

## LUX op energiezuinige stand

Verlichting in al haar facetten: nieuwe technologieën  
voor een grote diversiteit aan toepassingen

**5 maart 2015**



IBGE INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT | BIM BRUSSELS INSTITUUT VOOR MILIEUBEHEER

Site de Tour & Taxis · Avenue du Port 86C/3000 · 1000 Bruxelles  
T +32 2 775 75 11 · F +32 2 775 76 11  
info@environnement.irisnet.be · www.bruxellesenvironnement.be

Site van Thurn & Taxis · Havenlaan 86C/3000 · 1000 Brussel  
T +32 2 775 75 11 · F +32 2 775 76 11  
info@leefmilieu.irisnet.be · www.leefmilieubrussel.be







## LUX op energiezuinige stand

Tweetalig seminarie (simultaanvertaling)

Brussel, 5 maart 2015



8 :30	<i>Ontvangst van de deelnemers</i>
9 :00	<b>Inleiding op het seminarie</b>  <i>Moderator</i>
9 :15	<b>De uitdagingen op verlichtingsvlak</b> Stel de juiste vragen rond de verlichting van tertiaire gebouwen <i>Ingrid VAN STEENBERGEN (NL/FR), ODID</i> <i>Vervangen door Catherine LOOTENS – Groen Licht Vlaanderen 2020</i>
09 :45	<b>Het ontwerpen van een verlichtingsproject</b> Hoe de natuurlijke lichtinval optimaliseren, het optimaliseren van de verliesoppervlakken en de kunstverlichting om het energieverbruik te beperken <i>Coralie CAUWERTS (FR), UCL Architecture et Climat</i>
10 :35	<b>Case study: Nieuwe kantoorgebouwen</b> Ontwerp- en dimensioneringsvoorbeelden voor modulaire kantoorruimten <i>François LECLERCQ (FR), Matriciel</i>
11 :00	<i>Vragen en antwoorden</i>
11 :10	<i>Koffiepauze en discussie met de sprekers</i>
11 :35	<b>Technologie-panel van verlichtingssystemen</b> Karakteristieken, prestaties, efficiëntie en toepassing van de verschillende verlichtingssystemen die op de markt zijn. <i>Jean-Michel DESWERT (FR), Laborelec</i>
12 :25	<b>LED-verlichting, universele wonderoplossing ?</b> Focus op de LED-technologie: toepassingen, evolutie, markt en normalisatie <i>Guy VANDERMEERSCH (FR), Institut belge de l'éclairage</i>
13 :00	<i>Discussie tijdens de lunch</i>
13 :45	<b>Beheer van de verlichting en aandachtspunten bij het onderhoud</b> Technische aspecten van de beheerssystemen en het onderhoud <i>Arnaud DENEYER (FR), WTCB</i>
14 :35	<b>Case study: Relamping in scholen</b> Voorbeelden van LED-relamping in scholen en financiering via derdepartijfinanciering <i>Didier TRINE (FR), Energy4you</i>
15 :10	<i>Koffiepauze en discussie met de sprekers</i>
15 :35	<b>Case study: Relighting</b> Voorbeelden van relighting in diverse toepassingen <i>Ingrid VAN STEENBERGEN (NL/FR), ODID</i> <i>Vervangen door Catherine LOOTENS – Groen Licht Vlaanderen 2020</i>
16 :10	<i>Vragen en antwoorden en conclusie van het seminarie</i>
16 :30	<i>Einde van het seminarie</i>



## Orateurs/Sprekers

### Monsieur Yves MARENNE

Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable  
(ICEDD) asbl  
Boulevard Frère Orban 4  
5000 NAMUR  
@ : ym@icedd.be

### Madame Catherine LOOTENS

Groen Licht Vlaanderen  
KU Leuven, Technologicampus Gent  
Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen  
Vakgroep Elektrotechniek  
Gebroeders De Smetstraat 1  
9000 GENT  
@ : catherine.lootens@kuleuven.be

### Madame Coralie CAUWERTS

Aspirante FNRS  
Université Catholique de Louvain (UCL)  
Architecture & Climat  
Place du Levant 1  
1348 OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE  
Email coralie.cauwerts@uclouvain.be

### Monsieur François LECLERCQ

MATRICIEL sa  
Place de l'Université 25 Etage 2  
1348 LOUVAIN-LA-NEUVE  
Email fleclercq@matriciel.be

### Monsieur Jean-Michel DESWERT

Laborelec  
Rue de Rhode 125  
1630 LINKEBEEK  
Email jean-michel.deswert@laborelec.com

### Monsieur Guy VANDERMEERSCH

Institut Belge de l'Eclairage (IBE-BIV)  
c/o VUB - IrW - ETEC Boulevard de la Plaine 2  
1050 IXELLES  
Email guy.vandermeersch@scarlet.be

### Monsieur Arnaud DENEYER

CSTC-WTCB  
Rue du Lombardstraat 42  
1000 BRUSSEL  
Email arnaud.deneyer@bbri.be

### Monsieur Didier TRINE

Energy4you  
Zoning Industriel - Rue 2  
6040 JUMET (CHARLEROI)  
Email d.trine@energy4you.be

### Commanditaire / Opdrachtgever

Bruxelles Environnement (IBGE) - Leefmilieu Brussel (BIM)  
**Monsieur Pierre MASSON**  
Site Tours et Taxis  
Avenue du Port 86c/3000  
1000 BRUXELLES/BRUSSEL  
@ : pmasson@environnement.irisnet.be

### Encadrement – Omkadering

Centre d'Etude, de Recherche et d'Action en Architecture asbl  
(CERAA) – Cenergie bvba – ICEDD asbl  
**Madame Cécile ROUSSELOT**  
Rue Ernest Allardstraat 21  
1000 BRUXELLES/BRUSSEL  
@ : [cecile.rousseLOT@ceraa.be](mailto:cecile.rousseLOT@ceraa.be)



---

## **De uitdagingen op verlichtingsvlak**

---

**Ingrid VAN STEENBERGEN, Zaalvoerder - ODID**  
**Vervang door Catherine LOOTENS, Groen Licht Vlaanderen 2020**

Een eerste voor de hand liggende functie van verlichting is "het zien" mogelijk maken. Het zicht is een zeer gecompliceerd fenomeen.

Ingrid VAN STEENBERGEN opent voor ons de deuren naar deze complexe wereld terwijl ze kort de verschillende begrippen schetst waarmee moet worden rekening gehouden bij het ontwerp van een verlichtingsproject.

Ze illustreert ook de drie fundamentele energiebesparingsmethodes bij verlichting : efficiëntie, doven of dimmen, dimensioneren.

Gezien verlichting een behoorlijk aandeel heeft in de energiefactuur van tertiaire gebouwen, is een goed beheer van die parameters noodzakelijk om doorgedreven besparingen te realiseren, zonder het visueel comfort uit het oog te verliezen.

