

ZX Rondezondag 5 oktober 2014

Verhaaltje.....Tussen Watt en Lumen

Dit een verhaaltje gaat over de verschillen tussen de lichtopbrengst van lichtbronnen wat aansluit op het verhaalt over licht en lichtbronnen wat Bob ON9CVD op 25 juli 2010 verteld heeft voor de ZX ronde.

Toen de meeste lampen nog gloeilampen waren werd de lichthoeveelheid uitgedrukt in watts.

Dat was makkelijk want als er een gloeilamp uitgewisseld moest worden keek men op de lamp hoeveel watt er op stond en deze werd vervangen door een lamp met het zelfde wattage.

Nu gloeilampen niet meer verkocht mogen worden kan deze methode niet meer gebruikt worden

Trouwens de watt is de eenheid voor elektrisch vermogen, en niet voor licht. Daar hebben we 'lumen' voor.

Lumen (symbool: **lm**) is de eenheid voor de **lichtstroom**. **$F = lm$**

Tegenwoordig staat de hoeveelheid lumen ook groter op de verpakking van een lamp dan de hoeveelheid watts. Dit om verschillende lampen – halogeenlamp, spaarlamp, ledlamp met elkaar te kunnen vergelijken.

Om het wennen aan de lumen makkelijker te maken vergelijken we de lichtstroom in lumen van een lamp met het vermogen in watts dat een gloeilamp zou moeten hebben om dezelfde hoeveelheid licht te geven.

Dat doen fabrikanten ook: op een doosje van een ledlamp staat bijvoorbeeld dat deze 470 lumen is wat overeenkomt met een gloeilamp van 40 watt.

Een ouderwetse gloeilamp van 100 W komt overeen met 1300-1530 lumen,
een 75 W lamp 920-1060 lumen,
een 60 W lamp 700-810 lumen,
een 40 W lamp 410-470 lumen
een 25 W lamp 220-250 lumen.

Lumen

De lumen is afgeleid van de Candela Cd evenals Lux en Luminatie.

De candela Cd is een van de zeven basiseenheden in het hele SI stelsel

De definitie van de Candela luidt:

De lichtsterkte (helderheid) *in een gegeven richting*, van een bron van *monochromatisch straling* (één frequentie) van $540 \cdot 10^{12}$ Hz. en waarvan de stralingssterkte *1/683 watt per sterrediaal* is.

(Dat laatste getal als een factor voor de correctie voor de gevoeligheidskromme van het menselijk oog bij daglicht).

Het gaat over de lichtsterkte in één richting. Wanneer een bron het licht in meerdere richtingen uitstraalt zoals een gloeilamp, dient dus voor de totale hoeveelheid licht de integraal genomen te worden over alle richtingen.

Een LED straalt doorgaans uit over een kleine ruimtehoek (beperkt aantal richtingen), waardoor de vergelijking al moeilijker wordt. Het volgende voorbeeld helpt misschien.

Stel, dat je kijkt in een gloeilamp van een zeker vermogen, en de helderheid (in candela) hiervan (dus de gloeidraad) is even groot als wanneer je kijkt in een zeker LED lamp.

Deze LED lamp zal misschien net de bladzijde van je boek voldoende illuminantie (verlichtingssterkte) geven om dit te kunnen lezen, terwijl de rest van de kamer aardedonker blijft.

Diezelfde gloeilamp geeft niet alleen diezelfde bladzijde, diezelfde illuminantie, (aantal cd = gelijk) maar verlicht verder ook de rest van de kamer, al zal de illuminantie van de muren en het plafond wat minder zijn omdat de afstand groter is en de reflectie factor verschilt van die van het boekpapier.

Deze illuminantie is dus de helderheid van een verlicht vlak dat het licht reflecteert, Bij een lichtbron spreken we dan weer over de luminantie, de helderheid over een zeker oppervlak (cd/m^2).

Nu is een LED doorgaans een kleine diode, met een zeer klein oppervlak. Bij dezelfde helderheid en een zeer klein oppervlak is daarom de luminantie zeer groot; bij een witte LED bv. zo'n $50 \cdot 10^6 \text{ cd} \cdot \text{m}^2$.

De gloeilamp met dezelfde helderheid heeft over zijn gloeidraad een veel groter oppervlak, waarmee de luminantie veel lager wordt, bv. zo'n 10^5 cd/m². Dit zijn globale getallen.

We kunnen de lichtstroom ook uitdrukken over de hoek waaronder dit wordt uitgestraald. Deze hoek wordt uitgedrukt t.o.v een volledige bol. Als een lichtbron dus in alle richtingen een even grote lichtsterkte levert, straalt deze over een ruimtehoek van 4π steradianen (sr).

Dit wordt nog wat inzichtelijker, wanneer we bedenken dat een voorwerp dat op een bol oppervlak ligt dat op 1 m. van de lichtbron staat die in alle richtingen even sterk straalt, en daar een oppervlak inneemt van 1 m^2 , dit vanuit de lichtbron wordt gezien onder een hoek van 1 sr.

