

# PLAFOND & WAND

6|06



Kantoren NS, Utrecht | Bamboe in BDO, Amstelveen | Moskee, Harderwijk

# Levend licht



## INVLOED VERLICHTING OP DAGRITME

Licht moet leven. Dat is de trend die is ingezet op het congres van de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde. Werkdagen doorbrengen onder continu 'grijs' licht uitstralende fluorescentielampen is achterhaald. Helemaal nu blijkt dat ons oog niet alleen ziet met staafjes (maanlicht) en kegeltjes (daglicht) maar ook met een derde, pas ontdekte lichtcel. Daarbij reageert ons lichaam ook op licht via de huid. We krijgen als gevolg hiervan in de nabije toekomst meer te maken met 'levend' licht.

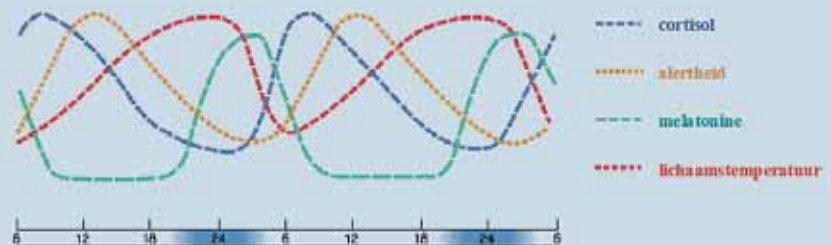
De afgelopen twintig jaar is steeds duidelijker geworden dat licht biologische effecten heeft. Licht kan worden gebruikt om alertheid te verhogen, ontspanning op te wekken en slaperigheid te onderdrukken. Licht dat door het netvlies wordt ontvangen, wordt

*Toepassing van dynamische verlichting in een kantoorruimte. Links: 350 lux met warmtint - Midden: 500 lux met lux wit - Rechts: 1200 lux met daglichtwit. (Foto's: Philips)*

niet alleen verwerkt door de staafjes en kegeltjes. Er blijkt een derde lichtgevoelige cel te zijn: de fotoreceptorcel. Vanuit deze cellen worden signalen naar de belangrijkste biologische klok in ons lichaam gestuurd. Hier vandaan wordt informatie naar de pijnappelklier

### Circadiaanse ritmes

Circadiaanse ritmes zijn cycli van ongeveer 24 uur. 'Circadiaans' vindt zijn oorsprong in Latijn: 'circa' = ongeveer, 'diem' = dag. Zulke ritmes zijn in mensen, dieren en planten te vinden. Ze regelen ons dagelijks leven. Slaap/waak- en eetpatronen, hormoonproductie en hersenactiviteit zijn typische voorbeelden voor circadiaanse cycli (de figuur 2 toont voorbeelden van circadiaanse ritmes). Cortisol = stresshormoon, activator. Melatonine = slaaphormoon. Circadiaanse ritmes bepalen onder andere wanneer we ons slaperig, actief of alert voelen.



gestuurd, waar deze wordt gebruikt voor de productie van hormonen en de regeling van de lichaamstemperatuur. Beide spelen een belangrijke rol in de regeling van ons dagritme.