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---



Seminaire Duurzame gebouwen

# LUX op energiezuinige stand

5 maart 2015  
Leefmilieu Brussel

## De uitdagingen op verlichtingsvlak

Ingrid VAN STEENBERGEN, Zaakvoerder

Adviesbureau voor verlichting ODID

Vervangen door Catherine Lootens – Groen Licht Vlaanderen 2020



LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELE INSTITUUT VOOR MILIEU-EN-ENERGIE

## Vervangster van Ingrid voor dit seminarie:

### Catherine Lootens

Projectmedewerker "Groen Licht Vlaanderen 2020"

ESAT / Laboratorium voor Lichttechnologie



tel. +32 265 87 13 (228)

[info@lichttechnologie.be](mailto:info@lichttechnologie.be)

[info@groenlichtvlaanderen.be](mailto:info@groenlichtvlaanderen.be)



## Doel van deze presentatie

- U voorbereiden op deze boeiende dag!
- Zien en verlichting: Beter begrip van de complexiteit
- Helpen energie te besparen in verlichting, echter zonder visueel comfort uit het oog te verliezen



3

## Plan van deze voorstelling

1. Een zeer korte herhaling van theoretische begrippen
2. Verlichting in de tertiaire sector
3. Energiebesparing in verlichting: de 3 basisbegrippen!
4. Vragen die we ons moeten stellen i.v.m. LED



4

**80% van de informatie die ons bereikt  
is verbonden aan het zicht!**

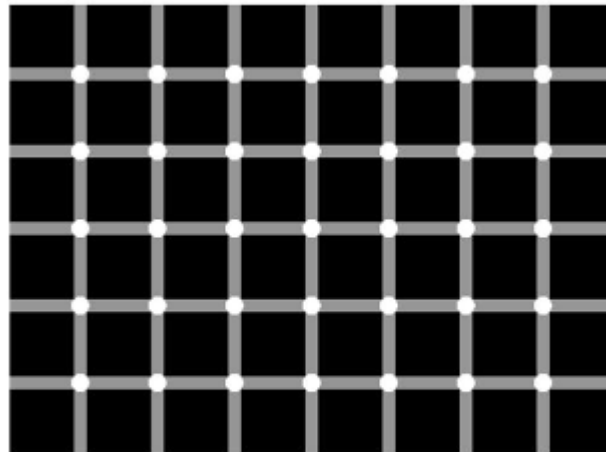


**Zien...**

**een zeer complex fenomeen!**



5



Tel de zwarte bolletjes!!



6

## Bijvoorbeeld: je ziet een object beter...

- als het groot is
- als het niet of aan een lage snelheid beweegt
- als het contrasteert met zijn omgeving
- ....

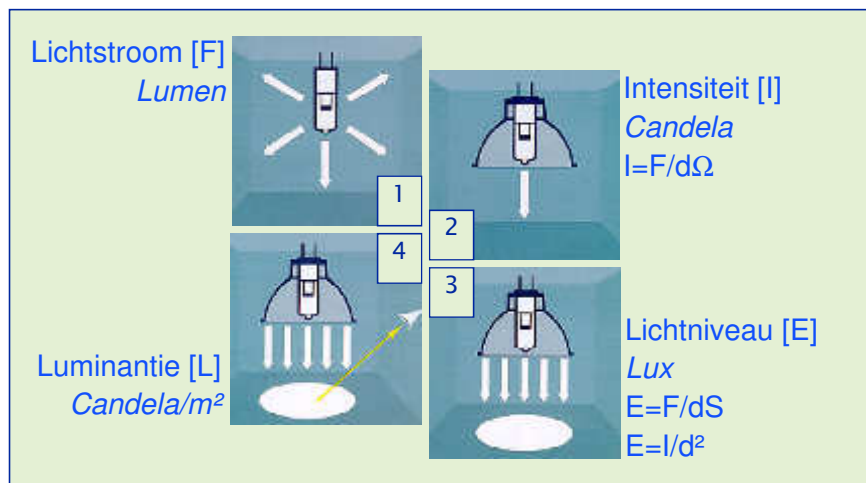
Een tekst  
wordt minder  
leesbaar als de  
afmeting van de

letters afneemt.



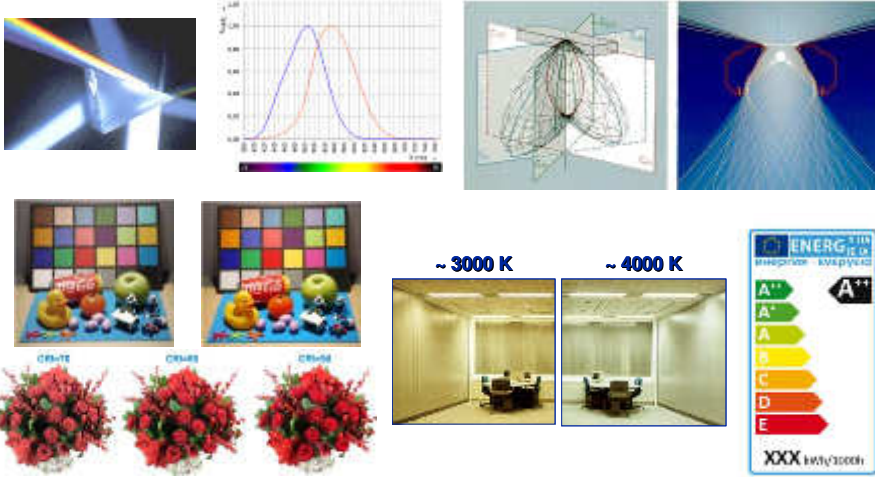
7

## Enkele basisbegrippen uit de fotometrie



8

## Maar dat is nog niet alles...



Verlichtingskunde... een vak

9

## Enkele noties van colorimetrie

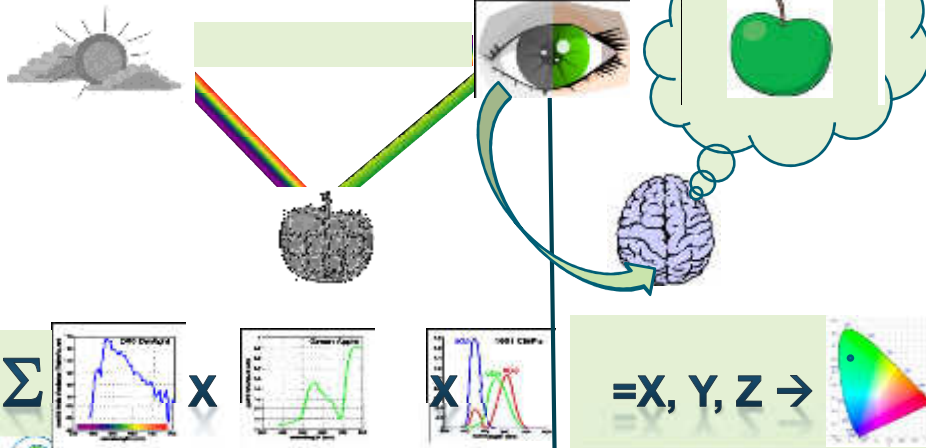


10

## Wat is "kleur"?

No Colours!  
Only spectra & reflection characteristics

Colour



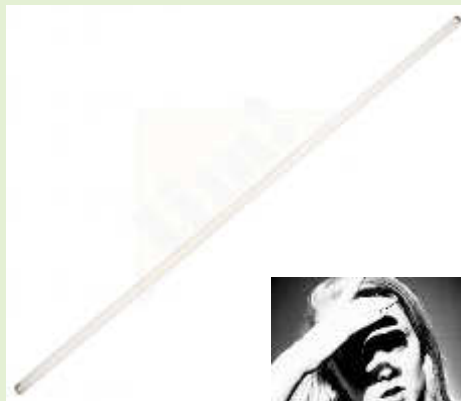
Kévin Smet – A colour rendering index based on memory colours

