

# TVVL MAGAZINE

 **ARVAL**

*THEMANUMMER*

## COMFORT EN PRODUCTIVITEIT

Lawaai in open kantoorruimten

Gezond investeren in klimaatinstallaties

NulEnergie-gebouwen begrijpen

Jaargang 36 nr. 5 TVVL Magazine mei 2007

OFFICIEEL ORGAAN VAN DE NEDERLANDSE TECHNISCHE VERENIGING  
VOOR INSTALLATIES IN GEBOUWEN TVVL



Bezoek de TVVL website:  
[www.tvvl.nl](http://www.tvvl.nl)



## TVVL MAGAZINE

Versijnt maandelijks

### Redactieraad:

Drs. ir. P.M.D. Kruijse (voorzitter)  
Ir. J. Auferheijde  
Prof. dr. ir. J.L.M. Hensen  
Dr. L.C.M. Itard  
J.F.P.G. Kerdel  
H.Lodder  
G.J. Lugt  
Mevr. L.G.M. Swaning  
A.J. de Weijert (eindredacteur)  
Prof. ir. W. Zeiler  
Ing. F.J. Stouthart (nms. uitgever)

### Redactie:

Drs. ir. P.M.D. Kruijse (voorzitter)  
Ir. J. Auferheijde  
Mevr. L.G.M. Swaning  
A.J. de Weijert (eindredacteur)  
Ing. F.J. Stouthart (nms. uitgever)

### Redactie-adres:

TVVL: De Mulderij 12  
3831 NV Leusden  
Postbus 311  
3830 AJ Leusden  
Telefoon redactie (033) 434 57 50  
Telefax redactie (033) 432 15 81  
Email h.rotteveel@tvvl.nl  
Agendagegevens dienen één  
maand voor verschijning te  
worden ingediend.

### Uitgave en advertentie- administratie:

Merlijn Media BV  
Kanaalwijk 36b  
Postbus 275  
2740 AG Waddinxveen  
Telefoon (0182) 631717  
Telefax (084) 7458644  
Email info@merlijnmedia.nl  
www.merlijnmedia.nl



### Traffic:

Mariëlla van den Eng

### Abonnementen:

Merlijn Media BV  
Postbus 275  
2740 AG Waddinxveen  
Telefoon (0182) 631717  
Telefax (0182) 617815  
Benelux € 93,-  
Buitenland € 195,-  
Studenten € 72,-  
Losse nummers € 16,-  
Extra bewijs exemplaren € 11,-

Het abonnement wordt geacht gecon-  
tinueerd te zijn, tenzij 2 maanden voor  
het einde van de abonnementsperiode  
schriftelijk wordt opgezegd.

### Advertentie-exploitatie:

Merlijn Media BV  
Pieter J. Holst  
Telefoon (0182) 631717  
Telefax (0182) 617815  
Email info@merlijnmedia.nl

### Prepress:

Option One, Amsterdam

### Druk:

Hoontetijl, Utrecht

### ISSN:

0165-5523

© Merlijn Media BV, 2007

Niets uit deze uitgave mag worden ver-  
veelvoudigd en/of openbaar gemaakt  
door middel van druk, fotokopie, micro-  
film of op welke andere wijze ook, zonder  
schriftelijke toestemming van de uitgever.  
Publicaties geschiedt uitsluitend onder  
verantwoordelijkheid van de auteurs. Alle daar-  
in vervatte informatie is zorgvuldig gecon-  
troleerd. De auteurs kunnen echter geen  
verantwoordelijkheid aanvaarden voor de  
gevolgen van eventuele onjuistheden.

## Gezonde investe- ringen in klimaat- installaties

Klimaatinstallaties in kantoren worden in ons land vaak ontworpen op basis van het Rijksgebouwendienst-klimaat. Door een meerinvestering in een beter thermisch binnenklimaat wordt een hoger comfortniveau bereikt met een hogere productiviteit. Dit artikel laat zien dat de baten daarvan ruimschoots opwegen tegen de kosten van de meerinvestering met marginaal hogere energiekosten voor koeling.

