



## X Pionieren over de reliability

## U van elektronische systemen

Op pagina 3 in deze Quant is te lezen hoe CQM Philips helpt om de levensduur van LED-verlichting te voorspellen. Dat gaat over hardware. Maar hoe zit het met de 'reliability' ofwel het levensduurgedrag van complete systemen, dus inclusief software én de interactie tussen hard- en software? In hoeverre beïnvloedt het een het ander? Voor dit totaalplaatje zijn nog niet zoveel tools voorhanden. Sterker nog, er is zelfs een groot gebrek aan theoretische kaders. Daarom zijn Philips Lighting en CQM in het kader van het Europese Demanes Project ([www.demanes.eu](http://www.demanes.eu)) samen aan het pionieren om de reliability van complete elektronische systemen wiskundig te modelleren.

Bijna alles in de wereld wordt direct of indirect aangestuurd door elektronische systemen. Omdat onze afhankelijkheid van die systemen groeit, is het steeds belangrijker om de reliability ervan onder uiteenlopende gebruiksomstandigheden te kunnen kwantificeren en voorspellen. CQM's senior consultant Marc Schuld is expert op dit gebied: "In feite is een product, dat uit twee interacterende componenten bestaat, al een systeem. Hoe meer aantallen en typen componenten aan het product worden toegevoegd en hoe meer interacties er

zijn, des te complexer wordt het systeem. En des te moeilijker is het dus ook om de reliability te voorspellen."

### Software

Over het levensduurgedrag van hardware is meestal al veel bekend. Maar dat ligt anders bij software, zegt Schuld: "Softwaredefecten worden niet veroorzaakt door duidelijke redenen zoals variaties in het maakproces, slijtage of fysieke stress door gebruiksomstandigheden zoals temperatuur, luchtvochtigheid of vibratie. Softwaredefecten ontstaan juist

door zaken die niet direct zichtbaar of te voorzien zijn. Bijvoorbeeld een verkeerde interpretatie van de ontwerpspecificaties, tekortkomingen in het schrijven van de code, onvoldoende of onjuiste testen, memory leaks of het incorrect of onverwacht gebruik van de software. Allemaal defecten die, in tegenstelling tot hardware, geen functie van de gebruikstijd zijn. Dit betekent dat je op een andere manier naar software-reliability moet kijken."

[lees verder op pagina 2 >](#)

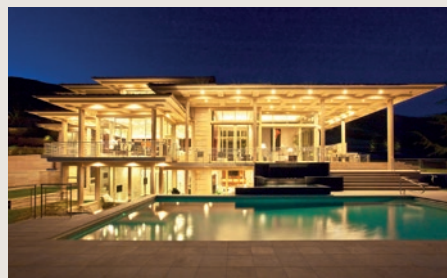


“Dit is een echte innovatie met een grote waarde voor Philips.”

### Testen

“Zelfs de beste engineers met de beste kennis en apparatuur kunnen software-defecten niet voorkomen”, aldus Schuld. “Wat je wel kunt doen is de software gericht testen om een aantal belangrijke vragen te kunnen beantwoorden. Bijvoorbeeld: hoe groot is de kans dat er nog ernstige fouten in de software zitten? En iets dieper: wat is de kans op het optreden van fouten tijdens het gebruik van de software in een bepaalde periode door gebruikers met vooraf gespecificeerde gebruikersprofielen? Het gaat er vooral om dat je deze antwoorden kunt kwantificeren. Bovendien moet je de onzekerheden

van de antwoorden door middel van betrouwbaarheidsintervallen meenemen. Op basis daarvan bepaalt de projectleider aan de hand van het vooraf gestelde reliability objective of de software klaar is voor vrijgave of dat er nog meer moet worden getest. Samen met de reliability manager van Philips Lighting, Willem van Driel, hebben wij inmiddels een werkwijze ontwikkeld om de data te achterhalen waarmee dergelijke vragen kunnen worden beantwoord. Hiervoor schatten we software reliability growth-modellen (SRG), die het foutdetectie- en debuggingproces beschrijven. Deze werkwijze is gekoppeld aan het softwareontwikkelproces.”