11

## Visueel comfort – opgelet voor luminanties!

LED module wit licht vb.  
Fluorescentielamp T8 58W

5.000 lm  
5.000 lm



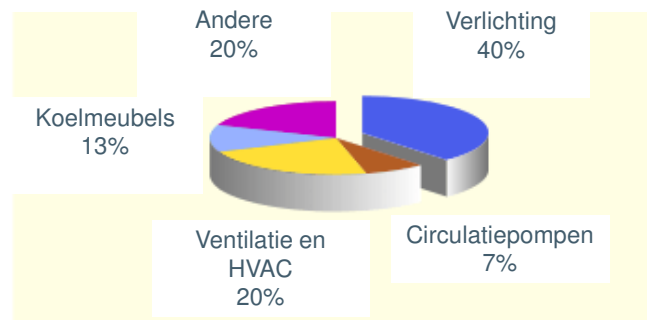
Fluo T8 58W: 5.000 cd/m<sup>2</sup>  
LED : > 50.000 cd/m<sup>2</sup> = verblinding!



12

## Verlichting in tertiaire sector

Aandeel van de verlichting in het totaal elektrisch verbruik in de tertiaire sector



Bron Energieplus-Le site



13

## Verlichting in de tertiaire sector

België:  
Elektrisch verbruik per sector in tertiaire sector (%)

	Verlichting	HVAC	Koeling/frigo	Circulatie pompen	Sanitair Warm water	Andere
Hotels en restaurants	40,7	11,2	16,9	5,5	3,4	22,2
Zorginstellingen	37,4	32,3	7,8	5,8	3,6	13,1
Scholen	59,1	19,7	1	9,8	3,3	7,1
Diensten	68,5	4,5	6,5	3,4	3,7	13,4
Burelen en administratie	47,2	19,3	1	4,5	3,9	24,1
Winkels	39,8	19,9	23,5	5,5	5,1	6,2
<b>Totaal tertiaire sector</b>	<b>45,8</b>	<b>18,7</b>	<b>11</b>	<b>5,3</b>	<b>4,2</b>	<b>15</b>

Bron: Laborelec 2009  
(opm: verlichting wint aan relatieve belangrijkheid – zie Coralie)



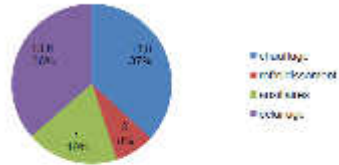
14

## Verlichting in de tertiaire sector

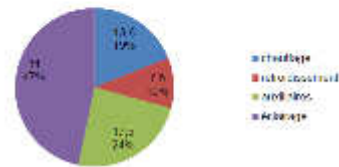
Voorbeeld van de energieverdeling in een passief tertiair gebouw



Verbruik (kWh/m²jaar)



In primair energieverbruik

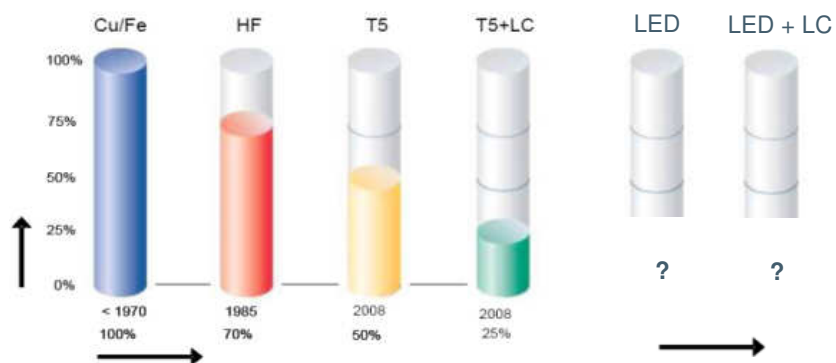


ADM

Master Class - Ecologie - 19/06/2016

15

## Evolutie : energiebesparing in verlichting



LC = Lighting control

16



## Een goede relighting

Een goede relighting, dat is:

- een goede verhouding « prijs – kwaliteit » bij de investering
- Energiebesparing = besparing op de elektriciteitsfactuur gedurende de totale levensduur van de verlichtingsinstallatie\*
- Verbetering van de lichtkwaliteit en van het visueel comfort en/of benadrukking van de ruimten/vlakken/voorwerpen (tentoonstellingen, verkoopsruimten...)

\*wist u dat het bedrag van de investering slechts 20% vertegenwoordigt van de « total cost of ownership » van de verlichting! (de rest = elektrisch verbruik en onderhoud)



17

## Normen en certificaten (...meer en meer!)



## Terug naar de basis: de 3 basisbegrippen voor energiebesparing in de verlichting

- 1) Gebruik van efficiënte lichtbronnen en toestellen en ze goed onderhouden!
- 2) Kunstlicht doven of dimmen als we het niet nodig hebben op intelligente wijze! Maak gebruik van daglicht!
- 3) Correcte dimensionering en planning normen, **EN 12464**, **visueel comfort**, concept?, DIALUX...



19

## Het rendement van verlichting (lumen/W) (rekening houdend met voorschakeltoestellen en optieken)



Rendement LED?  
Van de LED-diode, de LED-lamp  
of van het complete LED-toestel?



