



Energiezuinige verlichting

Catherine Lootens

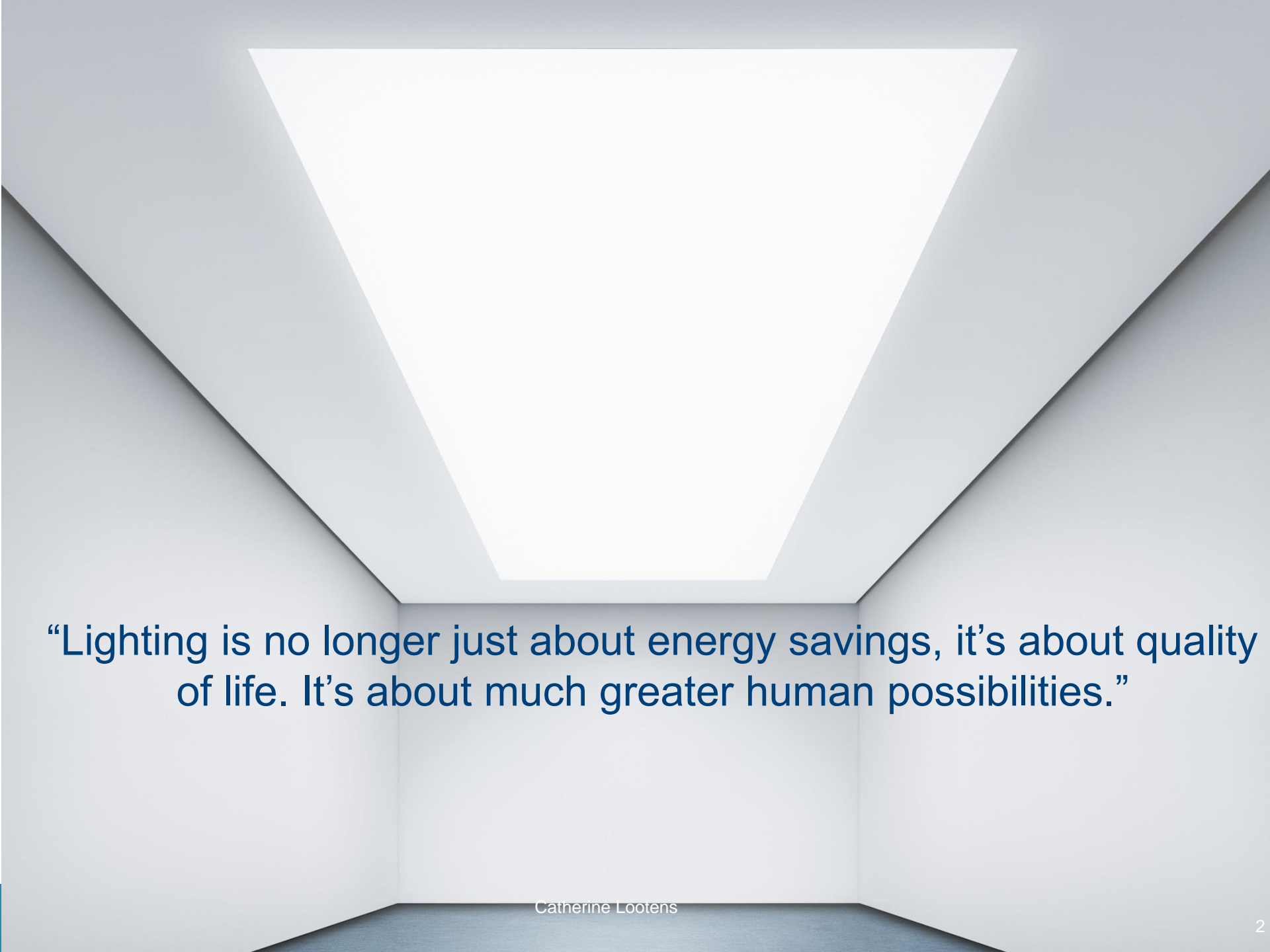
Laboratorium voor Lichttechnologie

Groen Licht Vlaanderen 2020

November – December 2015

LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE



A minimalist room with a large, bright, inverted triangular light fixture on the ceiling. The room has white walls and a dark floor. The light fixture is the central focus, casting a bright glow. The text is centered in the lower half of the image.

“Lighting is no longer just about energy savings, it’s about quality of life. It’s about much greater human possibilities.”

Overzicht

- Wie zijn we?
- Motivatie voor energie-efficiënte verlichting
- Karakteristieken licht
- Door-lichting
- Lichttechnologie
 - Daglicht
 - Kunstlicht
 - Regelsystemen
- Lichtontwerp
- EPB en verlichting
- REG premie
- Bibliografie

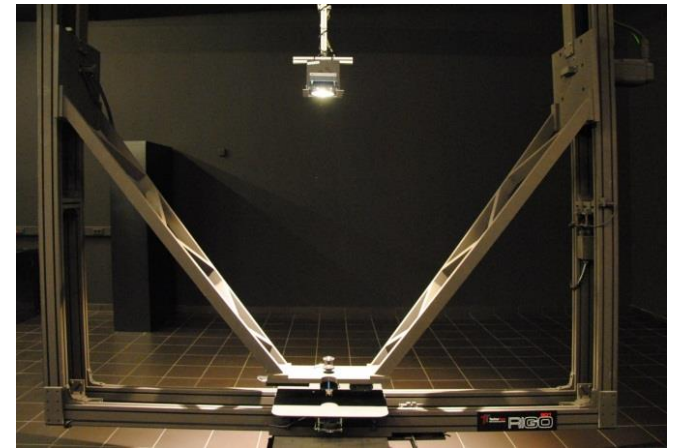


Wie zijn we?



Laboratorium voor Lichttechnologie

- Onafhankelijk labo ter ondersteuning verlichtingssector
- Onderzoek – Onderwijs – Dienstverlening
- Vandaag > 20 medewerkers
 - Binnenverlichting
 - Kleur en uitzicht van materialen
 - Optische ontwerp
 - Lichtbronnen
- www.lichttechnologie.be



de Vlaamse verlichtingssector in transitie

- Innovatiestimulering via Kennisoverdracht en Technologische adviesdienst
 - + Kennisverruiming (= Onderzoek)
 - + Kennisimplementatie (= studies, demonstraties, ...)
- Financiering:
 - 80 % IWT (Agentschap voor innovatie en technologie)
 - 20% Consortium Groen Licht Vlaanderen (>50 bedrijven):
= Vlaams Innovatie Samenwerkingsverband (VIS)
Volledige waardeketen verlichting sector betrokken



- Partner in:    

European Lighting Cluster Alliance
- Uitvoerders:   

TECNOLEC

Consortium Groen Licht Vlaanderen

> 60 bedrijven, instellingen, organisaties



Contact

- Contact:
 - KU Leuven Technologicampus Gent
Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen (FIIW) - Energie
Laboratorium voor Lichttechnologie
Gebroeders Desmetstraat 1, 9000 Gent
Websites: www.groenlichtvlaanderen.be en www.lichttechnologie.be
Email: info@groenlichtvlaanderen.be of info@lichttechnologie.be



TECHNOLOGIECAMPUS GENT

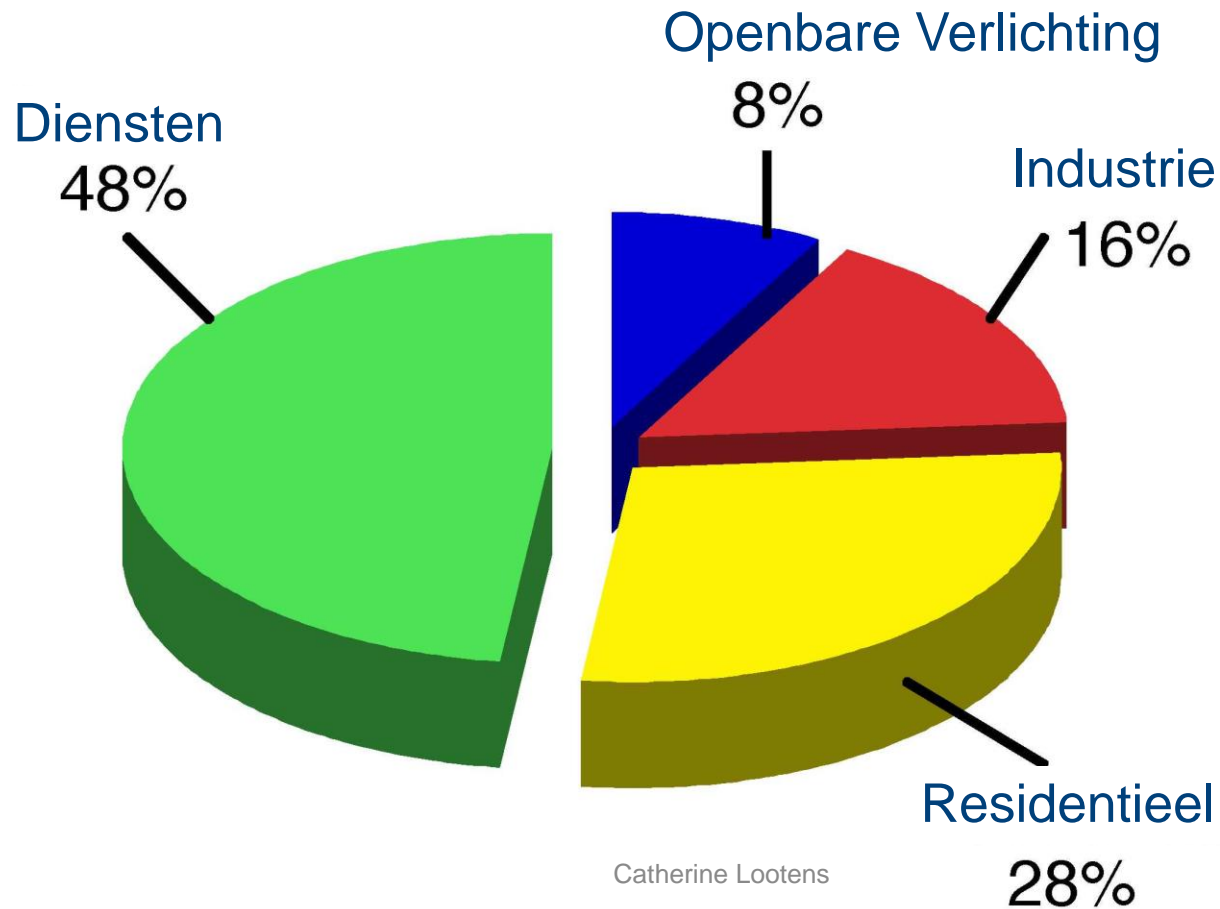


Motivatie voor energie-efficiënte verlichting



Motivatie

Globaal verbruik verlichting per sector

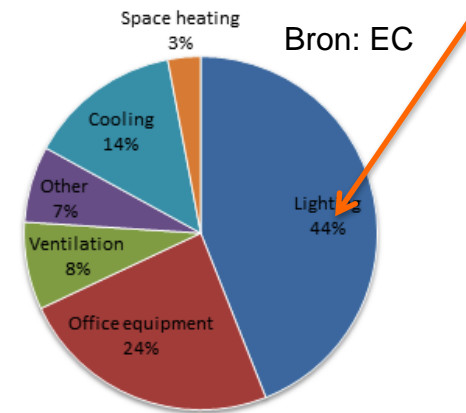


Catherine Lootens

Energie-efficiëntie

- Aandeel verlichting in totaal elektrisch verbruik
 - 35-45% in commerciële gebouwen
 - ~30% in industrie
- Besparingspotentieel
 - tot 50% (kW) en meer
 - extra besparing mogelijk met lichtregelsystemen
- Reële terugbetalingstermijn
 - gemiddeld 5 jaar , sterk bepaald door o.a. het aantal branduren/jaar
 - Ziekenhuizen, Industrie tot 6500 uren/jaar
 - Scholen (basisonderwijs) max 1000 uren/jaar
- Extra voordelen nieuwe verlichting
 - beter visueel comfort, minder onderhoud, impact op het zich goed voelen (well-being) van gebruikers

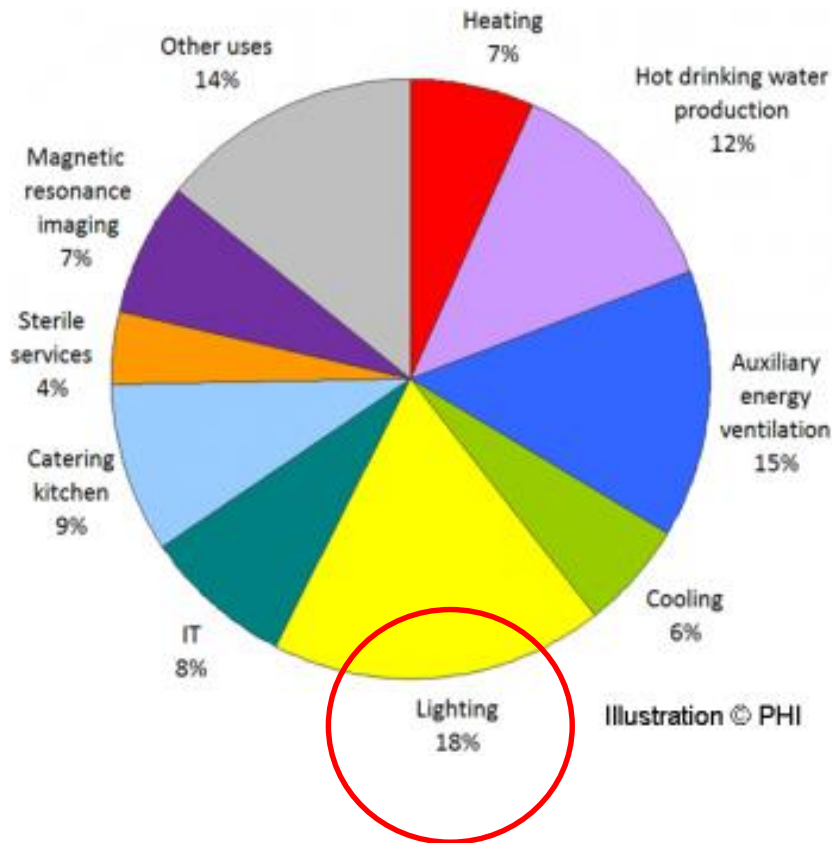
Office building electricity use



Verbruik verlichting in zorgsector

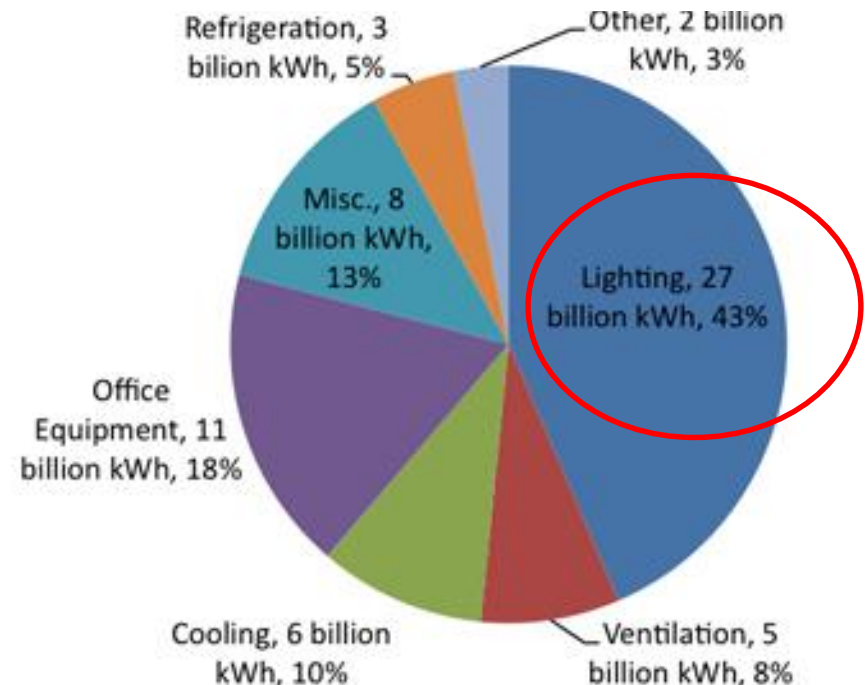
- Aandeel primaire energie: 15 à 20%

Bron: Passive House DE



- Aandeel totaal elektrisch: 35 à 45%

Bron: US energy information administration



Verbruik verlichting in retail

Totaal elektrisch verbruik Tertiair in EU

- Aandeel winkels: 37%

Aandeel elektrisch verbruik in winkels in EU27+2

- Aandeel verlichting: $\pm 1/3$ (roze) – $\pm 100\text{TWh}$
- $\sim 10\%$ van alle elektrisch verbruik tertiair in EU!

