid alla andra förändringar viktigt att säkerställa att de åtgärder avsedda att minska energiförbrukningen inte medför försämrade belysningsförhållanden, något som mest påtagligt skulle drabba den äldsta åldergruppen personal och patienter.

Framtida forskning

I vår ingående litteratursökning gällande arbets- och arbetsmiljörelaterade konsekvenser av äldre arbetstagares fysiologiska och patologiska förändringar i ögat, var antalet relevanta träffar få, vilket påvisar ett behov av ökad framtida forskning inom området för att verksamma inom arbetsmiljöområdet på ett bättre sätt ska kunna bedöma risker och behov av åtgärder för arbetstagare i intervallet över 65 år.

Sammanfattande slutsatser

Visuella effekter

- Åldersrelaterade ögonförändringar resulterar i en generellt försämrad synskärpa, försämrad synskärpa i låg kontrast och försämrad synskärpa i närvaro av bländning, en generellt nedsatt kontrastkänslighet och en nedsatt kontrastkänslighet med synobjekt i låg kontrast, en allmänt sämre synfunktion i låga luminansnivåer, behov av högre belysningsnivå men samtidigt en ökad känslighet för bländning, sämre reaktionstid för upptäckbarhet i synfältet för uppmärksamhet då delad observans finns, ett mycket reducerat intervall för tydliga seendet på när- och mellanavstånd, ökad frekvens av torra ögon i samband med bildskärmsarbete.
- Det reducerade intervall inom vilket arbetstagare med hög ålder kan se skarpt medför att de i ökad omfattning måste anpassa huvudets position och kroppsställning för att förbättra seendet. Detta i kombination med en svagare och mer känslig konstitution är kända riskfaktorer för belastningsbesvär.
- Enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbete vid bildskärm (Arbetsmiljöverket, 1998b) ska arbetsgivaren se till att arbetstagaren får genomgå en synundersökning med regelbundna intervall, och vid behov då arbetstagaren arbetar med skärm- och displaybaserade arbetsuppgifter mer än en timme per dag. Då arbetstagare >65 år har frekvent mer synrelaterade problem än yngre arbetstagare kan behov finnas av kortare tidsintervall mellan synundersökningstillfällena. Synundersökning ska då i hög grad fokusera på åldersrelaterade synförändringar och behov av eventuella åtgärder.
- Resultaten har inte kunnat verifiera, men motsäger inte heller, att en förhöjd risk finns för ökade skaderisker för den åldrade individen själv samt i vissa yrken även för kollegor i närheten. Således finns ett kunskapsbehov om det ökade ljusbehovet och minskade synskärpan hos äldre inverkar på arbetsskaderisker som t ex fallskador och hur dessa påverkas av den med åldern starkt ökande frekvensen av katarakt och glaukom.
- Orientering i rummet och byggnaden och läsbarhet av skyltar kan vara särskilt svårt för äldre eftersom färgdiskrimination, synskärpa och funktionellt synfält minskar med åldern. Skyltars position, kontrast nivån, färg och storlek påverkar de äldsta arbetstagarnas förutsättningar att fungera väl i sin arbetsmiljö.
- Dålig synskärpa och kontrastseende, i kombination med sänkt förmåga att hålla uppmärksamhet på flera pågående processer samtidigt, kan påverka orienteringsförmågan i rummet och medföra en ökad risk för fallolyckor.