# 20

## Prestatieverlies in open kantoorruim- ten door lawaai

Steeds meer mensen werken in de diensten-  
sector, vaak in een gebouw. Een zo gezond en  
aangenaam mogelijke werkomgeving zorgt  
ervoor dat mensen ongehinderd en optimaal  
kunnen functioneren binnen een organisatie.  
Ook het voorkomen van lawaai in kantoor-  
ruimten speelt hierbij een rol.

# 30



### VOORPLAAT:

Het nieuwe kantoor-  
gebouw van leasemaat-  
schappij Arval in  
Houten. Verwarming  
en koeling vinden plaats  
door middel van een  
bodemenergiesysteem.

TVVL Magazine is het officiële orgaan van de Nederlandse technische vereniging voor installaties in gebouwen, TVVL. De vereniging, opgericht op 26 mei 1959, heeft tot doel de bevordering van wetenschap en techniek op het gebied van installaties in gebouwen en vergelijkbare objecten. Als lid kunnen toetreden personen, werkzaam (geweest) in dit vakgebied, van wie mag worden verwacht, dat zij op grond van kennis en kunde een bijdrage kunnen leveren aan de doelstelling van de vereniging. Het abonnement op TVVL Magazine is voor leden en begunstigers van de TVVL gratis. De contributie voor leden bedraagt € 102,- per jaar. Informatie over de bijdrage van begunstigers wordt op aanvraag verstrekt.

## NulEnergie-gebou- wen begrijpen

Door het National Renewable Energy Laboratory (NREL) is een onderzoek uitgevoerd in de utiliteitssector om de uitvoerbaarheid van NulEnergie te evalueren. Dit onderzoek is gebaseerd op de mogelijke technologische vooruitgang voor het jaar 2025. Door NREL is daarnaast ook de haalbaarheid van NulEnergie onderzocht aan de hand van een evaluatie van zeven energiezuinige utiliteitsgebouwen.

# 60

### IN DEZE UITGAVE

#### DE WAARDE VAN COMFORT

Ir. P.A.L. Stoelinga . . . . . 6

#### CROSS CONTAMINATIE VIA AFVOER- EN VENTILATIESYSTEMEN IN GEBOUWEN

L.B. Jack . . . . . 12

#### WAT DOET DE KANTORENMARKT MET COMFORT EN ARBEIDSPRODUCTIVITEIT?

Ir. J.G. Mast. . . . . 16

#### GEZONDE INVESTERINGEN IN KLIMAAT- INSTALLATIES

Ir. E.N. 't Hooft, ir. C.P.G. Roelofsen, CFM . . . 20

#### VENTILATIE IN SCHOLEN

Ing. W.F. de Gids. . . . . 26

#### PRESTATIEVERLIES IN OPEN KANTOOR- RUIMTEN DOOR LAWAAI

Ir. C.P.G. Roelofsen. . . . . 30

#### ACTIEVE PCM KLIMATISERING IN NEDERLAND.

P. van Holten, ir. A.H.H. Schmitz,  
E. Schrijver, O. ten Zeldam . . . . . 36

#### VERLICHTING VOOR DE OUDER WORDENDE SAMENLEVING

J. van Hoof en A.M.C. Schoutens . . . . 42

#### BINNENKLIMAAT EN PRODUCTIVITEIT IN KANTOREN

Prof. O.A. Seppänen . . . . . 54

#### NULENERGIE-GEBOUWEN BEGRIPEN

P.A. Torcellini en Drury B. Crawley . . . 60

EEN 10 VOOR DE TVVL-BEGUNSTIGER. 48  
ACTUEEL KATERN . . . . . 49  
AGENDA . . . . . 67  
BERICHTEN . . . . . 68  
PRODUCTNIEUWS . . . . . 70  
SAMENVATTING . . . . . 73

**REVIEWED:** Artikelen in TVVL Magazine zijn beoordeeld 'door gelijken'. De uniforme 'peer review' waarborgt de onafhankelijke en kwalitatieve positie van TVVL Magazine in het vakgebied. Een handleiding voor auteurs en beoordelingsformulier voor de redactieraadleden ('peer reviewers') zijn verkrijgbaar bij het redactie-adres.