Bron:
Electricity demand in the European service sector:
A detailed bottom-up estimate by sector and by end-use
(IEECB-2010)

Electricity demand of the tertiary sector of the EU27+2 by sub-sector in 2007

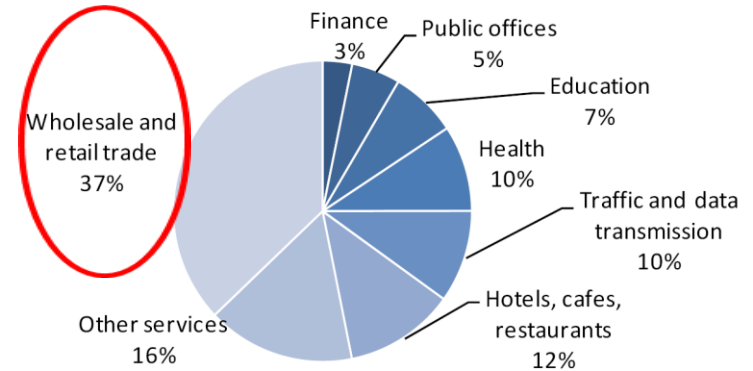
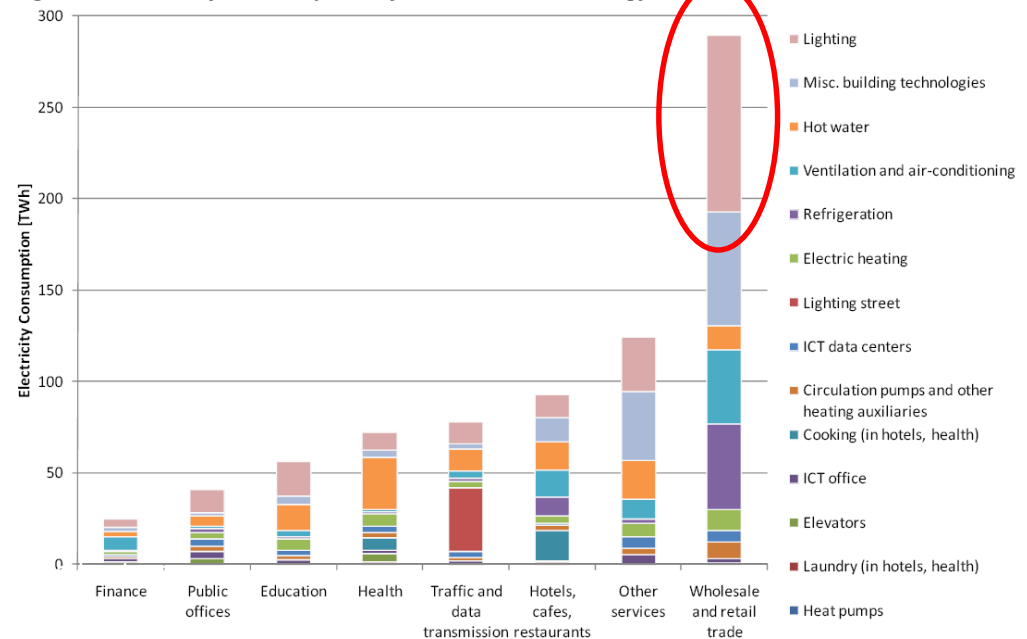


Figure 7: Electricity consumption by sub-sector and energy service for the EU27+2



Karakteristieken licht



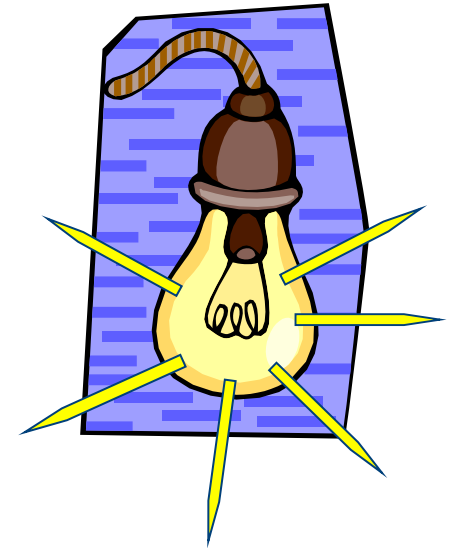
Lichtstroom

F Lichtstroom = lumen (lm)

I Lichtsterkte = candela (cd)

E Verlichtingssterkte = lux (lumen/m²)

L Luminantie = candela/m²



Vroeger enkel voor niet-gerichte lampen
Sinds 01/09/2013 de meest kenmerkende eigenschap
voor alle lampen, ook voor gerichte lampen

Basis voor EEI berekeningen ecodesign en energielabel

Lichtsterkte

F Lichtstroom = lumen (lm)

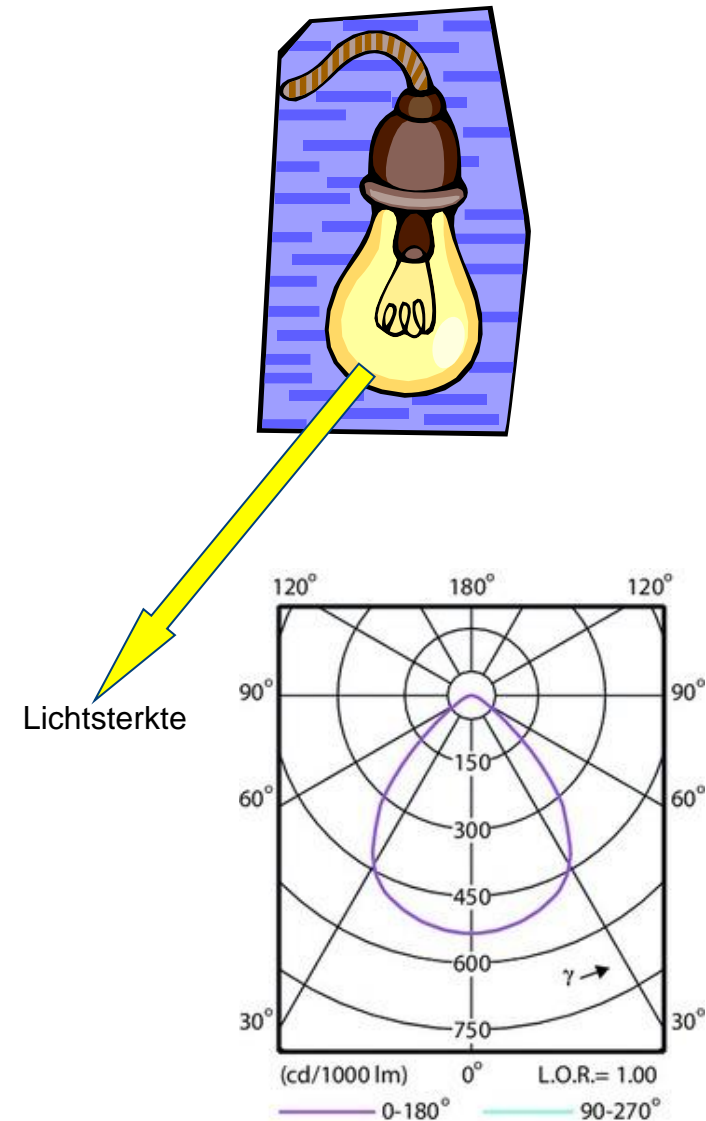
I Lichtsterkte = candela (cd)

E Verlichtingssterkte = lux (lumen/m²)

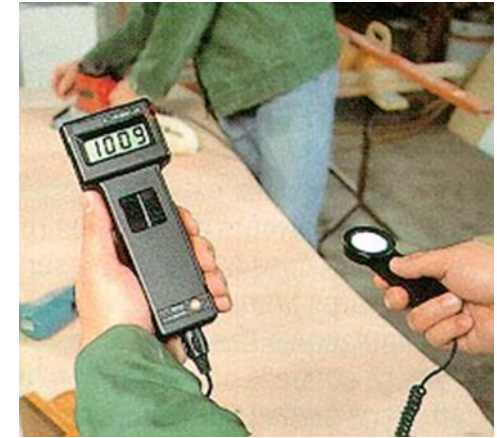
L Luminantie = candela/m²

In stralingsprofiel van armatuur (in cd/klm)

Werd voorheen als grootheid gebruikt voor gerichte lampen (spots)



Verlichtingssterkte

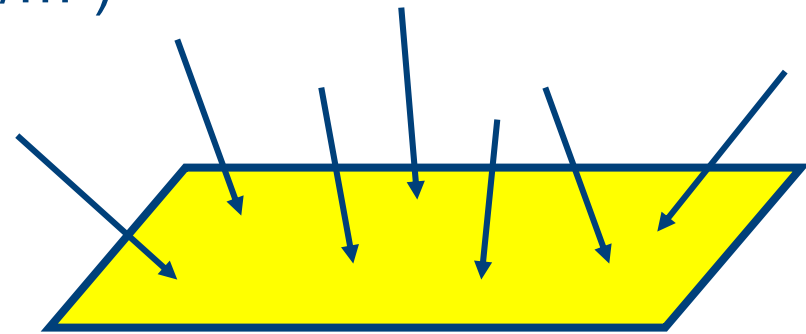


F Lichtstroom = lumen (lm)

I Lichtsterkte = candela (cd)

E Verlichtingssterkte = lux (lumen/m²)

L Luminantie = candela/m²



Resultaat – geen lampkarakteristiek

Maat voor verlichtingsniveau

Juist meten is belangrijk – interpretatie ervan soms moeilijk

Luminantie

F Lichtstroom = lumen (lm)

I Lichtsterkte = candela (cd)

E Verlichtingssterkte = lux (lumen/m²)

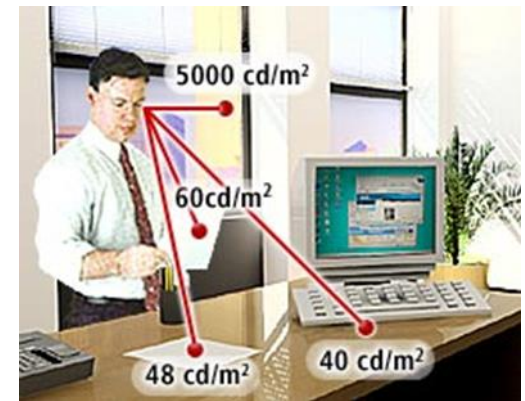
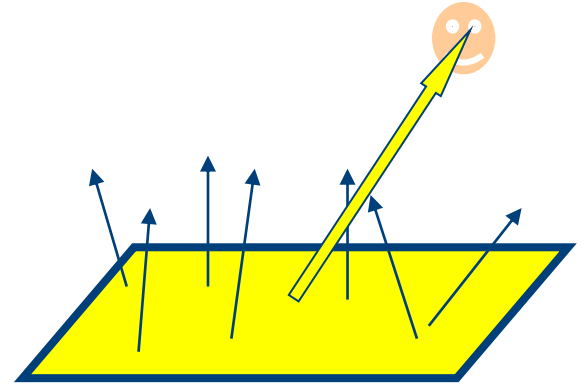
L Luminantie = candela/m²

Resultaat - geen lampkarakteristiek

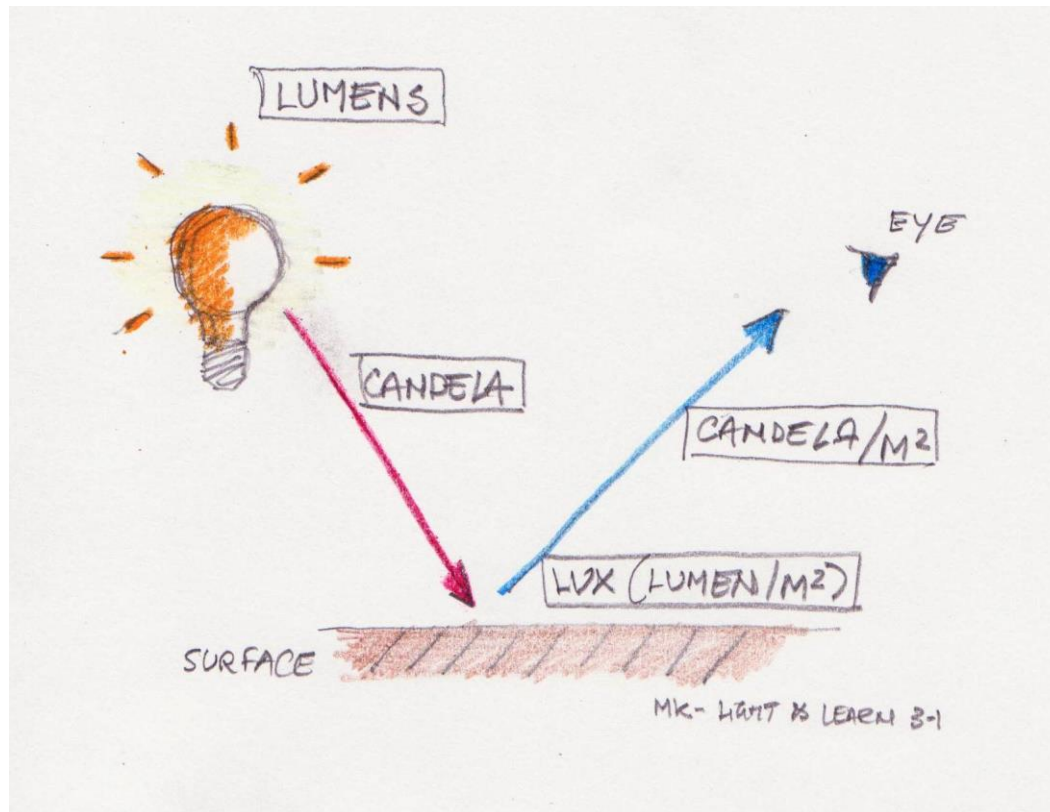
Maat voor de helderheid

Staat in relatie tot contrasten en/of verblinding door piek-luminantie (visueel comfort!)