Icke visuella effekter

- Litteraturgenomgången visar att det under de senaste 15 åren publicerats ytterst lite, om ens någon, forskning gällande hur äldre vuxna påverkas av dagsljus i arbetsmiljön.
- Arbetsmiljöverket anger värden i standarden SIS SS-EN 12464-1 som riktlinjer för belysningsstyrkor i sina föreskrifter om arbetsplatsens utformning (Arbetsmiljöverket, 2009). Dessa riktlinjer tar dock inte hänsyn till behovet av högre belysningsstyrkor för adekvat reglering av dygnsrytmen. Det gäller särskilt äldre arbetstagare som har ett åldersrelaterat lägre ljustillförlämplighet på näthinnan och som kan antas vistas mindre utomhus under arbetsdagarna.
- Vad gäller prestation framgår att högre ljusnivåer inte i sig är den optimala lösningen. Behoven styrs i hög grad av villkoren för uppgiften och till den personen som utför denna.
- En stor del av forskningen gällande dagsljus och dess koppling till prestation och välbefinnande har utförts under artificiella ljusförhållanden. Detta faktum bör noteras vid granskning och slutsatser utifrån denna litteratur.
- I Sverige måste inverkan av säsongsvariationer i ljusexponeringen beaktas extra noggrant med tanke på de internationellt sett dramatiska förändring i ljusnivåer som uppstår på våra breddgrader. Hittills finns få svenska studier som relaterar variationen i dagsljus till prestation.
- Sveriges geografiska läge medför att lågt stående sol är vanligt förekommande under en avsevärd del av dagen och under en stor del av året. Äldre arbetstagare löper ökad risk för bländning vid näst intill horisontellt infallande solljus från fönster i arbetslokalen.
- En indikation i översikten är att äldre kommer att gynnas av förbättrade dagsljusförhållanden vad gäller: distributionssättet, reflektioner, skuggbildning, tidsmönster och dynamik i exponering, fönsterutformning och ökad hänsyn till risk för bländning.
- Ett fönster eller en öppning som ger bländfritt ljus och utblick mot den yttre miljön är fortfarande en utmaning för ljusdesigners och arkitekter, existerande bestämmelser följs dock inte idag i tillräcklig omfattning. Goda ljusförhållanden ska eftersträvas i hela byggnaden, från arbetsområden till samlingsutrymmen och kommunikationsleder för att bli en stödja den äldres minskade förmåga att anpassa sig från mörker till ljus och vice versa.
- Det finns ett behov av studier som går utöver ren belysning och ljusnivåer, bli insikter i hur belysningen av ett utrymme kommunicerar funktion och bidrar till känslan av välbefinnande och tillfredsställelse. Detta kan bidra till att mer i detalj förstå arbetstagarnas, och då i hög grad de äldres, förhållningssätt till sin arbetsmiljö.
- Att tillhandahålla lösningar för äldres behov av ökad vistelse i dagsljus är även en designfråga. Detta bör tas i beaktande från början av utformningen av en byggnad och här finns ett stort forskningsbehov. Ljusdesigners måste involveras från början i den arkitektoniska processen av varje nytt byggprojekt.
- I § 2 i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om Arbetsplatsens utformning (Arbetsmiljöverket, 2009) definieras *Belysning* enbart som artificiell belysning. Dagsljus inkluderas således inte som ett belysningsalternativ. Detta är olyckligt då de följande paragraferna 10-14, vilka tar upp ljusmiljöns planering, utförande och underhåll; anpassning till individens behov bländning, möjligheter till anpassning till olika ljusförhållanden, färgåtergivning,

läsbarhet mm, enbart nämner dessa faktorer i samband med belysning, dvs artificiellt ljus. Parametrar som dessa är minst lika viktiga i dagsljusupplysta lokaler och lokaler, och Arbetsmiljöverket föreslås därför ändra definitionen av belysning till att även inkludera dagsljus. På så sätt skulle Arbetsmiljöverket kunna säkerställa möjligheterna att ställa synergonomiskt välmotiverade krav även i lokaler upplysta med dagsljus, något som i flera avseenden skulle gagna den äldsta delen av arbetsstyrkan.

- Ett rum med dagsljusfaktor med ett värde på två beräknas få en belysningsstyrka från dagljuset på upp till cirka 100 lx dagtid. Detta faktum ger Arbetsmiljöverkets anledning att överväga införande av krav på motsvarande nivå på dagsljusfaktorn vid svenska arbetsplatser.

