

The Philips logo is displayed in a white rounded rectangle on a blue background. The background of the entire page is a photograph of a modern office interior with glass walls and recessed ceiling lights.

**PHILIPS**

LED-armaturen

Whitepaper

Evaluieren van de  
prestaties van  
**LED**  
armaturen

# Evaluëren van de prestaties van LED-armaturen

## Voorkom het vergelijken van appels en peren

In de afgelopen jaren hebben we een significante toename gezien in het gebruik van LED-armaturen. Aanvankelijk waren er geen universele standaarden beschikbaar voor het meten of vergelijken van de prestaties van LED-verlichtingsproducten. Deze situatie is verergerd door de toestroom van nieuwe en ongeteste producten die de markt overspoelden; soms met dubieuze verklaringen over de prestaties van deze producten. Onder klanten bestaat veel verwarring over welke LED-systemen zij zouden moeten kiezen.

In dit opzicht is de belangrijkste uitdaging voor de professionele markt verbetering aan te brengen in de manier waarop gebruikers van LED-armaturen, zoals lichtontwerpers, technici en beleidsmakers, de prestatiebeweringen van verschillende fabrikanten van LED-armaturen evalueren als zij verlichtingsprojecten of aanbestedingen voorbereiden. Op dit moment vergelijken zij vaak - zonder het te weten - appels met peren.



Deze whitepaper is bedoeld om enige helderheid te brengen en om het mogelijk te maken de prestatieclaims van fabrikanten te evalueren door uit te leggen welke verschillende 'initiële' en 'over tijd'-prestatiecriteria voor LED-armaturen recentelijk zijn vastgelegd in IEC prestatienormen.

Philips Professional Lighting Solutions gelooft in een 3-stappenbenadering voor het creëren van volledige transparantie in de markt:

1. Leveren van productprestatiespecificaties in overeenstemming met de van toepassing zijnde IEC-normen;
2. Onder gebruikers van LED-armaturen creëren van bewustzijn over hoe kwaliteitscriteria kunnen helpen bij het vergelijken en het vestigen van vertrouwen;
3. Werken aan een verificatie van de prestaties van LED-armaturen door een onafhankelijke derde partij.

### OPMERKING:

Begeleiding naar een gelijkwaardige vergelijking op basis van IEC prestatienormen zal in Europa naar verwachting breed geaccepteerd worden.



Figuur 1 – 3-stappenbenadering

## 1.1 Gestandaardiseerde kwaliteitscriteria – orde scheppen in de verwarring

Zoals de zaken er nu voorstaan, is het evalueren van LED-systemen erg complex. Daar zijn twee belangrijke redenen voor:

- a. Verschillende fabrikanten gebruiken verschillende technische definities om de prestaties van hun producten te beschrijven, en dat maakt ze moeilijk vergelijkbaar.
- b. Het technische ontwerp van een product kan een geweldig verschil uitmaken in termen van prestaties. Zelfs als twee armaturen zijn gebaseerd op exact dezelfde LED's kunnen hun prestaties volkomen verschillend zijn door de ontwerpkeuzen die zijn gemaakt.

Als we in onderstaande tabel bijvoorbeeld kijken naar het rendement (uitgedrukt in lumen per watt) kunnen we zien dat het ontwerp van het product een groot verschil kan maken voor de systeemprestaties van het armatuur. De effectiviteit van het warmtebeheer, de driver en de optiek kunnen alle het rendement van het totale LED-armatuur maken of breken.

LED chip	Thermisch ontwerp		Driver		Optiek		Lichtbehoud bij 5000 uur	Rendement na 2 jaar
160 lm/W	95%	152 lm/W	90%	137 lm/W	85%	116 lm/W	98%	114 lm/W
160 lm/W	85%	136 lm/W	70%	95 lm/W	50%	48 lm/W	60%	29 lm/W

Figuur 2 – Impact van ontwerpkeuzen op prestaties

Bij het evalueren van prestatieclaims van verschillende fabrikanten:

- a. Gebruik een gestandaardiseerde set kwaliteitscriteria voor de vergelijking
- b. Evalueer alleen producten die zijn gemeten in overeenstemming met de van toepassing zijnde IEC-normen.