Luminantie is bij benadering
wat men als mens ziet!



Samenvatting



Kleurcode gasontladingslampen



Colour rendering.

The first digit in the international colour code stands for the colour rendering:

8 = colour rendering index R_a 80 – 89

9 = colour rendering index R_a 90 – 100

Light colour / colour temperature.

The next digits in the international colour code stand for the light colour or colour temperature:

27 = 2700 K | **30** = 3000 K | **35** = 3500 K | **40** = 4000 K

54 = 5400 K | **65** = 6500 K | **80** = 8000 K

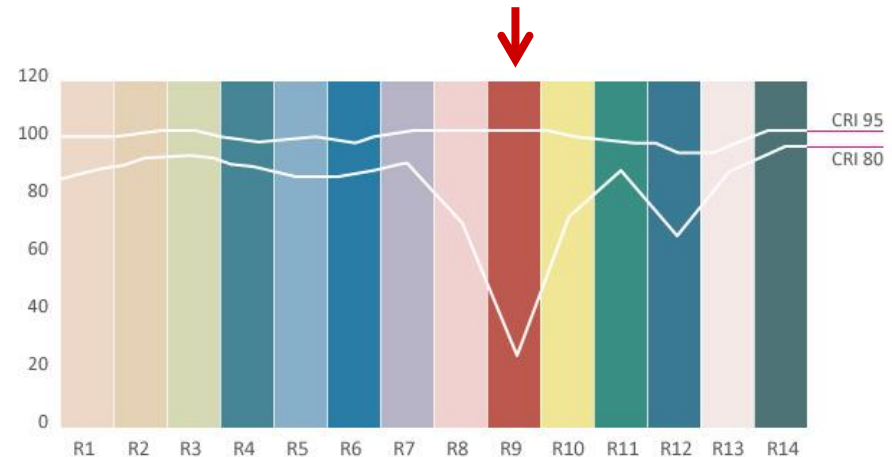
318W/930: CRI 90-9x
CCT: 3000 K

Kleurweergave index

- Color Rendering Index (CRI) - Ra waarde
- maat voor hoe kleuren worden weergegeven onder het licht van een bepaalde lamp, vergeleken met het licht van referentielamp.
- Maximaal 100
- In functie van spectrum van de lamp
- Belangrijk voor diagnose



- Voorbeelden
 - (Eco-)Halogeen: 100
 - Fluorescentie: 80+ of 90+
 - CFL: 80+ (uitz. 90+)
 - Metaalhalide: 80+ of 90+
 - Led: 80+ of 90+



CRI	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
2.700 K, 97	96	98	98	98	96	95	98	98	99	97	94	90	96	98
3.000 K, 97	98	99	98	98	98	97	98	98	98	99	98	88	98	98
4.000 K 96	98	99	99	99	94	97	95	95	92	99	95	78	99	99

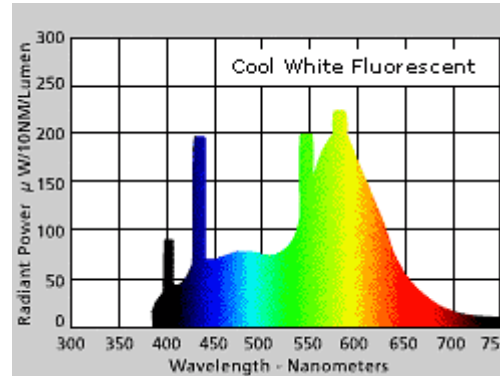
Nero Accent, Colour Rendering Index CRI > 95 Measuring data

Kleurweergave index

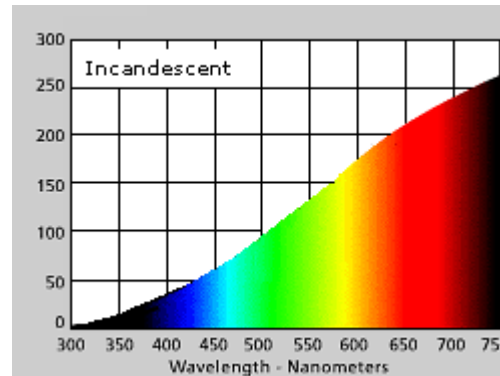
Testmonsters (1-8 of 14)



Testlamp



Standaardlamp



Meten kleurcoördinaten



<kleurverschillen>

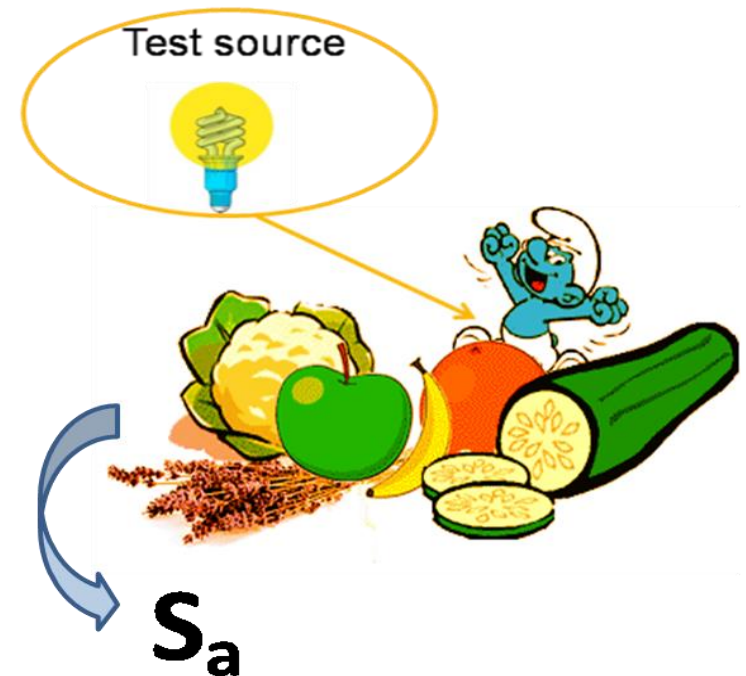
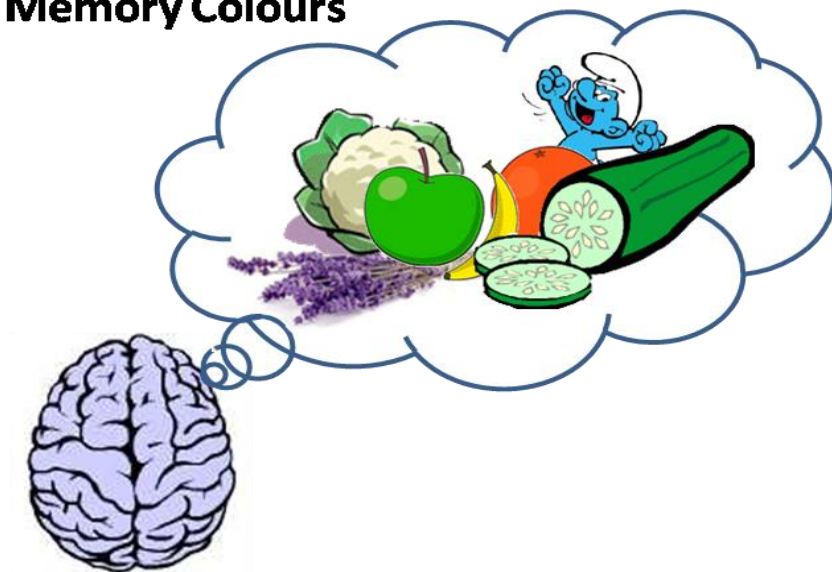


Meten kleurcoördinaten

Nieuwe metriek kleurweergave op komst?

- Ons voorstel vanuit LvL: Memory color rendering index:
 - Des te beter de kleuren van een object door een lichtbron worden weergegeven zoals we deze in gedachten hebben (geheugen kleuren), des te beter de kleurkwaliteit

Memory Colours



Nieuwe metriek kleurweergave op komst?



Reference Illuminant



Ra=83

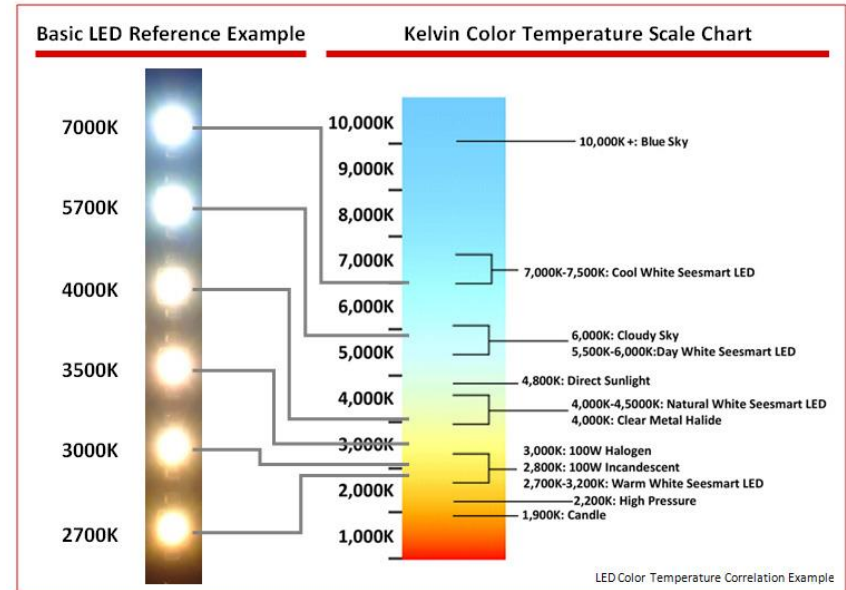


Ondertussen is er vanuit IES een nieuw voorstel met als basis de:

Color Fidelity Index, R_f

Kleurtemperatuur

- Kleurtint – in Kelvin
- Warm, neutraal, koud wit
- Voorbeelden
 - Halogeen: 2700K
 - Fluorescentie: 2700K – 6000K
 - Metaalhalide: 3000K of 4200K
 - LED: 2700K – 6000K (+ aanpasbaar: tunable white)



Welke kleurtemperatuur (CCT)?

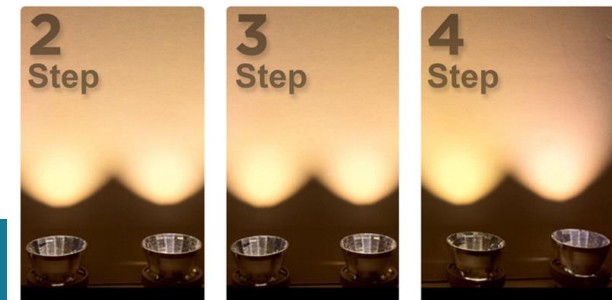
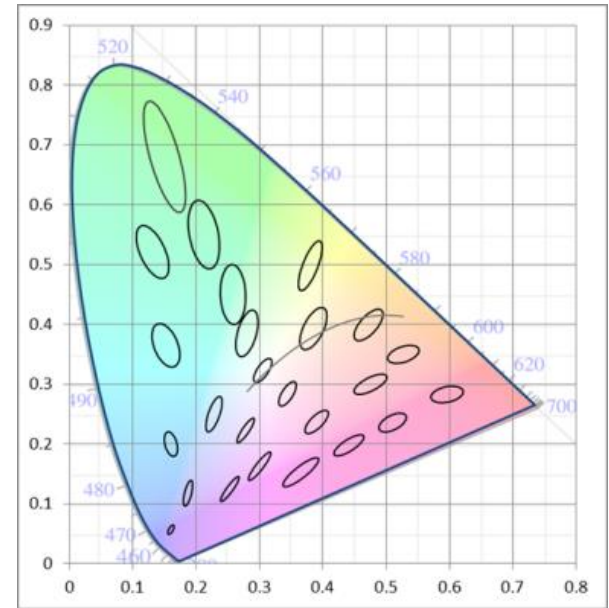
- Effect van kleurtemperatuur en effect van verlichtingssterkte op visuele performantie en subjectieve aanvoelen.
 - ↑: aanvoelen stijgt met hogere CCT of hogere verlichtingssterkte.
 - ↓: omgekeerd

	Effect of Colour Temp	Effect of illuminance	Effect of participants
Bright	↑	↑	Yes
Clear	↑	↑	–
High contrast acuity	↑	↑	Yes
Visual performance	–	–	Yes
Reading speed	–	–	Yes
Glaring	↓	↓	Yes
Pleasant	↓	↑	–
Comfortable	↓	–	–
Relaxing	↓	–	–
Warm	↓	–	Yes
Cheerful	–	↑	Yes

DOI: 10.1080/09500340903151278

Nieuw: kleurconsistentie

- Kleurtolerantie of – consistentie
 - Via gebieden van zelfde CCT
 - Net merkbaar verschil
 - Ecodesign : 7
 - Ecolabel : 5 of 3
 - Mc Adam ellips
 - een verschil van 3 is zichtbaar
 - kleurtemperatuur is bepalend
 - Verschuiven in functie van levensduur
 - = kleurbehoud



Kleurconsistentie – Kleurbehoud



Door-lichting



Door-Lichting lampen

- Inefficiënte lampen?
 - Gloeilampen
 - Halogeenlampen
 - Oude fluorescentielampen T12, T8 (kleur 33)
 - Hoge druk kwikdamp lampen
- Kapotte Lampen?
- Lampen van verschillende kleur?
- Lampen met korte levensduur?

- + Ontbrekend visueel comfort
- slechte kleurweergave
- te weinig licht
- gelijke kleurtemperatuur
- kapotte lampen



Door-Lichting armaturen

- Inefficiënte armaturen?