Referenser

- ALADIN Consortium, Fact Sheet (accessed on January 2010).
<http://www.ambient-lighting.eu/10-0-aims.html>
- ALADIN Consortium, Deliverable 1.3, Description of support measures aimed at preserving the mental and physical fitness of older adults. April 2007, 14 (accessed on August 2009)
http://www.ambient-lighting.eu/files/aladin_1.3.pdf
- Anshel, J. (2005). Visual Ergonomics Handbook. Florida, USA. Taylor & Francis Group.
- ANSI/ IES (2007). RP-28-07 Lighting and the visual environment for senior living. IESNA, USA; ISBN: 978 0 87995 223.
- Arbetsmiljöverket (1998a). Belastningsergonomi. AFS 1998:01.
- Arbetsmiljöverket (1998b). Arbete vid bildskärm. AFS 1998:05.
- Arbetsmiljöverket (2009). Arbetsplatsens utformning. AFS 2009:02.
- Benedetti, F., Colombo, C., Barbini, B., Campori, E., Smeraldi, E. (2000). Morning sunlight reduces length of hospitalization in bipolar depression. *Journal of Affective Disorders*, 62, 221-223.
- Berman, S. M., Greenhouse, D. S., Bailey, I. L., Clear, R. D., Raasch, T. W. (1991) Human electroretinogram responses to video displays, fluorescent lighting, and other high frequency sources. *Optom. Vis. Sci.*, 68, 645-62.
- Bjørset, H. H., (1994). Lys og belysning i arbeidsmiljøet. Tapir Förlag.
- Boyce, P. R., (1980). Observations of the manual switching of light. *Light. Res. Technol.*, 12, 195-205.
- Boyce, P. (2003). *Human Factors in Lighting*. 2nd edition. Taylor and Francis Group.
- Boyce, P., Hunter, C., Howlett, O. (2003). The benefits of daylight through windows. Lighting research Centre, New York.
- Bowers, A. R., Meek, C., Stewart, N. (2001). Illumination and reading performance in age-related macular degeneration. *Clin. Exp. Optom.*, 84, 139-47.
- Brainard, G.C., Sliney, D., Hanifin, J.P., Glickman, G., Byrne, B., Greeson, J.M., Jasser, S., Gerner, E., Rollag, M.D. (2008). Sensitivity of the human circadian system to short-wavelength (420-nm) light. *J Biol Rhythms.*, 23(5), 379-86.
- Brown, B. & Kitchin, J. (1983). Dark adaptation and the acuity/luminance response in senile macular degeneration (SMD). *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 60, 645-50.
- Brunnström, G., Sörensen, S., Alsterstad, K., Sjöstrand, J. (2004). Quality of light and quality of life - the effect of lighting adaptation among people with low vision. *Ophtal. Physiol. Opt.*, 24, 274-80.

- Burton, R., Crabb, D.P., Smith, N.D., Glen, F.C., Garway-Heath, D.F. (2012). Glaucoma and reading: exploring the effects of contrast lowering of text. *Optom Vis Sci.*, 89 (9), 1282-7.
- Castro, R.A., Angus, D.C., Yeon Hong, S., Lee, C., Weissfeld, L.A., Clermont, G., Rosengart, M.R. (2012). Light and the outcome of the critically ill: an observational cohort study. *Critical Care*, 16:R132.
- CIBSE (1994). Code for interior lighting. Chartered Institution of Building Services Engineers. London.
- CIE (2011). CIE guide to increasing accessibility in light and lighting 196:2011 ISBN 978 3 901906 947.
- Cohen, J. M. & Rosenthal, B. P. (1988). An evaluation of an incandescent neodymium light source on near point performance of a low vision population. *J. Vision Rehabil.*, 2, 15-21.
- Dainoff, M. J. (1982). Visual fatigue in VDT operators. In: Grandjean E, Vigliani E., 1980 (Eds.), *Ergonomic aspects of visual display terminals*. Taylor & Francis, London. pp. 95-99.
- Dansk Standard. (1998). DS 700. Retningslinjer for kunstig belysning i arbejdslokaler.
- Demb, J. B. (2002). Multiple Mechanisms for Contrast Adaptation in the Retina. *Neuron*, 36 (5), 781-3.
- de Vroom, B. & Guillemard, A. M. (2002). From Externalisation to intergration of older workers: Institutional changes at the end of the worklife. In: Jensen, PH & Goul Andersen, J (Eds.). *Changing labour markets, welfare policies and citizenship*. Policy press. Bristol.
- Duane, A. (1922). Studies in monocular and binocular accomodation with their clinical implication. *Am J Ophthalmol.* 5, 865-877. In: Benjamin, J. W., 2006 (second edition), *Borish's Clinical Refraction*. Elsevier, Butterworth Heinemann, St Louis, Missouri. pp. 128-9.
- Edwards, L. & Torcellini, P. A. (2002). Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants National Renewable Energy National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-550-30769.
- Ejhed, J. (1991). Lighting and environmental design - a full scale study. Proceedings of the 22nd CIE session, Melbourne Australia.
- Ejhed, J. (2003). Architectural Lighting - Development of the quality concept. In 2nd LUX Pacifica Lighting Conference, Bangkok. E32-34.
- Eldred, K. B. (1992). Optimal illumination for reading in patients with age-related maculopathy. *Optom. Vis. Sci.*, 69, 46-50.
- Elliot, P. E. (1971). Changes in refraction and vision with age. Masters Thesis. London: City University.
- Elliott, D. B., Chang, K. C. H., Whitaker, D. (1995). Visual acuity changes throughout adulthood in normal, healthy eyes: Seeing beyond 6/6. *Optom Vis Sci.*, 72, 186-91.