### Dagritme

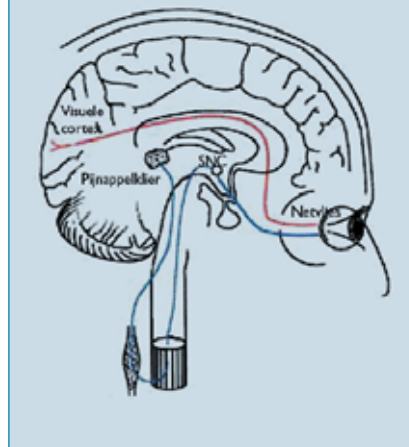
Licht is de belangrijkste tijdgever voor onze dagelijks (circadiaanse) ritme. Verhoogde lichtniveaus in de ochtend (zonsopgang) geven een signaal aan het lichaam dat het tijd is om de actieve cyclus te starten. Een aantal hormonen zoals adrenaline, cortisol (stresshormoon) en serotonine, wordt geproduceerd. Deze hormoonproductie is een reactie op licht tijdens de dag en de nacht. 's Morgens om 9.00 uur zal door daglicht ons cortisolniveau (stresshormoon) stijgen; we voelen ons actief en wakker. 's Nachts om één uur zal door afwezigheid van daglicht ons melatonine niveau verhogen, waardoor we ons slaperig voelen. Omdat licht een belangrijke tijdgever voor het dagritme is, kunnen we door het sturen van de lichthoeveelheid en -kleur van lamplicht het dagritme beïnvloeden. Bijvoorbeeld: nachtdienstarbeiders werken op het moment dat hun lichaam een laag activiteitsniveau heeft, de vermoeidheid het hoogst is en de alertheid het laagst. Behalve voor de nachtdienst in ziekenhuizen, bewakingsbedrijven en fabrieken geldt dit voor vliegvlagen over tijdzones, met de daaropvolgende jetlag. Door hogere verlichtingsniveaus met een koele kleurtemperatuur (golflengte tussen 440 en 475 nm) aan te bieden op een moment waarop het lichaam geen licht verwacht, worden biologische effecten opgewekt. Het lichaam 'denkt' dat het nog dag is en de vermoeidheid zal later optreden. Dit wordt faseverschuiving van het circadiaanse ritme genoemd.

### Biologische effecten

Licht kan ook directe biologische effecten hebben. Deze effecten treden op meteen na de introductie van licht. Zo resulteert licht dat 's nachts wordt ontstoken in een directe afname van vermoeidheid. Dit effect is bij blauw licht groter dan bij rood licht. Hoge lichtniveaus in de ochtend leiden tot een directe verhoging van cortisol. 's Middags niet. Hoge lichtniveaus overdag zullen

### Visuele en biologische banen

Dit zijn de visuele en biologische banen in de hersenen. In rood de zenuwverbinding tussen de kegels en staafjes in het netvlies en de visuele cortex (buitenste laag). In blauw de verbinding tussen de nieuw ontdekte fotoreceptorcellen in het netvlies en de belangrijkste biologische klok (suprachiasmatische kern, afgekort SNC) en de pijnappelklier.



in bijna alle gevallen de vermoeidheid verminderen, terwijl een tijdelijke verhoging van het lichtniveau de waakzaamheid, en daarmee de prestatie, kan verhogen. Warmwit licht ondersteunt de ontspanning en verhoogd het welbevinden van mensen, koelwit stimuleert en activeert. Anders gezegd: 's nachts kan licht de slaapneiging (melatonineproductie) onderdrukken, terwijl het 's morgens de frisheid en actiebereidheid (cortisolproductie) kan verhogen. De directe biologische effecten van licht kunnen worden gebruikt om het optimale alertheidniveau gedurende de dag te behouden en het lichaam tijdens de pauze en na het werk de mogelijkheid te geven te herstellen. Bij het DynamicLighting-concept van Philips worden hoge lichtniveaus met een hoge kleurtemperatuur toegepast om mensen te activeren en te stimuleren. Het licht vloeit tijdens het verloop van de werkdag ongemerkt over naar la-

gere lichtniveaus met lage kleurtemperatuur, die een ontspannende werking hebben. Deze dynamische verlichting wordt bij voorkeur toegepast in kantoorgebouwen, fabrieken, ziekenhuizen en scholen.