Wanneer de lichtbron een helderheid heeft van 1 cd, dan gaat er door dit vlak van 1 m^2 een lichtstroom (flux) van: 1 cd (de helderheid) x 1 sr (de ruimtehoek) = 1 lumen (lm).

Op een afstand van 2 m. van de bron met een helderheid van 1 cd., zou je met deze 1 lm dus 4 m^2 belicht hebben, waardoor ook de illuminantie hiervan tot $\frac{1}{4}$ cd/m² is teruggevallen.

De lichtsterkte van de Candela wordt maar over één frequentie uitgestraald, n.l. 540.1012 Hz. (een golflengte van 556 nm).

Vergelijk dit met een lage druk natrium lamp die straalt op ca 589 nm. Dit is een diep gele kleur. Een hoge druk natrium lamp geeft al wat meer spectraallijnen en geeft daarom een groen-achtige indruk, maar dit is nog bij lange na geen compleet spectrum.

Met dit soort bronnen kun je alleen een vlak dat geschilderd is met een verf in precies die kleur, enige helderheid zien. Voor alle andere kleuren is er geen golflengte aanwezig, en die lijken die dus zwart.

Een gloeilamp straalt net als de zon niet in een enkele kleur maar geeft een heel spectrum. Dit spectrum drukken we uit in de kleur van een gloeiende zwart vlak (straler), die tot een bepaalde temperatuur wordt verhit. Wanneer we dit verhitten tot ca 3000 K (ca 2730 C), zien we een helder gele kleur van een halogeen lamp.

In diezelfde beschrijving heeft de zon een kleurtemperatuur van 6000 K. Deze halogeenlamp geeft de grootste helderheid bij ca 800 nm.; dat kunnen we niet zien, maar wel voelen als warmte op onze huid. We beginnen het licht te zien bij ca 650 nm., maar dan is de helderheid al gezakt tot ca 60% van de waarde bij 800 nm.

Ons oog laat ons nog licht zien tot ca 425 nm. (violet), waarbij de helderheid van onze halogeenlamp is gezakt tot ca 15 %. Je ziet dus dat het hele zichtbare spectrum van ons oog met deze lamp wordt bereikt, zij het niet bepaald overal met gelijke sterkte.

Bij de zon, met zijn kleurtemperatuur van 6000 K. is het spectrum veel evenwichtiger verdeeld, en zijn alle golflengtes in het voor ons zichtbare gebied bijna even sterk vertegenwoordigd.

Een voor ons oog witte TL buis straalt eigenlijk alleen op een golflengte in het ultra violette deel van het spectrum.

De energie op deze golflengte wordt opgenomen door fluorescentiepoeders op de binnenzijde van de buis, en deze geven die energie weer af op een specifieke golflengte waarvoor zo'n poeder gemaakt is, en dat beter bij een specifieke golflengte binnen het bereik van ons oog ligt.

Het golflengte gebied waarover zo'n poeder straalt is echter beperkt, en daarom worden er voor een witte indruk van het licht meerdere poeders aangebracht, die per stuk een spectraallijn in het oog spectrum afgeven. De TL buis geeft dus maar een beperkt aantal kleuren weer en omdat ons oog ook maar drie pigmenten heeft die worden aangeslagen door deze enkele spectraallijnen geeft het toch de indruk van wit licht.

Wanneer je echter een kleur wilt zien die niet direct door deze spectraallijnen wordt aangestraald, zal die kleur minder helder over komen.

Dat is precies de reden waarom onze dames een kleur van een kledingstuk altijd even buiten willen beoordelen, in het brede, en continue spectrum van de zon. Zelfs wanneer ze zorgvuldig doen, zal deze jurk er toch anders uitzien onder het licht van een gloeilamp, met zijn aflopende spectrum.

Ook een LED geeft in principe maar een enkele kleur omdat hier niets op een hoge temperatuur wordt gebracht en dus te vergelijken zou zijn met een zwarte straler.

Een LED is in principe te vergelijken met een trilholtte (cavity), die wordt aangeslagen bij een enkele frequentie. Een echt witte LED zou dus maar een laag rendement kunnen hebben, omdat dan een trilholtte gebruikt zou moeten worden, voor een groot aantal frequenties te gelijk.

Dit noemen we ruis en daarmee kan dus nauwelijks rendement worden gehaald.

Een witte LED maakt men op twee manieren. Als eerste worden twee of drie LED samen in een huisje gezet, waarbij de golflengtes in het oog juist weer de indruk geven van wit licht.

Dit zie je ook in een LED TV, die een witte muur weergeeft.

Een andere mogelijkheid is om net als bij een TL buis, de LED te omgeven met poeders die in combinatie weer een geschikte kleur afgeven. Dit zijn de zg. organische LED's, die men tegenwoordig een heel goed rendement kan geven, zonder dat dit de levensduur ernstig bekort, zoals bij de vroegere, organische LED's.

