

Ledverlichting in de industrie

Veel gebruikers van professionele verlichting maken tegenwoordig de overstap naar leds vanuit een duurzaamheidsgedachte op basis van energiebesparing en dus behoud van het milieu. Een 'groen imago' voor een bedrijf is nogal eens de drijfveer om de initieel hogere investeringen aan te gaan en zodoende het 'Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen' te ondersteunen. Dit vereist een serieus andere kijk op zaken, omdat niet alleen de hogere investeringen een rol spelen. Het lange termijn denken en maken van berekeningen op basis van terugverdientijd en 'Total Cost of Ownership' moet ter harte worden genomen om tot een juiste economische beslissing te komen.

M. (Mark) Laponder, Eszet Lighting BV, Harderwijk

Ondanks het feit dat leds als lichtbron in de afgelopen jaren echt volwassen zijn geworden, zijn er nog steeds situaties en omgevingen denkbaar waarin de toepassing van ledverlichting niet vanzelfsprekend de beste en slimste oplossing is, namelijk in de industrie. Onderzoek en expertise zijn vereist om te bepalen of leds hier ook daadwerkelijk voor bepaalde situaties toepasbaar zijn. Binnen de industrie spelen enkele factoren een rol die serieus impact kunnen hebben op de toepassing van de led als lichtbron, zowel in positieve als soms ook in negatieve zin. Niet alleen de toepassing van de leds zelf staan dan ter discussie, maar met name ook de armaturen waarin ze worden toegepast. Een armatuur kan de prestaties van de leds volledig ondersteunen qua initiële specificaties, maar ook teniet doen door het niet correct volgens specificaties functioneren van de leds aangaande warmte en vervuiling.

■ WARMTE EN VERVUILING

Juist warmte en vervuiling spelen in veel

industrieën een rol, zowel in de zware als voedselindustrie. Meestal in de vorm van hogere omgevingstemperaturen, maar soms ook vanwege bewust lagere temperaturen. Leds hebben een optimale lichtstroom (uitgedrukt in lumen) bij een specifieke temperatuur in de led ter plaatse van de overgang van de verschillende lagen, de zogenaamde junction temperatuur. Wordt deze temperatuur te hoog, dan zal dit veelal reductie van de levensduur en lichtstroom tot gevolg hebben. Het is dus zaak te streven naar de ideale temperatuur in en om de led, om zodoende een optimaal lichtresultaat en optimale levensduur te kunnen behalen.

Koeling van de armatuur is dus essentieel daar waar het gaat om behoud van lichtstroom en levensduur van de LED. Ditzelfde geldt voor de elektrische voedingseenheid van de leds, de zogenaamde driver. Dit is elektronica en ook die is gevoelig voor warmte. Afvoer van de warmte van de drivers is dus net zo belangrijk als afvoer van de warmte bij de leds zelf.

Vervuiling van een armatuur door de omgeving

kan een negatief effect hebben op de koeling van de armatuur. Koelribben voor leds kunnen dichtslippen en dus hun functie verliezen.

In zware industrieën is het daarom zaak armaturen toe te passen die een zogenaamd 'zelfreinigend effect' hebben.

Binnen de voedselindustrie speelt het HACCP-protocol een belangrijke rol. Op basis van bepaalde protocollen dient de voedselveiligheid continu te worden gewaarborgd en het productieproces optimaal te worden beheerst. Om dit te kunnen realiseren dient een armatuur bijvoorbeeld slagvast en splintervrij te zijn qua materiaalgebruik maar ook zeker zodanig geconstrueerd zijn dat ophoping van vervuiling in naden en kieren in de vormgeving van de armatuur tot een minimum beperkt blijft. Dit om eventuele bacterievorming tegen te gaan, wat natuurlijk funest is binnen de voedselindustrie. Door de extreem gladde en naadloze armatuur behuizingen zijn Linda Inox LED armaturen van de fabrikant 3F Filippi een goed voorbeeld voor toepassing in menig HACCP-omgeving.

