

## De economie bepalend

# LED's in de nabije toekomst

*De voorzichtige marktintroductie van de eerste rode LED begin jaren 60, werd na één decennium al opgevolgd door de groene, oranje en gele LED. Het expanderende toepassingsgebied was de stimulans die de industrie nodig had voor het continueren van het ingeslagen onderzoekstraject met als gevolg een doorbraak in 1993 door de ontwikkeling van de eerste efficiënte groene en blauwe LED, die in 1995 leidde tot de eerste "witte LED". Ook vandaag de dag zijn wereldwijd tientallen bedrijven bezig met het ontwikkelen van een nieuwe lichtbron op basis van de licht emitterende diode, echter zal het nog enige tijd duren voordat de eerste verlichtingstoepassingen worden geïntroduceerd op basis van de organische LED of de quantum dot LED.*



C. Staudt

- door C. Staudt\*

Veelal wordt vergeten dat de research voor de techniek van de toekomst wordt gefinancierd door de commerciële waarde van het product in het heden. Het nu en in de nabije toekomst vinden van innovatieve en creatieve toepassingen van de huidige LED-technologie zal daardoor de toekomst zeker stellen.

Aan de LED-technologie zal het zeker niet liggen de 1<sup>e</sup> barrière van 100 lm/W ligt alweer ver achter ons en de 190 lm/W in de zeer nabije toekomst is geen "wishfull thinking"! Dit wil zeggen dat de efficiency van alle bestaande lichtbronnen wordt overschreden en er geen redenen meer zijn om niet wereldwijd alle traditionele lichtbronnen te vervangen voor LED, met als gevolg opportuniteiten voor een nieuwe industrie, die zorg moet gaan dragen voor opleidingen, implementatie, engineering en uitvoering, want van alle voordelen die een LED biedt ten opzichte van conventionele verlichting waaronder een hogere efficiency, klein en robuust, wordt ook het manipuleren van licht makkelijker. Dit feit zal ervoor zorgen dat tradi-

tionele lichtsystemen verdwijnen en plaatsmaken voor totaal in de bouw geïntegreerde lichtsystemen, volledige luminiserende plafonds die niet enkel "verlichten" maar ook het bioritme kunnen reguleren en tegelijkertijd de datatransfer kunnen verzorgen tussen elk gewenst apparaat (*Smart Lighting*), Bioreactoren gevoed door CO<sub>2</sub> en een specifieke lichtstroom gekoppeld aan elk gewenst spectrum, Weefsel-specifiek intelligente operatie verlichting, toepassen UV-LED's in elke gewenste ruimte waar hoge eisen zijn gesteld aan hygiëne, intelligente verlichting van openbare ruimtes en wegen, intelligente vluchtweg verlichting, deze lijst is eindeloos, maar nutteloos als we de kansen nu niet benutten.

Een eerder genoemd concept "Smart Lighting" staat volgens ons synoniem voor de toekomst van de LED, volledige intelligente verlichting waarbij toepassen en toepassingen, actief een positieve bijdrage leveren aan onze duurzame toekomst! Echter hierbij zijn de economische factoren van groot belang. De invloed van de economische factoren merken wij nu

immers met zijn allen. De creditcrisis heeft invloed op de markt, de ontwikkeling en de energieprijzen. In dit nummer is er reeds op vele manieren ingegaan op het fenomeen LED, maar hoe zit het nu eigenlijk met de economische kant van deze verlichting. Om hier een goed inzicht in te verkrijgen verdelen we de LED in twee toepassingsgebieden, de architectonische verlichting en functionele verlichting zoals toegepast in kantoren, bedrijven, hotels enz. maar ook de buitenverlichting

Allereerst de architectonische verlichting. Als men vraagt wat allemaal met LED mogelijk is, geef ik steevast het antwoord dat het einde van de fantasie, het einde van de mogelijkheden is. Iedereen herinnert zich nog wel de Icecube van de Olympische Spelen, waarschijnlijk het boegbeeld van de architectonische zijde van de LED's, gerealiseerd door CREE een van de marktleiders van de productie en innovatie van semi-conductors die de toegevoegde waarde van LED-pro-

\* LEDNED

ducten bepalen, zie figuur 1. Het mag duidelijk zijn dat dergelijke toepassingen wellicht zeer mooi zijn, maar te allen tijde een kostenverhogende factor zullen zijn in de aanschaf en exploitatiekosten van een pand.

Bij functionele verlichting komt er echter veel meer bij kijken om te kunnen beoordelen of LED's economisch verantwoord zijn. Er is hier momenteel veel discussie over en de trend is dat LED's nog niet in staat zijn om als hoofdverlichtingsbron te functioneren.

Dit geloof berust volgens mij eerder op eenzijdige, achterhaalde informatie en politieke belangen dan op goed onderzochte feiten en ik zal dit aan de hand van de diverse gehanteerde argumenten en een praktijkvoorbeeld proberen aan te tonen.