# Verlichting voor de ouder wordende samenleving

*In het vergrijzende Nederland woont het grootste deel van de ouderen thuis. Een kleiner deel verblijft in andere woonvormen, zoals het verpleeg- of verzorgingshuis. Voor sommigen komt ouderdom relatief vroeg met gebreken. Dit geldt vooral voor de oogprestatie; vanaf 45 jaar hebben al veel mensen een bril. Daarnaast heeft de ouderwordende mens behoefte aan meer licht, omdat dit een gunstige werking heeft op de gemoedstoestand en de instandhouding van het slaap-waakritme. De verlichtingsniveaus bij ouderen thuis zijn, zelfs overdag, veelal te laag voor goed zicht en voor biologische stimulatie, ondanks de tevredenheid van de bewoners over hun lichtsituatie. Gelukkig komt er steeds meer aandacht voor het belang van goede verlichting voor het welzijn van ouderen, hoewel verlichting nog te vaak een ondergeschoven aspect is in het bouwproces of dient als sluitpost. Met dit artikel willen we de lezer bekendmaken met het belang en de mogelijkheden van goede verlichting in de woonomgeving van ouderen.*

*- door J. van Hoof\* en A.M.C. Schoutens\*\**

## HET OUDER WORDENDE OOG EN ZICHT

Veel ouderen hebben beperkingen in het zien, voorkomend uit het normale verouderingsproces of een oogziekte [1]. In verpleeghuizen is dit zelfs tweederde van de bewoners. In combinatie met een verminderd evenwicht stijgt de kans te vallen, waaraan volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek jaarlijks ongeveer 1.500 55-plussers sterven. De directe medische kosten worden geschat op € 300 miljoen. Voldoende licht in combinatie met een visueel hulpmiddel stelt ouderen in staat de omgeving beter waar te nemen en de kans op vallen te verminderen. Behalve dat slechtziendheid gevolgen heeft voor de zelfredzaamheid, kan het ook de sociale contacten verminderen en tot vereenzaming leiden.

## Veroudering van het oog

Met het toenemen van leeftijd treden er veranderingen op in de anatomie en fysiologie van het oog. Zo kan het aantal lichtgevoelige cellen in het netvlies verminderen. Dit leidt tot afname van het gezichtsveld of de gezichtsscherpte, en van het vermogen om de biologische klok te synchroniseren. Tevens neemt het accommodatievermogen af, doordat het lensmateriaal stugger wordt. Dit leidt tot moeite met het scherpstellen op nabije objecten. Het bereik tussen de kleinste en grootste pupildiameter wordt kleiner, waardoor het oog zich moeizamer aanpast aan wisselende lichtsituaties. Door de vertroebeling van de lens en andere delen van het oog, neemt de verstrooiing van licht in het oog toe. Dit leidt tot een verminderde contrastwaarneming



De heer J. van Hoof



De heer A.M.C. Schoutens

en grotere gevoeligheid voor verblinding bij grote helderheidsverschillen. Doordat de maximale pupildiameter ongeveer 40 % afneemt, en de lens en het glasachtig lichaam minder transparant worden door vertroebeling en vergeling (door UV-straling), komt er relatief minder (blauwig) licht op het netvlies. De spectrale samenstelling van het waargenomen licht verandert hierdoor. Bij een golflengte van 450 nm is het blauwaandeel bij zestigers met 50 % afgenomen vergeleken met twintigers. Juist het blauwige licht zorgt voor de sturing van een aantal biologische processen in het lichaam.

\* Hogeschool Utrecht, Faculteit Gezondheidszorg, Lectoraat Vraaggestuurde Zorg, Utrecht