- + Ontbrekend visueel comfort vanwege
 - verkeerd stralingsprofiel
 - te lage verlichtingssterkte
 - beperkte uniformiteit
 - te grote verblinding
 - te grote contrasten



Door-Lichting randapparatuur

- Elektromagnetische ballast?

Meerverbruik!

- ~~B-Klasse: Low loss~~
- ~~C-Klasse: Conventional~~
- ~~D-Klasse: High loss~~

- 'Low quality' led drivers

+ ontbrekend visueel comfort

- Voor led en fluo
 - lage frequentie
 - (niet) zichtbare flikkering
 - stroboscopische effecten
 - niet dimbaar
 - slechte power factor, THD, cos phi
 - korte levensduur driver
- Voor Fluo - extra
 - blijvend pinken einde levensduur



Door-Lichting lichtsturingen

- Wordt het aantal branduren beperkt? (h ↓↓)
 - Wordt het licht uitgeschakeld bij afwezigheid?
 - Wordt het licht uitgeschakeld bij voldoende daglicht?
 - Aandacht vragen met stickers, posters
 - Automatisatie
 - Onderverdeling in zones
- Wordt er gedimd? (kW↓↓)
 - Wordt er rekening gehouden met de daglichttoetreding?
 - Automatisatie
 - Verschillende circuits?
 - Wordt de overdimensionering gecompenseerd?
 - Fluo: onmiddellijke besparing bij installatie
 - Led: constante verlichtingssterkte? – geeft langere levensduur van led
- Wordt het lokaal verduisterd wegens storend daglicht?
 - Zonneblinden (kunnen ook retro-reflecterend zijn)



Door-Lichting onderhoud

- Is er een onderhoud gepland?

- Groepsvervanging lampen
- Poetsbeurt armaturen

- Zijn de muren en plafond proper en geschilderd in een heldere kleur?

+ Ontbrekend visueel comfort vanwege

- lagere verlichtingssterkte
- kapotte lampen
- niet uniform verlicht



Door-Lichting visueel comfort

- Correct verlichtingsniveau
- Juiste kleurtint
- Goede kleurweergave
- Uniforme verlichting
- Geen flikkering
- Beperken van verblinding
- Voldoende contrast
- Mogelijkheid tot dimmen



Door-Lichting van energie-efficiëntie in cijfers

- Oude armatuur (1 lamp 58W en 1 ballast):
 - $58W + 11,6W = 69,6W$
- Volledig lokaal (24 armaturen):
 - $24 \times 69,6W = 1670,4W$
- Jaarlijkse energieverbruik (1504 uren):
 - $1504 \times 1670,4W = 2512,3kWh/jaar$
- Kostprijs elektriciteit:
 - $0,22\text{€} / kWh \times 2512,3kWh \cong 552\text{€} / jaar$

Indien vermogen van de ballast niet is gekend:
Totaal vermogen = lampvermogen $\times 1,2$

- Lokaal: $7m \times 8m$: $56m^2$
- Verlichtingssterkte: $400lux$
- Geïnstalleerd vermogen voor: $1670,4W$
 - $29,82 W/m^2$
 - $7,4 W/m^2 \cdot 100lux$

Te laag voor kantoren
Streven naar $500 lux$

Te hoog:
Streven naar
 $\leq 8 W/m^2 \leq 1,5$
 $W/m^2 \cdot 100lux$

Lichttechnologie



Energiebesparing met beter licht

- Beperken van vermogen én branduren met beter visueel comfort
- 3 ankers
 - Daglicht
 - Kunstlicht
 - Lichtregelsystemen

Maria Middelaers Gent - Bron: Llox Architecten



Voordelen van up-to-date verlichting

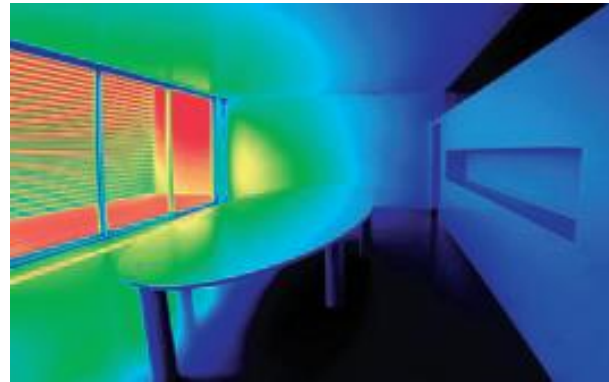


Energiebesparing met beter licht

- **Daglichttoetreding**
 - Oriëntatie gebouw
 - m² vensters
- **Verlichtingsinstallatie**
 - Efficiënte lichtbronnen
 - Optieken/armaturen met een hoog rendement
 - Elektronische voorschakelapparatuur
 - Optimalisatie van de lichtuitstraling, goed lichtplan
- **Lichtregelsystemen: Schakelen en/of Dimmen**
 - Tijd
 - Aanwezigheidsdetectie
 - Daglichtdetectie

1. Daglicht

- Daglicht krijgt steeds meer aandacht
- Waar is daglichtregeling mogelijk? Hoogte venster x 2
- Wordt in rekening gebracht in EPU
- Gemiddeld besparing op verbruik verlichting: 20 à 40%
- Is functie van de daglichtfactor
- Is na te gaan via simulatie



Bron: WTCB

(slimme)daglichtkoepels



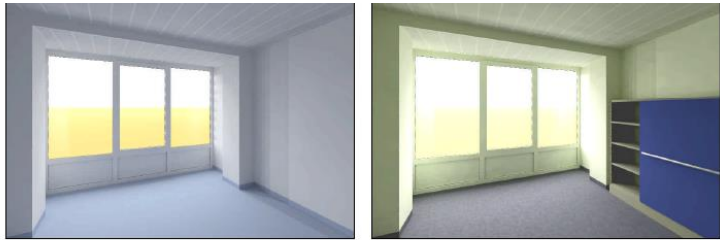
Bron: Solatube



Bron: Econation



Zonnewering



Bron: Daidalos - Helioscreen



Catherine Lootens

Daglichtdetectie



Daglicht berechnen

- Redelijk moeilijk!
- Daglichttoetreding is dynamisch
- Het daglicht binnenin een gebouw is dus afhankelijk van
 - type hemel (wolken?)
 - de periode van het jaar
 - het uur van de dag
 - de geografische ligging (breedtegraad)
 - de openingen (oriëntatie, vorm, helling, samenstellende materialen)
 - de omgeving van het gebouw (maskering, schaduwvorming, ...)
 - de ruimte (vorm, reflectiecoëfficiënten wanden, ...).



Rekenmethodes - simulaties



Bron: Velux

Computersimulatiebeeld, links, en foto van het **gerealiseerde project**, rechts (project 'Sunlighthouse', Pressbaum, Oostenrijk)

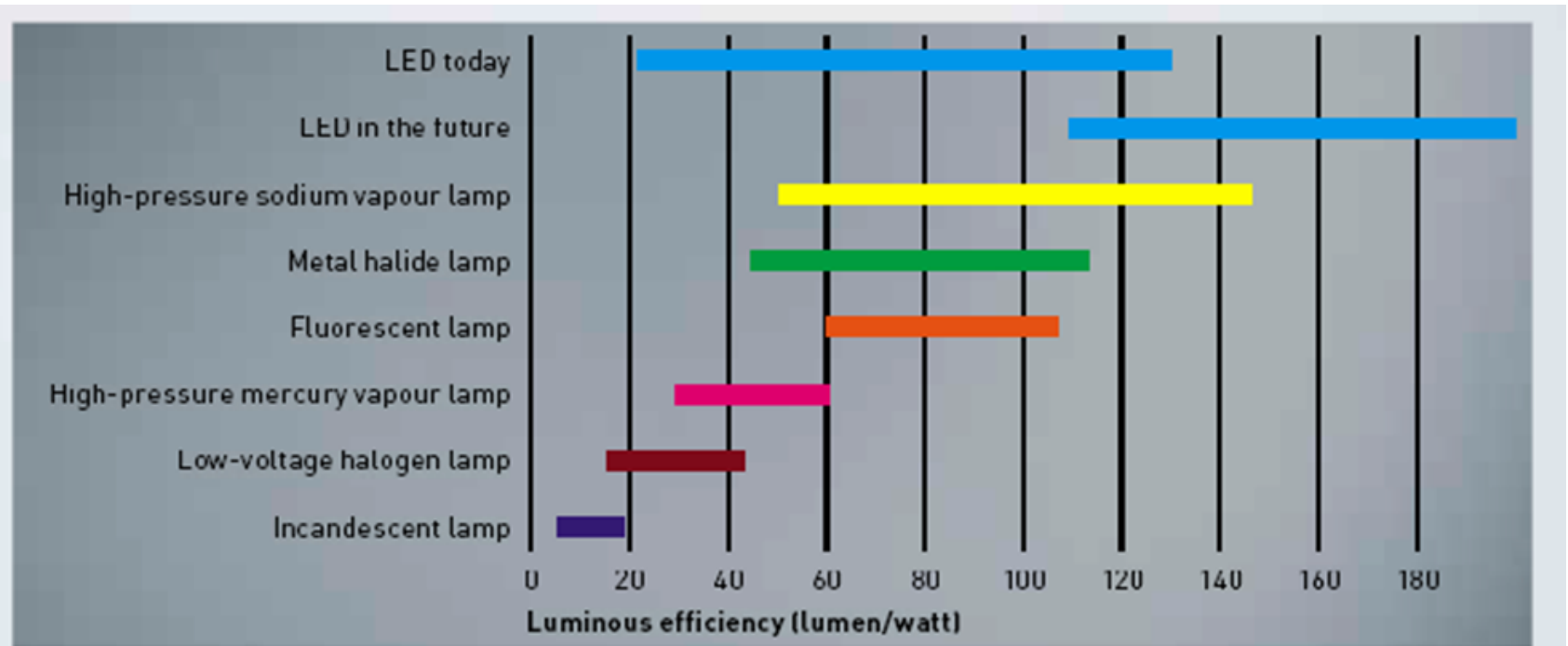
2. Kunstlicht

Kies voor efficiënte lichtbronnen

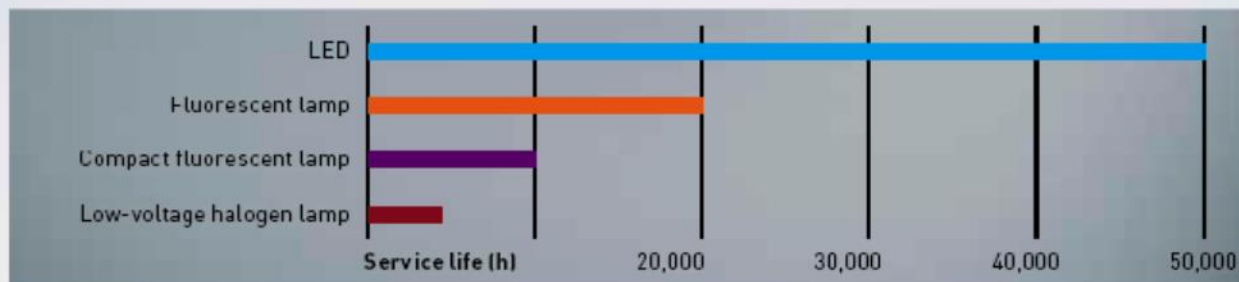
- Fluorescentie
 - Lage druk kwikdamp lampen
 - Lineaire, circulaire, compacte
 - Metaalhalide gasontlading
 - Led
-
- Te vermijden:
 - Gloeidraad lampen
 - Hoge druk kwikdamp lampen



Lichtbronnen



Around 50,000 hours service life means that relamping is no longer necessary.



LED luminaires significantly cut maintenance and repair costs.

Fluorescentie lampen - naamgeving

- **T12** (60-78 lm/W): 38 mm
 - niet meer gebruiken, vervangen door T8
- **T8** (52-100 lm/W): 25,4mm
 - Gespecificeerd bij 25°C
 - oudere types T8 (kleur 33,...) vervangen (830,...): <80lm/W
 - Let op bij lage temperaturen
- **T5** (83-104 lm/W): 16mm
 - Hoogste lichtopbrengst bij 35°C
 - Echter gespecificeerd bij 25°C
 - Let op bij lage temperaturen
 - gebruik geen T8 naar T5 adaptor!!!
 - Niet veilig
 - Minder licht
 - HE versus HO
 - High efficiency (>100lm/W) versus High output

830: Ra 80 – CCT:3000K



5/8 inch = 16mm

Fluorescentielampen - innovaties

- T8 eco en T5 eco: verbruik 10% lager, minder kwik
 - T5 (zowel in HE als HO)
 - Ook in T8! – maar minder gunstig indien met conventionele elektromagnetische ballast (wordt quasi niet meer verkocht)
 - Merken: Philips, GE, Osram, Aura Light, Havells Sylvania,..
- Armatuurfabrikanten leveren deze lampen al automatisch
 - We are systematically replacing conventional T5 fluorescent lamps with T5 eco-lamps. The latter consume 10% less energy. Our tests show them to be at least as stable and reliable as the existing T5 lamps

CLF worden vandaag verdrongen door led!

	Standard T5		T5 eco	
	lamp type	lm/W lamp @ 35°C	lamp type	lm/W lamp @ 35°C
High Efficiency	14	99	13	108
	28	104	25	114
	35	105	32	114
High Output	24	89	20	98
	54	93	50	102
	49	99	45	109
	80	88	73	95

Metaalhalide gasontladingslampen (HID)

- Voordelen

- Crisp white light
- Klein
- Ook in lage vermogens
- Hoge kleurweergave ($Ra \geq 85$)
- 2500, 3000K of 4200K
- Levensduur: >12000 uren
- Ideaal voor lange branduren
- Uitstekend lumenbehoud
- Minder warmte afgifte in gebouwen
- Lampvoet: grote variatie
- Verschillende modellen

- Nadelen

- Trage start
- Trage heropstart
- Geen of beperkte dimming
- UV filter nodig
- Gesloten armatuur

- Innovaties

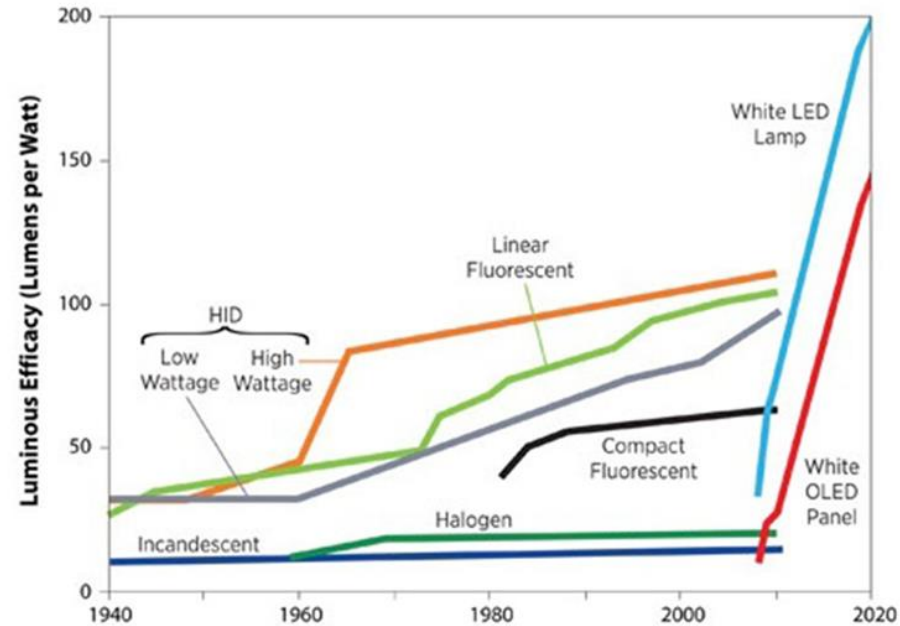
- Hogere CRI (90+ lampen)
- Warme kleurtemperatuur
- Lagere vermogens

HID lampen worden vandaag verdrongen door led!