Je begrijpt dat de dames die graag moderne LED lampen in huis halen, opnieuw met hun kleding voor verrassingen kunnen komen staan.

Denk er verder aan, dat het hoge rendement van een LED sterk met de temperatuur samen hangt.

Dat is te begrijpen wanneer we weer denken aan de trilholtte, die met de temperatuur van vorm verandert en daarmee minder effectief wordt (lagere Q-factor). LED's met een hoge helderheid zouden dus beter uitgevoerd kunnen worden met een goede koelstrip of op een andere manier hun warmte kwijt moeten kunnen.

Dan nog even iets over de lux, deze zit niet in het SI-stelsel, maar is een gemakkelijke eenheid om lichtsterkte te meten.

De definitie is: $\text{lux} = \text{lm}/\text{m}^2$.

Begrijpt dat wanneer we een detector hebben met een bepaald oppervlak, we direct uit de gemeten lichtsterkte en het oppervlak van die detector de lichtsterkte kunt bepalen. Omdat het oppervlak van de detector constant is, kun je de schaal direct in lux ijken.

Wil je weten wat de verhouding is van je nieuwe (LED-)lamp t.o.v. een vorige gloeilamp voor de lichtsterkte op een bepaalde plaats, dan kun je volstaan met een lux meting, die je verricht op alle plaatsen, die eerst door de gloeilamp werden belicht.

Zo'n lux meter koop je al voor enkele tientjes en wordt al heel lang gebruikt door fotograferen.

Dan de verkoop van de LED lamp. Voorheen vermeldden men liever niet hoeveel lumen een LED lampen uitstraalt. Vaak worden theoretische waarden vermeld die de fabrikant opgeeft. In de meeste gevallen echter halen de LED Lampen in de praktijk nog niet de helft van de beweerde hoeveelheid lumen. Dit geeft een vertekend beeld van de lichtkwaliteit van de LED verlichting die aangeboden wordt.

Tevens geeft men op een lumenbehoud op einde levensduur van 70% / 80% maar wanneer begint einde levensduur?

Een fabrikant van LED lamp geeft op dat zijn LED 70 lumen per watt aan lichtopbrengst heeft. Als hij een LED lamp van 3 watt maakt, zou een logische conclusie zijn dat de lamp $3 \times 70 = 210$ lumen heeft.

Deze waarde vermeldt hij op de verpakking. In de praktijk blijkt dit echter veel minder te zijn. Dat komt omdat het rendement van 70 lumen per watt opgegeven door de fabrikant van de LED bij optimale omstandigheden is gemeten.

De LED wordt dan met stikstof gekoeld en in korte tijd tot grote vermogens opgevoerd en gemeten.

Niet realistisch, want in de praktijk hangen de lampen in huis of andere ruimtes waar het ongeveer 20 graden Celsius is.

De LED's hebben hier geen stikstofkoeling en de LED produceert dus minder lumen per opgenomen watt.

Als je echt wil weten hoeveel lumen het eindproduct uitstraalt zul je dit moeten meten. Er zijn een paar instellingen in Nederland waar dit kan, maar dit kost vele euro's per LED lamp.

Veel bedrijven kunnen of willen dit niet betalen en kiezen er daarom voor de opgegeven theoretische waarden klakkeloos over te nemen op hun website of verpakking.

Voorbeeld van commercial van een leverancier!

Productbeschrijving

De vernieuwde, dimbare E27 LED lamp Orion, laat u zien hoe ver de LED techniek inmiddels is. De nieuwste COB LED technologie zorgt voor een prachtig extra warm licht van 2700K en vervangt eenvoudig een 50 Watt gloeilamp en dat met slechts 6,5 Watt. De kleurweergave van ruim boven de 80 mag zeker genoemd worden. De lamp geeft licht in een hoek van 220 graden. E27, grote fitting.

Enkele punten uit de Technische info

Lichtstroom (Lumen)	450
Vermogen in Watt	6.5
Verwachte aantal branduren	30.000
Vervanging van	50-60 Watt
Fitting	E27 Grote fitting
Kleurtemperatuur in Kelvin	2700K
Voltage	230 Volt
Lumenbehoud op einde levensduur	70-80%
Arbeids- of Powerfactor	> 0.95
Lichthoek	220°

Wat opvalt is dat men 450 Lumen opgeeft ter vervanging van 50-60 Watt. Waarschijnlijk bedoeld men hier ook een gloeilamp mee.

Maar een 50 watt gloeilamp komt niet bekend voor en een 60 watt gloeilamp komt overeen met 700 tot 810 lumen.

Zoals eerder gezegd ook hier Lumenbehoud op einde levensduur 70 – 80% dit wil zeggen het aantal lumen behoorlijk gaat dalen op einde levensduur. Dus het groter aantal branduren gaat wel ten kosten van het aantal lumen.

Dus bij aankoop van LED lampen denk aan dit verhaal U bent gewaarschuwd.

We kunnen de lumen wel vergelijken maar we moeten verder kijken.