\*\* Stichting Onderzoek Licht en Gezondheid SOLG, Eindhoven

## NIET-VISUELE ASPECTEN VAN LICHT

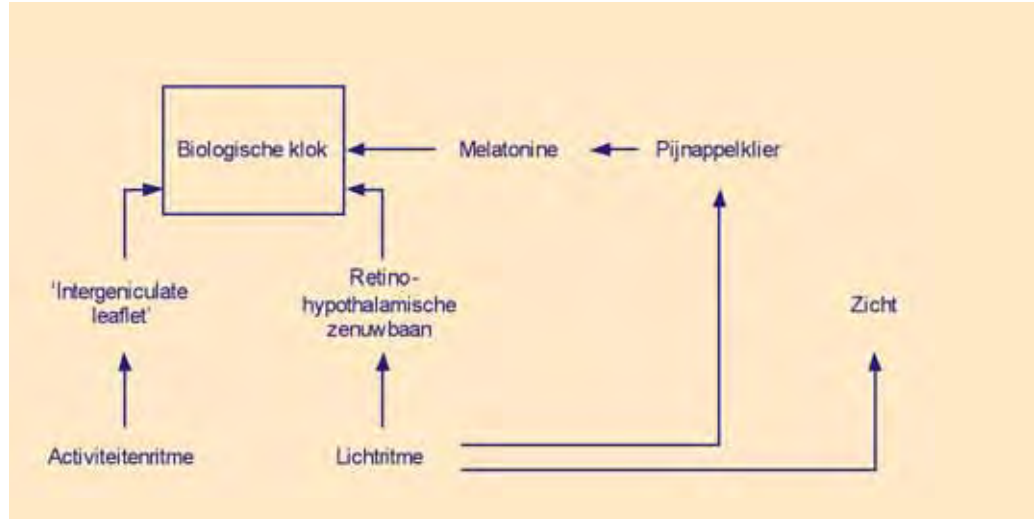
Licht is niet alleen belangrijk om goed te kunnen zien. Het speelt tevens een rol in belangrijke biochemische processen in het lichaam en het vergroten van de alertheid [2,3]. Het aanbod van licht hangt samen met de draaiing van de Aarde, een cyclus die 24 uur duurt. Parallel hieraan vindt men in ons lichaam cycli met vrijlopende perioden van 24,2 tot 25 uur [4], zogenaamde circadiaanse ritmen. Het lichaamsritme wordt onder natuurlijke omstandigheden door daglicht, vooral ochtendlicht, dat op het netvlies valt gelijkgezet aan de geografische omgevingstijd. Licht is daarmee de belangrijkste zeitgeber (zie Figuur 1).

### De biologische klok

De biologische klok van de mensen is gelegen in de 0,25 mm<sup>2</sup> grote supra-chiasmatische nuclei (SCN) in onze hersenen. Impulsen, afkomstig uit lichtgevoelige retinale ganglioncellen in het oog, worden via een directe verbinding aan de SCN doorgegeven [5,6] (zie Figuur 1). Vanuit de SCN worden signalen gestuurd naar de pijnappelklier, waardoor de afscheiding van het 'slaaphormoon' melatonine wordt geregeld. De afgifte van melatonine in het lichaam volgt een circadiaans ritme door de afhankelijkheid van (dag)licht. Voldoende licht, in het bijzonder het kortgolvlige (blauwgroene [7,8]) deel van het spectrum, zorgt voor een verminderde afgifte van melatonine terwijl tijdens duisternis de aanmaak wordt gestimuleerd. Het synchroniseren van de SCN vereist verlichtingssterkten die aanzienlijk hoger zijn dan nodig is voor goed zicht [1]. Veel ouderen worden niet in voldoende mate aan zulke hoge verlichtingssterkten blootgesteld, onder andere door de veroudering van de ogen, zenuwbanen en delen van de hersenen, evenals slecht verlichte woningen en de korte tijd die door ouderen buiten wordt doorgebracht [1,9]. Bij blootstelling aan licht tijdens de nacht wordt melatonine vrijwel direct onderdrukt. De mate waarin de melatonineproductie 's nachts wordt onderdrukt hangt mede af van de blootstelling aan licht overdag [10,11]. Een verhoogde blootstelling tijdens de dag verhoogt de nachtelijke afgifte van melatonine [12-14] en maakt ouderen minder gevoelig voor licht 's nachts.

### Andere niet-visuele invloeden van licht

Voldoende dagelijkse slaap is onmis-



Schematische weergave van de wijze waarop licht, melatonine en activiteitsniveau als zeitgebers functioneren [15].