- Energimyndigheten (2009).
http://www.energimyndigheten.se/Global/Statistik/Förbättrad%20energistatistik/Festis/Final_report.pdf.
- EU. 89/654/EEG Minimikrav för säkerhet och hälsa på arbetsplatsen. Första särdirektivet. European Agency for Safety and Health at Work.
- Eurostat (2012). Active aging and solidarity between generations – as statistical portrait of the European Union, ISSN: 1830-7906.
- Evans, B. J. W., Sawyerr, H., Jessa, Z., Brodrick, S., Slater, A. I. (2010). A pilot study of lighting and low vision in older people. *Lighting Res. Technol.*, 42, 103-19.
- Favero, F. (2010). Light and health: Possibilities for research. KTH STH Lighting laboratory.
- Favero, F. (2011). Daylight and Artificial Light Qualities for the Design of Future Spaces, Development of a Methodology. Proceedings of the 27th CIE session, South Africa, 2, 58-60.
- Fetveit, A., Skjerve, A., Bjorvatn, B. (2003). Bright light treatment improves sleep in institutionalised elderly - an open trial. *Int J Geriatr Psychiatry*, 18 (6), 520-6.
- Figueiró, M. G., Eggleston, G., Rea, M.S. (2002). Effects of blue light exposure on behavior of Alzheimer's and non-Alzheimer's patients.
<http://www.lrc.rpi.edu/programs/lightHealth/pdf/alzheimerStudy.pdf>
- Figueiró, M. G., Saldo, E., Rea, M. S., Kubarek, K., Cunningham, J., Mark Rea, M. S. (2008). Developing architectural lighting designs to improve sleep in older adults. *The Open Sleep Journal*, 1, 40-51.
- Flo, E., Pallesen, S., Magerøy, N., Moen, B. E., Grønli, J., Nordhus, I. H., Bjørn Bjorvatn, B. (2012). Shift Work Disorder in Nurses – Assessment, Prevalence and Related Health Problems. *PLoS ONE* 7 (4): e33981. doi:10.1371/journal.pone.0033981.
- Fontoynt, M. (2009). Long term assessment of costs associated with lighting and daylighting techniques 3rd VELUX Daylight Symposium in Rotterdam, 13-14 May 2009.
- Fosse, P. & Valberg, A. (2004). Lighting needs and lighting comfort during reading with age-related macular degeneration. *J. Vis. Impair. Blind.*, 98, 1-23.
- Garzia, R. P. (1996). Vision and reading. Mosby-Year Book, Inc., St. Louis Missouri, USA, pp. 102-103.
- Giniger, S., Dispenzieri, A., Eisenberg, J. (1983). Age, experience and performance on speed and skill jobs in an applied setting. *Journal of Applied Psychology*, 68 (3), 469-75.
- Grosvenor, T. (2007). Primary care Optometry. 5th edition. Kap 17. Age-related vision problems. p. 404. Butterworth-Heinemann, Elsevier Inc. St. Louis, Missouri.
- Guillemard, A. M. (1989). The trend towards early labour force withdrawal and the reorganisation of the life course: a cross-national analysis. pp 163-180. In: Johnson, P., Conrad, C., Thomson, D. Workers versus pensioners: Intergenerational justice in an ageing world. Manchester University Press, Manchester & New York.

