

Ledverlichting biedt steeds meer mogelijkheden

Sinds de uitfasering zijn gloeilampen niet meer verkrijgbaar, de meeste halogeenlampen ook niet meer en worden armaturen voor compacte en buisvormige fluorescentielampen nauwelijks meer aangeboden. De meest toegepaste lichtbron van nu is de led (light emitting diode). Dat deze de andere typen lichtbronnen hebben verdrongen, is met name veroorzaakt door het feit dat de energie-efficiëntie inmiddels hoger is dan die van de meeste tot voor kort gebruikte lichtbronnen voor binnenverlichting en de levensduur langer. Ze hebben ook een aantal andere voordelen, maar echter een aantal nadelen. De voordelen hebben het onder andere mogelijk gemaakt om verlichting te realiseren die is goed is af te stemmen op het welbevinden van de mens. Daarnaast kan ledverlichting een schakel zijn tussen mens en techniek met betrekking tot communicatie, maar ook beïnvloeding via internet.

R. (Rienk) Visser, redactieraadslid TVVL Magazine

Met betrekking tot verlichting richt de huidige wetgeving zich alleen op veiligheid en de van toepassing zijnde normen op visueel comfort en visuele prestatie. Door Europese regelgeving is inmiddels is ook het energiegebruik en duurzaamheid steeds belangrijker geworden. Dit kan zichtbaar worden gemaakt in de vorm van een kwaliteitslabel, zoals BREEAM. Maar ook het aspect welbevinden en gezondheid wordt steeds belangrijker geacht, aspecten waarmee rekening wordt gehouden bij ontwikkelingen als Human Centric Lighting (HCL) en het kwaliteitslabel WELL. Door deze ontwikkelingen is de toepassing van leds steeds logischer geworden als vervangers

van de tot voor kort gebruikelijke lichtbronnen. Nieuwe technische ontwikkelingen laten ook zien dat ledverlichting een belangrijke schakel kan zijn tussen mens en techniek in het Internet of Things (IoT). Dit geldt zowel voor communicatie als wisselwerking en beïnvloeding. Tot voor kort werd het ontwerp van verlichting in het algemeen uitgevoerd door lichtspecialisten van fabrikanten en vertegenwoordigers van fabrikanten en voor grotere projecten ook wel door technische adviesbureaus. Door genoemde verandering is het steeds belangrijker geworden om al tijdens de startfase van een project niet alleen de architect en installateur er bij te betrekken,

maar ook een lichtontwerper.

Deze heeft niet alleen kennis van verlichtingskunde, regelgeving en normen, maar ook van de ontwikkeling van lichtbronnen en armaturen en de gebruiksmogelijkheden ervan om tot creatieve lichtoplossingen te komen.

■ TOEPASSING VAN LEDS

Leds zijn er in tal van uitvoeringen en samenstellingen. Ze worden met name voor plaatselijke verlichting als vervangers voor gloeilampen en halogeenlampen in overeenkomstige uitvoeringen geleverd. Het energiegebruik is echter vele malen geringer. Voor algemene verlichting vormen de leds in

het algemeen een integraal onderdeel van de armaturen. In de meeste gevallen zijn ze dan niet om te wisselen voor andere. Zoals hiervoor al is aangegeven zijn belangrijke eigenschappen van leds:

- Zeer goede energie-efficiëntie
- Lange levensduur

Andere eigenschappen waarmee ook rekening moet worden gehouden zijn:

- Kleurweergave;
- Kleurtemperatuur;
- Lichtstroomafname en uitval van leds tijdens gebruik;
- Temperatuursafhankelijkheid en warmte-laster interieur;
- Regelbaarheid.

Deze kunnen in meer of mindere mate afwijken van de eerder genoemde lichtbronnen.