Led



- We zitten op koers – it's all about LED!
 - chip/module – 150 lm/W
 - armatuur – 120 lm/W
 - lamp – 80 lm/W

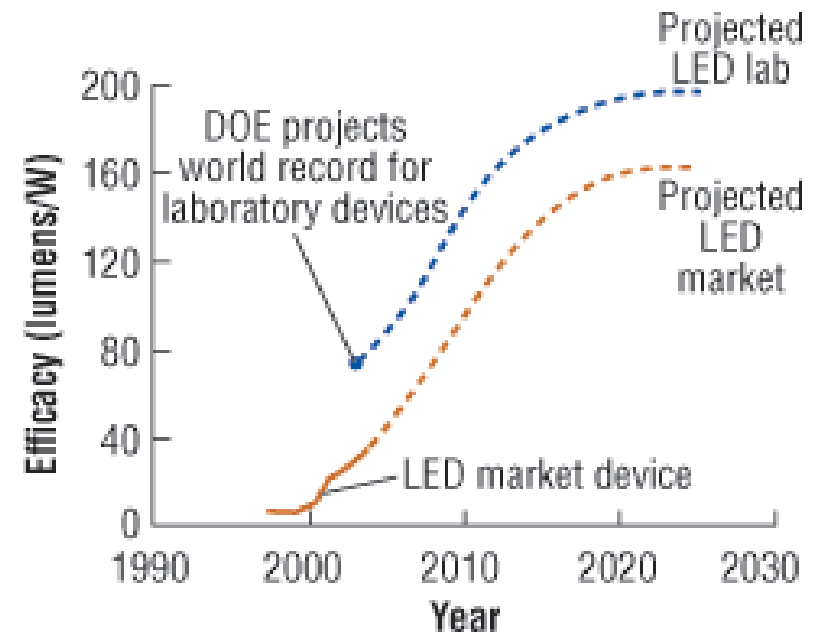


- Vraag steeds naar
 - systeemrendement (LER)
 - ook in lm/w
 - Incl. verliezen (van lenzen, driver, diffusor,..)



Led – efficiëntie in de toekomst

- Lab led (blauw)
 - 2015: 170lm/W
 - 2020: 200lm/W
- Markt led (rood)
 - 2015: 140lm/W
 - 2020: 150lm/W

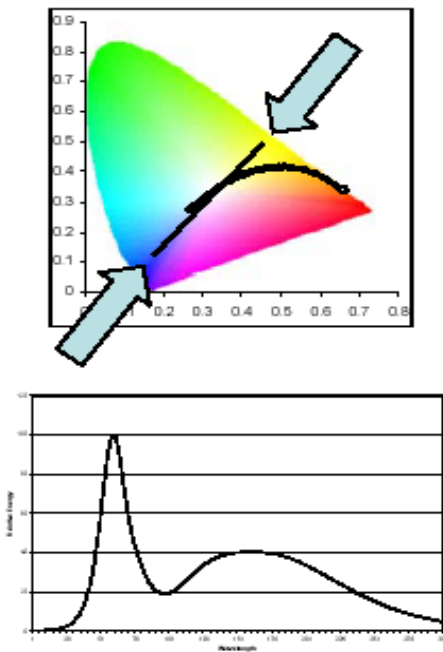


Source: DOE

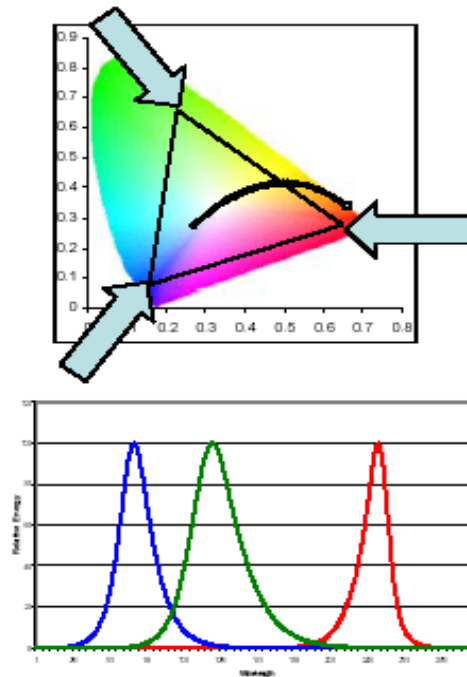
Led

3 methodes voor het maken van wit licht met leds

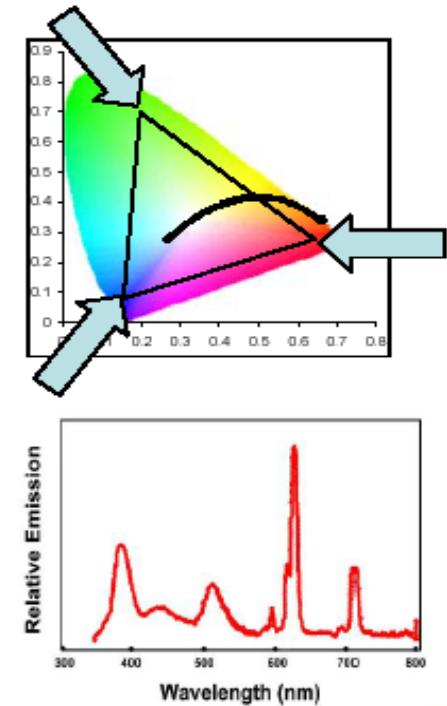
**Blue LEDs
+ Yellow Phosphor**



**Red Green & Blue LEDs
(or OYGB LEDs)**

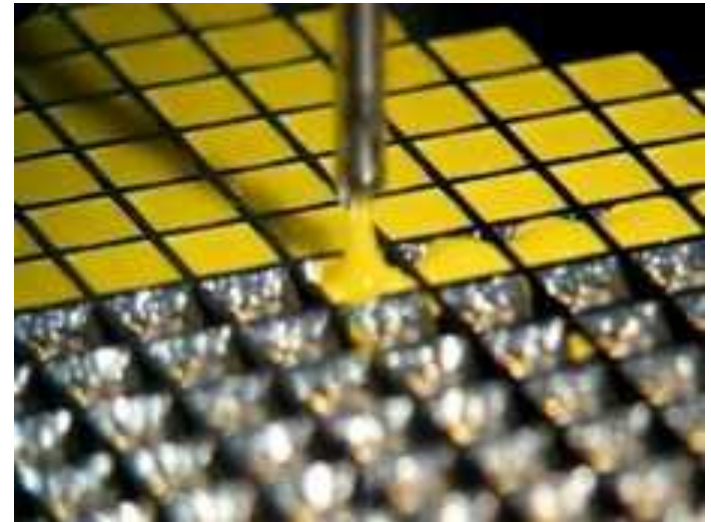
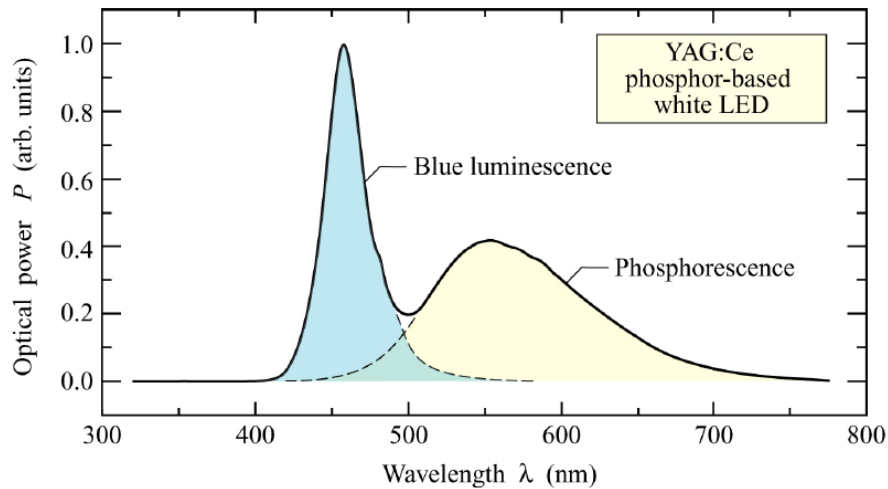


**UV or Purple LEDs &
RGB Phosphors**

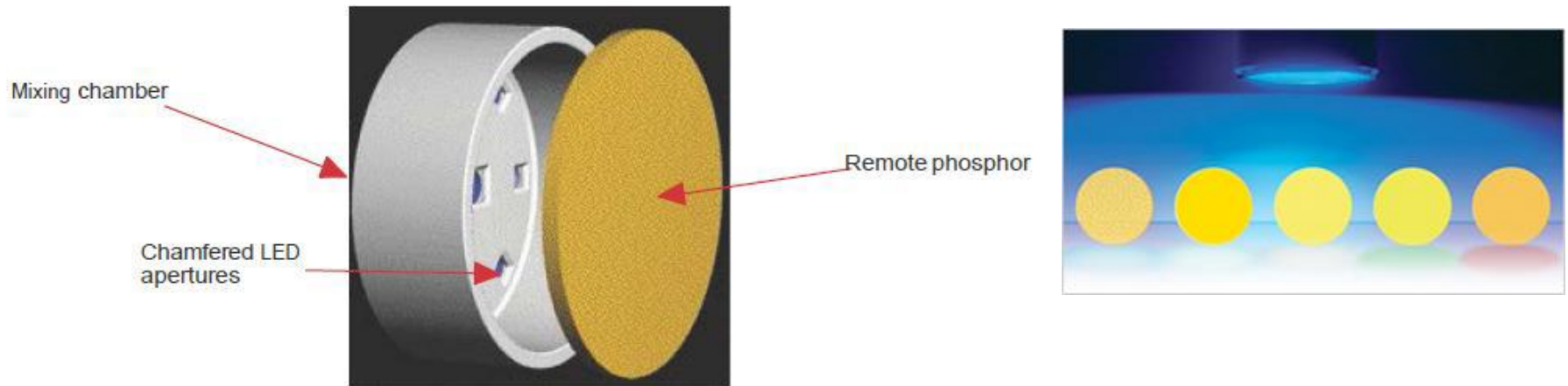


Fosforen

Fosforen zet blauw licht om naar licht met een hogere golflengte (vb. geel)