- Hagerstrom-Portnoy, G., Schneck, M. E., Brabyn, J. A. (1999). Seeing into Old Age: Vision Function beyond Acuity. *Optom. Vis- Sci.*, 76, 141-58.
- Haymes, S. A. & Lee, J. (2006). Effects of task lighting on visual function in age-related macular degeneration. *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 26, 169-179.
- Helland, M., Horgen, G., Kvikstad, T. M., Garthus, T., Bruenech, J. R., Aarås, A. (2008a). Musculoskeletal, visual and psychosocial stress in VDU operators after moving to an ergonomically designed office landscape. *Applied Ergonomics*, 39, 284-95.
- Helland, M., Horgen, G., Kvikstad, T. M., Garthus, T., Aarås, A. (2008b). Will Musculoskeletal, Visual and Psychosocial Stress Change for Visual Display Unit (VDU) Operators When Moving From a Single-Occupancy Office to an Office Landscape? *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 14, 259-74.
- Hemphälä, H. & Eklund, J. (2012). A visual ergonomics intervention in mail sorting facilities: Effects on eyes, muscles and productivity. *Applied Ergonomics*, 43(1), 217-229.
- Heschong-Mahone Group (1999a). *Skylighting and retail sales: an investigation into the relationship between Daylighting and Human Performance*, Sacramento, CA: Pacific Gas Company.
- Heschong-Mahone Group (1999b). *Daylighting in schools: an investigation into the relationship between Daylighting and Human Performance*, Sacramento, CA: Pacific Gas Company.
- Hopkinson, R.G. & Collins, J.B. (1970). *The ergonomics of Lighting*. Macdonald Technical and Scientific.
- Horgen, G., Eilertsen, G., Falkenberg, H. (2012). Lighting old age - how lighting impacts the ability to grow old in own housing, part one. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41, Supplement 1.
- Hubalek, S., Brink, M., Schierz, C. (2010). Office workers' daily exposure to light and its influence on sleep quality and mood, *Lighting Res. Technol.*, 42, 33-50.
- IES, *Lighting and the visual environment for senior living IES RP 28-07*. ISBN 9780879952235.
- Ikeda, F., Ikeda, M., Shioiri, S., Takao, M. (1985) Functional visual field of patients with visual field loss. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 29 (2), 222-37.
- ISO/IEC (2001). *Guidelines for standard developers to address the needs of older person and persons with disabilities*. ISO/IEC Guide 71.
- Itoh, N., Sagawa, K., Fukunaga, Y. (2009). Useful visual field at a homogeneous back- ground for old and young subjects. *Gerontechnology*, 8 (1), 42-51.
- Izso, L., Laufer, L., Suplicz, S. (2009). Effects of dynamic lighting on the visual performance of older adults. *Lighting Res. Technol.*, 41, 361-70.
- Jackson, G. R. & Owsley, C. (2003). Visual dysfunction, neurodegenerative diseases, and aging. *Neural Clin.*, 2183, 709-28.

- Julian, W. G. (1984). Variation in near visual acuity with illuminance for a group of 27 partially sighted people. *Lighting Res. Technol.*, 16, 34–41.
- Kitchin, J. E. (1981). Assessment of visual functions of patients with senile macular degeneration. *Aust. J. Optom.*, 64, 176–183.
- Kretschmer, V., Griefahn, B., Schmidt, K-H. (2011). Bright light and night work: effects on selective and divided attention in elderly persons. *Lighting Res. Technol.*, 43, 473-86.
- Kohli, M. & Rein, M. (1991). The Changing Balance of Work and Retirement. pp.1–35. In: *Time for Retirement: Comparative Studies of Early Exit from the Labor Force*, ed. Martin Kohli, Martin Rein, Anne-Marie Guillemard och Herman van Gunsteren. New York: Cambridge University Press.
- LaGrow, S. J. (1986). Assessing optimal illumination for the visual response accuracy in visually impaired adults. *J. Vis. Impair. Blind.*, 83, 888–95.
- Laubli, T., Hunting, W., Grandjean, E. (1981). Postural and visual loads at VDT workplaces: II Lighting conditions and visual impairments. *Ergonomics*, 24, 933-44.
- Lavery, J.R., Gibson, J.M., Shaw, D.E., Rosenthal, A.R. (1988). Vision and visual acuity in an elderly population. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 8(4), 390–3.
- Lighting Research Centre (2001). *Lighting the way: a key to independence*.
<http://www.lrc.rpi.edu/programs/lightHealth/AARP/senior/index.asp>
- Lindegård, A., Wahlström, J., Hagberg, M., Vilhelmsson, R., Toomingas, A., Wigaeus Tornqvist, E. (2012). Perceived exertion, comfort and working technique in professional computer users and associations with the incidence of neck and upper extremity symptoms. [Article in Press] *BMC Musculoskeletal Disorders*.
- Ljuskultur (1990). *Belysning inomhus. Riktlinjer och rekommendationer*. Ljuskultur, Stockholm.
- Ljuskultur (2009).
<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/belysningsplanering/krav-pa-bra-belysning/>
- Ljuskultur (2012). Nytt verktyg för visualisering av ögats förändringar. *Ljuskultur* 3/2012, 25-31.
- Loewenfeld, I. E. (1999). *The pupil: anatomy, physiology, and clinical applications*. Boston: Butterworth Heinemann. 0-7506-7143-2. "Based on cooperative work with Otto Lowenstein." Originally published: Ames: Iowa State University press, 1993.
- Martin, L. (1997). *Att mäta syn*. Författares Bokmagasin/ordgruppen, Stockholm.
- Moss, S. E., Klein, R., Klein, B. E. K. (2004). Incidence of Dry Eye in an Older Population. *Arch. Ophthalmol.*, 122, 369-373.
- NAI (2007). *National Institute on Aging. Why Population Aging Matters: A Global Perspective*. US Department of Health & Human Services. Publication No. 07-6134, p. 2.