- FIGUUR 1 -

baar voor het herstel van lichaam en geest. Een slechte, verstoorde slaap of een tekort eraan vertraagt het reactievermogen, vermindert de alertheid, en verslechtert stemming en prestatie. Slaapeloosheid is een veelgehoorde klacht bij ouderen. Ruim 40 tot 70 % van de ouderen heeft chronisch last van slaapproblemen [1]. Het aantal ouderen zonder slaapproblemen is aanzienlijk lager: ongeveer 20 %. Veranderingen in de timing van veel circadiaanse ritmen in het lichaam hangen samen met die van slaap. De afname in de amplitude van het 24-uurs ritme van de lichaamstemperatuur betekent dat de afname van de lichaamstemperatuur in de avond minder uitgesproken is. Deze afname kan een willekeurige combinatie zijn van een verminderde werking van de biologische klok, verminderde lichamelijke activiteit overdag, en een verminderde afgifte van melatonine tijdens de nacht [15]. Blootstelling aan (voldoende) licht kan de slaapkwaliteit verbeteren. Licht in de ochtend is behulpzaam bij het kunnen opstaan en opstarten van het lichaam. Dit is vooral het geval bij korte dagen zoals in de winter. In de namiddag kan op donkere dagen door middel van extra licht de vermoeidheid worden teruggebracht en alertheid toenemen. Dat de toepassing van licht niet enkel bouwkundig en installatietechnisch van aard hoeft te zijn, wordt bewezen bij het behandelen van Seasonal Affective Disorder ('winterdepressie') met lichttherapie.

### LICHT EN DEMENTIE

Ouderen met dementie vormen een bijzondere groep. Volgens Alzheimer Nederland bedraagt het geschatte aantal ongeveer 255.000, en stijgt dit tot

400.000 in het jaar 2050 indien geneeskundige behandelmogelijkheden uitblijven [20]. Van hen lijdt tussen de 50 en 70 % aan de ziekte van Alzheimer, gevolgd door verschillende vormen van vasculaire dementie. Ouderen met dementie vertonen een grote variatie in de timing van circadiaanse ritmen, tenminste waar deze de slaap-waakcyclus betreft. Tijden van slaap en activiteit kunnen aanzienlijk verschillen van dag tot dag. De slaap-waakcyclus kan zelfs tijdelijk omgekeerd zijn, met allerlei gevolgen van dien [15]. De algemene verslechtering van de hersenfunctie, inclusief het atrofiëren van de SCN, is waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak [15].

Niet-medicinale interventies, zoals lichttherapie, kunnen een belangrijke rol spelen bij het tegengaan of beperken van diverse gedragsstoornissen en bijdragen aan het welzijn van ouderen met dementie en hun naasten. Doordat (vooral geïnstitutionaliseerde) ouderen steeds minder vaak buiten komen, wordt de biologische klok te weinig door licht gestimuleerd. Dagelijkse blootstelling aan daglicht van 2.000 lux kan teruglopen van enkele uren tot enkele minuten. Daarbij komt dat bij ouderen het oog minder transparant is. Niet voor niets zeggen deskundigen dat ouderen in verpleeghuizen in feite in biologische duisternis leven.

Verlichting kan ook een rol spelen bij het verminderen van depressie en sundowning, een chronobiologische aandoening die is gerelateerd aan een faseverschuiving van de lichaamstemperatuur en gepaard gaat met angst en onrust aan het einde van de middag. Licht kan naast het synchroniseren, de biologische klok verschuiven. De mate en richting waarin deze verschuiving plaatsvindt is afhankelijk van de ver-

lichtingssterkte, de spectrale samenstelling van het licht en de duur en timing van de lichtperiode. Het kantelpunt hierbij is het dagelijks minimum van de lichaamstemperatuur, enkele uren voor het opstaan [16]. Zo vervroegt licht in de ochtend de biologische klok-tijd, terwijl licht dat wordt toegediend voor het minimum van de lichaamstemperatuur, de biologische klok later stelt.