KLEURWEERGAVE

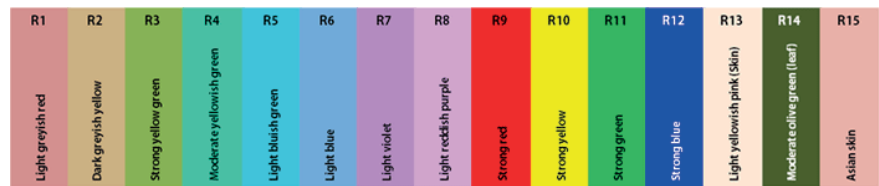
Een gekleurd oppervlak kan bij lichtbronnen met een verschillende spectrale verdeling op verschillende wijze worden ervaren omdat het gereflecteerde licht ook onderling verschillende golflengten zal hebben. De spectrale verdeling van een lichtbron hangt onder andere af van de kleurtemperatuur. Een oppervlak met een bepaalde kleur zal dus bij lichtbronnen met verschillende kleurtemperaturen ook verschillend worden ervaren. Daarnaast zijn bepaalde lampeigenschappen van invloed op de spectrale lichtverdeling. Deze kunnen in meer of mindere mate afwijken van die van temperatuurstralers zoals gloeilampen, halogeenlampen en de zon.

De CIE beveelt als middel tot specificatie van de kleurweergave-eigenschappen van een lichtbron het gebruik aan van het begrip kleurweergave-index (R), internationaal ook wel aangeduid als Colour Rendering Index (CRI). Dit is een criterium voor de mate, waarin de kleurindruk van een aantal onder de te specificeren lichtbron waargenomen kleurmonsters overeenstemt met de kleurindruk van dezelfde kleurmonsters, verlicht door middel van een referentielichtbron onder gedefinieerde omstandigheden. De waarde van R is de gemiddelde van de speciale kleurweergave-indexes CIE 1974 voor een gespecificeerd aantal testkleuren. Tot voor kort waren dit in het algemeen acht.

Ra is een dimensieloos getal dat van 100 tot een zeer laag getal kan lopen. Ra is maximaal en heeft de waarde 100, indien de te beoordelen lichtbron dezelfde spectrale energieverdeling heeft als de referentiebron. Bij afspraak hebben de referentielichtbronnen (daglicht

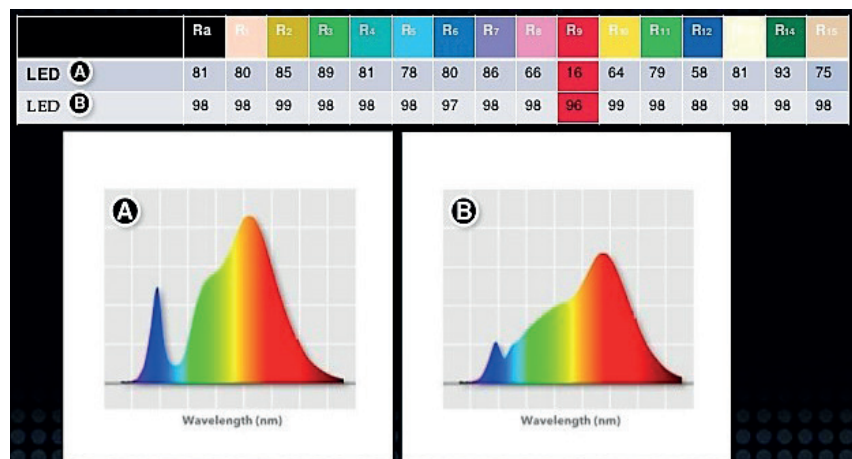
en temperatuurstralers) een index die 100 bedraagt. De kleurweergave van lampen met een kleurweergave-index R_a van meer dan 80 wordt als goed gewaardeerd en met een R_a van meer dan 90 als zeer goed. Dit zijn gemiddelde waarden, waarbij de R_a van de testkleuren onderling in meer of mindere mate kunnen verschillen.

Leds hebben ten opzichte van gloeilampen en halogeenlampen, maar ook ten opzichte van fluorescentielampen een afwijkende kleurweergave, met name in het (diep)rode gebied van het zichtbare spectrum. De meeste leds leken daarom oorspronkelijk ook niet geschikt voor toepassing in musea, galeries, verkoopruimten, enz. Om een beter beeld te kunnen krijgen van welke leds hiervoor wel geschikt zijn, is het aantal testkleuren uitgebreid tot maximaal 15. De vijftien standaardreferentiekleuren, eveneens conform de CIE, zijn vastgelegd in afbeelding 1.