Dit stelt u in staat de uitkomsten van de vergelijking te beoordelen op een gelijke, evenwichtige basis: zogezegd appels met appels en niet appels met peren.

## 2. IEC prestatiecriteria

Zowel de 'initiële' prestaties als die 'over tijd' dienen geëvalueerd te worden om vertrouwen te krijgen in de manier waarop LED-armaturen presteren en in hoelang zij tijdens jaren van gebruik blijven voldoen aan hun nominale eigenschappen. Op dit moment kan het moeilijk zijn te weten wie men kan vertrouwen en wat men kan geloven.

Standaardisatie van prestatie-eisen is een belangrijke eerste stap naar volledige transparantie ten aanzien van de prestaties van LED-armaturen die gebruikt worden in de professionele markt. Daarom ontwikkelde en publiceerde de IEC onlangs specifieke prestatienormen voor LED-armaturen.

Deze normen beschrijven hoe 'initiële' prestaties gemeten dienen te worden en leveren een meeteenheid voor de 'over tijd' levensduurprestaties.

Opgemerkt dient te worden dat de initiële productspecificaties gewoonlijk **gemeten** worden, terwijl de prestaties over de tijd worden **berekend** met behulp van de IEC-meeteenheid voor de levensduur van LED-verlichtingsproducten.

Producttype	Veiligheidsnorm	Prestatienorm
LED-regelsysteem	IEC 61347-2-13 Ed.2.0 Publicatie 2014	IEC 62384 Ed.1.1 Publicatie 2011
LED-lampen	IEC 62560 Ed.1.0 Publicatie 2011	IEC 62612 Ed.1.0 Publicatie 2013
LED-modules	IEC 62031 Ed. 1.1 Publicatie 2012	IEC 62717 Ed. 1.0 Publicatie 2014
LED-armaturen	IEC 60598-1 Ed.8.0 Publicatie 2014	IEC 62722-2-1 Ed.1.0 Publicatie 2014

Figuur 3 – Overzicht IEC-normen voor LED-producten

### Wat Philips Lighting publiceert over 'initiële' prestaties

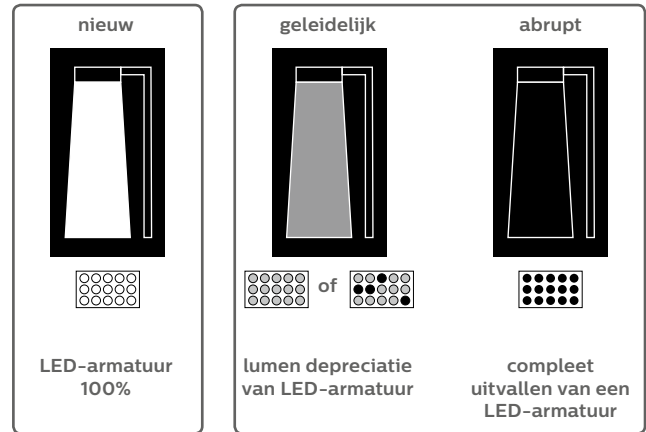
Om te kunnen profiteren van onze standaardisatie-werkzaamheden bij de IEC worden de specificaties voor de initiële prestaties van alle LED (algemene) verlichtingsarmaturen van Philips Professional Lighting Solutions Europe gemeten in overeenstemming met de van toepassing zijnde IEC prestatienormen.

1. Initieel nominaal ingangsvermogen (in W)
2. Initiële nominale lichtstroom (in lm)
3. Initieel rendement van het LED-armatuur (in lm/W)
4. Lichtsterkteverdeling
5. Initiële gecorreleerde kleurtemperatuur (CCT) in K
6. Initiële nominale kleurweergave-index (CRI)
7. Initiële nominale waarde van de kleurkwaliteitscoördinaten en verwachte toleranties  $(x,y) < x$  SDCM

De initiële specificaties van alle LED-armaturen worden gespecificeerd bij een omgevingstemperatuur van 25 °C.

## 2.2 IEC 'over tijd' prestatiecriteria

Er zijn twee relevante waarden voor 'over tijd' prestaties die overwogen moeten worden met betrekking tot de geleidelijke en abrupte afname van de lichtopbrengst van een LED-armatuur bij de nominale levensduur.