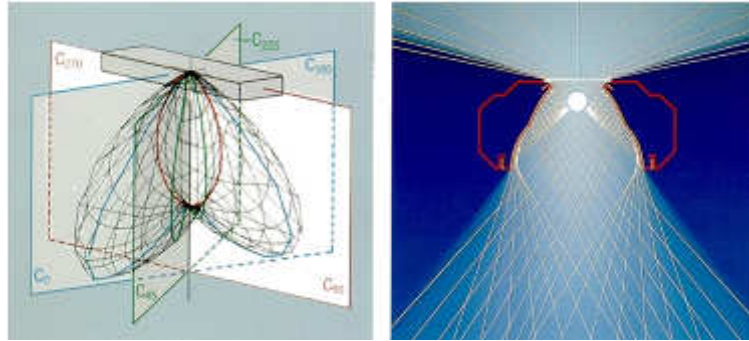
Zonder rekening te houden met CRI en kleurtemperatuur  
bron DOE 2012

Even belangrijk als het rendement is:  
**De fotometrie!**



20

## Lichtverdeling – fotometrie



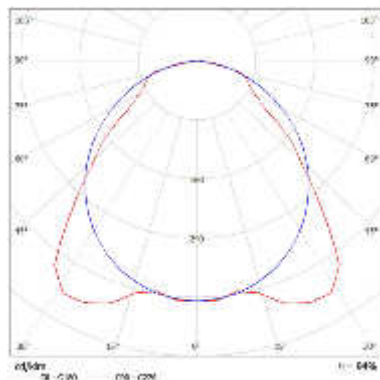
Driedimensionele meting van de intensiteit (cd/klm)  
is de basis van alle dimensionering van verlichtingsinstallaties!



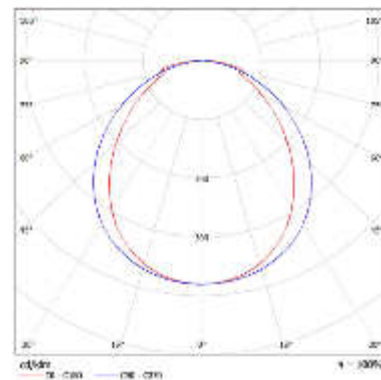
21

21

## Rendement en fotometrie



Rendement 94%  
« batwing » kurve  
Optimaal voor een goede  
gelijkmatigheid in lux op het werkvlak  
Bepaalt de mogelijke tussenafstand tussen de verlichtingstoestellen.

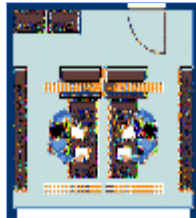


Rendement 100%  
« Bol » kurve  
Niet optimaal: minder goede  
gelijkmatigheid in lux op het werkvlak

22

## Voorbeeld: inplanting van de verlichting

Voorbeeld : kantoor



...opgelet voor de positie van de werkplek ten opzichte van het raam!



23

## Automatische sturing van de verlichting?

Aantal branduren?

Kunstlicht doven of dimmen als we het niet nodig hebben (*op intelligente wijze!*)  
Ook LED!

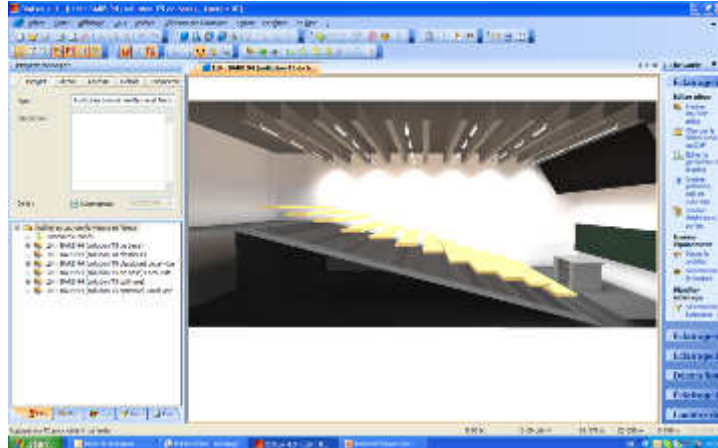


24

## Dimensionering

DIALUX of RELUX = Lichtberekenningssoftware

Studie uit te voeren voor een correcte dimensionering conform normering (EN 12464-1)



25

## Overdimensionering = verspilling



*Relighting auditorium*  
> 800 lux (norm: 300-500 lux)



*Relighting kantoor*  
> 1300 lux (norm: 300-500 lux)

Correct dimensioneren is veel meer dan  
een correct lichtniveau berekenen!  
Contrast, schaduw, luminantie...



26

## De 3 basisbegrippen voor energiebesparing in de verlichting

### 1) Gebruik van efficiënte lichtbronnen en toestellen en ze goed onderhouden!

Hoe zit het met het rendement van LEDS? Rendement van Led of toestel? Betrouwbaarheid? Levensduur? Onderhoud?...

### 2) Kunstlicht doven of dimmen als we het niet nodig hebben op intelligente wijze! Maak gebruik van daglicht!

Kunnen LEDS gedimd worden? Welk schakelritme en levensduur? Welk stuursysteem?...

### 3) Correcte dimensionering en planning

normen, **EN 12464**, **visueel comfort**, concept?, DIALUX...

Normalisatie LEDS? Hoe verblinding vermijden?! Welke verouderingsfactor voor LEDS?...



27

## Te onthouden van deze presentatie

- Verlichting is zichtbaar – KIJK RONDOM U!
- De 3 basisbegrippen voor energiebesparing in verlichting
- Het potentieel aan energiebesparing in verlichting is reëel.  
**Maar verlies het visueel comfort niet uit het oog !**

Verlichtingskunde... is een vak!



28

## Info:



INTERNATIONAL  
YEAR OF LIGHT  
2015



Promotiedag Duurzame Verlichting 2015 te Leuven



29

## Hartelijke groeten van

Ingrid Van Steenberghe

[ingrid@odid.be](mailto:ingrid@odid.be)

0473/823.406

[www.odid.be](http://www.odid.be)

Gepassioneerd door verlichting sinds 1987  
Onafhankelijk lichtadviseur sinds 1998  
Erkend auditeur Waalse regio: AMURE en UREBA  
Lid van Groen Licht Vlaanderen  
Lid van Belgisch Instituut voor verlichting BIV  
Absoluut neutraal



ONAFHANKELIJK ADVIESBUREAU VOOR  
ENERGIEZUINIGE VERLICHTING.  
BUREAU CONSEIL INDEPENDANT.  
ECONOMIE D'ENERGIE EN ECLAIRAGE.

AUDITS IN VERLICHTING	ANALYSE VAN OFFERTES
AUDITS EN ECLAIRAGE	ANALYSE DES OFFRES
OPLEIDINGEN IN VERLICHTING	ADVIESVERLENING IN VERLICHTING
FORMATIONS EN ECLAIRAGE	CONSULTANCE EN ECLAIRAGE
<b>odid</b>	LICHTBEREKENINGEN ETUDES D'ECLAIRAGE (DIALUX)

30





---

## Het ontwerpen van een verlichtingsproject

---

**Coralie CAUWERTS, Onderzoekseider  
UCL – Architecture & Climat**

Het natuurlijk licht is altijd al het geprivilegieerde middel geweest om architecturale aspecten te onthullen en een atmosfeer te creëren. Het was ook lange tijd de eerste verlichtingsbron in een gebouw. De opkomst van elektriciteit in de jaren veertig heeft de manier waarop de binnenverlichting wordt ontworpen, radicaal omgegooid. Natuurlijk licht kwam er enkel nog aan te pas bij heel specifieke toepassingen (musea, kerken, scholen, ...)