**Een woonkamer in een verpleeghuis in Eindhoven, waar armaturen voor biologische stimulatie zijn opgehangen boven de eettafels.**

- FIGUUR 2 -

Bestaand onderzoek naar de invloed van licht bij ouderen met dementie is niet altijd bruikbaar in de zorgpraktijk. Soms worden deelnemers aan onderzoek enkele uren voor een 'lichtbak' op tafel geplaatst, waarbij extra personeel aanwezig is om continue blootstelling te garanderen. In de praktijk is extra 'blootstellingpersoneel' onhaalbaar, en zorgt mogelijk voor een placebo-effect. Er is onderzoek nodig naar een doelmatige, comfortabele, en ethisch verantwoorde wijze van verlichten. Een eerste poging door Van Someren en collega's [17] wees uit dat een langdurige blootstelling van 400 naar 1.100-1.200 lux verticaal, afkomstig uit plafondverlichting, de stabiliteit van rust-activiteitenpatroon verhoogt bij dementerende ouderen met een intact zicht. Kortom: minder nachtelijke onrust en een stabiel slaap-waakritme. Een ander veldonderzoek werd uitgevoerd door de auteurs en collega's in 2006 naar de invloed plafondverlichting (van 200 naar 1.750-1.810 lux horizontaal) op geobserveerd gedrag en lichaamstemperatuur van 26 psychogeriatrische bewoners van een verpleeghuis (zie Figuur 2). Na blootstelling aan

blauwig licht van 6.500 K verbeterde het rusteloze gedrag van de bewoners significant, en nam tevens de amplitude van de lichaamstemperatuur toe. Helaas is het onbekend hoe lang de effecten van blootstelling aan hoge verlichtingssterkten duren, en hoe men kan voorspellen welke patiënten gunstig reageren op lichtbehandeling [18]. Uiteraard mag kunstlicht nooit een vervanging zijn voor goede zorg of het maken van een wandeling in de buitenlucht.

#### **AANBEVELINGEN VOOR VERLICHTING IN DE WOONOMGEVING VAN OUDEREN**

Voor het gemakkelijk kunnen uitoefenen van oogtaken moet licht aan een aantal zaken voldoen. Zo zijn het juiste lichtniveau en luminantieverhoudingen, de lichtkleur en de kleurweergave belangrijk. Volgens de Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) hebben ouderen voor eenvoudige oogtaken een vijfmaal hoger lichtniveau nodig dan jongeren. Dit komt gemiddeld neer op 1.500 in plaats van 300 lux. Voor een moeilijke, inspannende, oogtaak is het voor ouderen niet eens mogelijk een voldoende hoog verlichtingsniveau aan te bevelen. Meestal worden in de praktijk hoge verlichtingssterkten van 1.500 lux of meer niet gehaald. Behalve onwetendheid, spelen ook energiezuinigheid en gewenste sfeer een rol. Daarnaast dient er rekening te worden gehouden met niet-visuele aspecten. De volgende twee paragrafen beschrijven hoe met licht om te gaan in de thuissituatie en in een institutionele omgeving. De aanbevelingen komen grotendeels overeen met die van de Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde (NSVV) [19].

#### **Thuiswonende ouderen**

Van alle 65-plussers woont het overgrote deel zelfstandig. Velen behoren tot de groep vitale ouderen en hebben een actief sociaal leven. Licht moet ondersteunend zijn bij deze leefstijl. In het algemeen ligt de bijbehorende kleurtemperatuur van de verlichting tussen de 2.700 en 3.000 K, naar gelang de persoonlijke voorkeur. De woonkamer beschikt over een goede basisverlichting (200-300 lux). Daarnaast is er ruimte voor sfeerverlichting. Op tafel is 500-1.000 lux gewenst i.v.m. eten, hobby's en lezen. Op een plek

waar veel tijd wordt doorgebracht, kan men verlichting aanbrengen voor biologische stimulatie (1.000-2.500 lux, 8.000 K). Indien men beschikt over een hobby- of werkruimte, dan is de vereiste taakverlichting minimaal 500-1.000 lux. Deze waarden kunnen ook gelden voor een kantoor aan huis. In de keuken is een basisverlichting van 300-500 lux gewenst, die wordt aangevuld met werkverlichting (minimaal 1.000 lux) voor tijdens het koken. Behulpzaam is extra verlichting in de keukenkastjes. Voor de badkamer en toilet is ten minste 200 lux nodig. Een hogere waarde kan helpen valpartijen te voorkomen. In de slaapkamer is verlichting nodig voor sfeer en aan- en uitkleden. Het licht (100-300 lux) moet zowel in bed als nabij de deur te bedienen zijn. Het bekende lampje naast het bed kan worden gebruikt om nog wat te lezen (ongeveer 1.000 lux). Er zijn zogenaamde lichtwekkers op de markt die mensen in de ochtend doen ontwaken door het kriebelen van de dag na te bootsen (van 0 tot 700 lux). In kledingkasten kan een interne lamp het zicht op de kleding vergroten. In de gang en berging is voldoende licht (100 lux) nodig voor oriëntatie en tegen vallen. Op trappen is een basisverlichting gewenst van minstens 200 lux. Men zou continu kleine lampjes kunnen laten branden. Daarnaast is looprouteverlichting behulpzaam bij ouderen die 's nachts naar het toilet moeten of een glaasje water halen. Om de slaap niet te verstoren zou deze het beste rood licht kunnen uitstralen.

