

Werkverlichting: visuele en biologische effecten (2)

Een driedelige serie over werkverlichting

Ir. W.J.M van Bommel
en
Ir. G.J. van den Beld

De twee auteurs, afgestudeerd in respectievelijk natuurkunde en elektrotechniek, werken sinds het begin van de jaren 1970 bij Philips Lighting. Zij zijn in verschillende functies betrokken geweest bij fundamenteel onderzoek van uiteenlopende verlichtingstoepassingen.

Wout van Bommel is president van het Comité International de l'Éclairage (CIE).

Gerrit van den Beld is de Nederlandse vertegenwoordiger van CIE Division 6, 'Fotobiologie en Fotochemie' en is bestuurslid van de Nederlandse Stichting Verlichting en Gezondheid, die streeft naar een bredere medisch-wetenschappelijke kennis van de invloed van licht op de mens.



Ir. W.J.M. van Bommel Ir. G.J. van den Beld

In het eerste deel van deze reeks werd het *biologisch proces van de visuele waarneming* belicht. Heel opmerkelijk daarin was de recente ontdekking van het bestaan van een derde fotoreceptorcel (Retinale ganglioncel type 3) in het netvlies van het menselijk oog. Deze receptorcel, die zonder aan een staafje of kegeltje te zijn gekoppeld zelfstandig een lichtprikkel kan produceren, kwam pas in 2002 'aan het licht'.

Dit maal is het onderwerp *Verlichting en visuele effecten* aan de beurt. De reeks wordt afgesloten met *Verlichting en biologische effecten*.

Een interessant toeval was, dat op de verschijningsdatum van het vorige nummer, waarin het eerste deel van deze reeks werd gepubliceerd, in vrijwel alle kranten een bericht stond over 'Biologische Werkverlichting' van Philips, die het in slaap vallen in de tijd van de baas moet gaan terugdringen...

Visuele prestaties

Werkverlichting omvat een grote reeks verschillende werkomgevingen en taken: van kantoren en kleine werkplaatsen tot enorme fabriekshallen; van lezen, schrijven en computerwerk tot fijn precisiewerk of zware industriële taken.

De verlichting moet altijd van voldoende kwaliteit zijn om de visuele prestaties te garanderen die nodig zijn voor de betrokken taken. De werkelijke visuele prestaties van een persoon hangen echter niet alleen af van de verlichtingskwaliteit, maar ook van zijn of haar eigen 'zichtcapaciteiten'. Leeftijd is daarin een belangrijk criterium want de verlichtingsbehoefte neemt toe naarmate men ouder wordt. Figuur 4 geeft de relatieve hoeveelheid licht die nodig is voor het lezen van een goed gedrukt boek, als functie van de leeftijd. Dit onderzoek is uitgevoerd met testpersonen die, als dat nodig was, de juis-

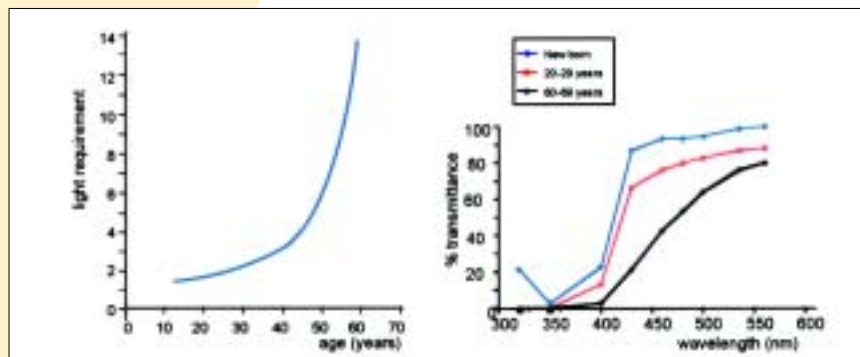
te leesbril droegen. Uit deze kromme blijkt duidelijk dat de leeftijd een buitengewoon grote invloed heeft. Een van de vele oorzaken van dit leeftijdseffect is de afnemende doorlatendheid van de ouder wordende ooglenzen: deze vergeelt geleidelijk (zie figuur 5). Deze afname betekent dat de lens steeds minder licht doorlaat naarmate hij ouder wordt. Ook betekent het dat steeds minder blauw licht wordt doorgelaten. Het oudere oog ziet dus een minder blauwe wereld.