### Interacties

Bij het voorspellen van de reliability van complete systemen gaat het niet alleen om de afzonderlijke hard- en software. Ook de vele interacties tussen die twee spelen een grote rol. Zo kan verouderde hardware tot softwaredefecten leiden of kan software hardware versneld laten degraderen. “Neem weer het voorbeeld van Philips’ LED-systemen”, zegt Schuld. “De software houdt de lichtopbrengst van een LED-lamp op niveau door gedurende de levensduur de stroom te verhogen. Maar door de hogere thermische belasting kunnen bijvoorbeeld de soldeerverbindingen degraderen waardoor de lamp eerder faalt. Ook de interacties tussen hard- en software moeten dus tot in detail kwantitatief worden voorspeld en in de totale reliability worden meegenomen”. Kortom, een complex en nog redelijk onontgonnen terrein.



 Marc Schuld T (040) 750 2316

## Terugblik

**5-6 juni 2014 – Nacht van Eindhoven.** De Nacht van Eindhoven is een wedstrijd tussen universiteiten op het gebied van toegepaste statistiek, operations research en optimalisatie. De strijd vindt plaats in de nachtelijke uren en geeft studenten de mogelijkheid kennis te maken met de praktijkproblemen van wiskundige consultancy. Een unieke gelegenheid om een kijkje te nemen in de keuken van CQM en te proeven aan het werk als consultant.

Met 14 aanmeldingen zat de Nacht van Eindhoven dit jaar meer dan vol. De eerste 9 studententeams mochten deelnemen aan de beruchte nacht. Dit jaar was alweer de achtste editie van het jaarlijkse evenement en de strijd lijkt steeds fanatieker te worden. Een nek-aan-nekrace met als uiteindelijke winnaar het team van Studievereniging A-Eskwadraat (Universiteit Utrecht). Gefeliciteerd!



v.l.n.r. Tom Bannink, Abe Wits en Jan Willem Buurlage

# Levensduur LED-systemen voorspellen zónder fysiek product

**LED-verlichting is energiezuinig en gaat veel langer mee dan traditionele verlichting. Een verwachte levensduur van 50.000 branduren is niet ongewoon. Maar hoe kan een producent een levensduur van vele jaren garanderen als de ontwikkeltijd van een nieuw LED-product minder dan een jaar is? CQM ontwikkelde voor Philips een tool waarmee de levensduur van elk denkbaar LED-systeem al in de ontwerpfase kan worden voorspeld, dus zelfs zónder fysiek product. En het mooie is: de tool is ook geschikt voor andere producten.**

Een levensduur van 50.000 branduren betekent: bijna zes jaar non-stop branden of zeker twintig jaar bij normaal gebruik. Dat is lang, heel erg lang. En als daarbij ook de energiebesparing over zoveel jaren wordt meegenomen is de stormachtige populariteit van LED-verlichting verklaard. Hele kantoorpanden, snelwegen en zelfs complete steden worden van LED-verlichting voorzien. Nieuw is bovendien dat de verlichting vaak niet meer wordt gekocht, maar geleased. Maar bij het sluiten van een service level agreement wil bijvoorbeeld een snelwegbeheerder wel garanties over de verwachte levensduur van de LED-verlichting. Dit bepaalt immers de onderhoudsfrequentie en dus het aantal keren dat de snelweg voor verlichtingsonderhoud moet worden afgesloten. Dat laatste is vrij kostbaar.