Afbeelding 1: CIE standaardkleuren

Afbeelding 2 laat een voorbeeld zien van de wijze waarop de spectrale samenstelling en de kleurweergave-eigenschappen door een fabrikant van leds worden gepresenteerd. Hierbij wordt de kleurweergave-index van alle 15 testkleuren afzonderlijk aangegeven en wordt een zeer gedetailleerde indruk gegeven van de te verwachten kleurweergaveprestatie. Zo is de afbeelding op te maken dat de kleurweergave van rood bij leds van de Standard-versie zeer slecht is ($R_a = 16$), terwijl deze voor de Artist-versie zeer goed is ($R_a = 98$).



Afbeelding 2: Voorbeeld presentatie kleurweergave leds

Het Amerikaanse IES heeft een methode ontwikkeld om nog beter de kleurweergave-eigenschappen van een lichtbron vast te kunnen leggen, zoals vastgelegd in de publicatie TM-30-15. Deze is echter nog niet algemeen geaccepteerd.

KLEURTEMPERatuur

De lichtkleur of kleurindruk van een lamp verwijst naar de schijnbare kleur van het licht dat wordt uitgestraald. Een maat voor de kleurindruk wordt uitgedrukt in Kelvin (K), bijvoorbeeld 2700 K voor extra warmwit, zoals voor het licht van gloeilampen en 4000 K voor neutraalwit, zoals van bijvoorbeeld tl-lampen. Leds zijn met diverse lichtkleuren verkrijgbaar, van nog warmer licht dan gloeilampen tot daglichtwit. Bij dimmen verandert de kleurtemperatuur niet, zoals dit bijvoorbeeld wel bij gloeilampen het geval is. Omdat in veel armaturen een groot aantal leds zijn opgenomen, is het wel mogelijk om een combinatie

van leds met een warme en een koele lichtkleur toe te passen en door deze afzonderlijk te regelen, kunnen diverse kleurtemperaturen worden gerealiseerd. Dit wordt onder andere toegepast bij Human Centric Lighting (HCL).

LICHTSTROOMAFNAME TIJDENS GEBRUIK

Ook bij het gebruik van leds neemt de lichtstroom af tijdens het gebruik. Bij het bepalen van de verlichtingssterkte die onder alle omstandigheden moet worden gere-

Thema Werkomgeving

aliseerd wordt daarom rekening gehouden met de zogenaamde behoudfactor. Dit is de verhouding tussen deze waarde en de waarde, die moet worden gerealiseerd in nieuwe toestand. Bij toepassing van ledarmaturen kan niet meer worden uitgegaan van gebruikelijke behoudfactoren, zoals deze van toepassing zijn voor de hiervoor gebruikelijke lichtbronnen. Zo is bijvoorbeeld een ledarmatuur anders opgebouwd dan een tl-armatuur, waardoor er geen vuil bovenop de leds terecht komt. Bovendien wordt de levensduur niet langer bepaald door de tijdsduur tot de lampen te weinig licht meer geven, maar meer door de effectieve gebruiksduur.

Om duidelijkheid te geven betreffende lichtterugval en levensduur worden de zogenaamde L en B waarden gebruikt, algemeen aangeduid met $L_x B_y$, gekoppeld aan een bepaalde aangegeven levensduur.

Hierin is:

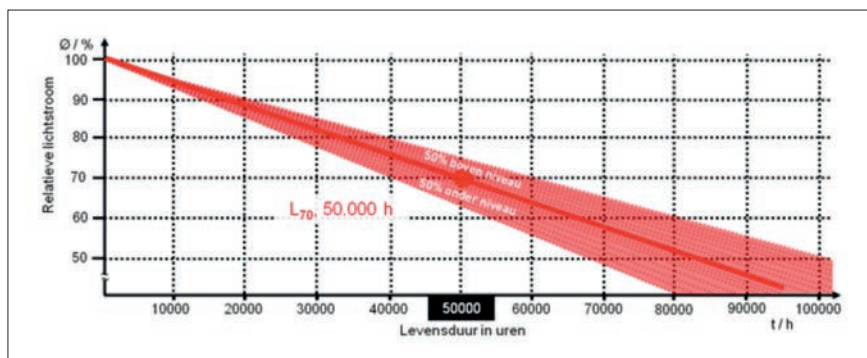
L_x - de tijd in uren waarbij nog x% van de nieuwwaarde van de lichtstroom aanwezig is na de aangegeven levensduur en B_y - het percentage van de leds dat minder licht geeft dan de x% van de initiële lichtstroom.