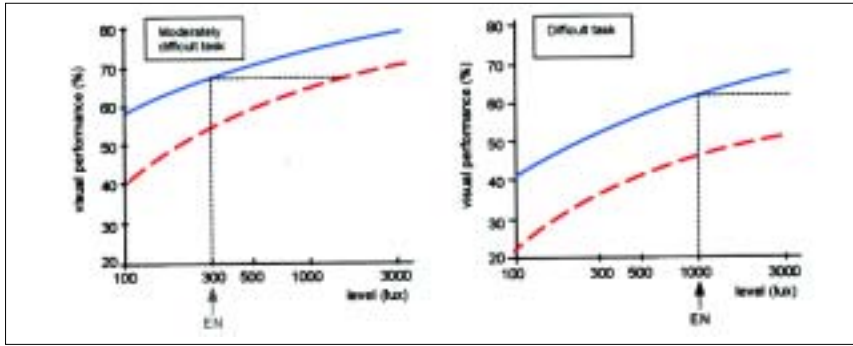
Figuur 6 illustreert de vele resultaten van onderzoeken naar de invloed van de verlichtingskwaliteit op de visuele prestaties. De krommen beschrijven de relatieve visuele prestaties als functie van het verlichtingsniveau voor visuele taken met verschillende moeilijkheidsgraden: links voor een gemiddeld moeilijke taak (bijv. kantoorwerk of algemeen machinewerk in een industriële omgeving) en rechts voor een moeilijke taak (bijv. kleurinspectie of fijn assemblagewerk). Bij alle taken nemen de visuele prestaties duidelijk toe bij een hogere verlichtingskwaliteit – in dit voorbeeld het verlichtingsniveau. In de grafiek zijn ook de vereiste verlichtingsniveaus (EN) aangeduid voor industriële omgevingen zoals die in veel gevallen worden gespecificeerd in de Europese Norm voor de verlichting van werkplekken.

Uit de grafiek blijkt dat de eisen volgens de Europese Norm in feite zijn afgestemd op jongere personen. De visuele prestaties van oudere medewerkers liggen aanzienlijk lager. Voor de gemiddeld moeilijke taak is dan compensatie mogelijk door verhoging van het verlichtingsniveau. Op momenten dat er onvoldoende daglicht is, vraagt dit in de praktijk om regelbare

Figuur 4. Relatie tussen leeftijd en de relatieve hoeveelheid licht die nodig is voor het lezen van goed drukwerk (bron: G.J. Fortuin).

Figuur 5. Doorlatendheid van de lens voor verschillende leeftijdscategorieën. De waarden zijn uitgedrukt als een percentage van het 560 nm-punt voor pasgeborenen (bron: aangepast uit G.C. Brainard et al.).





Figuur 6. Relatie tussen relatieve visuele prestaties (in %) en verlichtingsniveau (in lux).

Getrokken blauwe lijn: jonge personen; onderbroken rode lijn: oudere personen (bron: CIE).

EN: verlichtingsniveaus gespecificeerd in de Europese Norm.

verlichting boven het verlichtingsniveau dat wordt voorgeschreven door de 'EN-standaard'.

Natuurlijk leiden betere visuele prestaties op hun beurt tot betere prestaties bij langdurige werkzaamheden, wat zich uit in een hogere opbrengst en een lager aantal fouten. De mate waarin de verlichtingskwaliteit zorgt voor betere werkprestaties, hangt uiteraard ook af van de visuele eisen die de betrokken taak stelt. Een taak waarvoor het belangrijk is goed te kunnen zien zal meer profiteren van goede zichtcondities dan een taak met minder zware visuele eisen.

Visuele omgeving

Naast een effect op de visuele prestaties kan verlichting ook een krachtige invloed hebben op de sfeer en de visuele indruk van de werkplek. Een correct ontworpen werkomgeving kan een stimulerend effect hebben op de mensen die er werken. Tegenwoordig heeft men dan ook veel meer aandacht voor de indeling en het interieurontwerp van de werkplek. Goede verlichting kan de vormgeving van een interieur versterken, terwijl slechte verlichting het effect ervan kan verminderen of zelfs te niet doen.