## Betrouwbaar

Philips is groot in LED. Verwachtingen over levensduur moeten dus betrouwbaar zijn. Consumenten moeten hierop kunnen rekenen, voor professionele afnemers met grote verlichtingsprojecten is dit nog belangrijker. Probleem is alleen dat de ontwikkeltijd van LED-systemen steeds korter wordt. Om toch een betrouwbare voorspelling voor de jarenlange levensduur te kunnen doen schakelde Philips CQM in. "Zes jaar geleden zijn we met Philips begonnen om de levensduur van LED-systemen te modelleren", zegt CQM-consultant Roel Wijgers. "Eerst hebben we alle bestaande kennis verzameld. Bijvoorbeeld gegevens over het faalgedrag van LED-systemen en de omgevingscondities die hierop van invloed zijn. Zo gaat een LED-lamp in het koele Nederland langer mee dan in een tropisch klimaat. Ook hebben we de data verzameld over de belangrijke individuele componenten die in LED-verlichting worden gebruikt. Door verzameling van al die kennis legden we een stevig fundament voor de volgende stap."



## Tool

Volgens Wijgers was het al snel duidelijk dat de oplossing in een gemakkelijk toegankelijk tool moest worden gezocht: "Hoewel nieuwe LED-systemen heel verschillend kunnen zijn, hebben ze vaak wel dezelfde stappen in het ontwikkeltraject. Dus ook de onderbouwingen komen deels overeen, maar dan steeds net iets anders." Het maken van een tool, die voor elk LED-systeem te gebruiken zou zijn, was dus een logisch besluit. Stap voor stap werd de tool ontwikkeld. Na vele pilotversies lag er in 2012 een productieve versie die direct kon worden gebruikt. Wijgers: "Deze eerste versie was nog maar geschikt voor een beperkt aantal LED-systemen. De nieuwste versie ondersteunt elke willekeurige LED-architectuur. Als je de verlichting van een complete stad als systeem beschouwt, kan de tool zelfs hiervoor een betrouwbare voorspelling van de levensduur geven. Bovendien is de tool

ook op andere producten dan LED-verlichting toe te passen, dus daar liggen volop kansen."

## Echte innovatie

Willem van Driel is Program Manager SSL Reliability bij Philips Lighting. Hij is uitermate tevreden: "Dit is een echte innovatie met een grote waarde voor Philips. Voor ons is het erg belangrijk dat we al bij de eerste conceptideeën een goede voorspelling van de levensduur kunnen maken. Met deze tool kunnen we die voorspelling doen, nog voordat we het fysieke eindproduct hebben gemaakt. De kennis die hierachter zit is onbetaalbaar. Het is het prachtige resultaat van een intensieve samenwerking, waaraan velen hun bijdrage hebben geleverd."

 Roel Wijgers T (040) 750 2313

# Kleurrijk algoritme voor onbeperkt aantal LED's

**Met drie gekleurde LED's verschillende nieuwe kleuren maken. Dat is nog overzichtelijk. Maar de nieuwste LED-verlichtingssystemen van Philips doen veel meer dan dat. Ze creëren sferen, simuleren daglicht en bewegen dynamisch en interactief mee met de leefstijl van gebruikers. Daarom zitten er steeds meer verschillende LED's in verlichting, zodat licht en kleur optimaal op ieders persoonlijke wens en moment kunnen worden afgestemd. Maar hoe kies je uit de veelheid van combinatiemogelijkheden? CQM ontwikkelde een intelligent, 'kleurrijk' algoritme voor een onbeperkt aantal LED's.**

Het creëren van een kleur met drie LED's is relatief eenvoudig. Gewoon een wiskundig stelsel met drie variabelen en drie vergelijkingen. Maar de situatie wordt al meteen anders als er vier LED's in een lamp zitten. Dan zijn er meer combinaties om een bepaalde kleur te creëren, en kan het licht ook worden geoptimaliseerd, bijvoorbeeld om daglicht te simuleren. Al enkele jaren geleden ontwikkelden Philips en CQM samen een oplossing voor deze 4-LED-systemen, die inmiddels is gepatenteerd en toegepast. Maar zelfs vier LED's zijn nog niet genoeg.