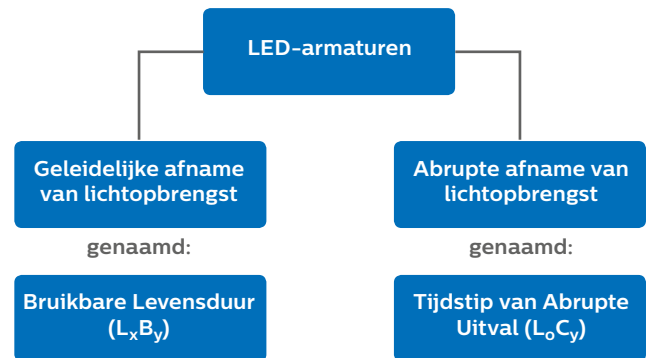


Figuur 4 – Prestaties over de tijd

**Geleidelijke afname van de lichtstroom** heeft betrekking op het lumenbehoud van een armatuur over de tijd. Ofwel hoeveel van de initiële lichtstroom van de armatuur behouden blijft na een bepaalde tijdsperiode. De lumen depreciatie kan een combinatie zijn van het slechter worden van de optische elementen, individuele LED's die minder licht produceren en individuele LED's die helemaal geen licht meer geven.

**Een abrupte afname van de lichtstroom** beschrijft de situatie waarin het LED-armatuur helemaal geen licht meer geeft doordat het systeem, of een kritische component daarin, defect is geraakt.

De IEC-meeteenheid voor de levensduur van LED-armaturen specificeert een Bruikbare Levensduur en een Tijdstip van Abrupte Uitval.



Figuur 5 – IEC-meeteenheid voor de levensduur

### 2.2.1 Geleidelijke afname van de lichtopbrengst / Bruikbare Levensduur



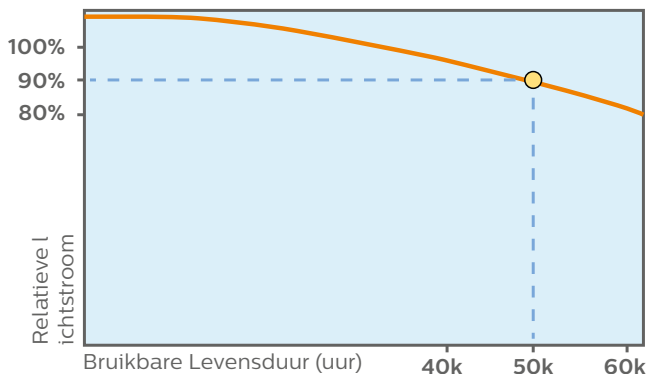
Een geleidelijk verminderen van de lichtopbrengst en verlies van rendement

De geleidelijke afname van de lichtopbrengst van een populatie LED-verlichtingsproducten op een bepaald tijdstip wordt Bruikbare Levensduur genoemd en wordt gewoonlijk uitgedrukt als  $L_x B_y$ . De Bruikbare Levensduur beschrijft het lumenbehoud van een LED-armatuur over de tijd.

De Bruikbare Levensduur wordt uitgedrukt als  $L_x B_y$ ; dit betekent de tijdsduur waarna  $y\%$  van een populatie werkende LED-armaturen van hetzelfde type faalt in het leveren van ten minste  $x\%$  van de initiële lichtstroom. 'L<sub>x</sub>' beschrijft het lumenbehoud: L80 betekent dat de armaturen van dit specifieke type nog altijd 80% van hun initiële lichtopbrengst leveren.

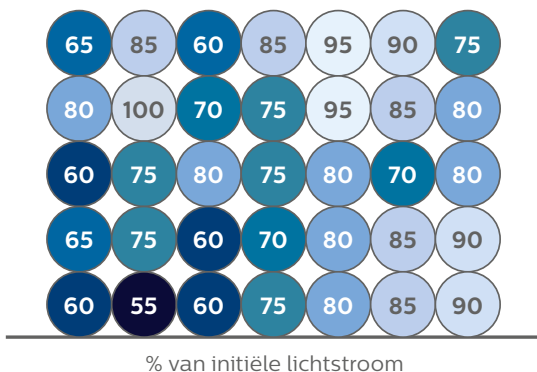
'B<sub>y</sub>' beschrijft voor welk percentage van de populatie dit geldt. Het voorbeeld L80B50 weerspiegelt de leeftijd (in uren) waarna 50% van de populatie parametrisch heeft gefaald. Parametrisch betekent in dit geval een LED-armatuur die minder dan 80% van zijn initiële lichtstroom produceert maar nog wel werkt.

