

Led op!

Opmars van de led als functionele verlichting in gebouwen; de halfgeleiderverlichting is niet te stuiten. In de praktijk blijkt de gelijkwaardigheid met conventionele verlichting soms ver te zoeken. Al doen fabrikanten en leveranciers de markt vaak anders geloven. De bestekken zijn bijna altijd nog gebaseerd op conventionele technieken en kennis ontbreekt vaak voor het maken en beoordelen van een goed lichtontwerp. De investeringen zijn hoger en de bijbehorende businesscase is nogal eens voorzien van foutieve informatie, waarop een opdrachtgever zijn uiteindelijke besluiten neemt. Een eerste handreiking.

Robert Jan Vos PLDA, Lichtontwerp en -advies

De ontwikkeling gaat snel. Producenten komen uit alle hoeken en zijn vaak zelfs nieuw in deze branche. De wijze waarop leds worden gespecificeerd wijkt af van die van conventionele lichtbronnen. Normen zijn nog in ontwikkeling. Kwaliteitsverschillen zijn zeer groot en vaak niet zichtbaar bij aanschaf. De garanties dekken maar een klein deel van de beloofde levensduur.

Door producenten wordt geschermd met hoge lichtopbrengsten en een lange levensduur, maar... *Wat heb ik aan een levensduur van 50.000 branduren als de lichtopbrengst halverwege de levensduur gehalveerd is, de lichtkleur na drie jaar is veranderd van helder wit naar blauw en de kleurweergave-index devalueert van een 8 naar een 5?* Het antwoord kunt u vast zelf wel geven. En toch, door het niet beschikbaar zijn van specificaties, of door het niet goed lezen of interpreteren daarvan, is dit aan de orde van de dag.

Dit artikel biedt de lezer enig houvast door de nodige achtergrondinformatie en de verwijzing naar normen. Al blijft het ontwerp zeker voorlopig nog een materie die voorbehouden zou moeten blijven aan de specialist.

DE OPMARS VAN LED

Na de ontdekking van de witte led in 1993 kwam de weg vrij voor het ontwikkelen van een led die geschikt zou kunnen worden voor functionele verlichting. Tien jaar geleden kwamen de eerste verlichtingsoplossingen die bruikbaar waren voor utilitaire toepassing in de vorm van oriëntatieverlichting. Door technologische vooruitgang ontwikkelde de ledverlichting zich als de pc in de jaren negentig van de vorige eeuw; als het gaat om de prestatie in relatie tot de prijs. Op dit moment wordt conventionele verlichting hevig verdrongen door ledverlichting als toepassing voor functionele (kantoor) verlichting in gebouwen. In de buitenverlichting is dit al enkele jaren gaande en worden inmiddels zelfs rijkssnelwegen en emplacementen verlicht met ledverlichting. Belangrijk verschil met conventionele verlichting is dat er veel prijs/kwaliteitsverschil verkrijgbaar is. Dit komt vooral door nieuwe toetreders in de markt en zorgt tegelijkertijd voor innovatieve producten. Deze nieuwe toetreders zijn veelal al producent van andere halfgeleiderproducten zoals pc's, smartphones, tv's, zonnepanelen, etc. Dit veroorzaakt

hevige competitie en concurrentie. Keerzijde is echter dat de ontwikkelde producten in een aantal gevallen niet (kunnen) voldoen aan de technische en functionele eisen die in Europa aan verlichtingsinstallaties worden gesteld. Het is echter nog een kwestie van tijd voordat deze nieuwe toetreders zich een positie weten te verwerven en serieuze concurrenten worden voor bestaande verlichtingsfabrikanten.