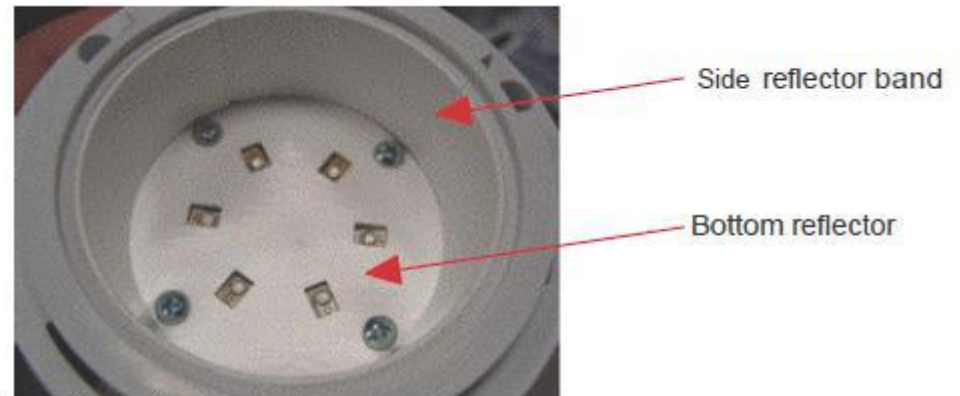


Led: Remote Phosphor

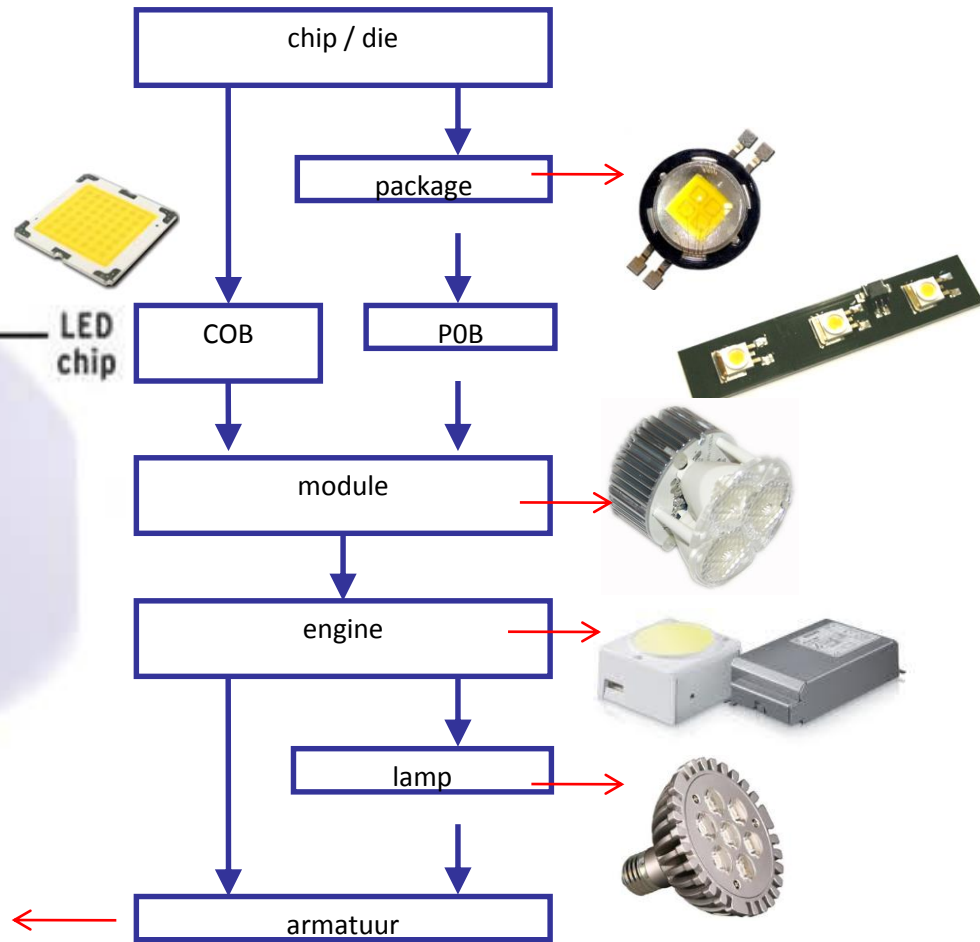
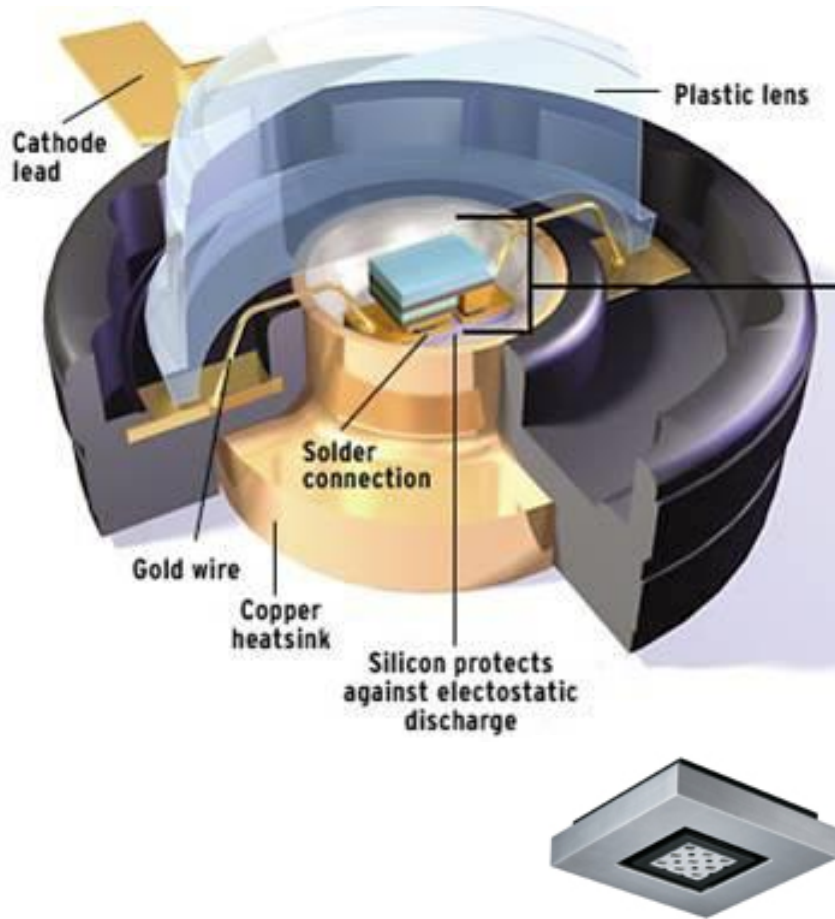


Voordelen:

- Minder verliezen
- Uniforme kleur
- Minder verblinding

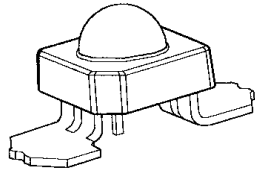


Led – What's in a name

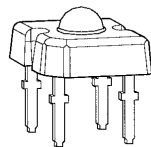


Led – What's in a name

- SMD (*surface mount device*)



- TH (*through hole*) = DIP (Dual in line package)



Wordt niet aanbevolen – slecht warmtebeheer – korte levensduur

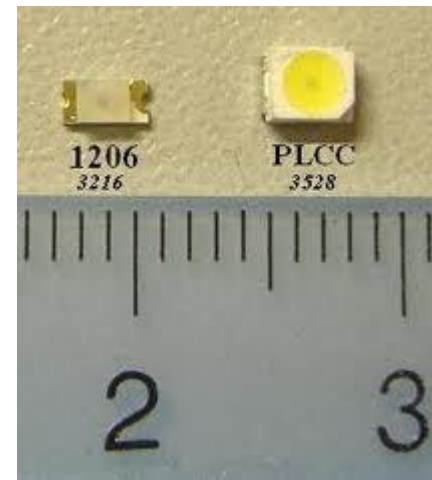
Kwaliteitsverschillen bij laag vermogen led



5mm, True Hole, DIP



versus



SMD

Led Levensduur (of gebruiksduur)

- Veel LED fabrikanten geven een levensduur van meer dan 100.000 uren
- ‘Lumen behoud’ is echter belangrijker
- afspraak om $L_x B_y$ als maat voor de levensduur van led te nemen
 - L_x is de tijd waarna de lichtstroom van de LED teruggevallen is op x% van de oorspronkelijke lichtstroom
 - Led levensduur wordt als MTBF (mean time between failure) omschreven (B50)
 - Ook failure rate is belangrijk (F10)
- Oorspronkelijk werd vooral L70B50 opgegeven. Toch worden ook L80 en L90 gebruikt in combinatie met B10 waarden.
- Dit kan aanleiding geven tot een andere onderhoudsfactor voor lichtberekeningen

Led vervangingslampen

- Vervangen van klassieke lamptechnologie door led
- Meestal Quick-win – Maar...
- Opgelet met compatibiliteit dimmingsysteem
- Voorbeelden van meest courante up-lamping/retrofit
 - Halogeen 12V – opgelet met vereiste minimale belasting van de transfo
 - MR-16
 - AR-111
 - Halogeen 230V GU-10
 - Gloeilamp helder 230V E27/E14
 - CFL 230V E27/E14
 - T8 fluorescentielampen



Led tubes – led buizen

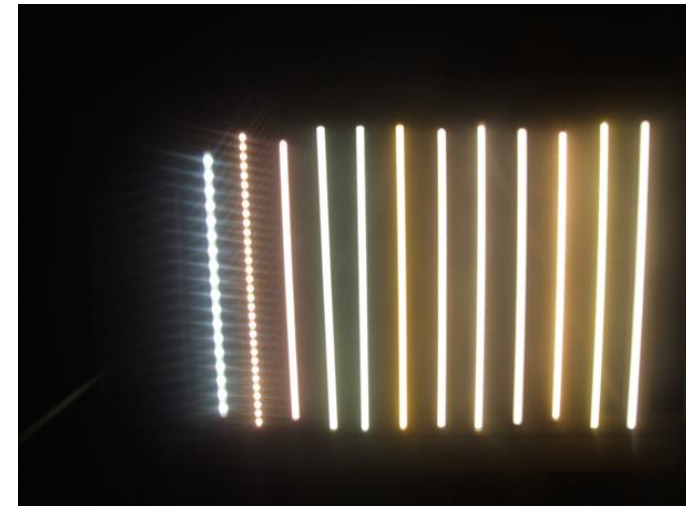
T8 vervangen door led-buizen?

- Opgelet voor visueel comfort! verlichtingssterkte, kleurweergave index, lichtuitstraling, uniformiteit, verblinding,..
- Enec keuring vervalt meestal
- Ook opletten met power-factor, elektrische veiligheid, brandgevaar
 - In 2015 veel terugnames in US!
- Ecodesign 1194/2012 legt naast eisen energie-efficiëntie en functionaliteiten ook duidelijk eisen op vlak van communicaties van de vlak – geen valse beloftes
 - Mag niet verkocht worden als ‘vervanger’ TL als resultaat niet volledig dezelfde is



Led tubes – led buizen

- Studie Laboratorium voor Lichttechnologie
- 12 ≠ led-buizen: vervangers van 36W TL (2010)
 - TLD 36W/830: **3350 lm** (93 lm/W)
 - TLD Eco 32W830: 3000 lm (93,75lm/W)
- Initiële metingen led-buizen
 - P (W): 10,3W tot 31,6W
 - I (lm): slechts **754lm tot 1774 lm**
 - lm/W: 50,8 tot 89,6 lm/W
 - PF: 0,45 tot 0,97
 - CRI: 65 tot 89



Led innovaties blijven komen

Integreren technologie – digitalisering

- Verlichting: led driver, dimmer, DALI
- Sensoren: temperatuur, tijd, elektrisch (Vf, I), (dag)licht, omgevingsconditie, bezetting/beweging
- Controllers: lichtregelsysteem, data management, uitlezen sensoren
- Connectivity: Bluetooth, Wifi
- Extra? Camera's,...



Bron: Xicato



Wat kan verbeteren bij led

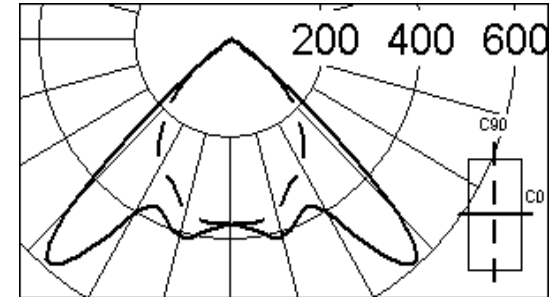
- De hete hangijzers...
 - Welke levensduur? L80B50 – L90B10
 - Levensduur of gebruiksduur?
 - Compatibiliteit vervangingslampen met dimmers
 - Verblinding (glare, UGR)
 - Kleurtolerantie
 - Kleurconsistentie of - shift (in functie van tijd)
 - Flicker
 - Gebrek aan standaarden
 - Prijs



Armaturen

Kies voor efficiënte armaturen

- Rendement η of LOR (Light Output Ratio)
 - Reflectoren/optieken/diffusors/lenzen
 - Voorheen vooral Aluminium technologie – nu veelal polymeren (Polycarbonaten, ..)
 - **Opgelet: led armaturen; geen LOR(meestal =1) maar LER (luminaire efficacy rate in lm/W)**
- Hou rekening met het stralingsprofiel
 - breedstralend/diepstralend/asymmetrisch = fotometrie
 - Indirect/direct
- Let ook op voor verblinding!
 - Liefst laag-luminante armaturen
 - **Led armaturen – meer onderzoek nodig**
 - **UGR bepaling moet aangepast worden**
 - **Niet uniforme led armaturen**



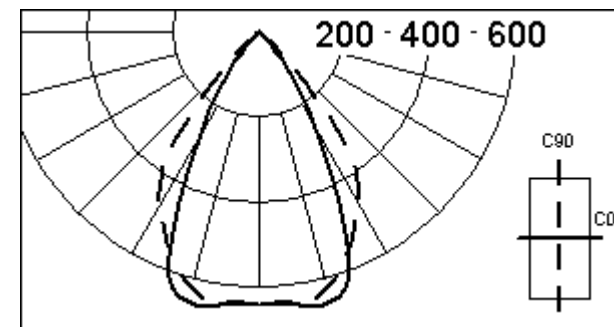
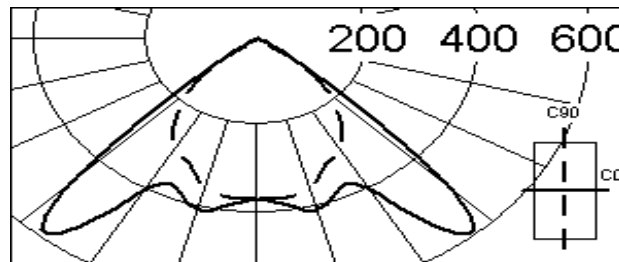
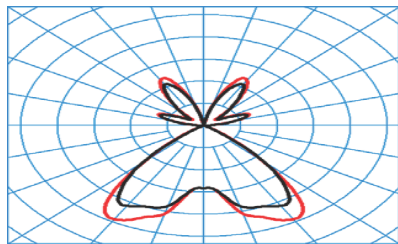
LOR 0,92 (92%)

-Lamp :	58W - 5000 lm
-Rendement optiek (η , LOR):	92%
-Armatuurlichtsterkte :	4600 lm
-Lichtverlies :	400 lm

Armaturen

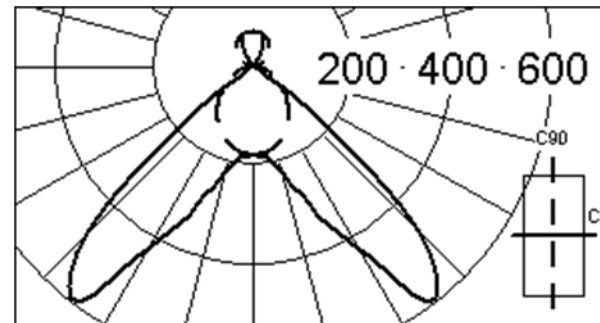
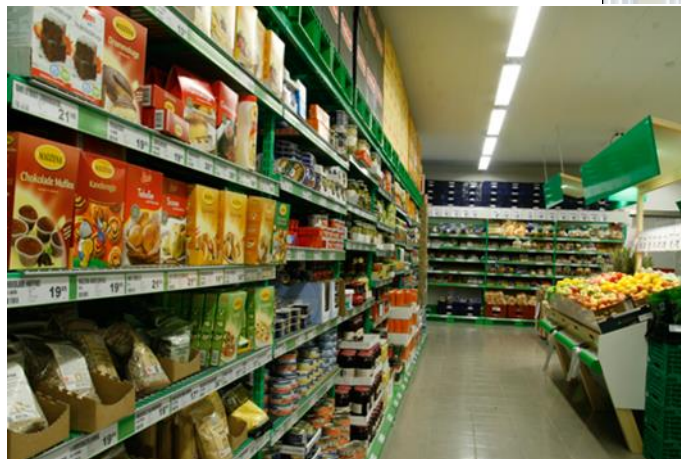
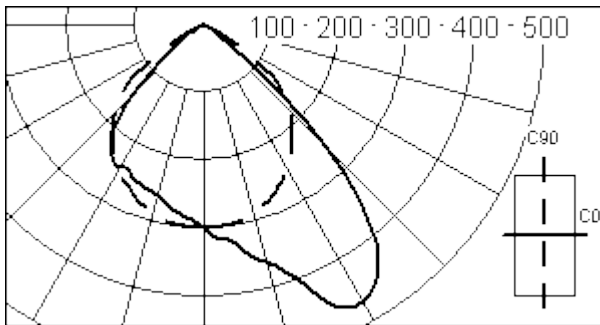
Let op het stralingsprofiel:

- Direct/indirect – breedstralend - diepstralend



Armaturen

- Let op het stralingsprofiel in functie van toepassing
 - Asymmetrisch stralingspatroon voor schoolbordverlichting
 - Batwing stralingspatroon voor winkels



Armaturen

- Let op verblinding
 - Kies voor laag-luminante armaturen
 - $UGR \leq 19$, zeker in ziekenhuizen daar waar patiënten liggen
 - Voor led armaturen is huidige definitie UGR nog niet optimaal
- UGR: Unified glare rating (CIE)
 - NBN-EN 12464-1



Kantoren	$UGR \leq 19$
Kantoren waar detailwerk wordt verricht (bv.: technisch tekenen)	$UGR \leq 16$
Vergaderzalen	$UGR \leq 19$
Onthaal	$UGR \leq 22$
Trappen	$UGR \leq 25$
Gangen	$UGR \leq 28$

Tabel 4 : Type waarden voor de UGR

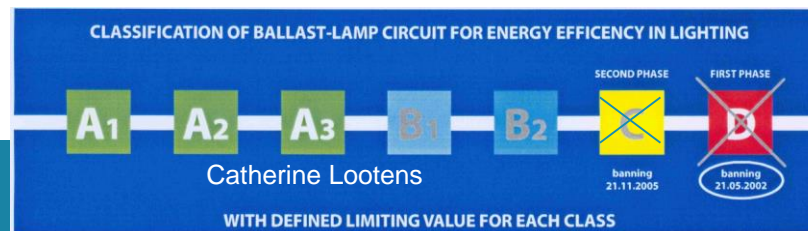
Randapparatuur

- **Kies voor een elektronisch voorschakelapparaat**

- Specifiek voor ontladingstechnieken
- Vanaf 2017 enige technologie (eco-design)
- Klasse A aanbevolen (Elektronische ballast)
- A1,A2,A3: Elektronische voorschakelapparaten

- **Voordelen:**

- Verbruik 20-25% lager dan elektromagnetische ballast
- Kleiner in omvang en gewicht
- Betere cos phi
- Efficiëntie lampen (vb. T8): 15-20% hoger
- Flikkervrije ontsteking van de lampen
- Levensduur lamp hoger
- Bij einde levensduur wordt de lamp uitgeschakeld
- Mogelijkheid tot dimming
- Mogelijkheid tot automatisering (daglichttoetreding, aanwezigheidsdetectie,..)