Als we nauwkeuriger kijken naar een typische curve die toont hoe de lichtopbrengst in de loop van de tijd afneemt, kunnen we het punt in de tijd aflezen waarop de lichtopbrengst is afgenomen tot een bepaalde waarde:

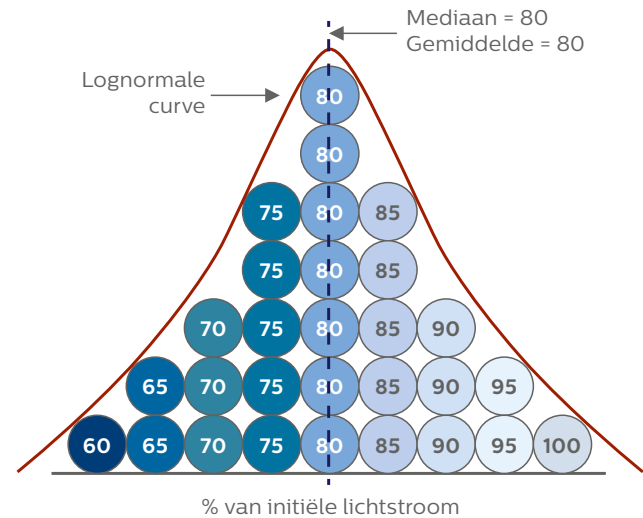


Om de Bruikbare Levensduur van de respectievelijke LED-armaturen te kunnen begrijpen, moeten we echter onderzoeken wat er werkelijk op dat punt gebeurt.

Wat we doen, is het meten van een hele partij producten om een reeks waarden te verkrijgen:



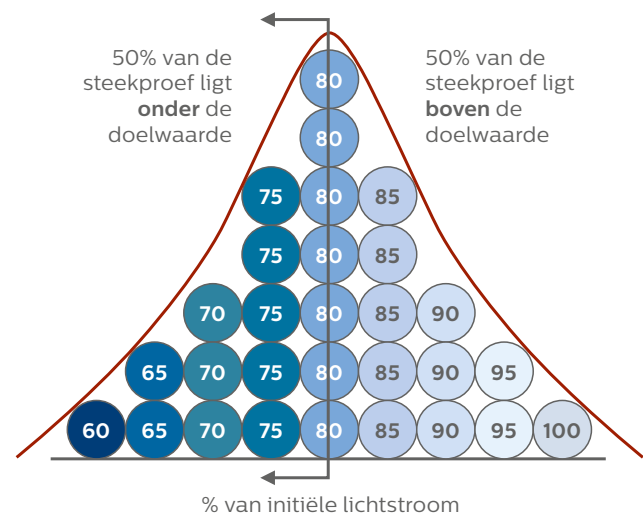
Als we het gemiddelde nemen van alle gemeten producten, creëren we een punt op onze lichtafnamecurve. In feite zullen sommige van de producten boven dat gemiddelde liggen en sommige eronder. Die hebben niet allemaal dezelfde waarde. Laten we daarom onze gegevens eens op een meer zinvolle manier rangschikken:



Nu hebben we al onze gegevens zo gerangschikt dat we kunnen zien hoeveel van de producten onder en hoeveel er boven het gemiddelde liggen. Het is nuttig naar de mediaan te kijken; dat is het punt op de grafiek waar we onder en boven de waarde hetzelfde aantal punten hebben.

Bij LED's is de verdeling logaritmisch voor de afname van de lichtstroom. Bij zo'n verdeling ligt de mediaan dicht bij het gemiddelde. Dit is van belang omdat we het gemiddelde gebruiken voor onze ontwerpberekeningen en de mediaan voor het voorspellen van de levensduur na de metingen.