Bij voorbeeld een L70 B50 bij 50.000 branduren geeft aan dat 50% van de leds minder dan 70% van de oorspronkelijke lichtstroom geeft. Het houdt ook in dat de andere 50% van de leds nog 70% of meer geeft. De B-factor is dus een gemiddelde. Dit schematisch aangegeven in afbeelding 3. Een en ander is van toepassing indien het lichtstroombehoud wordt bepaald volgens IES-normen LM-80 + TM-21 of LM-84 + TM-28.

Het komt ook voor dat na de L-factor geen B-factor wordt vermeld. Deze is dan automatisch B50. Het is ook belangrijk om na te gaan hoeveel branduren voor een bepaalde toepassing als uitgangspunt moet dienen. Zo wordt met 50.000 uur als uitgangspunt voor een kantoor bij gemiddeld 2500 branduren per jaar over een periode van 20 jaar rekening gehouden.

TEMPERATUURSAFHANKELIJKHEIDEN WARMTELAST INTERIEUR

Fluorescentielampen leveren hun optimale lichtstroom bij een bepaalde omgevingstemperatuur. Bij een hogere of lagere temperatuur leveren ze minder licht. In armaturen die hiervoor geschikt zijn, kan de optimale lichtstroom worden gerealiseerd door een bepaalde hoeveelheid lucht hierdoor te voeren. Dit kan bovendien een gunstig effect hebben op



Afbeelding 2: Voorbeeld presentatie kleurweergave leds

de energie die nodig is voor koeling van een ruimte. Ook bij leds is de lichtopbrengst mede afhankelijk van de omgevingstemperatuur, echter op andere wijze. Hoe hoger deze is, hoe geringer de lichtopbrengst. Hierbij leidt koeling door luchtafvoer altijd tot een hoger rendement. Leds zijn dus ook zeer geschikt voor koude ruimten, zoals koel- en vriescellen. De omgevingstemperatuur waarin de ledarmaturen functioneren is ook van invloed op de levensduur. Zo zal de levensduur korter worden bij hogere omgevingstemperaturen dan is toegestaan voor een bepaalde led.

FLIKKER EN STROBOSCOPISCH EFFECT

Bij toepassing van inferieure drivers kunnen flikkereffecten ontstaan, overeenkomstig die bij toepassing van fluorescentielampen in combinatie met conventionele, draadgewonden voorschakelapparaten. Dit kan niet alleen als hinderlijk worden ondervonden, maar kan ook leiden tot lichamelijke klachten. De oorzaak is de meest eenvoudige wijze van omzetten van wisselspanning naar gelijkspanning, door alleen de positieve sinus door te laten. Omdat leds bijzonder snel in- en uitschakelen heeft de hierbij voorkomende onderbreking van de stroom het knippen van het licht tot gevolg. Het flikkereffect kan ook voorkomen bij regeling van ledverlichting bij toepassing van pulsbreedtemodulatie

(PBM) c.q. puls-width modulation (PWM). Ook hierbij wordt de stroom, ook al is dit maar zeer kort, steeds onderbroken. Hierbij kan ook het stroboscopisch effect optreden, waardoor het bijvoorbeeld kan lijken of draaiende voorwerpen stil staan of in de andere richting draaien. Flikkeren en stroboscopisch effect kunnen worden vermeden door toepassing van stroomregeling.