HUIDIGE MARKT

Het aantal aangeboden producten is talrijk, evenals het aantal fabrikanten. Nog maar niet te spreken over het aantal verschillende leveranciers. Oorzaak is dat ledverlichting verschillende markten met verlichtingsproducten met elkaar verbindt. De betreffende producten werden in het verleden van verschillende lichtbronnen voorzien. Nu is dat in de basis één component: de led. Denk hierbij weer even aan de zaklamp. Deze led wordt bijvoorbeeld ook geconfigureerd toegepast in armaturen voor kantoorverlichting, illuminatie van gebouwen, straatverlichting, signalisatie, decoratieve armaturen, displays en dergelijke. Door deze integratie van producten ontstaan nieuwe

samenwerkingsverbanden en ondernemingen. Tevens geeft deze ontwikkeling een 'push-effect' voor innovatie van nieuwe producten.

MARKTONTWIKKELING

Onderzoeksbureau Mc Kinsey heeft in het laatste marktonderzoek in 2012: 'Lighting the way:

Perspectives on the global lighting market', weergegeven wat de verwachtingen zijn. Dit rapport wordt door veel investeerders, fabrikanten en handelsondernemingen gebruikt als ondersteuning voor hun afwegingen. Figuur 1 geeft de te verwachte marktontwikkelingen tot 2020 weer.

Uit deze grafiek blijkt dat in 2020 verwacht wordt dat 64% van alle toegepaste functionele binnen- en buitenverlichting zal bestaan uit ledverlichting. Saillant detail is dat de marktpenetratie voor de 'Automotive lighting' slechts 34% zal bedragen. Een gouden regel in deze sector is: 'wie faalt, betaalt'. Hieruit zou kunnen worden opgemaakt dat er, vanuit gaande dat bij 'General lighting' de kwaliteit gelijkwaardig is, aanmerkelijk meer risico op faal wordt genomen. De toekomst zal uitwijzen of dit zo is. Opmerkelijk is het echter wel. Vanwege de hoge investeringen die zijn gedaan door fabrikanten en ontwikkelaars van ledverlichting zijn de aandeelhoudersbelangen zeer groot. Dit leidt ertoe dat er zeer grote druk op de sales- en marketingafdelingen wordt uitgeoefend om de toegezegde financiële rendementen gestalte te geven. Zonder uitzondering hebben de gevestigde fabrikanten alle vijf 'marketing P's' grondig moeten reorganiseren en andere kennis cq. ondernemingen moeten inlijven om deze transitie gestalte te geven en een goede concurrentiepositie te behouden. Niet zelden is er om deze reden grote onrust in deze organisaties die worstelen met de vraag hoe ze de doelstellingen kunnen realiseren.

LICHTTECHNIEK

Ledverlichting kent een aantal voordelen en tegelijkertijd belangrijke aandachtspunten. Voordelen zijn de hogere efficiëntie en langere levensduur. Aandachtspunten zijn de kwaliteit; is wat wordt geclaimd door de fabrikant wel te realiseren? Het ontwerpen vraagt andere ofwel meer competenties. Daarnaast is meer kennis noodzakelijk om de kwaliteit van ledverlichting goed te kunnen beoordelen en toe te passen (ontwerpen).

In principe is de witte led een blauwe led, die voorzien wordt van een fosforlaag. Deze is zichtbaar als een geel laagje op de led. Voor het realiseren van hogere lichtstromen wordt voor een aantal gegroepeerde leds een kunststof of glas gepositioneerd, voorzien van een fosforlaag. Zogenaamde remote-fosfortechnologie.



-Figuur 1- Marktontwikkelingen tot 2020 (Bron: Mc Kinsey 'Lighting the way: Perspectives on the global lighting market')

De mate waarin de fosforlaag degenereert is sterk afhankelijk van de kwaliteit en wijze waarop deze op de leds is aangebracht. Bij gebruik van remote-fosfortechnologie wordt veelal ook nog gebruikgemaakt van andere kleuren leds om het lichtspectrum te verrijken.

EFFICIËNTIE

De hogere efficiëntie van ledverlichting ten opzichte van conventionele verlichting is tweeledig: optisch en fysisch. In de praktijk wordt zelden de nadruk gelegd op de optische winst die met ledverlichting is te realiseren.