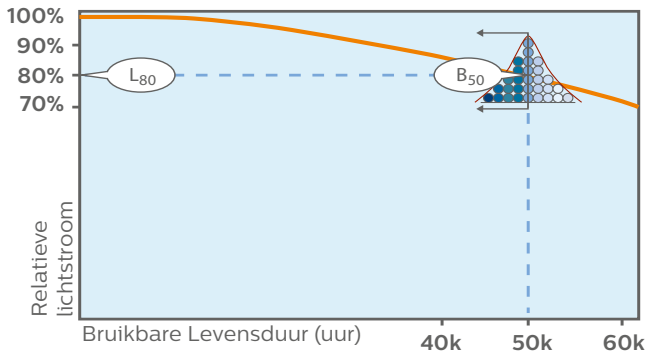
In dit voorbeeld is de mediaan 80 en we hebben evenveel punten daarboven als eronder. We zeggen dat de levensduur de tijd is waarna het gemiddelde 80% van de initiële gemiddelde waarde bedraagt.



Een lichtopbrengst lager dan de doelwaarde (in dit geval 80) wordt een 'parametrische fout' genoemd omdat het product minder licht produceert maar nog altijd functioneert.

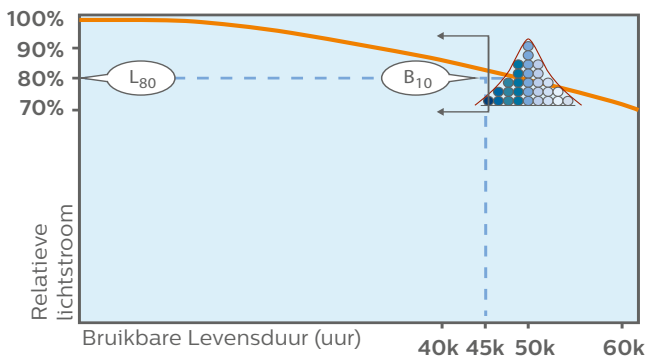
Als we nu deze gegevens terugbrengen naar onze grafiek zien we dat het gemiddelde op 80% ligt en dat we 50% parametrische fouten hebben en dat 50% nog altijd werkt boven onze nominale waarde van 80%.



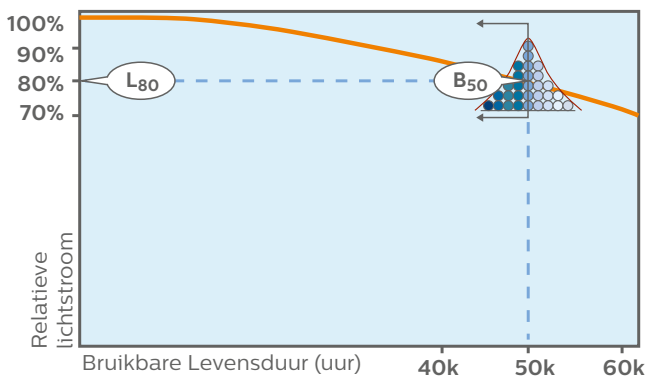


Door de IEC is dit gedefinieerd als de Bruikbare Levensduur en we gebruiken de term  $L_x$  om de gemiddelde waarde te kwantificeren en de term  $B_y$  om ons te vertellen hoeveel er onder resp. boven het gemiddelde liggen. In dit voorbeeld zouden we zeggen dat de Bruikbare Levensduur ( $L_{80}B_{50}$ ) = 50.000 uur. De Bruikbare Levensduur moet daarom zowel de 'L'- als de 'B'-component bevatten.

We kunnen besluiten dat we 50% van onze steekproef dat onder het gemiddelde ligt teveel vinden en daarom een geringer percentage overwegen. Als we willen dat bijvoorbeeld 10% van onze partij onder het gemiddelde mag scoren, dan zal de tijd waarbinnen dit gebeurt korter zijn. In dit voorbeeld zouden we zeggen dat de Bruikbare Levensduur ( $L_{80}B_{10}$ ) = 45.000 uur.



Voor algemene toepassingen nemen we voor y gewoonlijk echter 50:



In dit specifieke geval zijn de gemiddelde waarde en de mediaan gelijk aan elkaar, dus we definiëren de Nominale Mediaan Bruikbare Levensduur  $L_x$ . In dit geval hoeven we de term 'B' niet te gebruiken omdat de mediaan y altijd gelijk is aan 50. Nominale Mediaan Bruikbare Levensduur, of Nominale Levensduur in de nieuwe algemene definitie van de IEC, is de waarde die van de producten staat aangegeven op datasheets, leaflets of website.