HUMAN CENTRIC LIGHTING

Human Centric Lighting, ook wel aangeduid als HCL, heeft als uitgangspunt dat bij de toepassing van verlichting de mens centraal moet staan. Hierbij gaat het om zowel visuele, emotionele en biologische effecten. Ook door kunstverlichting kan het biologische ritme worden beïnvloed en hiermee ook welbevinden, humeur en gezondheid. Over deze effecten zijn inmiddels tal van publicaties verschenen. Human Centric Lighting wordt gerealiseerd door de mogelijkheid om zowel de intensiteit als de lichtkleur (kleurtemperatuur) te veranderen. Hierdoor kan het dienen als ondersteuning of vervanging van het daglicht of kan worden toegepast voor bijvoorbeeld voor een ontspannen omgeving voor concentratie of juist een activerende, zoals in kantoren, scholen of gezondheidszorg. In het verleden is hiermee al de nodige ervaring opgedaan bij toepassing van fluorescentielampen met verschillende lichtkleuren (van 2700K



Afbeelding 4: Kantoor met HCL (Bron: Trilux)

tot zelfs 17.000K), maar ook leds lenen zich bijzonder goed voor dit doel.

Een nieuwe ontwikkeling om hierbij op nog betere wijze het daglicht te kunnen benaderen is die op basis van leds met een purperkleur (zie afbeelding 5)

Bij dit type leds komt de spectrale samenstelling veel meer overeen met dat van daglicht. De blauwe piek, die ook negatieve gevolgen kan hebben, is afgevlakt en de warme lichtkleuren zijn beter vertegenwoordigd.

INTERNET OF THINGS

Leds als onderdeel van het Internet of Things (IoT) of Internet de Dingen is een nieuwe ontwikkeling, die vanaf 2010 steeds meer onder de aandacht is gekomen. Naast verlichting, die de communicatie van mens tot mens mogelijk maakt, kunnen leds ook worden gebruikt voor communicatie met een grote verscheidenheid van apparaten.

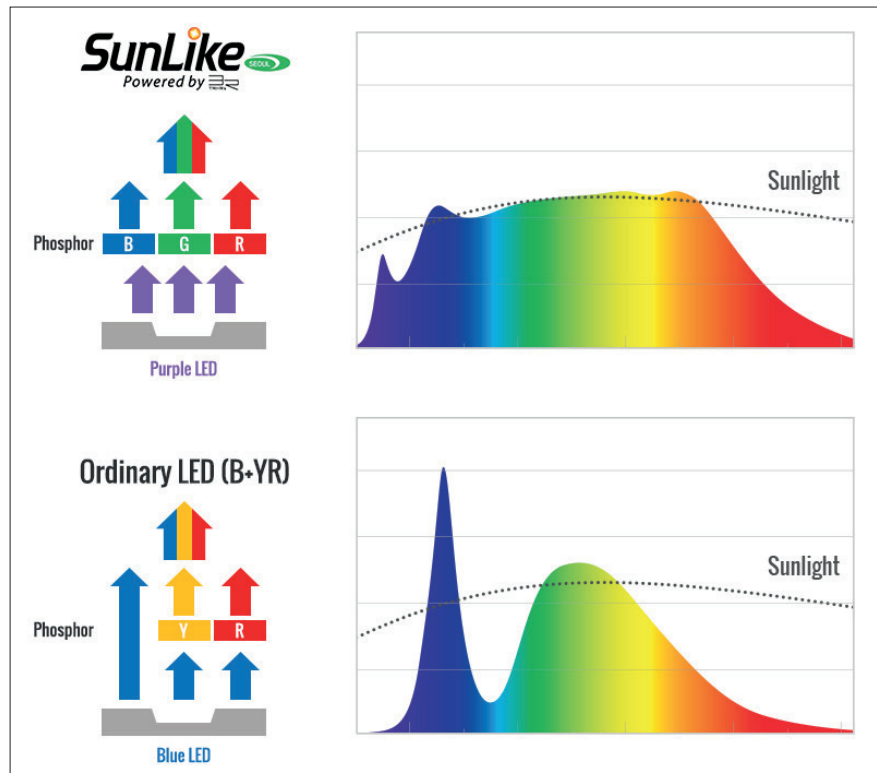
Leds zijn halfgeleiders en dat geldt ook voor de meeste sensoren. Het lichtpuntenpatroon biedt veelal de ideale infrastructuur voor het Internet of Things en daarom is het logisch om die verschillende halfgeleidercomponenten te combineren. De verbinding gaat via het normale internet. Hierbij kan informatie worden verzameld om bepaalde omgevingen, zoals thuis, op het werk, in het ziekenhuis en in een auto te controleren.