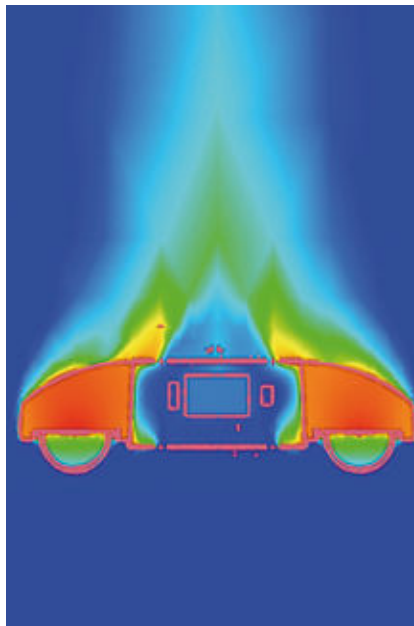
■ KOELING EN ZELFREINIGING

Fabrikant Holophane maakt in zijn nieuwste Haloprism™ ledarmatuur dankbaar gebruik van de natuurkundige basisprincipes om de warmte maximaal af te voeren door geleiding, convectie en straling. De vormgeving van de armatuur maakt dat de warmteafvoer vanaf het koelend huis voorzien van ruime brede koelribben niet rechtstandig omhoog gaat. Een 'Coanda-achtig' effect zorgt ervoor dat de warmte naar het midden van de armatuur stijgt en daar samenkomt in het centrum boven de armatuur, precies boven het compartiment waar de driver in een geventileerde ruimte is ondergebracht. Zodoende ontstaat een verhoogde warme luchtstroom midden boven de armatuur. Dit zorgt ervoor dat de sterk stijgende lucht boven het drivercompartiment de koelere lucht onder de armatuur door de roosters van het compartiment zuigt, wat als het ware resulteert in een versterkte koeling van de driver. Op deze wijze is de levensduur van zowel leds als driver maximaal. De luchtstroom rondom en door de armatuur zorgt er tevens voor dat vuil zich niet kan afzetten tegen de prismatische afscherming rondom de leds. Het prismatische glas is uit zichzelf al nagenoeg niet gevoelig voor stofafzetting. Maar door de versnelde luchtstroom langs het glas kan vuil zich hier niet tegen afzetten, waardoor de lichtuitstraling optimaal blijft.

Warmte heeft een nadelig effect op het functioneren van een led-armatuur. Zou koude dan juist een gunstig effect kunnen hebben? Dat is maar ten dele waar. Voor een led is koude in principe prettig omdat deze dan optimaal kan presteren. Maar de driver kan een negatief effect ondervinden. In de elektronische driver zitten componenten die bij temperaturen onder de -25°C kunnen bevriezen, waardoor storingen kunnen ontstaan. Mocht een armatuur buiten bedrijf zijn geweest en zich bevinden in een zeer koude omgeving, dan kan het voorkomen dat ledarmaturen gaan disfunctioneren. Sommige fabrikanten bieden oplossingen die het mogelijk maken om ledarmaturen zelfs onder -25°C toe te passen. Te denken valt aan specifiek ingerichte drivers of modificaties aan de armatuur die zorgen voor een ideale temperatuurhuishouding in de armatuur. Kortom, zowel warmte als koude zijn sterk verbonden met het juist functioneren van ledarmaturen!

■ VERBLINDING

Leds zijn klein van afmeting, maar kunnen een grote hoeveelheid licht produceren. Een goed voorbeeld zijn Maglite schijnwerpers, die inmiddels ook met leds leverbaar zijn. Deze kunnen uitermate verblindend zijn voor de



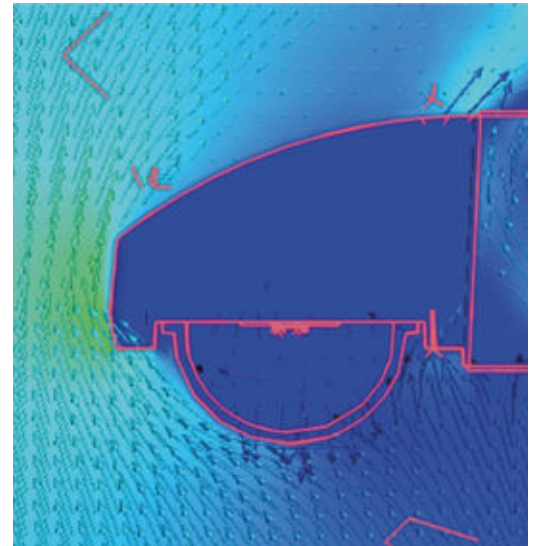
gebruiker.