Een belangrijk aspect in dit verband is de helderheid van de oppervlakken die de fysieke grenzen van de ruimte vormen, zoals wanden, vloeren en plafond. De helderheid van deze oppervlakken bepaalt in hoge mate hoe de totale ruimte wordt ervaren. Een andere factor is het vermijden van verblinding en ongewenste lichtreflecties. Verblinding is de sensatie die ontstaat als er binnen het visuele veld helderheidsniveaus optreden die aanzienlijk hoger zijn dan die waarop de ogen zich hebben ingesteld. Doordat de aanpassingsmogelijkheden van het oog beperkt zijn, kunnen abrupte helderheidsverschillen leiden tot lagere visuele prestaties en tot visuele stress en ongemak. Daarnaast verdienen ook de kleureigenschappen van het licht veel aandacht. De verlichting moet het mogelijk maken de 'echte' kleuren te

zien. Het is vooral belangrijk dat de menselijke huid in de juiste kleur wordt gezien, want verlichting waaronder de huid er bleek en ongezond uitziet, leidt vaak tot klachten. Verder speelt ook de kleurindruk van het licht zelf een rol bij het scheppen van sfeer in de ruimte. Dit kan zelfs een emotionele invloed hebben. Een enigszins blauwachtig wit licht geeft bijvoorbeeld een koele indruk die vaak wordt ervaren als zakelijk, terwijl roodachtig wit licht een warme indruk geeft met een gezellige en ontspannende sfeer.

Een laatste belangrijke factor die de kwaliteit van de werkomgeving bepaalt, is de toetreding van daglicht in het interieur. In de meeste gevallen valt het daglicht gelukkig minstens enkele uren per dag in het gebouw, waar het bijdraagt aan het totale verlichtingsniveau. Daglicht verbetert echter niet alleen de visuele prestaties door verhoging van het verlichtingsniveau, maar draagt – mits goed geregeld (bijv. door goed ontworpen ramen en zonwering) – door zijn dynamisch variërende intensiteit en kleur ook bij aan een goede werkomgeving. De dynamische veranderingen in het daglicht hebben namelijk een positieve invloed op stemming en stimulatie. Een uitgebreid onderzoek onder kantooromstandigheden toonde aan dat mensen er de voorkeur aan geven dat het normale daglicht in hun kantoor wordt aangevuld met kunstlicht: gemiddeld 800 lux boven de heersende daglichtbijdrage.

Zichtgerelateerde kwaliteitsaspecten van verlichtingsinstallaties

Voor een aantal van de genoemde kwaliteitsaspecten worden parameters gebruikt, die terug te vinden zijn in nationale en internationale normen. Tabel 1 geeft hier een overzicht van. De kleurimpressie van het licht zelf wordt niet gespecificeerd in de Europese Norm. Dat komt omdat de kleurimpressie voornamelijk wordt gezien als een kwestie van psychologische en esthetische ervaring en van wat als natuurlijk wordt beschouwd.

Voor de genoemde kwaliteitsaspecten schrijft de Europese Norm minimumwaarden voor, die zijn gespecificeerd voor verschillende situaties binnen kantoren en industriële omgevingen. Ze voldoen voor de meerderheid van de medewerkers aan de eisen die worden gesteld aan de visuele prestaties en het visuele comfort van werkplekken. We hebben echter al eerder besproken dat het leeftijds effect zoveel invloed heeft, dat erboven de 'EN Standaard verlichting' regelbare verlichting vereist is als het daglicht niet de hogere verlichtingsniveaus kan realiseren die vereist zijn voor het oudere oog. Iets om goed rekening mee te houden nu in veel organisaties de vergrijzing toeslaat.

Tabel 1. Visuele kwaliteitsaspecten van verlichtingsinstallaties met hun kwaliteitsparameters zoals gespecificeerd in de Europese Norm voor de verlichting van werkplekken.

Visueel kwaliteitsaspect:	Gehanteerde Kwaliteitsparameter:
Verlichtingsniveau	Gemiddeld niveau verlichtingssterkte, E_{av}
Ruimtelijke verdeling	Gelijkmatigheid, E_{min}/E_{av}
Kleurweergave	Ra

(Wordt vervolgd)