Optisch

In veel gevallen is de verbetering van de efficiëntie toe te wijzen aan de optische kwaliteitsverbetering. In het algemeen is te stellen dat de led optisch in principe een zeer kleine puntlichtbron is, die met conventionele verlichting niet te realiseren is. Deze zeer kleine puntlichtbron straalt ongeveer 160° rotatiesymmetrisch uit. Met een lens kan het licht zeer effectief worden gestuurd. De kleine afmeting van de led – soms enkele millimeters – worden afhankelijk van de gewenste lichtstroom gegroepeerd samengebouwd in een verlichtingsarmatuur.

Fysisch

De specifieke lichtstroom is de afgelopen periode enorm verbeterd. Dit is de duiding voor de beschikbare lichtstroom in verhouding tot het opgenomen vermogen. Ofwel: het aantal lumen per watt. Voor het opgenomen vermogen dient de lamp en het noodzakelijke voorschakelapparaat te worden meegewogen. Uitgaande van de conventionele T5-fluorescentielamp is deze 106 lumen per watt. Voor de meest efficiënt verkrijgbare led is deze op dit moment 140 lumen per watt.

Dit met een gelijkwaardige lichttechnische prestatie ten aanzien van de lichtkleur, kleurweergave en stabiliteit van deze parameters, gedurende de gespecificeerde levensduur. Met de huidige techniek is de verwachting dat de specifieke lichtstroom van 220 lumen per watt haalbaar is met vergelijkbare lichttechnische specificaties als een fluorescentielamp.

LEVENSDUUR

Een led gaat in principe niet defect; enkele op een miljoen. Leds degenereren doordat ze minder licht gaan geven, de lichtkleur verandert en de kleurweergave verslechtert. De effecten op de levensduur zijn zoals bij alle andere halfgeleiders: hoe beter de koeling hoe hoger de prestaties. De prestaties zijn zeer sterk afhankelijk van de kwaliteit van de leds en de (omgevings)condities waarop deze kunnen koelen in de applicatie (armatuur). De levensduur ofwel de mate van depreciatie van de led is dus in principe een keuze. Hoe lager de warmtebelasting hoe geringer de depreciatie van de lichttechnische parameters. De warmte ontstaat door de elektrische stroom die door de led vloeit. Hoe hoger de stroom hoe meer licht de led uitstraalt.

Als voorbeeld een zaklamp. Deze wordt incidenteel gebruikt maar moet compact zijn en relatief veel licht geven in een richting. Gedurende de hele levensduur van de zaklamp zal deze bij intensief gebruik wellicht maximaal tien uur branden. Door de stroom van de led hierop aan te passen mag deze aanmerkelijk hoger zijn dan als deze over dezelfde levensduur 50.000 branduren zou moeten presteren. De hogere stroom geeft een hogere lichtintensiteit waardoor met enkele leds in combinatie met de juiste lenzen een toereikende lichttechnische prestatie wordt geleverd. Bij het specificeren van de levensduur is een

duidelijk verschil tussen led en de conventionele lichtbronnen. Led wordt gespecificeerd bij een bepaalde gebruiksduur. Deze wordt veelal op 50.000 branduren gesteld. Er wordt dus aangegeven hoe de leds dan nog presteren. Bij conventionele lichtbronnen wordt aangegeven wanneer deze niet meer presteren conform de internationale normering (IES LM-40-01). Andersom dus.

De oorzaak hiervan ligt in het feit dat de markttoetreding van de led niet te commercialiseren was met de bestaande internationale normering. In de marketing waren de instrumenten levensduur en efficiëntie 'branding'. Dat de led dan meer mocht kosten werd dan door lagere onderhouds- en beheerkosten op termijn ruimschoots goedge maakt, aldus de commercie. Dat de genoemde levensduur niet conform de internationale standaarden kon worden gespecificeerd werd gewijd aan het feit dat er sprake was van een nieuwe technologie en er dus wel andere regels zouden moeten gelden...