- Neitz, M., Neitz, J. (2000). Molecular genetics of color vision and color vision defects. *Arch Ophthalmol.*, 118(5), 691-700.
- Norges Optikerforbund. (2005). *Retningslinjer i klinisk optometri*. s. 25-43.
- North, R. V. (2001). *Work and the Eye*. Second edition. ISBN 0 7506 4172 X. Butterworth-Heinemann. Oxford.
- OECD (2003). *Ageing and Employment Policies: Sweden*. OECD, Paris.
- Owsley, C., McGwin, G Jr., Searcey, K. (2012). A Population-Based Examination of the Visual and Ophthalmological Characteristics of Licensed Drivers Aged 70 and Older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, Sep 14 (e-publ.).
- Partonen, T. (2007). Sleep and Mental Health, lecture at the "Light and Health" Seminar at TKK - Helsinki, in May 2007.
- Rabbetts, R. B. (2006). *Bennett & Rabbetts' Clinical Visual optics* (third edition). Elsevier, Butterworth Heinemann, Edingburgh. p. 118.
- RFV Analyserar (2003). *Arbetsförhållande - orsak till sjukskrivningar*. Stockholm, Riksförsäkringsverket 2003:10.
- Richter, H.O., Zetterlund, C., Lundqvist, L.O. (2011). Eye neck interactions triggered by visually deficient computer work. *IOS Press, Work*. 39, 67-78.
- Richter, H., Lodin, C., Forsman, M. (2012). Temporal aspects of increases in eye-neck activation levels during visually deficient near work. *Work: A journal of Prevention, Assessment and rehabilitation*. 41 (Supplement 1), 3379-84.
- Roenneberg, T. & Merrow, M. (2005). Circadian clocks - the fall and rise of physiology. *Nature reviews | Molecular cell biology*, 6, 965-971.
- Rosenbloom, A. A. (2007). *Rosenbloom & Morgan's vision and aging*. St. Louis, MI, USA: Butterworth-Heinemann.
- Sadun, A.A., Libondi, T. (1990). Transmission of light through cataracts. *Am J Ophthalmol.*, 110, 710-2.
- Schneck, M. E. and Haegerström-Portnoy, G. (2003). Practical assessment of vision in the elderly. *Ophthalmology clinics of North America*, 16 (2), 269-87.
- Sekuler, R., Owsley, C., Hutman, L. (1982). Assessing Spatial Vision of Older People. *Am. J. Optom.*, 59, 961-8.
- Sheedy, J. E. (2003). *Diagnosing and treating computer-related vision problems*. Elsevier Science, Inc, US.
- Sheedy, J. E., Hayes, J., Engle, J. (2003). Is all asthenopia the same? *Opt. Vis. Sci.*, 8 (11), 732-9.
- Sheedy, J. E., Smith, R., Hayes, J. (2005). Visual effects of the luminance surrounding a computer display. *Ergonomics*, 48 (9), 1114-28.