## 2.2.2 Abrupte afname van de lichtopbrengst / Tijdstip van Abrupte Uitval



Een abrupte daling van de lichtopbrengst ten gevolge van het kapotgaan of defect raken van het product of van een van de componenten in het systeem

Naast het lumenbehoud (Bruikbare Levensduur) zijn er andere factoren om te overwegen bij het evalueren van prestaties over de levensduur.

LED-armaturen en modules zijn geavanceerde producten die uit vele componenten bestaan. Een belangrijke parameter die overwogen moet worden bij een verwachte lange levensduur is de systeembetrouwbaarheid. Een LED-armatuur gaat zo lang mee als de erin gebruikte component met de kortste levensduur. Er zijn diverse kritische componenten in een LED-armatuur die de systeembetrouwbaarheid beïnvloeden.



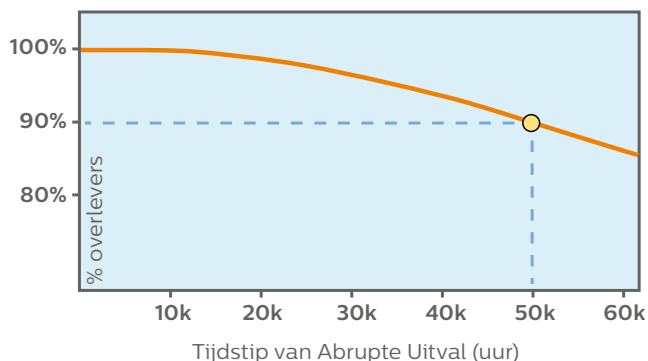
Figuur 5 – Kritische componenten van een LED-armatuur

De IEC meeteenheid voor de levensduur specificeert daarom ook het Tijdstip van Abrupte Uitval, dat rekening houdt met het uitvalgedrag van kritische componenten in het ontwerp van het LED-armatuur.

De abrupte afname van de lichtopbrengst van een populatie LED-verlichtingsproducten op een bepaald tijdstip wordt Tijdstip van Abrupte Uitval genoemd en wordt gewoonlijk uitgedrukt als  $L_0C_y$ . Het Tijdstip van Abrupte Uitval beschrijft de situatie waarin het LED-armatuur helemaal geen licht meer geeft.

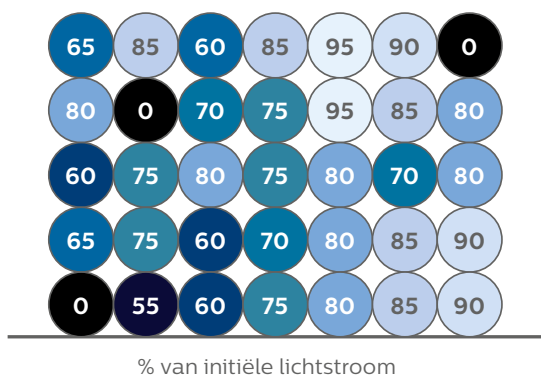
' $L_x$ ' beschrijft het lumenbehoud:  $L_0$  betekent dat de LED-armaturen van dit specifieke type 0% van hun initiële lichtopbrengst leveren. ' $C_y$ ' beschrijft voor welk percentage van de populatie dit geldt. Het voorbeeld  $L_0C_{10}$  geeft de leeftijd (in uren) waarbij 10% van de populatie abrupt defect is geraakt.

Als we nauwkeuriger naar de uitvalcurve kijken, kunnen we zien welk percentage we hebben op een gegeven tijdstip:



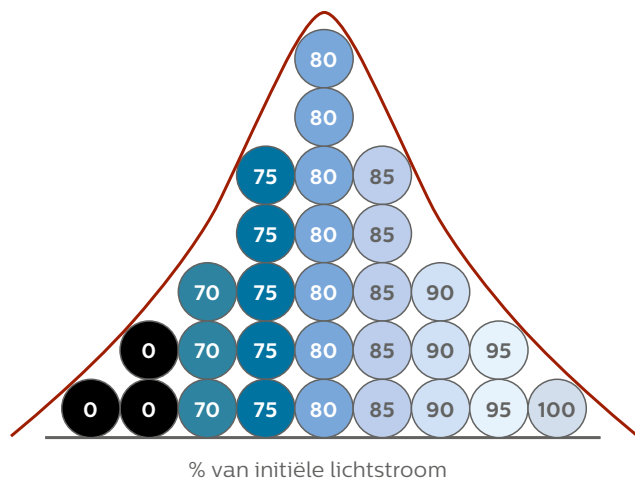
Om het Tijdstip van Abrupte Uitval van de respectievelijke LED-armaturen te kunnen begrijpen, moeten we echter onderzoeken wat er werkelijk op dat punt gebeurt.

Als we nauwkeuriger naar onze gegevens kijken, zien we meer details:

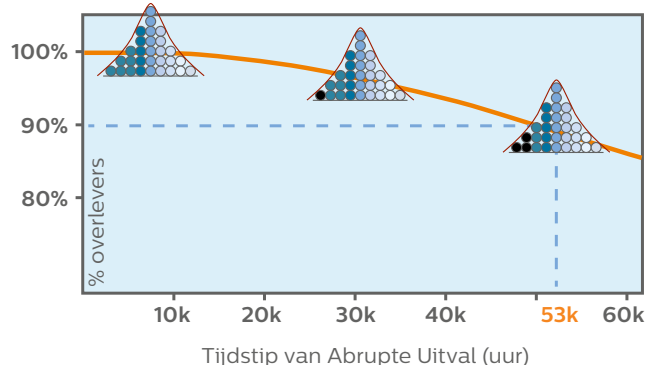


Binnen onze steekproef van LED-producten kunnen we zien dat sommige volledig of abrupt gefaald hebben. Dit kan te wijten zijn aan een mechanische fout, een driverfout of iets anders wat de abrupte uitval veroorzaakt kan hebben.

Als we deze gegevens op dezelfde manier rangschikken als we eerder hebben gedaan, kunnen we zien dat de fouten een percentage zijn van het totaal:

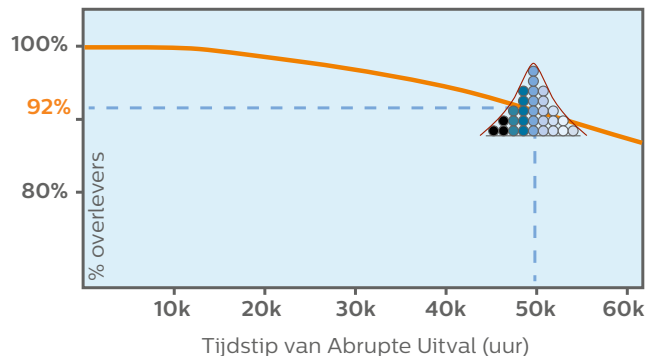


Dus kunnen we op elk gegeven punt van onze uitvalcurve eenvoudig het percentage uitval ten opzichte van de oorspronkelijke steekproef aanduiden en de tijd noteren waarop dit zich voordoet:



Merk op dat we hier alleen letten op abrupte uitval en niet op uitval door lichtverlies. We noemen dit het 'Tijdstip van Abrupte Uitval' of  $C_y$ . In dit voorbeeld is het Tijdstip van Abrupte Uitval ( $C_{10}$ ) = 53.000 uur.

Nu kunnen we kijken naar een specifieke uitval die zich voordoet op de Nominale Mediaan Bruikbare Levensduur:



De Nominale Waarde Abrupte Uitval (AFV, Abrupt Failure Value) is het percentage van de LED-verlichtingsproducten dat faalt te werken op de Nominale Mediaan Bruikbare Levensduur  $L_x$ . In dit voorbeeld is de Nominale Mediaan Bruikbare Levensduur 50.000 uur en is de Nominale Waarde Abrupte Uitval 8%.

Helaas heeft de branche nog geen consensus bereikt over met welke kritische componenten rekening gehouden moet worden bij het berekenen van het Tijdstip van Abrupte Uitval. Daarom heeft Philips Lighting besloten deze waarde niet te publiceren zolang er een risico bestaat dat er appels met peren worden vergeleken.