## Toekomst

Philips is koploper als het gaat om het innovatief werken met licht en kleur. Het bekendst is wellicht de LivingColors-lamp, die het concern een aantal jaar geleden introduceerde. Via een afstandsbediening kunnen gebruikers zelf de kleur van de verlichting kiezen. Vorig jaar lanceerde Philips het hue-systeem, waarmee gebruikers hun verlichting via een smartphone kunnen regelen. De huidige trend is dat er steeds meer verschillende soorten LED's in verlichtingssystemen geplaatst worden. Daar is dan wel een nieuw algoritme voor nodig om het grote



aantal mogelijkheden van de extra LED's optimaal te benutten. "Tot nu toe zochten we voor iedere nieuwe applicatie naar een nieuw optimalisatie-algoritme", aldus Jan Willem ter Weeme, architect LED-lampen van Philips Lighting. "Cruciaal was dat het nieuwe algoritme voor alle LED-systemen toepasbaar zou zijn."

## Snel en simpel

Het was al snel duidelijk dat er geen standaard oplossing op de plank lag. Algoritmes uit de literatuur bleken te algemeen, werken niet snel genoeg of zijn te complex om te implementeren in een LED-systeem. Want het nieuwe algoritme moest vooral ook snel en simpel zijn. LED's moeten namelijk voortdurend worden bijgestuurd, omdat een LED bij

opwarming van intensiteit en iets van kleur verandert. Bovendien heeft een LED-lamp maar een eenvoudige processor die hele complexe berekeningen niet aankan. De conclusie was al snel helder: hier werd maatwerk gevraagd.

## Intelligent

Alle resources werden ingeschakeld om de juiste vereisten en oplossingsrichting te bepalen, brainstormsessies, literatuuronderzoek en het creatief combineren van reeds bestaande oplossingsstrategieën met de specifieke technische LED-kenmerken. Het vele werk werd beloond. In april 2014 presenteerde CQM een op maat gemaakt intelligent optimalisatie-algoritme, dat voor alle nieuwe LED-systemen generiek inzetbaar is. "CQM heeft het alweer geflikt", zegt Jan Willem ter Weeme. "Ik werk al sinds 1998 prima samen met CQM. Ze hebben weinig tijd nodig om een weg te vinden in een probleem, voelen goed aan waarmee we bezig zijn en ik krijg altijd gedegen werk met oog voor de praktijk. Dus ook nu weer. Maar eerlijk gezegd had ik niet anders verwacht", aldus de LED-lampen architect.

 Erwin Stinstra T (040) 750 2315

## Vooruitblik

### 2 juli 2014

Minisymposium voor R&D, Quality en Productie managers over het voorbereiden op, analyseren van, kwantificeren bij en communiceren tijdens een crisis. Drie gastsprekers van multinationals geven inzicht

hoe het bij hun geregeld is. CQM neemt het kwantitieve gedeelte voor haar rekening. Interesse? Voor meer informatie kun je contact opnemen met Bert Schriever: T +31 40 750 2314 of [schriever@cqm.nl](mailto:schriever@cqm.nl).

### 7 oktober 2014

De workshop DfSS is een interactieve middag om deelnemers te trainen in het nemen én onderbouwen van typische beslissingen in het ontwikkeltraject. Voor meer informatie kun je contact opnemen met Erwin Stinstra.

**CQM**  
Consultants in Quantitative Methods

Quant wordt gratis toegestuurd aan klanten en andere relaties van CQM. Aanmelden voor een abonnement kan via [info@cqm.nl](mailto:info@cqm.nl). Het volgende nummer zal in oktober 2014 verschijnen. Meer informatie: +31 40 750 2323, [www.cqm.nl](http://www.cqm.nl)

Openbaar maken en/of vervoelvoudigen van teksten/beelden is alleen toegestaan na uitdrukkelijke toestemming van CQM.