#### **Ouderen in verpleeg- en verzorgingshuizen**

Van alle 65-plussers woont 7,5 % in een instelling. Ook bij deze groep ouderen moet licht ondersteunend zijn. Daarnaast moet rekening worden gehouden met het verplegend en verzorgend personeel (werkplekverlichting). Bij het ontwerpen van woonzorgvoorzieningen moet men rekening houden met voldoende daglichttoetreding. Daglicht (> 1.000 lux) speelt een rol bij biologische stimulatie van de bewoners, en heeft een positieve uitwerking op het personeel en de bezoekers. Woonzorgvoorzieningen kennen een grotere variatie in persoonlijke behoeften van zowel bewoners en personeel, dan in een thuissituatie. De kleurtemperatuur van de te installeren verlichting ligt tussen de 2.700 en 3.000 K.

Bij binnenkomst van een woonzorgvoorziening is de ingang het visitekaartje. Een uitnodigende entree heeft veel daglicht, en aantrekkelijke armaturen. Verlichting aan de buitenzijde dient duidelijk te maken waar de locatie van de ingang zich bevindt. De verlichtingssterkte in de entree ruimte (ongeveer 200 lux) hangt mede af van de adaptatietijd van het oog als men van buiten naar binnen gaat. Vaak zien we nabij de entree zithoeken, waar mensen wat kunnen lezen (500-1.000 lux) of praten. Hoge waarden zijn ook nodig aan de balie waar personeel werkt, en in kantoor- c.q. werkruimten voor het personeel.

De woonruimten of slaapkamers bieden privacy en ruimte voor persoonlijke spullen. Verlichting vindt er vaak plaats met reeds in bezit zijnde lampen die voor een persoonlijke sfeer zorgen. Een klinische aanblik dient te worden vermeden, evenals verblinding en ongelijkmatige verlichting. Toch is een basisverlichting van 100-300 lux aan te bevelen, net als 500-1.000 lux nabij de plek waar men leest of aan handwerk doet. De woon-slaapkamer is een plek waar medisch en verzorgend personeel, evenals schoonmakers, moeten werken. Voor medisch onderzoek is niet alleen 500-2.000 lux noodzakelijk, maar ook een goede kleurweergave voor een natuurgetrouwe waarneming. Indien dit onderzoek op een vaste plek plaatsvindt, kan men daar de verlichting op aanpassen. 's Nachts moet er wat licht zijn voor observatie (5 lux). Schakelaars moeten op een logische plek worden aangebracht op een bereikbare hoogte, bij voorkeur naast de voordeur en nabij het bed. In de woon-slaapkamer moet ruimte zijn voor het aanbrengen van oriëntatieverlichting, eventueel een plasroute. De basisverlichting in de badkamer, toilet, op gangen en (eventuele) gangen bedraagt minstens 200 lux, of hoger, voor oriëntatie en om valpartijen tegen te gaan. Als basisverlichting zou men continue kleine lampjes kunnen laten branden, liefst met een zeer lage kleurtemperatuur.