3. Regelsystemen

- Dimmen: beperken vermogen
 - Centraal
 - Lokaal
 - Energiebeheerssysteem
 - bewegingsafhankelijk
 - tijdssturing (scenario's)
 - daglichttoetreding

bij overdimensionering (E_i)
persoonlijke dimming
- Schakelen: beperken branduren
 - Manual on - Automatic Off
 - bewegingsafhankelijk
 - tijdsturing (scenario's)
 - Daglichttoetreding
- Nieuw: variëren van kleurtemperatuur (? Toekomst: ook spectrum)
- Opgelet:
 - Fluorescentielampen 100 uren laten inbranden zonder dimming
- Besparingspotentieel:
 - 35 tot 45%
 - Veelvuldig schakelen kan de levensduur van de lampen beperken
 - Niet van toepassing op led

Lichtontwerp

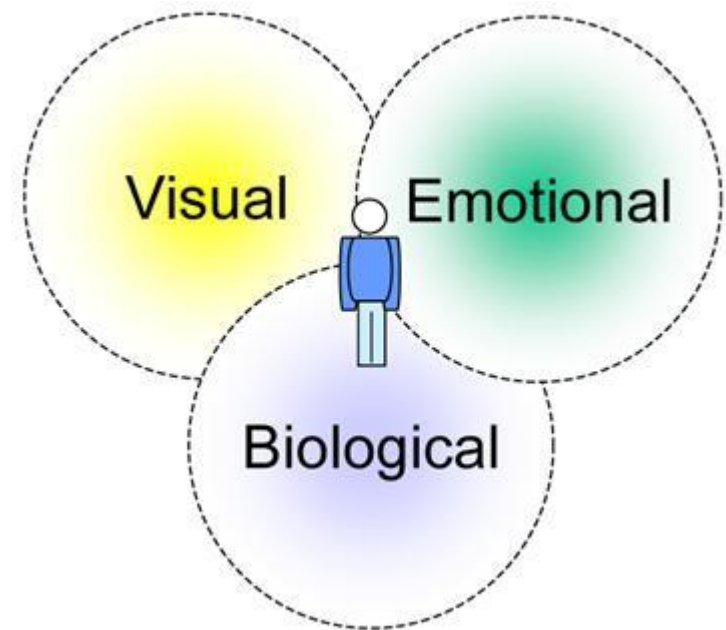


Vernieuwing van de verlichting

- **Lampvervangingen**
 - Zelfde lamptype
 - Ander lamptype
- **Aanpassingen verlichtingstoestel**
 - Bij vervanging van lamp (vb. T8 naar led buis)
 - Bij vervanging van de randapparatuur (transfo, driver, ballast, voeding,...)
 - Bij vervanging van optiek + lamp + sturing (box-in-box)
- **Vernieuwing van de volledige verlichtingsinstallatie**
 - Verlichtingstoestellen één op een vervangen
 - Aantal en positie van verlichtingstoestellen wijzigt
 - + Invoeren lichtregelsysteem

Wat speelt ook mee in het ontwerp?

- Zien – beleven – zich goed voelen
- Gebruiksomstandigheden
- Normen
- Regelgeving en wetgeving
- Energieverbruik
- Lastenboeken
- Prijs
- Premies



Rekening houden met specifieke eisen

- Gebruiksgemak – onderhoudsgemak
- Automatisatie – gebouwbeheersysteem
- Afscherming – IP graad (water, stof, dampen, voeding, ..)
- Warmteafgifte (IR) en/of verkleuring (UV)
- Schakel frequentie (aan – uit)
- Ontploffingsgevaar, corrosie, clean rooms, temperatuur
- Zichtbeperking (kleurenblinden, slechtzienden, ouderen)
- Kijkrichting gebruikers (baby's, zieken, ouderen, fitness, balsporten..)
- Balbestendigheid (sporthallen)

Ontwerp - leidraad lichtplanning

- Wetgeving, Normen en Regelgeving
 - Welzijnscoдекс
 - NBN EN 12464-1
 - EPB (indien van toepassing) - Beperk het geïnstalleerd vermogen
- Valkuilen in berekeningen via lichtplanningssoftware (DIALux, Relux)
 - Verschillende parameters belangrijk voor eindresultaat
 - Aantal rasterpunten
 - Randzone
 - Reflectiecoëfficiënten van muren, vloer en plafond
 - Onderhoudsfactor
- Gebruik de juiste onderhoudsfactor
 - Berekening MF in functie van levensduur en gebruiksduur led
- Compenseer de overdimensionering van verlichtingsinstallatie
 - Onmiddellijke besparing mogelijk dankzij dimming

Preventie - Codex over het welzijn op het werk

- Titel III – Arbeidsplaatsen Hoofdstuk I – Basiseisen Afdeling III – Verlichting (Afdelingen I tot VII: KB van 10 oktober 2012)
 - Art. 35.
 - De werkgever bepaalt, op grond van de resultaten van een risicoanalyse, aan welke voorwaarden de verlichting van de arbeidsplaatsen, al dan niet in open lucht, evenals van de werkposten moet beantwoorden teneinde ongevallen door de aanwezigheid van voorwerpen of hindernissen en vermoeidheid van de ogen te voorkomen.
 - De werkgever die de vereisten van de norm NBN-EN 12464-1 en de norm NBN EN 12464-2 toepast bij het bepalen van de voorwaarden inzake verlichting wordt vermoed te hebben gehandeld in overeenstemming met het eerste lid.
 - Wanneer de werkgever de normen bedoeld in het tweede lid niet wenst toe te passen, moet de verlichting tenminste beantwoorden aan de voorwaarden die zijn vastgesteld door de Minister van Werk

NBN EN 12464-1

- Licht en verlichting Werkplekverlichting – Deel 1: Binnenwerkplekken



Aanbevelingen rond visueel comfort

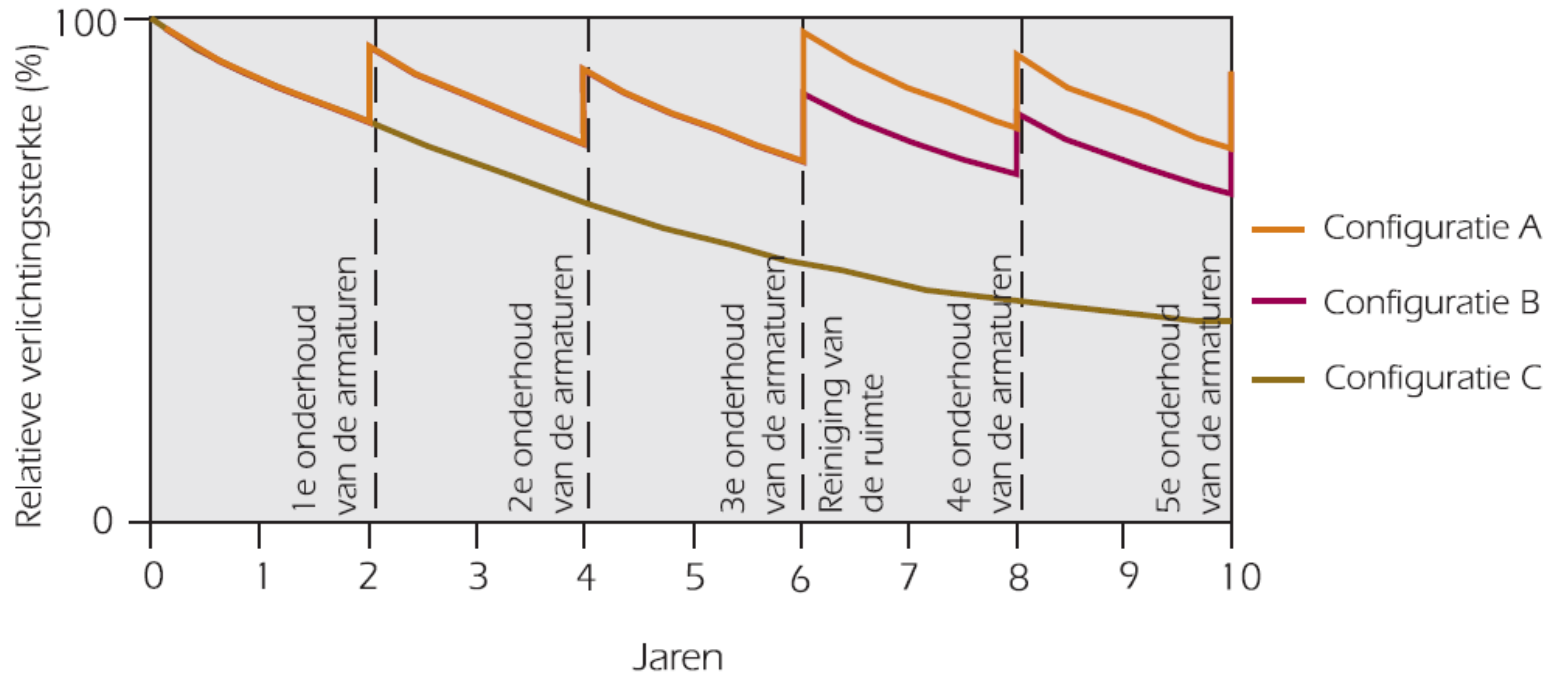
- Verlichtingssterkte E
- Verblinding UGR
- Kleurweergave Ra
- Uniformiteit

NBN EN 12464-1

Table 5.26 — Offices

Ref. no.	Type of area, task or activity	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Specific requirements
5.26.1	Filing, copying, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Writing, typing, reading, data processing	500	19	0,60	80	DSE-work, see 4.9.
5.26.3	Technical drawing	750	16	0,70	80	
5.26.4	CAD work stations	500	19	0,60	80	DSE-work, see 4.9.
5.26.5	Conference and meeting rooms	500	19	0,60	80	Lighting should be controllable.
5.26.6	Reception desk	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archives	200	25	0,40	80	

Impact van onderhoud



- A: 2 jaarlijks onderhoud van de armaturen (2 j) + reiniging van de muren (6 j)
- B: 2 jaarlijks onderhoud van de armaturen (2 j)
- C: geen onderhoud

Onderhoudsfactor MF

- Brengt in rekening
 - de veroudering van de verlichtingsinstallatie en de ruimte
 - wordt ingegeven in de lichtberekening
- Andere namen: behoudsfactor, depreciatiefactor – dikwijls 0,85
 - Men houdt dus rekening met een depreciatie van 15% over de gebruiksduur tot aan de volgende renovatie
- Is afhankelijk van verschillende parameters
 - Veroudering lamp: lichtstroom↓
 - Lampen gaan kapot
 - Vervuiling armatuur: rendement↓
 - Vervuiling ruimte: reflectiecoëfficiënten↓

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF$$

LLMF: onderhoudsfactor van de lichtstroom van de lamp

LSF: levensduurfactor van de lamp

LMF: onderhoudsfactor van de lamp

RSMF: onderhoudsfactor van de wanden van de ruimte

- Met de komst van led dient MF kritisch bekeken te worden - andere (definitie van) levensduur

Lichtontwerp met led

- MF factor bepalen voor lichtberekening
- Hoe levensduur definiëren?
- Kan leiden tot een overdimensionering
 - Kan gecompenseerd worden door dimming
- Publicatie ‘Led verlichting: gebruiksduur of levensduur?’
 - Rond ‘*Maintenance factor*, levensduur en optimale gebruiksduur van led verlichtingstoestellen’