De laatste jaren is met de komst van de EPB-regelgeving weer volop aandacht voor de energetische dimensie van gebouwen, waarbij soms het gebruikerscomfort of de esthetische kwaliteit van de ruimten enigszins in verdrinking kwam. Nu nog boezemt het venster, nochtans dé natuurlijke lichtbron in een gebouw, sommigen schrik in omwille van de thermische verliezen en het risico op oververhitting.

De presentatie van Coralie Cauwerts wil het publiek verduidelijken dat een goede integratie van daglicht in de gebouwen zoveel meer is dan een louter energievraagstuk. Natuurlijk licht biedt immers heel wat voordelen. Recente wetenschappelijke bevindingen bevestigen de positieve invloed van natuurlijk licht op de gezondheid van de mens. Het ligt voor de hand dat dit in de komende jaren aanleiding geeft tot nieuwe ontwerpregels voor binnenverlichting, zodat beter kan worden ingespeeld op psycho- en fysiologische noden.

De presentatie formuleert een aantal aandachtspunten om een evenwichtspunt te vinden tussen het visuele comfort, de thermische verliezen, de zonnewinsten en het energieverbruik voor kunstlicht.

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---

Seminarie Duurzaam Bouwen:

# LUX op energiezuinige stand

5 maart 2015  
Leefmilieu Brussel

## Ontwerp van uw verlichtingsproject intérieur

Coralie CAUWERTS, Onderzoeksleider

UCL – Architecture & Climat



LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR HET MILIEU

## Doelstellingen van de presentatie

- U bewust maken van het feit dat een goede integratie van daglicht in gebouwen méér is dan enkel een energetisch vraagstuk: natuurlijk licht is een weldaad voor het menselijk wezen
- Een aantal pistes aanreiken om een optimum te bepalen tussen:
  - ▶ visueel comfort
  - ▶ thermische verliezen
  - ▶ zonnepwinsten
  - ▶ verbruik door kunstlicht



## Overzicht

1. Context
2. Ontwerp van uw verlichtingsproject
  1. Zet eerst in op daglicht
  2. Maak de balans op qua thermische verliezen
  3. Maak de balans op qua zonnewinsten
  4. Vul verder aan met een efficiënte kunstverlichting
3. Algemene conclusies



3

## Overzicht

1. **Context**
2. Ontwerp van uw verlichtingsproject
  1. Zet eerst in op daglicht
  2. Maak de balans op qua thermische verliezen
  3. Maak de balans op qua zonnewinsten
  4. Vul verder aan met een efficiënte kunstverlichting
3. Algemene conclusies



4

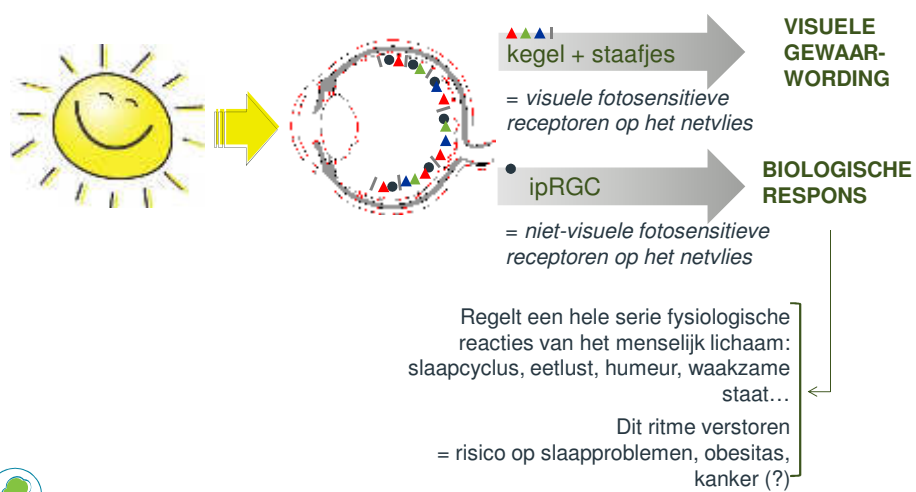
## Context

> Verlichting in de 21<sup>o</sup> eeuw: veel meer dan enkel visueel comfort...



## Context

> Licht regelt onze biologische klok



## Context

> Visuele behoeften  $\neq$  circadiaanse behoeften (= biologisch)

	Visuele behoefte	Circadiaanse behoeften
<i>Hoeveelheid</i>	300-500 lux (tâche)    ~100 lux (oog)	~1000 lux (oog)
<i>Spectrum (kleur)</i>	Piekgevoeligheid: 555nm (geel)	Piekgevoeligheid: ~420-480nm (blauw)
<i>Distributie</i>	Belangrijk om het visueel comfort te verzekeren	Niet van belang, gezien het de verlichting in het oog is die telt
<i>Duur en blootstellingsmoment</i>	-	Voortdraaien / terugdraaien van de circadiaanse cyclus



> Te vroeg om klare en duidelijke regels op te leggen qua design (niveau? spectrum?) maar al duidelijk dat het **daglicht** het best op deze behoeften kan inspelen ...

## Context

> Daglicht

- ▶ maximaliseert het visueel comfort van de gebruiker (daglicht is op zich de lichtbron die het best is aangepast aan het visueel systeem)
  - ▶ vervult ook niet-visuele behoeften (fysiologisch en psychologisch)
- verhoogt het comfort, de gezondheid, de productiviteit en de prestaties van de gebruikers

Als een evenwicht wordt gevonden tussen

- ▶ daglicht
- ▶ thermische verliezen
- ▶ zonnepanelen
- ▶ kunstlicht

dan zijn potentiële besparingen op energiebronnen mogelijk en is het gebruikerscomfort verzekerd



8

## Overzicht

1. Context
2. **Ontwerp van uw verlichtingsproject**
  1. Zet eerst in op daglicht
  2. Maak de balans op qua thermische verliezen
  3. Maak de balans op qua zonnewinsten
  4. Vul verder aan met een efficiënte kunstverlichting
3. Algemene conclusies



9

## Ontwerp van uw verlichtingsproject > Een uitdaging

In functie van het programma, een evenwicht zoeken tussen:

- ▶ het visueel comfort (en het niet-visueel)
- ▶ de thermische verliezen van de vensters
- ▶ de risico's op oververhitting door de zonnewinsten
- ▶ het verbruik door kunstlicht
- ▶ de mogelijkheid tot ventilatie
- ▶ de kadering van het zicht op de buitenomgeving
- ▶ de indeling van de ruimten en de gevels