Om te bepalen welke verlichting economisch het beste is kunnen we op twee manieren bekijken. Een voor de samenleving in zijn geheel en twee voor de eindgebruiker.

Voor de samenleving in zijn geheel moeten we kijken naar de kosten voor het produceren, exploiteren en verwijderen van het product. Uit een onderzoek van CE (Centrum Energie onderzoek), een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau gespecialiseerd in milieu vraagstukken uit Delft, blijkt dat LED beter scoort in de productiefase. CE heeft onderzocht hoe de milieubelasting van de LED-lamp zich verhoudt tot de gloeilamp en spaarlamp. Dit betekende dat behalve naar het stroomverbruik van de lamp, ook gekeken is naar het materiaalgebruik van "wie tot graf" door een levenscyclusanalyse (LCA) [3,4].

Ook als het materiaalgebruik wordt vergeleken, blijkt de LED-lamp een duurzaam alternatief, dat minder milieubelasting oplevert. Dit kan nog aanzienlijk verbeteren door minder aluminium te gebruiken, een optimalisatie die in het nieuwe ontwerp wordt opgenomen. Over de verwijderingsfase is wederom veel discussie. LED zal in de reguliere afvalstroom terechtkomen en in Nederland is dit product dan ook in principe volledig recyclebaar. De hoeveelheden fosfor en bijvoorbeeld arsenicum waarover wordt gesproken zijn zover bekend dermate gering dat ze niet schadelijk zijn. Voor klassieke verlichting zoals



**Icecube Olympische Spelen Beijing [2].**

- FIGUUR 1 -

TL en spaarlampen zijn zeer kostbare recyclingbedrijven gebouwd om het zeer schadelijke kwik te verwijderen. Volgens onderzoek van VROM [5] blijkt echter dat zakelijk nog geen 40 % van de kapotte lampen wordt aangeboden en privé nog veel minder. Zonder hier verder op in te gaan mag het duidelijk zijn dat klassieke verlichting naast de gezondheidsrisico's hier economisch het onderspit delft.

Dan de levensfase van het product, dit is zowel voor de samenleving als de eindgebruiker van belang. Gesteld wordt in een onderzoek van SenterNovem [6] en in een artikel in Licht van Nov. 2008 dat:

- Nieuwe TL 100-110 lumen per watt produceert en LED 60-70 lumen per watt. Dit betekent concreet dat LED duurder is in gebruik. Wellicht geldt dit voor bepaalde producenten, maar bijvoorbeeld CREE produceert momenteel 115 lumen per watt.
- LED is puntverlichting en straalt niet rondom. Ik vraag me af hoe dit telkens als nadeel genoemd kan worden. Immers is bijvoorbeeld kantoorverlichting voor 95 % gerichte verlichting. Alle geproduceerde lumen van LED gaat direct in de gewenste richting terwijl TL veel verliest doordat het enerzijds door allerlei spiegels en reflectoren gericht dient te worden en daarnaast een hoop licht in ongewenste richtingen wordt verstrooid.
- LED heeft een slechte power factor. Zowel de fase verschuiving als de harmonie verstoring zorgen voor verhoogde risico's en blindstroomkosten. Er zijn inderdaad veel bedrijven, bekend en minder bekend die dit probleem kennen. De huidige producten kennen echter allen een power factor van 0.8 tot 0.99. Dit betekent dat de blindstroomkosten

lager zijn dan die van TL of CFL.

- De kracht van de LED neemt af in de loop van de tijd. Dit klopt inderdaad, net zo als de kracht van TL en CFL. De levensduur van al deze verlichtingsbronnen moet dan ook worden gesteld op die tijd waarna de lamp nog 70 % van het originele licht uitstraalt.
- Op zaken als een beter efficacy (voortvarendheid, zelf bewust handelen), (geen efficiency) het verhogen van het NIF-effect door gerichte uitstraling binnen het zichtbaar spectrum zullen we hier verder niet op in gaan, maar versterken de voorsprong van LED nog verder. Het NIF (*Non-Image Forming*)-effect betreft het doorgeven van licht/donker informatie direct aan de biologische klok door de zogenaamde ganglioncellen met behulp van het eiwit melanopsine.

Gelet op het bovenstaande lijkt LED op alle gebied economisch beter te scoren, maar ook al klinkt alle theorie mooi, alleen de praktijk kan dit bevestigen. LEDNED heeft in de afgelopen twee jaar bijna 200 testopstellingen gerealiseerd voor het toepassen van LED als functionele hoofdverlichting. Hierbij is niet alleen gekeken naar licht en financiën, maar ook naar beleving en gezondheid.