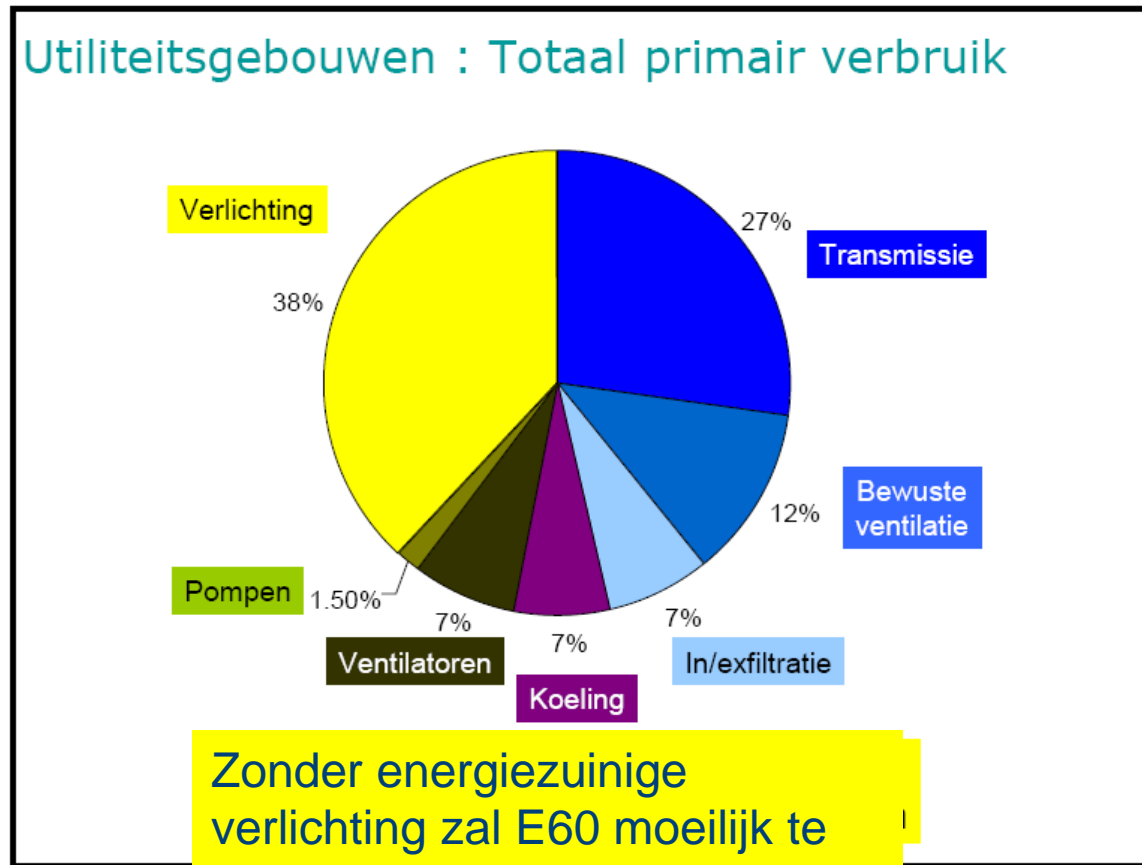


EPB en verlichting



Impact verlichting op E-peil van EPU

- EPU : voorlopig enkel kantoren en scholen



Bron: WTCB

EPB – nieuwe gebouwen

- EPB - energieprestatie
 - Nu enkel voor scholen, kantoren
 - Verslaggeving bevat ook aandeel verlichting
 - 2015: E60 (E54) – vanaf 2016: E55
 - 2017: EPN – E55(EUP)+E90(ASB)
 - ASB: ‘andere specifieke bestemmingen’
 - Uitzondering: sommige industrie en landbouw gebouwen
- Verslaggeving verlichting
 - **Niets berekenen: waarde bij ontstentenis (hoog)**
 - **Eenvoudige berekening (op basis van Flux codes – geen databanken!)**
 - Berekening via (geaccrediteerde) lichtplanning software

Impact verlichting op E-peil

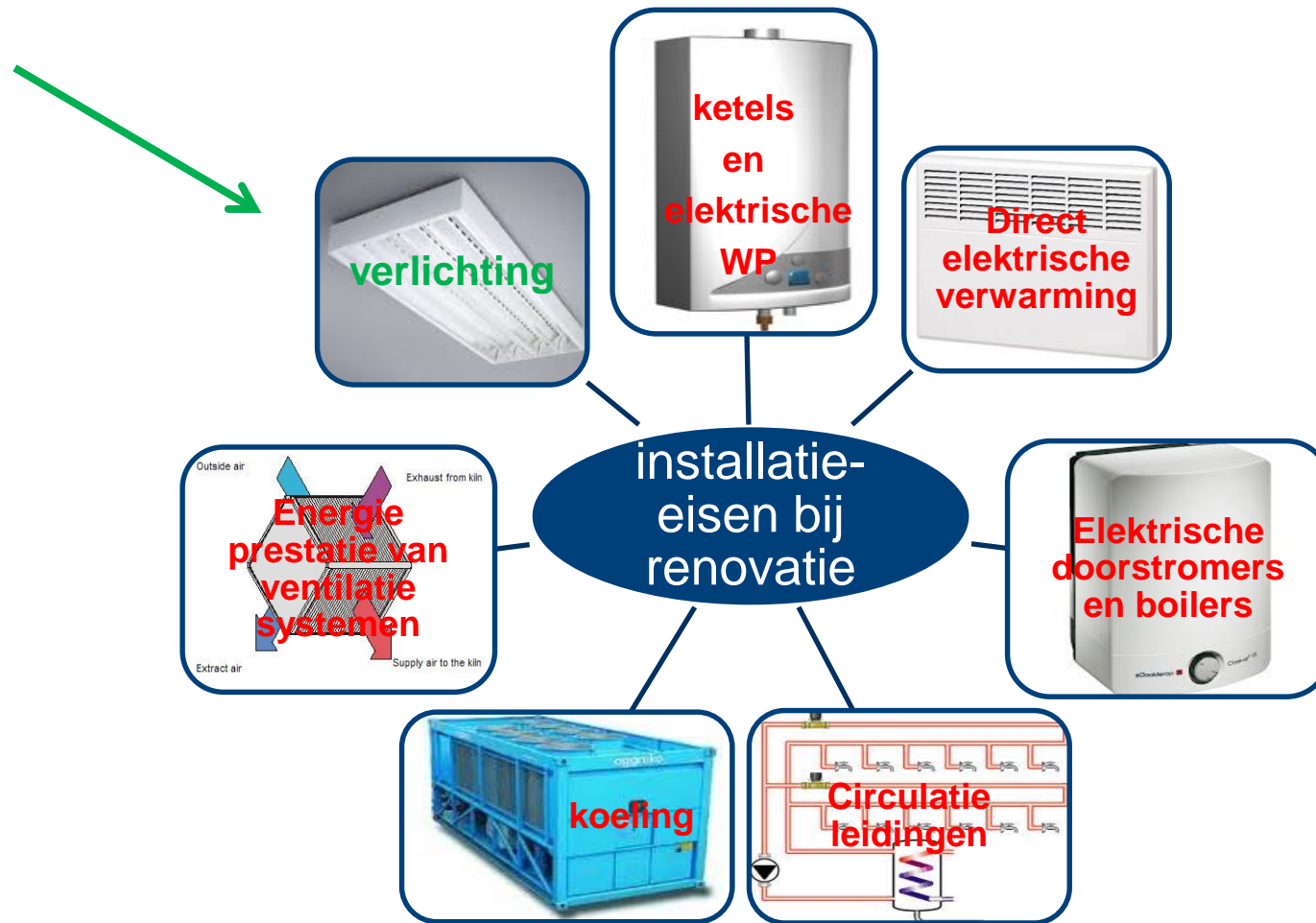
- WTCB publicatie: EPU – Verlichting in tertiaire gebouwen
<http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=infofiches&pag=48&art=9>



EPB – bestaande gebouwen

- Bij vervangen, vernieuwen of toevoegen van technische installaties;
- Bestaande gebouwen bij renovatie of functiewijziging;
- Binnen EPB-regelgeving:
- Stedenbouwkundige vergunning/melding (met uitgebreid dossier);
- Aanvragen vanaf 1/1/2015
- <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/doc/installatie-eisenrenovaties2015.pdf>
- Ook voor zorgsector!

Eisenpakket



Verlichting niet-residentieel

- ! Eisen verlichting enkel voor niet residentiële gebouwen !
 - Kantoor, school, industrie, andere specifieke bestemmingen (gezondheidszorg, sport, handel, horeca,...)
- Zie lijst bestemmingen voor meer duidelijkheid:
<http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/doc/bestemmingen.pdf>)
- EIS: Maximaal equivalent specifiek geïnstalleerd vermogen [W/m²]
 - Maximaal vermogen is afhankelijk van ruimtetype (tabel);
 - Correctiefactoren voor sturing;
 - Enkel vaste verlichtingstoestellen (plafond, muur, vloer);
 - Inclusief vermogen van ballasten en transformatoren.

Verlichting

EIS: Maximaal equivalent specifiek geïnstalleerd vermogen [W/m^2]:

$$W_{equiv} = W f_{pres} f_{day} f_{dim} \leq W_{equiv, max}$$

Met:

- W_{equiv} = equivalent specifiek geïnstalleerd vermogen;
- $W_{equiv, max}$ = het maximaal equivalent geïnstalleerd vermogen;
- W = specifiek geïnstalleerd vermogen;
- f_{pres} = correctiefactor voor aanwezigheidsdetectie;
- f_{day} = correctiefactor voor daglichtsturing;
- f_{dim} = correctiefactor voor dimmen (andere dan daglichtafhankelijk dimmen).

			Correctiefactoren voor sturing		
Functie	Type ruimte	Maximaal equivalent specifiek geïnstalleerd vermogen [W/m ²] $W_{\text{equiv, max}}$	Aanwezigheids-detectie f_{pres}	Daglicht-sturing f_{day}	Dimmen f_{dim}
Logeerfunctie	Slaapkamer	7,5	0,4	0,8	0,9
Kantoor	Bureau (individueel, collectief)	15	0,7	0,8	0,9
	Openlandshipskantoor	10	0,9	0,8	0,9
	Vergaderzaal	15	0,5	0,8	0,9
Onderwijs	Leslokalen	12,8	0,75	0,8	0,9
	Lerarenlokaal	10	0,7	0,8	0,9
Gezondheidszorg met verblijf	Ziekenhuiskamer	10	1	0,8	0,9
Gezondheidszorg zonder verblijf	Behandelings- en onderzoekskamers	12,5	0,7	0,8	0,9
	Medische lokalen	25	0,7	0,8	0,9
Bijeenkomst	Wachtzaal, klantenzone	7,5	1	0,8	0,9
	Auditorium	12,5	0,7	0,8	0,9
	Bibliotheek	10	1	0,8	0,9
	Expositiehal	10	1	0,8	0,9
	Toneelzaal, spektakelzaal	10	1	0,8	0,9
	Receptie, Onthaal	10	1	0,8	0,9
	Restaurant	10	1	0,8	0,9
Handel	Winkel voor meubilair, tapijten, textiel	15	1	0,8	0,9
	Voedingswinkel	17,5	1	0,8	0,9
	Doe-het-zelf winkel	17,5	1	0,8	0,9
	Supermarkt, groot warenhuis	20	1	0,8	0,9
Sport	Turnzaal	10	0,8	0,8	0,9

Verlichting

- Rekenvoorbeeld:
 - Gezondheidszorg met verblijf
 - Ziekenhuiskamer: $W_{\text{equiv, max}} = 10 \text{ W/m}^2$
 - Totaal geïnstalleerd vermogen (vaste toestellen, all-in): 200 W
 - Oppervlakte: 16 m^2
 - $W_{\text{equiv}} = 12,5 \text{ W/m}^2$
(voorlopig dus niet streng!)
 - Aanwezigheidsdetectie, daglichtsturing, dimming:
 - $12,5 \text{ W/m}^2 \times 1 \times 0,8 \times 0,9 = 9 \text{ W/m}^2 < 10 \text{ W/m}^2$.



REG premie



REG – premie verlichting 2015

- Voor bedrijven, scholen en lokale besturen
- Aanvrager: eindklant
- Premie wordt uitgereikt als geïnstalleerde vermogen van de nieuwe verlichtingsinstallatie een grenswaarde niet overschrijdt.
- Deze grenswaarde wordt bepaald via Excel rekenblad voor een specifiek project
- Meer info via www.energiesparen.be of de verschillende DNB

H62

A

B

C

D

E

F

G

H

I

K

L

X

SELECTIE RUIMTE / PROJECT

Selecteer het type van de ruimte:

Niet Kantoor

Betreft het een relighting project met of zonder automatisering?

Naderingsdetectie + dimb

PROJECTGEGEVENSbranduren per jaar uren P_{inst} W A_{pl} m² ρ_{pl} % A_m m² ρ_m % A_{vl} m² ρ_{vl} %Behoudsfactor (MF) Aantal identieke ruimtes **Taakoppervlakken**

Nr	Aard*	Opp (m ²)	E _{final} (lx)	ρ (%)
1	a	3240,00	315	50
2	a	2557,00	273	50
3	c	23328,00	77	10
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

RESULTAAT PREMIE P_{inst} W P_{streef} WSubsidie €Subsidie alle identieke ruimtes €

Het geïnstalleerd vermogen is kleiner dan het toegelaten vermogen, de premie wordt

Voorwaarden

- Voorwaarde: $P_{\text{installed}} < P_{\text{streef}}$
- Beperkt tot 15.000 euro
- Aanvraag ten laatste 1 jaar na factuurdatum indienen
- Enkel voor Relighting (= vervanging van de verlichtingstoestellen) en bij gebouwen >5 jaar aangesloten
 - Niet voor enkel lampen vervangen en niet voor verlichting in nieuwe gebouwen
- Extra premie voor lichtregelsystemen:
 - Verhoogde subsidie bij dankzij automatisatie: +25%, +50% of +75% bij implementatie van aanwezigheidsdetectie, daglichtdetectie of combinatie
 - Max bedrag wordt €20.000

Bibliografie



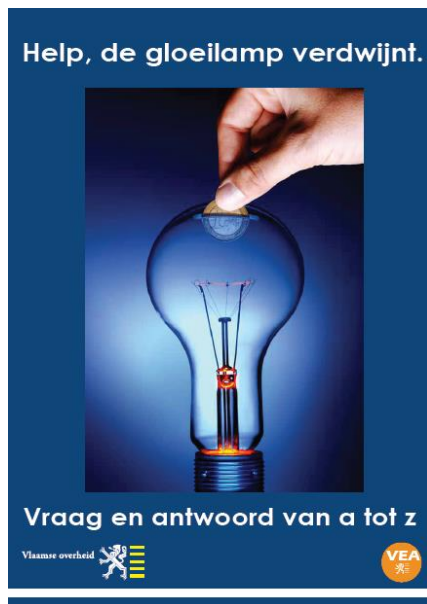
A photograph of two young women sitting at desks in a classroom. They are facing each other and holding a small, white, rectangular card between their hands. The woman on the left has blonde hair and is wearing a white shirt. The woman on the right has dark hair and is wearing a yellow shirt. The background is a blurred classroom with a whiteboard and other desks.

www.lichttechnologie.be
Laboratorium -
downloads

Publicaties van de Vlaamse Overheid

- Help de gloeilamp verdwijnt

- <http://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/b9-help-de-gloeilamp-verdwijnt-vraag-en-antwoord-van-a-tot-z>



- Brochure Energiezuinige verlichting voor kmo's


- <http://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/relichting-voor-kmo-1>



Tot slot

A photon checks into a hotel.
The bellhop asks, "Can I help
you with your luggage?" It
replies, "I don't have any. I'm
traveling light."



Made with  by recitethis.com

- Vragen?
- Dank aan
 - IWT
 - Vlaams Innovatienetwerk
 - Laboratorium voor Lichttechnologie
 - KU Leuven