- Shirom, A., Toker, S., Berliner, S., Shapira, I., Melamed, S. (2008). The effects of physical fitness and feeling vigorous on self-rated health. *Health Psychology*, 27, 567-75.
- Silver, J. H., Gould, E. S., Irvine, D., Cullinan, T. R. (1978). Visual acuity at home and in eye clinics. *Trans. Ophthalmol. Soc. UK*, 98, 262-266.
- Sinoo, M., van Hoof, J., Kort, H.S.M. (2011). Light conditions for older adults in the nursing home: assessment of environmental illuminances and colour temperature. *Building and Environment*, 46, 1917-27.
- SIS SS-EN 12464-1. Ljus och belysning - Belysning av arbetsplatser - Del 1: Arbetsplatser inomhus. SIS, Swedish Standards Institute, Stockholm.
- Slataper, F. J. (1950). Age norms of refraction and vision. *Arch. Ophthalmol.*, 43(3), 466-81.
- Sloan, L. L. (1969). Variation of acuity with luminance in ocular disease and anomalies. *Doc. Ophthalmol.*, 26, 384-93.
- Starby, L. (2006). En bok om belysning. Ljuskultur. Fingraf Tryckeri AB, Södertälje.
- Steinman, S. B., Steinman, B. A., Trick, G. L., Lehmkuhle, S. (1994). A sensory explanation for visual attention deficits in the elderly. Symposium paper. *Optometry and Vision Science*, 71 (12), 743-49.
- Sörensen S. & Brunnström G. (1995). Quality of light and quality of life: An intervention study among older people. *Lighting Res Technol.*, 27 (2), 113-8.
- Taguchi, T., Yano, M., Kido, Y. (2007). Influence of bright light therapy on postoperative patients: A pilot study. *Intensive Crit Care Nurs*, 23, 289-297.
- Thibos, L. N., Bradley, A., Hong, X. (2002). A statistical model of the aberration structure of normal, well-corrected eyes. *Ophthalmic Physiol Opt.*, 22 (5), 427-33.
- Torrington J. M & Tregenza P. R. (2007). Lighting for people with dementia *Lighting Res. Technol.*, 39 (1), 81-97.
- Tunnacliffe, A. H. (1997). Introduction to Visual optics. 4th edition. The Association of British Dispensing Opticians, London.
- Veitch, J.A. & Newsham, G.R. (2000). Preferred luminous conditions in open-plan offices: Research and practice recommendations. *Lighting Research and Technology*, 32, 199-212.
- Vetter, S., Jochems, N., Kausch, B., Mütze-Niewöhner, S., Schlick, C. M. (2010). Age-induced change in visual acuity and its impact on performance in a target detection task with electronic information displays. IOS Press. *Occupational Ergonomics*, 9, 99-110.
- Wadensjö, E. (1995). "De äldre på arbetsmarknaden" i 1990-talets arbetsmarknad i Norden. Nord 1995:5, Nordiska ministerrådet, Köpenhamn.
- Wadensjö, E. & Sjögren, G. (2000). Arbetslinjen för äldre i praktiken: En studie för riksdagens revisorer. Institutet för social forskning, Stockholm.

- Walch, J. M., Rabin, B. S., Day, R., Williams, J. N., Choi, K., Kang, J. D. (2005). The effect of sunlight on postoperative analgesic medication use: a prospective study of patients undergoing spinal surgery. *Psychosom Med.*, 67, 156-63.
- Waldrop, J. & Stern, S. M. (2003). *Disability Status: 2000*. Washington, DC: U.S. Census Bureau, Department of Commerce.
- Weale, R. A. (2000). Why we need glasses before a zimmer-frame. *Vision Res.*, 40, 2233-40.
- WHO (2002). *Active Ageing A Policy Framework*. Spain, World Health Organisation.
- Wirz-Justice, A. & Fournier, C. (2010). Light, Health and Wellbeing: Implications from chronobiology for architectural design. *World Health Design*, January 2010, 44-50.
- Wong, J., Lan, W., Ong, L.M., Tong, L. (2011). Non-hormonal systemic medications and dry eye. *Ocul Surf.*, 9(4), 212-26.
- Ygge, J. (2011). *Ögat & Synen*. Karolinska Institutet, University Press.
- Zetterlund, C., Lundqvist, L.O., Richter, H.O. (2009). The relationship between low vision and musculoskeletal complaints. A case control study between age-related macular degeneration patients and age-matched controls with normal vision. *J Optom.*, 2, 127-133.
- Östlund, B. (2012). *Kunskapsöversikt. Jobba längre - vad vet vi om äldre i arbetslivet?* Arbetsmiljöverkets rapporter 2012:10.



ARBETSMILJÖ
VERKET

Arbetsmiljöverket
112 79 Stockholm
Besöksadress Lindhagensgatan 133
Telefon 010-730 90 00
Fax 08-730 19 67
E-post: arbetsmiljoverket@av.se
www.av.se

ISSN 1650-3171

This publication can be downloaded from
www.av.se/publikationer/rapporter/

Vår vision: *Alla vill och kan skapa en bra arbetsmiljö*