Door het verzamelen van data kunnen efficiëntieverhoging, comfortverbetering en betere veiligheid worden gerealiseerd, maar ook besparingen en beter onderhoud in gebouwen. Dit is ook van toepassing voor openbare verlichting en inmiddels al in tal van gemeenten toegepast.

Verdere ontwikkelingen bieden nog tal van mogelijkheden voor de verlichting als onderdeel van het Internet of Things.

LICHTONTWERP NEDERLAND

Tot voor kort werd het ontwerp van verlichting in het algemeen uitgevoerd door lichtspecialisten van fabrikanten en vertegenwoordigers van fabrikanten en voor grotere projecten ook wel door technische adviesbureaus en ontwerpende installateurs. Een aantal hiervan hebben ook medewerkers die zich hebben gespecialiseerd in het ontwerpen van verlichting. Omdat het vakgebied inmiddels zo complex is geworden en bovendien architecten vaak aangaven dat er te weinig aandacht werd besteed aan het effect en de inpassing in de architectuur en het interieur zijn er steeds is er steeds meer behoefte ontstaan aan onafhankelijke lichtontwerpers die creatief



Afbeelding 5: Vergelijking verschillende typen leds (Bron: Seoul Semiconductor)

mee kunnen zoeken naar gewenste lichtoplossingen. Lichtontwerpers zijn door alle ontwikkelingen op het gebied van verlichtingstechniek, regelgeving, gezondheidsaspecten en maatschappelijke ontwikkelingen inmiddels een belangrijke schakel geworden tussen opdrachtgever, architect, fabrikanten, installateurs en gebruikers. Het is belangrijk dat dit ook als zodanig wordt herkend en een lichtontwerper direct bij de ontwikkeling van een gebouw een zelfstandige plek krijgt in het bouwproces. Alleen dan kan de kwaliteit van de verlichting en de verwachtingen die alle betrokkenen hebben ook worden gerealiseerd.

Om lichtontwerpers die over deze kwaliteiten beschikken zichtbaar te maken, zodat ze ook gemakkelijk vindbaar worden is begin 2017 Lichtontwerp Nederland (LN) gestart om dit te realiseren en blijvend te verbeteren en daarnaast ook uit te dragen. LN is een zelfstandig en onafhankelijk platform, dat nauw samenwerkt met de NSVV, de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde en hierin vertegenwoordigd is door het kernteam Design. Deze samenwerking versterkt onder andere ook de mogelijkheden tot een bijdrage aan normen via NEN en aan publicaties van het CIE, de internationale commissie voor verlichting. Daarnaast is het de bedoeling om samen congressen, symposia en workshops te organiseren en bij te dragen aan onderwijs op het gebied van verlichting.

LITERATUUR

1. W. Lau, "LEDs: Fighting Flicker", Architectural Lighting, 23 april, 2014
2. H. Haas, "Principals of LED Light Communications", Cambridge University Press, 2015.
3. Stan Walerczyk, CLEP, LC, "Human Centric Lighting", Architectural SSL, 06 12
4. Michel S. Mott, Daniel H. Robinson, Ashley Walden, Jodie Burnette en Angela S. Rutherford, "Illuminating the Effects of Dynamic Lighting on Student Learning", Sage, 6 mei 2012
5. Peter R. Boyce, "Exploring human-centric lighting", Lighting Research and Technology, Sage, maart 2016
6. Publicatie IES TM-30-15: "Method for Evaluating Light Source Color Rendition", 2015
7. R. van Uden, R. van den Berg, M. Ritmeester en M. Janssen, "Nieuwe reductiefactor verbetert interne-warmtelastberekeningen van verlichting", TVVL Magazine nr. 10, 2017