Door deze aanpak is een nieuwe en andere wijze van specificeren ontstaan. Er is tot op heden nog te weinig Europese regelgeving om deze nieuwe wijze van specificeren goed te kunnen toetsen. Door gebrek aan beter wordt tot op heden, door veel Westerse fabrikanten, de betrouwbare Amerikaanse standaard van de Illuminating Engineering Society of North America (IES) aangehouden. De methode voor het vaststellen van de levensduurverwachting van de led (applicaties) is vastgelegd in de IES LM-79-08. Voor alleen de leds wordt de IES LM-80-08 gehanteerd.

Voor de levensduur van de betreffende applicatie zijn niet alleen de leds van belang. Het voorschakelapparaat van de leds, de driver, gaat vaak eerder defect. Afhankelijk van de toegepaste componenten zal deze eerder falen. Vooral de toegepaste condensatoren zijn hiervoor verantwoordelijk. Dit zijn tegelijkertijd de dure componenten waar vaak op bespaard wordt bij de goedkopere producten. Op dit moment worden deze veelal geleverd met een levensduur van 50.000 branduren. Er zijn applicaties leverbaar waarbij de drivers separaat uitwisselbaar zijn, zodat deze bij faal kunnen worden vervangen zonder dat het hele armatuur hoeft te worden vervangen (duurzaamheidsaspect).

■ GELIJKWAARDIGHEID

Het komt zeer veel voor dat in lichtberekeningen de factor voor depreciatie, vervuiling en terugval door veroudering, voor conventionele verlichting en ledverlichting niet wordt aangehouden conform de opgegeven specificaties van de fabrikant(en). In de normen voor functionele eisen voor werkplekverlichting

NEN 12464, deel 1 en deel 2 (resp. binnen en buiten), is vastgelegd wat de verlichtingssterkten dienen te zijn aan het einde van de onderhoudsperiode. Lichtberekeningen tonen dit als bewijslast aan bij het lichtontwerp. Opmerkelijk is dat bijvoorbeeld voor fluorescentielampen in een kantooromgeving standaard een depreciatie ofwel behoudfactor van 0,85 wordt aangehouden. Reden is dat de levensduur van de fluorescentielamp gespecificeerd wordt op 80% behoud van de lichtstroom.

Leds worden veel gevarieerder en vaak ongunstiger gespecificeerd, namelijk tussen de 25% en 70% behoud van de lichtstroom. Dit geldt overigens ook voor de A-merk fabrikanten. Er wordt keurig gespecificeerd maar vaak slecht gelezen door de ontwerper. 'Selectie aan de poort' is dus van groot belang.

De depreciatie wordt in percentages aangegeven voor het deel van de leds waarvoor dit geldt. Bijvoorbeeld: L70 B10 houdt in: 90% van de leds geven nog 70% van de initiële lichtstroom. De overige 10% mag dan lager zijn; De facto: 63%. Er zijn applicaties die worden gespecificeerd als L50 B50. Dit houdt in dat aan het einde van de geclaimde levensduur slechts 25% van de initiële lichtwaarde nog aanwezig moet zijn. Duidelijk moet dus worden aangegeven hoe de leds gespecificeerd zijn, waarna pas een goed vergelijk met conventionele verlichting mogelijk is.

■ KLEURWEERGAVE

De kleurweergave van het licht staat in principe los van de lichtkleur. Denk hierbij aan de gele openbare verlichting. Deze geeft een zeer warme lichtkleur. Net als een gedimde gloeilamp. Echter bij openbare verlichting wordt een hoge druk natriumlamp gebruikt die zeer energie-efficiënt is maar slechts één kleur geeft: warm witlicht. Hierdoor is dan ook alles warmwit van kleur. Kleuren zijn nauwelijks meer te onderscheiden. Dit in tegenstelling tot de weergave van de kleuren onder de gedimde gloeilamp.

De kleurweergave verslechtert in een bepaalde mate. Dit geldt voor alle lichtbronnen. Voor conventionele lampen is dit genormaliseerd.

Producenten van conventionele lampen conformeren zich hier strikt aan. Dit in tegenstelling tot veel producenten van leds. Dit geeft meteen aan dat er veel kwaliteitsverschil wordt aangeboden en dat de parameters van de conventionele lampen niet zondermeer vergeleken kunnen worden met leds.