### Kernlichaamstemperatuur

De minimale kernlichaamstemperatuur (core body temperature, CBT) is cruciaal bij het foppen van de biologische klok. Dat komt omdat deze temperatuur het lichaam aangeeft of het licht als avond- of ochtendlicht moet worden geïnterpreteerd. Als het licht toeneemt voordat de kernlichaamstemperatuur minimaal is, wordt dit als avondlicht gezien. Terwijl lichttoename na de minimum kernlichaamstemperatuur wordt gezien als ochtendlicht. Dit betekent oppassen bij biodynamische verlichting en lichttherapie. Het moet zorgvuldig worden toegepast, rekening houdend met een aantal factoren. Wie een programma schrijft voor biodynamische verlichting en lichttherapie moet kennis van zaken hebben. Anders is het niet uitgesloten dat een dergelijke toepassing een onjuiste werking heeft.

### Gekleurde verlichting

Als een ruimte continu gekleurd wordt verlicht, wordt niet alleen gezien maar ook 'gevoeld'. Uit onderzoek blijkt dat mensen onbewust reageren op gekleurd licht. Dit los van persoonlijke, emotionele reacties op een bepaalde kleur. Dit heeft zelfs een effect op de langere termijn. Wanneer gekleurd licht over een langere periode – minuten, uren of dagen – op het lichaam inwerkt, zal de energie van gekleurd licht lichaamsfuncties, zoals hersenactiviteit, hormoonproductie, humeur en gevoelens beïnvloeden. Onderzoek is nog gaande, maar duidelijk is dat biologische effecten van licht een steeds belangrijkere rol gaan spelen in de verlichtingsontwerpen van de toekomst.

### Licht voor het slapen

Kort geleden heeft Ir. Mariëlle Aarts van de Faculteit Bouwkunde van Technische Universiteit Eindhoven onderzoek gedaan om inzicht te krijgen in hoeverre daglicht effect heeft op ons slaap-waakritme. Het gaat hier om gewone, ouder wordende mensen in hun woonsituatie.

De meetmethode bestaat eruit dat testpersonen een polscomputer omkrijgen, die tijd en licht registreert. Eerdere meetmethoden hadden tot gevolg dat er weinig controle mogelijk was op de meetsituatie. Het kan zelfs zijn dat licht niet de oorzaak is waardoor er een verbeterde slaapefficiëntie ontstaat, maar juist de frisse lucht of het actief bezig zijn. De polscomputer maakt het echter mogelijk om dit laatste te onderzoeken. De conclusie is dat activiteiten geen invloed hebben op het slaapedrag.

### Vervolgonderzoek

Meer gecontroleerd vervolgonderzoek onder een grotere groep mensen is noodzakelijk om een relatie te leggen tussen lichtniveau en de blootstellingsduur en slaap-waak ritme. Van belang is ook de lichtblootstelling tijdens de nacht. Dunne gordijnen kunnen nog veel licht doorlaten. Dit kan er een oorzaak van zijn dat er geen relaties zijn gevonden tussen slaap en de zomer- of wintersituatie. Voorafgaande aan het onderzoek werd aangenomen dat minstens 3000 lux (op het oog) nodig is om een biologisch effect te krijgen. Uit de resultaten blijkt nu dat al bij 1000 lux een positief resultaat te zien is. Dit komt, na omrekening van deze waarde, overeen met een waarde van ongeveer 520 lux op het oog.

### Kleurtemperatuur

Licht maakt niet alleen visuele waarneming mogelijk, maar heeft ook een grote invloed op de 24-uurs cyclus van wakker zijn en slapen. Tegenwoordig worden steeds meer mensen in het dagelijks leven niet of nauwelijks aan daglicht blootgesteld. Licht beïnvloedt de fysiologie van veel menselijke weefsels en organen. Er zijn veel van deze zogenoemde niet-visuele, biologische effecten van licht vastgesteld. De verwerking van licht door het menselijke ritmesysteem wordt geregeld door een lichtgevoelig eiwit (melanopsine). De gevoeligheid van dit systeem is maximaal in het blauwe deel van het spectrum.