De mate van toelaatbare verblinding is in diverse normen opgenomen als handvat voor de diverse taakgebieden. Verblindingsbegrenzing in het het armatuur is dan ook van belang. Zo is het Holophane Haloprism™ voorzien van het PrismaLED™-systeem. Hiermee wordt het licht van de leds door glazen prisma-optiek gebundeld en gedistribueerd. Naast een zeer efficiënte lichtbundeling door prismarefractie, is er sprake van minder verblinding. Dit komt het gebruikerscomfort ten goede; met name bij de toepassing van de hogere lichtstromen die inmiddels mogelijk zijn.

De fabrikant 3F Filippi heeft bijvoorbeeld de slagvaste polycarbonaat refractiekap gesatineerd door 'photo engraving'. Hierdoor ontstaat een diffuus lichtbeeld met een minimum verlies aan armatuurefficiëntie.

■ DIMMEN

Leds zijn in principe dimbaar. Maar niet iedere driver is regelbaar. Is een ledarmatuur voorzien van een dimbare driver (DALI of 1-10V), dan levert dimmen energiebesparing op. Dimmen is natuurlijk al vele jaren mogelijk bij fluorescentielampverlichting én verlichting met bepaalde soorten hogedrukgasontladinglampen. De mogelijkheden met leds zijn echter breder en veelal makkelijker te realiseren. Waar daglichttoetreding gebruikt kan worden om het kunstlicht te reduceren, is met een daglichtregeling een significante energiebesparing te behalen. Tevens zijn er mogelijkheden om door middel van aanwezigheidsdetectie te dimmen of te schakelen. Deze opties maken de investering in ledoplossingen veelal aantrekkelijker vanwege het verhoogde energiebesparingspotentieel. In de praktijk zal er dus bij



-Figuur 2- Voorbeeld van warmtehuishouding en luchtstroming bij de Haloprism™

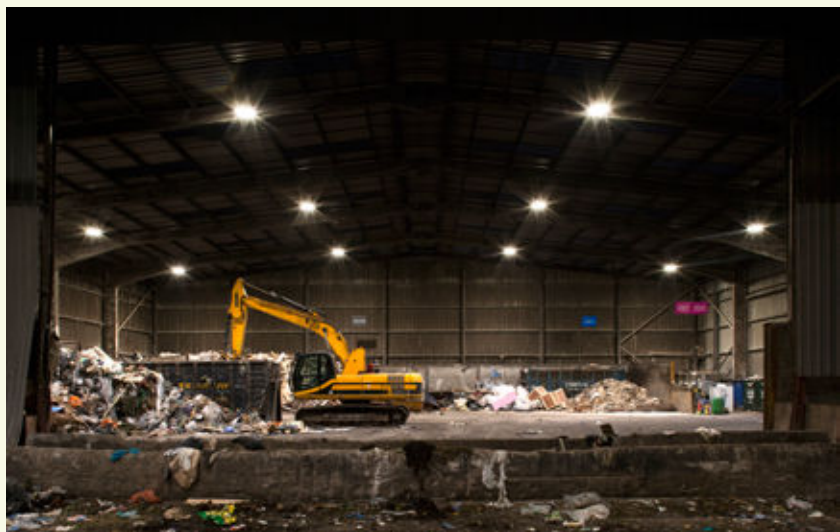
de aanschaf van een ledverlichtingsinstallatie veelal ook lichtregelapparatuur opgenomen worden om een optimale energie-efficiënte lichtinstallatie te kunnen realiseren. Dimmen zorgt er tevens voor dat de ledarmatuur niet maximaal belast zal worden en de armatuur dus een langere levensduur zal hebben!