10

## Ontwerp van uw verlichtingsproject

### > Een strategie

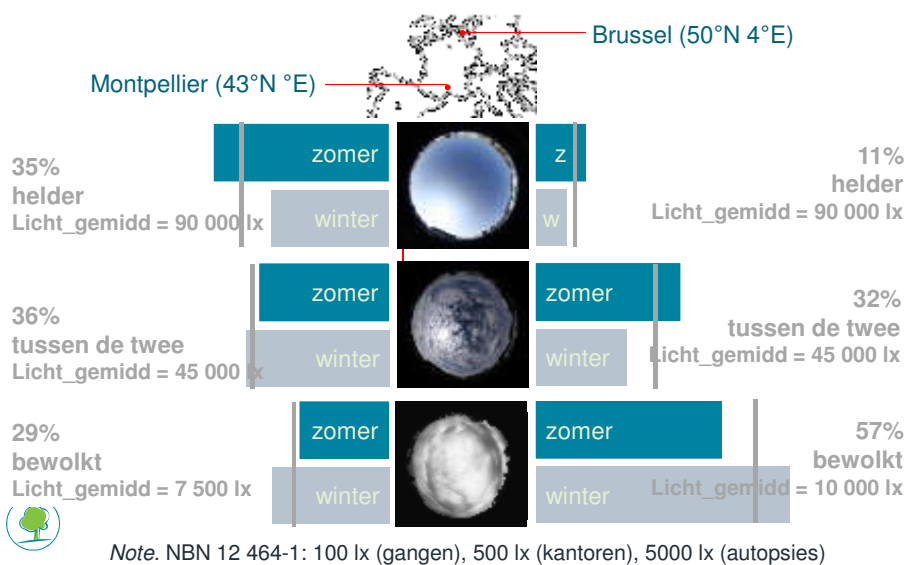
1. Zet eerst in op daglicht in het gebouw
  - > « gratis » lichtbron
  - > goed aangepast aan het menselijk zicht
  - > weldadig op psychologisch en fysiologisch vlak
2. Maak de balans op qua thermische verliezen
3. Maak de balans op qua zonnwinsten
4. Vul verder aan met een efficiënte kunstverlichting



11

## Zet eerst in op daglicht

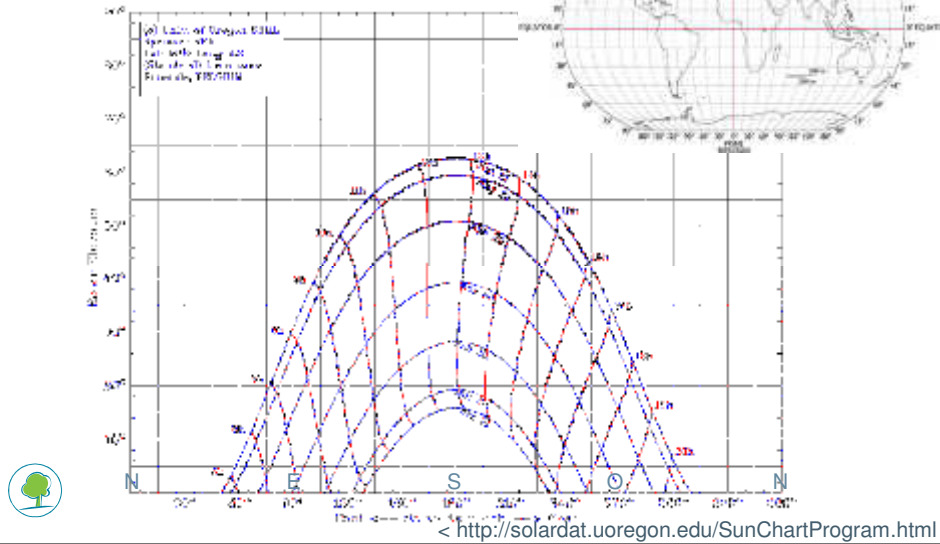
### > Impact van bewolking





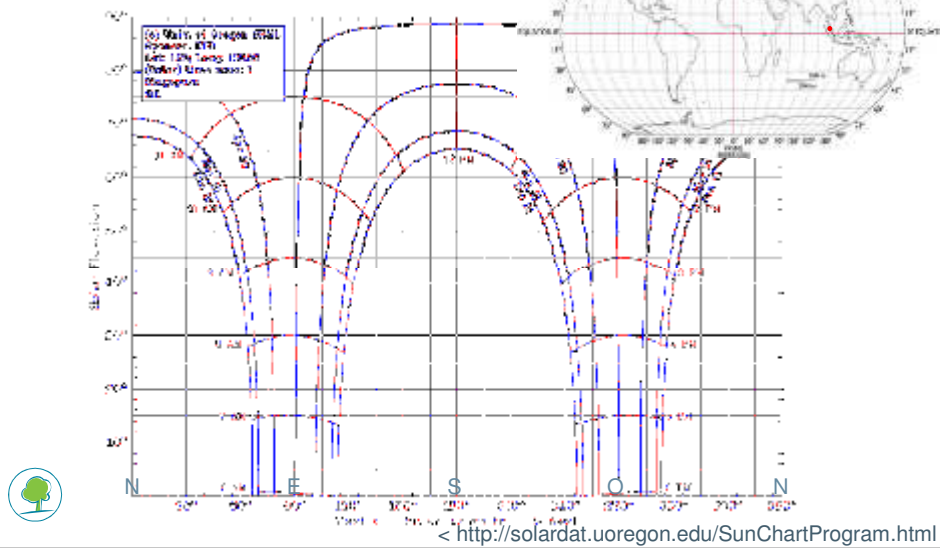
## Zet eerst in op daglicht > Zonverloop

Brussel, lat: 50.8°N long: 4.3°E



## Zet eerst in op daglicht > Zonverloop

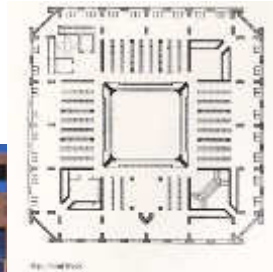
Singapour, lat: 1.3°N long: 103.9°E



## Zet eerst in op daglicht

> Dimensioneren van de openingen = f(behoeften)

Bibliotheek, VS.

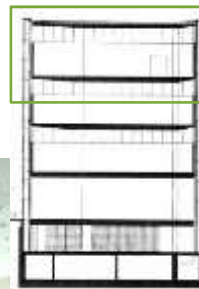


[http://lha.epfl.ch/enseignement\\_lth/documents/b\\_marchand/theorie\\_archi\\_V/scren/6\\_LOUIS\\_KAHN.pdf](http://lha.epfl.ch/enseignement_lth/documents/b_marchand/theorie_archi_V/scren/6_LOUIS_KAHN.pdf)

## Zet eerst in op daglicht

> Dimensioneren van de openingen = f(behoeften)

Museum, Zwitsl.