Als praktijkvoorbeeld nemen we een grootschalig onderzoek bij een Politie Service Centrum (PSC). Dit is uitgevoerd door lokale overheden, de GGD en onafhankelijke ingenieursbureaus. In dit onderzoek is de bestaande TL verlichting vervangen door het gepatenteerde *FlexiLightpanel*®. Ten opzichte van de nulmeting is een directe besparing gerealiseerd van 55 % energiegebruik en zijn er vele gezondheidsvoordelen behaald. Zie

figuren 2 tot en met 3 voor de situatie voor en de situatie na plaatsing van LED-verlichting.

Naast deze besparing en de CO<sub>2</sub>-reductie moeten we om de economische voordelen goed te bepalen nog enkele andere zaken meenemen:

- **Onderhoud:** TL armaturen moeten minimaal een keer per jaar worden gereinigd om de lichtoutput op niveau te houden.
- **Vervanging:** Door de langere levensduur worden vervangingskosten door LED-toepassingen aanzienlijk gereduceerd.
- **Warmte:** Om discussies te voorkomen zal ik cijfers achterwege laten, maar feit is dat LED aanzienlijk minder warmte produceert (en dit ook nog eens niet naar beneden straalt) dan TL. Waar geen warmte ontstaat hoeft dit ook niet te worden gekoeld. De besparing in Nederland varieert volgens een ingenieursbureau van 15 % - 25 % op de koellast.

De economische conclusie:

- In de productie en afvalverwerking is LED economisch beter dan TL of CFL.
- De meeste diodefabrikanten produceren nog geen diodes die efficiënt genoeg zijn om als hoofdverlichting toe te passen.
- Fabrikanten van LED-verlichting houden onvoldoende rekening met zaken als koeling en blindstroom om zowel levensduur- als energiekosten-technisch te kunnen concurreren met TL.
- Buiten LEDNED zijn er geen KEMA, die nog steeds geldt als enige borging voor de productveiligheid, goedgekeurde hoofdverlichtingsproducten op de markt. De CE keuringen komen uit twijfelachtige laboratoria.


Is het nu dan wel of niet economisch verantwoord om LED grootschalig in te zetten? Antwoord op deze vraag is moeilijk te geven zonder direct hautain over te komen.

Alle argumenten die momenteel worden aangevoerd om LED nog niet toe te passen zijn namelijk waar. Echter heeft LEDNED de afgelopen vier jaar zo intensief samengewerkt met kennisinstellingen zoals de TU/e, de KEMA, producent CREE, DIAL



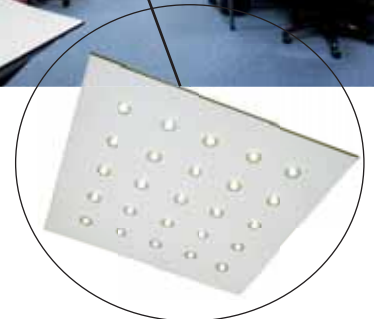
**Vergelijk situatie kantoor voor en na plaatsing LED-verlichting.**

- FIGUUR 2 -

en diverse anderen, dat niet alleen alle argumenten zijn weggewerkt, maar zelfs al rekening is gehouden met zaken als de nieuwe EMC-eisen die in 2010 van kracht zullen worden. Het enige antwoord op de vraag of LED uit economisch oogpunt inzetbaar is, is dan ook volmondig ja, mits gekozen voor het juiste product. 

#### REFERENTIES

1. <http://www.cree.com/about/overview.asp>
2. <http://www.edn.com/blog/1470000147/post/170025817.html>
3. Vreede G.J. van, Croezen H.J., Sevenster M.N., 2007, Groen licht voor LED2-lampen  
Onderzoek naar het milieueffect van het gebruik van LED2-lampen in scheepvaart- en verkeerregelinginstallaties, Delft, 2007 (december)



**Toegepast LED-verlichtingselement.**

- FIGUUR 3 -

4. Croezen H, 2006, Lichtend voorbeeld? CE-mailvisie nummer 22, maart 2006
5. Stroosnyder I., 2008, Taskforce verlichting, Groen licht voor energiebesparing, 26 mei 2008, [http://www.duurzameoverheden.nl/PDO/PDO\\_EindrapportTaskforce\\_Verlichting.pdf](http://www.duurzameoverheden.nl/PDO/PDO_EindrapportTaskforce_Verlichting.pdf)
6. Veltman M.J., 2008, "Quick scan LED-verlichting in huishoudens & utiliteitsbouw", SenterNovem, februari 2008
7. [http://www.senternovem.nl/mm-files/Quick%20scan%20LED%20verlichting%20utiliteit%20vs3.05\\_tcm24-288842.pdf](http://www.senternovem.nl/mm-files/Quick%20scan%20LED%20verlichting%20utiliteit%20vs3.05_tcm24-288842.pdf)



**Overzicht beeld van de situatie na toepassing van LED-verlichting.**

- FIGUUR 4 -