■ LEVENSDUUR

Vaak wordt de levensduur van leds en ledarmaturen als een USP (Unique Selling Point) gebruikt, waarbij nog al eens met de mooiste getallen wordt geschermd. Maar met enkel het noemen van de levensduur, krijgt de gebruiker eigenlijk onvoldoende informatie. Bij een levensduur van bijvoorbeeld van 50.000 uur hoort ook een opgave van de te verwachten lichtstroom op het moment dat deze 50.000 uur bereikt is. Dit kan bijvoorbeeld 70% van de initiële lichtstroom zijn, uitgedrukt als 50.000 uur @ L70. Zelfs deze informatie is nog onvoldoende, want er is altijd een percentage leds dat deze opbrengst niet haalt. Dit wordt gespecificeerd in een uitvalpercentage, het zogenaamde B-getal. Dat zou dus kunnen zijn 50.000 uur @ L70B10, wat inhoudt dat na 50.000 uur de leds nog 70% licht geven en 10% van deze leds mogelijkerwijs het lichtniveau van 70% niet meer behalen. Het gegeven voorbeeld L70B10 heeft enkel betrekking op de led zelf en zegt nog niets over de situatie waarin deze in een armatuur is toegepast. Want zoals al eerder genoemd is de driver een minstens zo belangrijk component in de armatuur en zal deze in de regel eerder uitval vertonen bij negatieve effecten van warmte. Zodoende is er ook een specificatie van de te verwachten uitval van het gehele armatuur, te weten het F-getal. De levensduur van de armatuur kan bijvoorbeeld als

volgt gespecificeerd worden: 50.000 uur @ L70F10. Dit betekent dat de armatuur een te verwachten levensduur heeft van 50.000 uur met een te verwachten lichtstroomterugloop naar 70% bij een te verwachten uitval van 10% van de armaturen. Ten slotte dient deze Lxx/Fxx specificatie nog aangevuld te worden met de omgevingstemperatuur Ta (Temperature Ambient) waarbij dit gespecificeerd is. Pas op basis van deze informatie heeft men een reëel beeld van de vernoemde levensduur en kan men armaturen onderling vergelijken op hun specifieke levensduur. Helaas specificeren niet alle fabrikanten de levensduur op genoemde wijze.

Hoe is men eigenlijk tot deze levensduur-specificatie gekomen? Tijdens de opkomst van de functionele led hebben de grotere ledfabrikanten van led de koppen bij elkaar gestoken en de LM-80-scope opgesteld, onder de vlag van IESNA, Illuminating Engineering Society of North America. Dit protocol geeft handvatten op basis waarvan specifiek de led getest en nadien gespecificeerd dient te worden. Naast de voorwaarden van testen, is het ondergaan van een duurttest van minimaal 6.000 uur een belangrijke eis. Relevante data van de led worden om de 1.000 uur bekeken. Deze LM-80 definieert echter niet hoe deze data kan worden geëxtrapoleerd tot een te verwachten levensduur bij bijvoorbeeld L70. Aanvullend hebben zes fabrikanten (Philips Lumileds, Osram Nichia, Illumitex, General Electric en Cree) en twee Amerikaanse overheidsinstanties daarom overeenstemming bereikt over de TM-21-regel. Deze methodiek omvat diverse specificaties over de wijze waarop leddata moet worden weergegeven. De meest vernoemde is de stelling dat de uitkomsten van de LM-80 test met een factor 6 geëxtrapoleerd mogen worden om tot een te verwachten levensduur te komen bij een 70% lichtstroom t.o.v. de initiële lichtstroom (L70 dus). Zodoende kom je op 36.000 uur bij L70. Deze methodiek is beschreven op het moment dat leds nog levensduurverwachtingen hadden van maximaal 50.000 uur. Inmiddels is die levensduur al meer dan 100.000 uur of in specifieke gevallen zelfs nog langer. Om een led te specificeren met een levensduur van 100.000 uur, zou dus een duurttest moeten worden uitgevoerd van $100.000/6 = 16.666$ uur, wat bijna twee jaar volcontinu 24/7 is. Praktisch gezien is dit niet haalbaar. De ontwikkeling van leds gaat zodanig snel dat er alweer een volgende generatie is, voordat de te verrichten duurttest van bijna twee jaar is afgelopen. Een fabrikant van leds zou dus niet meer toekomen aan het introduceren van zijn nieuwste ontwikkeling, omdat hij niet de tijd heeft om de duurttest volgens LM80/TM-21 uit