■ LICHTKLEUR

Ook de lichtkleur deprecieert. Witte leds worden in het algemeen steeds koeler van kleur. Dit komt omdat de fosfor minder effectief is en steeds meer blauw licht doorlaat van de blauwe led. In welke mate gedurende de aangegeven 50.000 branduren dit gebeurt, is ook weer sterk afhankelijk van de kwaliteit en warmtebelasting.

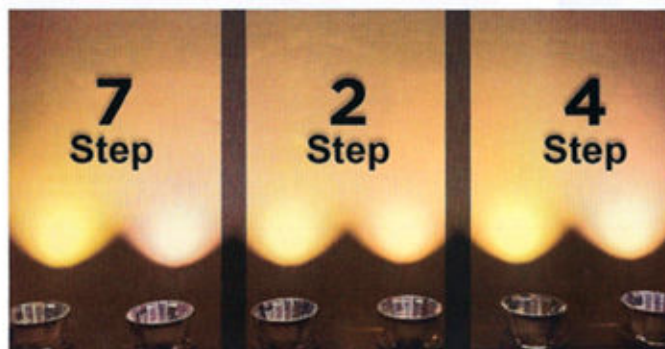
■ KWALITEIT EN SELECTIE

Om de kwaliteit van de kleurweergave en lichtkleur te waarborgen worden deze voor leds aangegeven met de Standard Deviation Colour Matching (SDCM) in 'MacAdam steps'. Dit geeft de relatie aan met de kwaliteitsselectie tijdens de productie (binning). Hoe hoger de MacAdam steps hoe meer van de leds gedurende het gebruik onderling gaan verschillen van lichtkleur en kleurweergave. De onderlinge verhouding van de spreiding blijft gelijk maar de zichtbare verschillen nemen toe.

Ter vergelijking; het lichtkleurverloop van een gloeilamp is 2 MacAdam steps, van een spaarlamp is deze 7 MacAdam steps. Minder MacAdam steps betekent een hogere kwaliteit en een hogere kostprijs. Tot soms wel het dubbele. Voor binnenverlichting wordt veelal ≤ 3 MacAdam steps toegepast en voor buitenverlichting ≤ 5 MacAdam steps.

Een valkuil is dat er bij aanschaf geen verschil zichtbaar is. Op termijn wordt langzaam duidelijk dat deze er wel is, zeker bij een hoog aantal 'steps'.

In de praktijk zal bij een geringere kwaliteit het verschil vooral zichtbaar worden als er halverwege de verwachte levensduur één of enkele armaturen vervangen moet worden. Van belang is dus dat afhankelijk van de toepassing, tijdens het lichtontwerp moet worden afgewogen, welke kwaliteit van belang is en wat deze



-Figuur 2- Principe-opstelling na een gelijke gebruiksduur van de leds. Zichtbaar is het verloop ten opzichte van elkaar bij de verschillende MacAdam step. (Bron: Xicato).

Type	TL	led
Primaire lichtverdeling bron	Buisvorm, rondomstralend	Chip, puntverlichting
Temperatuur (te) laag	Matige prestaties	Hoge prestaties
Temperatuur (te) hoog	Redelijke prestaties	Slechte prestaties
Levensduur	Minder afhankelijk van koeling	Sterk afhankelijk van koeling
Specifieke lichtstroom	Hoog	Hoog tot zeer hoog
Helderheid bron	Laag	Zeer hoog
Lichtterugval (relatief)	Eerste periode geringe reductie	Eerste periode hoge reductie
Lichtkleur	Koelwit, wit en warmwit	Koelwit, wit en warmwit
Kleurweergave; zien van kleur	Goed	Goed
Dimbaarheid	Goed	Goed
Stroboscopisch effect	Geen	Goed tot slecht*
Lichttechnische efficiëntie	Hoog	Hoog tot zeer hoog
Elektrische efficiëntie	Hoog	Hoog tot zeer hoog**
Schakelen	Invloed op levensduur	Geen invloed
Vocht	Matige invloed	Grote negatieve invloed
Betrouwbaarheid	Hoog	Hoog tot zeer hoog***

* afhankelijk van dimmethode wordt dit goed tot slecht gerealiseerd. Bij een te lage dimfrequentie kan dit leiden tot hinder tot zeer grote hinder.