16

## Zet eerst in op daglicht

> Dimensioneren van de openingen = f(behoeften)

Goede praktijk:

- dimensioneren ivv de behoeften/programma
- lichtinval  $\sim 2.5 * h_{\text{linteel}}$ 
  - small lokaal (diepte  $< 2 * \text{hoogte}$ ): lateraal OK
  - diep lokaal (diepte  $> 2 * \text{hauteur}$ ): lateraal + zenitaal
- hoe hoger het venster, hoe meer licht in de diepte mogelijk is
- glazen borstweringen zorgen voor weinig verlichting op een werkblad op 80 cm hoogte

GSV (leefruimten, behalve keuken) :

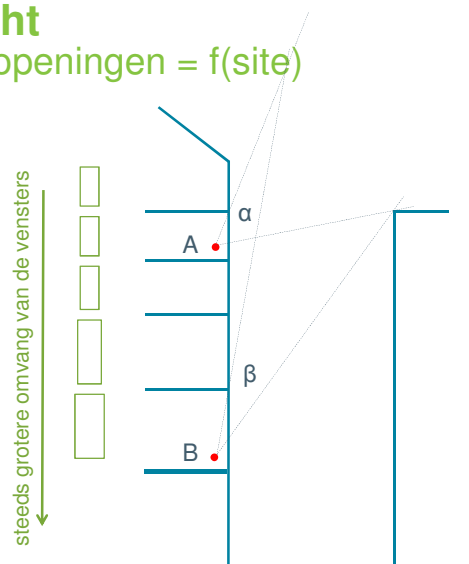
beglazing  $> 20\%$  S\_vloer + zichten (onder-dak:  $> 8\%$ )



17

## Zet eerst in op daglicht

> Dimensioneren van de openingen = f(site)



$\alpha$  en  $\beta$  = delen van de hemel die bijdragen aan het verlichten van de respectievelijke punten A en B

## Zet eerst in op daglicht

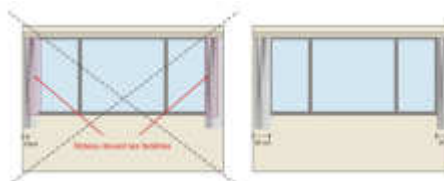
> Anticipeer op mogelijke obstakels

Elementen die de geprojecteerde afmeting van de opening kunnen verminderen:

- ▶ Raamwerk: bij voorkeur vast raam
- ▶ Gordijnen, zonnewering: laat 30cm rond de opening
- ▶ Binnenafwerking
- ▶ Niet-voorzienbare vaste zonnewering



LESODIAL



RELOSO

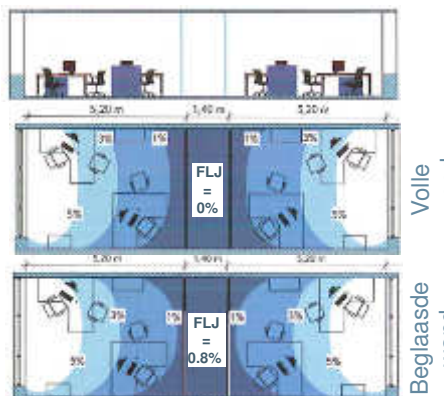


## Zet eerst in op daglicht

> Distributie van het licht in de diepte

Vermijd ruimtes die geen toegang hebben tot daglicht, via:

- ▶ beglaasde binnenwanden
- ▶ glazen deuren
- ▶ klaar glas / gezandstraald
- ▶ traphallen
- ▶ dakramen / koepels
- ▶ heldere wanden
- ▶ ...



bij betrokken lucht van 10 000 lx : 80 lx in de gang  
NBN 12 464-1 (artif) : 100 lx



## Zet eerst in op daglicht

### > Conclusies

- ▶ Dimensioneer de openingen in functie van de behoeften: analyseer de site, bepaal de te verlichten zones, de vereiste verlichtingsniveaus, de zones die geen direct zonlicht kunnen ontvangen...
- ▶ Anticipeer op eventuele obstakels: schrijnwerk, gordijnen, zonnewering, binnenafwerking ...
- ▶ Breng het licht zo diep mogelijk in het gebouw: beglaasde wanden/deuren, heldere wanden, traphallen ...



21

## Maak de balans op

### > Nat. Verlicht. vs. thermische verliezen



22

## Nat. Verlicht. vs. thermische verliezen

### > Thermische verliescoëfficiënt (U - W/m<sup>2</sup>K)

= hoeveelheid energie die, per m<sup>2</sup>, door het venster heen gaat bij een temperatuursverschil van 1 kelvin

→ hoe kleiner de U hoe performanter het venster (EPB:  $U_w < 2.2$ )

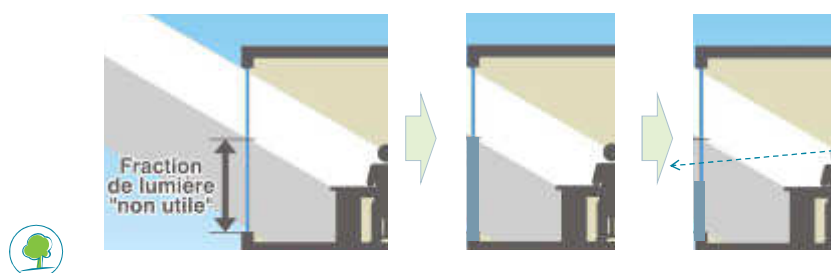
→ een venster ~ 6 keer groter verlies dan een muur



## Nat. Verlicht. vs. thermische verliezen

### > Hoogte van de borstwering

- Borstwering al dan niet beglaasd?
  - ▶ Nood aan een zicht?
  - ▶ Esthetica van de gevel?
  - ▶ Hoogte van het werkbladxxx auteur du plan de travail ?



## Nat. Verlicht. vs. thermische verliezen

### > Aandeel van het schrijnwerk

Uw afhankelijk van:

- verliescoëff. van het raamwerk  $U_f = f(\text{profiel, materiaal})$   
 $U_f \sim 0.7$  (passief), 2.1 (hout), 2.0 (PVC) en 2.5 (alu)
- verliescoëff. van de beglazing  $U_g$   
 $U_g < 1.3$  (EPB),  $U_g \sim 0.7$  (driedubbel, lage- $\epsilon$  argon), 1.3 (als dubbel)
- karakteristieken van de afstandshouder  $\psi_g$

Het raamwerk = zwak punt van het venster

- ▶ Noodzaak om de vensters te verdubbelen?
- ▶ Noodzaak om de beglazing op te delen?
- ▶ Noodzaak om ze te kunnen openen (ventilatie, psychologische behoefte...)?
- ▶ Esthetica van de gevel?