-Figuur 1- Toepassing van ledarmaturen in een sterk vervuilende omgeving (Kingston WTS)

te voeren. Toch specificeren fabrikanten van leds wel degelijk langere levensduren > 36.000 uur op basis van voortschrijdend inzicht en verhoogde verwachtingen. Ook beschikt men inmiddels over daadwerkelijk aantoonbare resultaten, verkregen over meerdere jaren, en ervaringen, op basis waarvan een ledfabrikant uitspraken durft te doen over de te verwachten levensduur. Maar er is nog geen fabrikant die kan bewijzen dat zijn leds daadwerkelijk 100.000 uur gebrand hebben en daarbij een lumenstroom behaalden van 70%!

■ POWER FACTOR

De powerfactor geeft aan hoe efficiënt de toegeleverde stroom daadwerkelijk in de armatuur wordt omgezet naar licht; dus hoeveel stroomverlies er optreedt in de armatuur. De energieleveranciers stellen als eis dat de powerfactor > 0,85 dient te zijn, maar de armaturenbouwers streven naar een powerfactor van > 0,9. Hoe lager de powerfactor, hoe inefficiënter stroom wordt omgezet in licht en hoe meer energie verloren gaat. Dergelijke harmonische stromen of blindstromen zijn nutteloze stromen. Ze zorgen niet alleen voor verlies aan energie efficiëntie, maar zijn ook verantwoordelijk voor vervuiling van het net. Deze vervuiling kan voor zeer ongewenste elektrische storingen zorgen en kost bovendien onnodig geld. Een hoge powerfactor is dus een zeer belangrijke overweging bij de aanschaf van een verlichtingssysteem.

■ KLEUR

De kleurtemperatuur van leds is in het algemeen 6.000 Kelvin. Dit is een vrij witte lichtkleur met een groot aandeel blauw

in het kleurspectrum. Deze leds geven de hoogste lichtstroom maar geven de meeste werkpleksituaties een veel te koude beleving. Conventionele lichtoplossingen hebben veelal de fluorescentielampkleur 840, ofwel 4.000 K. Door het opdampen van fosfor op de leds kan men de kleur warmer maken en aanpassen naar 4.000 K. Nadeel is een geringere lichtstroom en dus lager lichtniveau. Hoe meer fosfor op een led wordt opgedampt, hoe warmer de kleurtemperatuur wordt, maar des te lager de lichtstroom. Ideaal is dus een led met een prettige kleurtemperatuur van bijvoorbeeld 4.000 K én een hoge lichtstroom. Voor een juiste beoordeling en herkenning van kleuren is een goede kleurweergave van belang. Daglicht heeft een optimale kleurweergave. Dit wordt uitgedrukt in de zogenaamde kleurweergave-index Ra met een waarde van 100. De fluorescentielampkleur 840 heeft bijvoorbeeld een Ra > 80. Dit houdt in dat sommige kleuren minder goed worden weergegeven. De meeste leds hebben een kleurweergave Ra van 70-80. Volgens de norm voor werkplekverlichting, de NEN 12464-1, dient voor de meeste werkpleksituaties een kleurweergave Ra van 80 te worden aangehouden. Voor sommige situaties zijn restricties opgenomen. Leds zijn inmiddels niet meer weg te denken. Niet meer weg te denken uit de huiskamer, maar zeker ook niet meer weg te denken uit de werkplek in de industrie. Maar het is wel van belang om goed advies te vragen bij een professionele, gerenommeerde lichtadviseur, die alle zaken goed op een rijtje kan zetten om tot een weloverwogen keuze voor ledverlichting te komen!