Met deze kennis kunnen verlichtingsstrategieën worden ontwikkeld die optimaal zijn voor zowel het visuele (via oog) en biologische (via huid) waarnemingssysteem. Lampen met een hoge

4.2.28. Leesruimte	4.2.29. Auditorium
	
Normwaarden $\bar{E}_m \geq 500$ lux $UGR_L \leq 19$ $R_a \geq 80$	Normwaarden $\bar{E}_m \geq 400$ lux $UGR_L \leq 19/22$ $R_a \geq 80$
Noodverlichting vereist: Ja Antipaniekruimte $\geq 0,5$ lux Vluchtweg verlichting $\geq 1$ lux	Noodverlichting vereist: Ja Antipaniekruimte $\geq 0,5$ lux Vluchtweg verlichting $\geq 1$ lux
ⓘ Gezien het gevraagde lichtniveau kunnen in deze applicatie het beste fluorescentie en/of compactfluorescentiearmaturen worden toegepast. Bij de raampartij armaturen toepassen met een daglicht afhankelijke regeling.	ⓘ De verlichting in een auditorium kan het beste gerealiseerd worden door het positioneren van armaturen boven de werkplekken in combinatie met accentverlichting gericht naar de wanden eventueel te combineren met wandarmaturen. Als het auditorium niet continue gebruikt wordt is het wenselijk om aanwezigheidsdetectie toe te passen. Let bij het toepassen van accentverlichting erop dat de luminanties in het zichtveld de verhouding 1:10 niet overschrijden. Doordat er in deze ruimtes vaak gewerkt wordt met beamers en computers dienen de reflectoren van de armaturen niet verblindend te zijn en is het raadzaam om de verlichting te kunnen dimmen.
	
B1 = Basisverlichting B2 = direct/indirect B3 = Taakverlichting B4 = Werkplekverlichting Z1 = Aanvullende verlichting Z2 = Asymmetrische verlichting Z3 = Wandverlichting Z4 = Puntverlichting	





kleurtemperatuur geven meer blauw licht af dan lampen met gebruikelijke warme lichtkleuren. Op basis hiervan wordt verwacht dat een lamp met een hogere kleurtemperatuur actiever bijdraagt aan de stimulering van het menselijke bioritme. Een vergelijking tussen verlichting van daglicht koud (7500 K) en warmtint licht (3000 K) laat zien dat een hogere kleurtemperatuur de mentale activiteit verhoogt en dat een hogere kleurtemperatuur een positieve invloed heeft op het parasympatische en sympatische zenuwstelsel. Het extra blauwe licht van verlichting met een hoge kleurtemperatuur maakt het mogelijk de mentale activiteit op een energie-efficiënte manier te beïnvloeden. Als zodanig zijn nieuwe fluorescentielampen ontwikkeld die een

goede kleurweergave-index ( $R_a > 80$ ) combineren met een optimale hoeveelheid blauw licht, resulterend in lampen met een hoge kleurtemperatuur van 8000 K (Philips ActiViva Natural) of 17000 K (Philips ActiViva Active).

### Onderzoek

Leonie Geerdinck en Luc Schlangen van Philips Lighting B.V. Global Organisati-



4.1.3 Diffuse verlichting via lichtdoorlatend opaal	4.1.4 Indirecte verlichting via het plafond of andere vlakken
	
<p>In- of opbouwarmatuur met een opalen afscherming. Door de afscherming wordt het lichtcomfort verhoogd.</p>	<p>In- en opbouwarmatuur met of zonder lampafscherming.</p>
<p><b>+</b></p> <p>Gesloten uitvoeringen, derhalve weinig vervuiling van reflector c.q. lichtbron. Lage helderheid van het lichtgevend oppervlak, waardoor het lichtcomfort vergroot wordt.</p>	<p><b>+</b></p> <p>Door het toepassen van dit soort armaturen krijgt men het zogenaamde "mildes licht" wat uitermate diffuus en sfeervol is.</p>
<p><input type="checkbox"/></p> <p>Weinig contrasten. Rustig egaal licht.</p>	<p><input type="checkbox"/></p>
<p>—</p> <p>Slecht rendement</p>	<p>—</p> <p>Slecht rendement</p>
<p>⓪</p> <p>Kantines, toiletten, douches en kleedruimten, spreekkamers.</p>	<p>⓪</p> <p>Kantoren, gangen, entrees, wachtruimtes, spreekkamers, vergaderruimtes etc.</p>
	