In woonzorgvoorzieningen zijn ook gezamenlijke, multifunctionele ruimten als restaurants, recreatiezalen, sport- en revalidatieruimten, en werkplaatsen voor het personeel. Het restaurant (vaak het centrum van activiteiten) moet beschikken over een basisverlichting van 300 lux. Tijdens de maaltijden

is 500 lux op tafel voldoende, die voor activiteiten als muziek- en zangavonden kan worden opgevoerd tot 1.000 lux om goed de muziek te kunnen lezen. Daarnaast is er behoefte aan dimbare sfeerverlichting. Soortgelijke eisen gelden voor de recreatieruimten of gezamenlijke woonkamers. Gezamenlijke woonkamers lenen zich goed voor verlichting voor biologische stimulatie (1.000-2.500 lux, 8.000 K). In sport- en revalidatieruimten moet verlichting vooral functioneel zijn (500 lux). Biologische verlichting kan een optie zijn als ondersteuning bij de lichamelijke prestaties. 

#### REFERENTIES

1. Aarts MPJ, Westerlaken AC (2005) *Field study of visual and biological light conditions of independently-living elderly people*. Gerontechnology 4(3): 141-152.
2. Cajochen C, Zeitzer JM, Czeisler CA, Dijk DJ (2000) *Dose-response relationship for light intensity and ocular and electroencephalographic correlates of human alertness*. Behavioural Brain Research 115(1):75-83.
3. Hughes PC, Neer RM (1981) *Lighting for the elderly: a psychobiological approach to lighting*. Human Factors 23(1):65-85.
4. Czeisler CA, Duffy JF, Shanahan TL, Brown EN, Mitchell JF, Rimmer DW, Ronda JM, Silva EJ, Allan JS, Emens JS, Dijk DJ, Kronauer RE (1999) *Stability, precision, and near 24-hour period of the human circadian pacemaker*. Science 284(5423): 2177-2281.
5. Rollag MD, Berson DM, Provencio I (2003) *Melanopsin, ganglion-cell photoreceptors, and mammalian photoentrainment*. Journal of Biological Rhythms 18(3):227-234.
6. Moore RY, Speh JC, Card JP (1995) *The retinohypothalamic tract originates from a distinct subset of retinal ganglion cells*. Journal of Comparative Neurology 352(3):351-366.
7. Thapan K, Arendt J, Skene DJ (2001) *An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans*. Journal of Physiology 535(Pt 1):261-267.
8. Brainard GC, Hanifin JP, Greeson JM, Byrne B, Glickman G, Gerner E, Rollag MD (2001) *Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor*. Journal of Neuroscience 21(16):6405-6412.
9. Abbott A (2003) *Restless nights, listless days*. Nature 245(6961):896-898.
10. Hebert M, Martin SK, Lee C, Eastman CI (2002) *The effects of prior light history on the suppression of melatonin by light in humans*. Journal of Pineal Research 33(4): 198-202.
11. Smith KA, Schoen MW, Czeisler CA (2005) *Adaptation of human pineal melatonin suppression by recent photic history*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 89(7):3610-3614.
12. Park SJ, Tokura H (1999) *Bright light exposure during the daytime affects circadian rhythms of urinary melatonin and salivary immunoglobulin A*. Chronobiology International 16(3):359-371.
13. Mishima K, Okawa M, Shimizu T, Hishikawa Y (2001) *Diminished melatonin secretion in the elderly caused by insufficient environmental illumination*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 86(1):129-134.
14. Hashimoto S, Kohsaka M, Nakamura K, Honma H, Honma S, Honma K (1997) *Midday exposure to bright light changes the circadian organization of plasma melatonin rhythm in humans*. Neuroscience Letters 221(2-3):89-92.
15. Waterhouse JM, Minors DS, Waterhouse ME, Reilly T, Atkinson G (2002) *Keeping in time with your body clock*. Oxford University Press, Oxford, Verenigd Koninkrijk.
16. Jewett ME, Kronauer RE, Czeisler CA (1995) *Phase-amplitude resetting of the human circadian pacemaker via bright light: a further analysis*. Journal of Biological Rhythms 9(3-4): 295-314.
17. Someren van, EJ, Kessler A, Mirman M, Swaab DF (1997) *Indirect bright light improves circadian rest-activity rhythm disturbances in demented patients*. Biological Psychiatry 41(9):955-963.
18. Gezondheidsraad (2002) *Dementie*. Publicatie nr 2002/04. Gezondheidsraad, Den Haag.
19. NSVV (2006) *Aanbeveling. Licht, welzijn en de ouder wordende mens*. 1e druk. Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde, Ede.