### 2.2.3 Samenvatting – prestaties over de tijd

De levensduur van armaturen wordt gedefinieerd door een combinatie van geleidelijke en abrupte lichtafname. Merk op dat de levensduurclaims voor armaturen altijd gespecificeerd worden bij een specifieke omgevingstemperatuur, aantal branduren en bijbehorend aantal schakelcycli.

Zoals eerder gezegd, kan het ontwerp van het LED-armatuur significante invloed hebben op de armatuurprestaties, inclusief de levensduur.

Het is daarom belangrijk te realiseren dat de door fabrikanten van LED's of LED-boards aangeleverde gegevens niet eenvoudig een-op-een vertaald kunnen worden als prestatiegegevens van LED-armaturen. We moeten dan ook behoedzaam zijn met claims zoals "deze armaturen maken gebruik van dezelfde LED's en dus zijn hun (over tijd) prestaties gelijk".

Ook is het belangrijk te onthouden dat de prestatiewaarden over de tijd eerder voorspellingen zijn dan metingen. Doordat de Bruikbare Levensduur en het Tijdstip van Abrupte Uitval van LED-armaturen zo'n lange tijd omvatten, is het voor fabrikanten niet mogelijk deze te meten voordat zij nieuwe producten op de markt brengen. In plaats daarvan gebruiken zij kortere metingen die zij extrapoleren om op de voorspellingen uit te komen.

Aangezien er nog geen standaard bestaat die beschrijft hoe deze voorspellingen of extrapolaties uitgevoerd moeten worden, varieert de kwaliteit van deze voorspellingen enorm. De IEC beschrijft alleen een meeteenheid voor de levensduur voor LED-producten: welke parameters vernoemd moeten worden in termen van Bruikbare Levensduur en Tijdstip van Abrupte Uitval, maar niet hoe deze berekend moeten worden.

Philips heeft een uitstekend hulpmiddel ontwikkeld voor het berekenen van de Bruikbare Levensduur en het Tijdstip van Abrupte Uitval voor LED-armaturen. Berekeningen zijn gebaseerd op testgegevens uit echte duurtesten van LED-boards, versnelde testen van kritische componenten en een diepgaand begrip van de belangrijkste ontwerpparameters voor het verlengen van de armatuurlevensduur.

De claims van Philips voor de over tijd prestaties van LED-armaturen houden rekening met prestatiemetingen aan individuele LED-modules, thermische ontwerpparameters, optische afnameparameters en mogelijke uitvalmodi van alle kritische componenten in het ontwerp van het LED-armatuur.



#### Wat Philips Lighting publiceert met betrekking tot prestaties over de tijd

De specificaties van de 'over de tijd'-prestaties van LED-armaturen van Philips worden berekend met behulp van de IEC meeteenheid voor de levensduur van LED-verlichtingsproducten.

Voor LED-**binnen**armaturen publiceert Philips Lighting twee kwaliteitscriteria die voldoen aan de IEC-eisen:

1. het aantal uren dat overeenkomt met de mediaanwaarden van de Bruikbare Levensduur L<sub>90B50</sub>, L<sub>80B50</sub> en L<sub>70B50</sub>;
2. het uitvalpercentage\* van de driver na 5.000 uur.

Voor LED-**buiten**armaturen publiceert Philips Lighting twee kwaliteitscriteria die voldoen aan de IEC-eisen:

1. het aantal uren dat overeenkomt met de waarde van de Bruikbare Levensduur L<sub>80B10</sub>;
2. het uitvalpercentage\* van de driver na 5.000 uur.

De claims met betrekking tot de over de tijd levensduur worden gespecificeerd bij een omgevingstemperatuur van 25 °C met 12 branduren per dag en een aantal malen schakelen dat in lijn is met de hoofdtoepassing.

Voor specifieke projecten zijn maatwerkberekeningen voor L<sub>x</sub>B<sub>y</sub> en L<sub>0</sub>C<sub>y</sub> op aanvraag beschikbaar

\* OPMERKING: Zodra er in de branche consensus bestaat over welke uitvalmodi van kritische componenten mee genomen zullen worden in de berekeningen, zal Philips Lighting de waarde van Abrupte Uitval publiceren die hoort bij het aantal uren dat is gespecificeerd voor de (mediaan)waarden van de hierboven genoemde Bruikbare Levensduur.