<p>B1 = Basisverlichting B2 = direct/indirect B3 = Taakverlichting B4 = Werkplekverlichting Z1 = Aanvullende verlichting Z2 = Asymmetrische verlichting Z3 = Wandverlichting Z4 = Puntverlichting</p>	

on Applications deelden deze kennis en bevindingen uit een onderzoek naar de invloed van koud daglicht fluorescentie verlichting (17000 K). Zij wilden weten wat het effect is op het menselijk welzijn en de prestaties in een normale werkomgeving, zonder enige vorm van ploegdienst. In een distributiecentrum in Nederland werden drie verschillende werkomgevingen gedurende dertien

weken gevolgd. Eén kantoorverdieping behield verlichting van 4000 K en diende als referentie. De twee andere locaties waren een kantoorruimte en een orderverzamel- en verzendafdeling in een bedrijfshal. Op deze locaties werd de kleurtemperatuur van de verlichting gewijzigd, gebruik makend van periodes van drie weken met een lage (4000 K) of hoge (17000 K) kleurtemperatuur.

In de beide kantoorruimtes was de verlichtingssterkte op het werkvlak typisch 700 - 800 lux, terwijl deze waarde in de bedrijfshal tussen de 500 en 1000 lux lag. De effecten ten aanzien van slaap, alertheid, vitaliteit en zelfbeoordeelde prestaties zijn onderzocht en beoordeeld. De nieuwe 17000 K verlichting is goed ontvangen, 86 procent van de medewerkers wil dat de nieuwe verlichtingssituatie wordt gehandhaafd. In een eindevaluatie geven de medewerkers aan dat zij zich actiever, energiever en alerter voelen bij het werken onder de nieuwe verlichting. Deze verbeteringen kwamen niet tot uitdrukking in gestandaardiseerde vragenlijsten over gezondheid en welzijn bij medewerkers met normale werktijden, zonder ploegdiensten. Nader onderzoek naar de invloed van deze verlichting op het welzijn binnen grotere, en verschillende, groepen werknemers en diverse ploegdienstroosters is wenselijk.

### Kantoorgebouwen

De Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde, de NSVV, geeft regelmatig praktijkdocumenten uit met uitleg over een deel van het vakgebied. Het op dit congres gepresenteerde 'Verlichting in kantoorgebouwen', is het eerste dat geheel in kleur verschijnt. Belangrijker is dat het de lezer uitvoerig informeert over vele lichttechnische zaken met betrekking tot kantoorgebouwen.

Naar mijn mening moeten dergelijke NSVV-boekwerkjes zo praktisch mogelijke informatie bevatten. Hoewel ik aan verschillende uitgaven en ook dit boekje heb meegewerkt, is de status van de NSVV hierin nogal behoudend. De 27 pagina's vol voorbeelden van 'Veel voorkomende soorten verlichting in kantoorruimten en Verschillende ruimten versus aan te bevelen verlichtingsoplossingen' zijn echter bijzonder praktisch en bruikbaar. De kolommen met praktische beschrijvingen, pluspunten, aandachts- en minpunten zijn echt een aanbeveling. In de voorbeelden worden alle mogelijke ruimten stuk voor stuk behandeld. Zij kunnen richting geven aan alle ontwerpplannen voor kantoorverlichting. ■

Johan G. Smits is lichttechnicus te Beesd.  
[www.lichtconsult.nl](http://www.lichtconsult.nl)