** Sterk afhankelijk van: -Omgevingstemperatuur mede veroorzaakt door de hoogte van de stroom door de led en beschikbare koeling; -Keuze van de lichtkleur: in het algemeen is de led in een koude lichtkleur tot ca. 30% efficiënter dan bij een warm witte lichtkleur.

*** Leds gaan bijna nooit stuk. Ze gaan wel minder licht geven wat uiteindelijk kan leiden tot slechte verlichting bij uitstel van onderhoud.

-Tabel 1-

mag kosten.

Het voornoemde heeft tot gevolg gehad dat door gebrek aan kennis veel conventionele verlichting ten onrechte als gelijkwaardig is beoordeeld en in businesscases foutief is verwerkt. Hierdoor zijn investeringen gedaan die op termijn zeer waarschijnlijk nooit binnen de gestelde termijn kunnen worden terugverdiend, doordat de geclaimde prestaties niet haalbaar blijken te zijn. In de praktijk wordt tot op heden helaas nog veel misbruik gemaakt van deze situatie.

RICHTLIJNEN

De richtlijnen die door fabrikanten wordt gehanteerd zijn nog steeds zeer divers. Deels wordt gebruik gemaakt van de normen die gehanteerd werden voor conventionele verlichting, al is dit vaak eenzijdig. Een eerste guideline 'Apples and Pears 2012', is opgesteld door het Celma (Europese vertegenwoordiging van fabrikanten en leveranciers van armaturen en lichtbronnen) Dit document wordt inmiddels door een groot aantal fabrikanten onderschreven en gehanteerd. Hierin worden de voornoemde IES-standards opgenomen als richtlijn. De overheid hanteert deze ook voor de omschreven generieke middelen – bestaande uit ledverlichting – in de Energielijst.

GARANTIE

Een groot verschil met conventionele verlichting is dat de verlichtingsarmaturen en lampen twee gescheiden componenten zijn die uitwisselbaar zijn. Voor veel ledapplicaties is dat niet het geval. Het is een samengebouwd geheel, waardoor de fabrikant ook verantwoordelijk is voor het functioneren van het geheel: armatuur en lichtbron. Dit is voor de fabrikanten een nieuwe uitdaging en geeft nogal eens de nodige discussie met de verschillende marktpartijen.

De garantiestelling bedraagt voor dergelijke ledapplicaties drie en in bijzondere gevallen maximaal vijf jaar. Bij normaal gebruik in kantoren zal de jaarlijkse gebruiksduur ca. 3.000 uur bedragen en na vijf jaar dus ca. 15.000 uur. De rest van de geclaimde levensduur van 50.000 uur is dan voor risico van de opdrachtgever! Als de kwaliteit goed is, is het risico aanvaardbaar. De praktijk leert echter dat de kwaliteit het nogal eens laat afweten, of dat de specificaties niet goed gelezen zijn.

LICHTREGELINGEN

Een voordeel van het dimmen van ledverlichting is dat het terugregelen van de lichtstroom nagenoeg rechtvevendig is met het opgenomen vermogen. Kort gezegd wordt er met de mate van dimmen hetzelfde minder

aan energie gebruikt. Met conventionele verlichting is deze relatie aanmerkelijk minder gunstig. Bijvoorbeeld bij 50% dimmen van fluorescentielampen wordt slechts ca. 30% minder energie gebruikt. Door de verlichting afhankelijk van het gebruik slim te regelen, is dan ook substantieel meer energie te besparen met ledverlichting. Dit gegeven maakt het interessant om bij het ontwerp te anticiperen op de lagere lichtopbrengst bij einde levensduur. Oftewel; ontwerp een installatie met een hoger lichtniveau en regel dat terug tot het gewenste lichtniveau.

Het dimmen van ledverlichting kan echter ook leiden tot een ongewenst en zichtbaar stroboscopisch effect. Dit is afhankelijk van de toegepaste techniek. Bij zogenaamde pulse-width modulation (PWM) wordt de verlichting gedimd door de verlichting tijdelijk uit te zetten en dan weer aan. Door dit heel snel te doen wordt visueel ervaren dat de verlichting minder intens is. Hoe langer de verlichting wordt uitgezet, hoe meer het lijkt dat de verlichting is teruggedimd. Een nadeel is echter dat dit bij te lage frequenties zichtbaar wordt. Het onaangename is dat dit voor sommige mensen een onaangenaam effect heeft, waardoor ze niet meer kunnen functioneren. Andere nemen het niet waar en ervaren geen enkele hinder. Dit kan tot groot onbegrip

leiden als hierover discussies moeten worden gevoerd. Gevolgen kunnen zijn improductiviteit en ziektemeldingen. Helaas ontbreken tot op heden nog steeds richtlijnen om dit te voorkomen.

Volgens onderzoeksresultaten in 2011 van het Lighting Research Centre in New York is een frequentie van 1.500 Hz niet meer hinderlijk voor het menselijk oog (voor dieren gelden overigens hele andere frequenties). Drivers voor dergelijke frequenties zijn aanmerkelijk duurder dan die met een lagere frequentie dimmen. Ook hier is de kostprijs weer sturend.

■ POWERFACTOR

De ledapplicatie geeft een bepaalde netvervuiling. Net als vele andere elektronische belastingen.

De zogenaamde powerfactor geeft hiervoor de maat. Hoe hoger de factor hoe beter de applicatie.

Dit is de combinatie van de $\cos \phi$ (fase-verschuiving) en de harmonische vervorming. Aandachtspunt is dat deze bij dimmen aanmerkelijk slechter kan zijn dan bij vollast.

Aangezien een slechte powerfactor kan leiden tot overbelasting van de voedingsinstallatie en 'onverklaarbare' destructieve effecten bij voedingen van andere applicaties in het betreffende net cq gebouw, is het aan te bevelen dit aspect met aandacht te behandelen. Een powerfactor van 0,9 voldoet goed en 0,8 wordt als ondergrens veelal aangehouden.

■ CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In het algemeen kan worden gesteld dat de gevestigde Westerse fabrikanten van verlichting goede producten leveren. Met enkele uitzonderingen daar gelaten. Wat opvalt is dat de specificaties divers zijn en goede regelgeving nog ontbreekt. Een eerste guideline 'Apples and Pears 2012', is opgesteld door het Celma (koepelorganisatie van fabrikanten en leveranciers van armaturen en lichtbronnen) Deze wordt inmiddels door een groot aantal fabrikanten onderschreven en gehanteerd. Van groot belang is een goede toetsing van de specificaties van de toegepaste ledarmaturen. Zijn deze niet weergegeven dan is het zeer

raadzaam deze op te vragen. Als de gewenste parameters niet kunnen worden overlegd dan is het raadzaam om alternatieven te overwegen. Kan dat niet, laat dan het risico van faal vooraf duidelijk door garantieverklaringen financieel en technisch veilig stellen door de fabrikant.

Nagenoeg alle bestekteksten zijn nog steeds gebaseerd op alleen gebruik van conventionele verlichting. Dit geeft onvoldoende borging voor het toepassen van tenminste gelijkwaardige ledverlichting ten aanzien van de elektrotechnische en lichttechnische kwaliteit. Het is aan te bevelen de teksten hierop aan te scherpen. Het is in het verleden veel voorgekomen dat marktpartijen misbruik hebben gemaakt van dit veelvoorkomende hiaat, waardoor investeringen zijn gedaan op basis van foutieve businesscases.

■ EIGENSCHAPPEN

Om inzicht te krijgen in de verschillen tussen conventionele fluorescentielampen (TL) en ledverlichting geeft tabel 1 deze in het algemeen weer.