## Maak de balans op

### > Nat. Verlicht. vs. zonnewinsten



Zonnewinsten:

- = voornamelijk via beglaasde oppervlakten
- = een voordeel tijdens het stookseizoen, maar afhankelijk van de interne warmtelast, kunnen ze ook aanleiding geven tot oververhitting



26

## Even oprissen

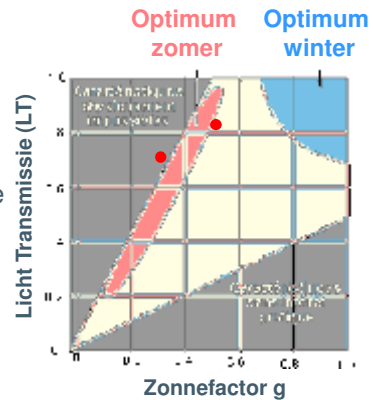
### > Zonnefactor (g - %)

= de totale hoeveelheid energie die door een venster wordt toegelaten in verhouding tot de invallende zonne-energie

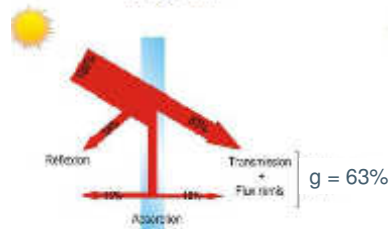
→ hoe groter g, hoe groter de zonnewinsten, wat meestal positief is in de winter (gratis warmte) maar minder gunstig in de zomer (risico op oververhitting)

→ g is functie van de Licht Transmissie (LT)

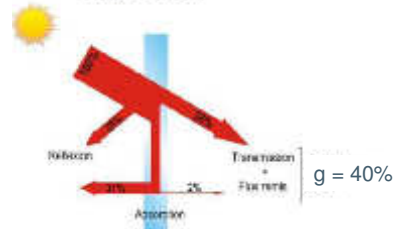
→ g kan aangepast worden mbv een zonnewering



Vitrage clair [TL=80%]

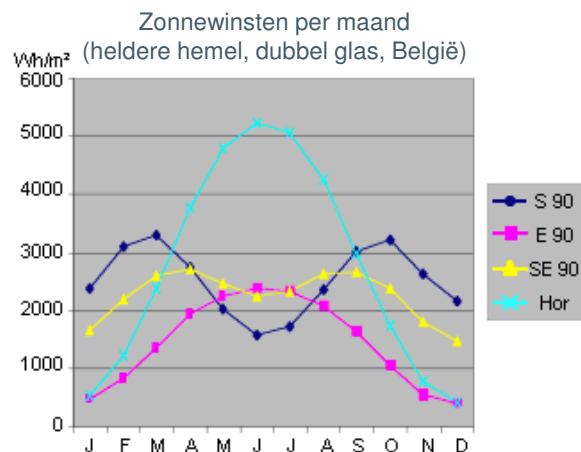


Vitrage sélectif [TL=70%]



## Nat. Verlicht. vs. zonnewinsten

### > Zonnewinsten = f (oriëntatie, helling)



→ zenitale en horizontale openingen = divergerend gedrag

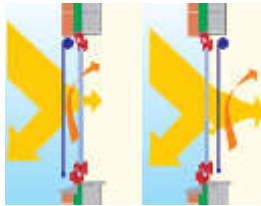
→ in ons klimaat, lateraal op het Zuiden = overeenstemming met de behoeften



## Nat. Verlicht. vs. zonnewinsten

> Zonnewering: een dubbele rol

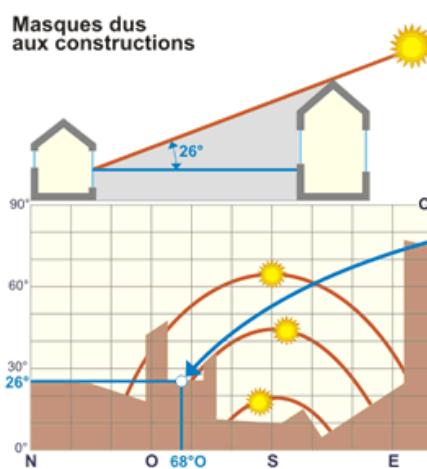
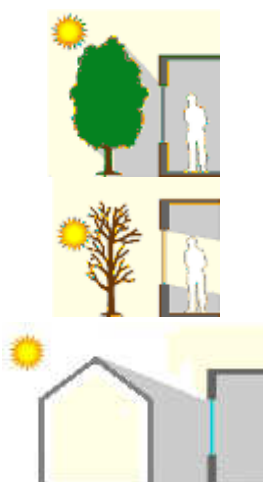
- Tegen de verblinding → visueel comfort
  - ▶ Zonnewering te plaatsen aan de binnen- of buitenzijde
- Tegen oververhitting → thermisch comfort
  - ▶ Zonnewering te plaatsen aan de buitenzijde



maar er wel op toezien dat er voldoende verlichtingsniveau behouden blijft, zodat de reële energieverbruiken voor kunstverlichting beperkt worden

## Zonneweringen | TYPES

> Bepantingen en naburige gebouwen



## Zonneweringen | TYPES

### > Zonnebeglazing en zelfklevende films

#### Voordelen:

- geen technologie
- onbelemmerd zicht

#### Nadelen:

- permanent
- minder efficiënt dan andere technieken
- beglazing wordt licht getint
- beglazing wordt meer reflecterend  
!! impact op naburige gebouwen



<http://www.colonauto.fr/upload/teintes.jpg>



<http://www.techni-contact.com/ressources/images/pr-oducts/card/film-reflechissant-anti-solaire-et-anti-froid-731789-1.jpg>



## Zonneweringen | TYPES

### > Lamellen-zonnewering

#### Voordelen:

- robuustheid
- efficiëntie (indien goed doordacht ifv de oriëntatie van de gevel)

#### Nadelen:

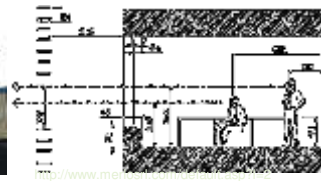
- belemmert het zicht (er aan denken de lamellen te openen om het zicht van de gebruiker naar buiten te verbeteren)
- indien vast: belemmert daglichttoetreding zelfs bij bewolkte dagen



<http://www.kawneer.com/kawneer/france/fr/products/categorie/1504>



<http://mob.bbc-vire-95.cler-blog.com/article/poee-doubrise-soleil-58040664.html>



<http://www.me>



[http://www.legournerdelarchitecte.com/popin-album.php?id\\_article=1246](http://www.legournerdelarchitecte.com/popin-album.php?id_article=1246)



<http://www.flickrriver.com/photos/calvin/293999441/>



## Zonneweringen | TYPES

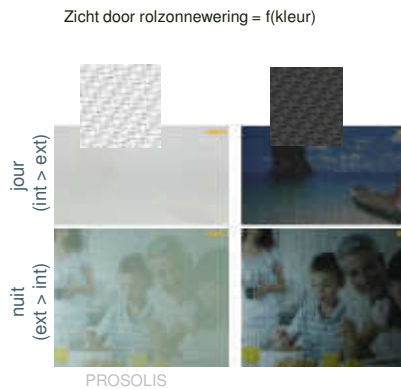
### > Geperforeerde doeken

#### Voordelen:

- meestal mobiel en regelbaar in de hoogte
- bijzonder efficiënt tegen oververhitting + verblinding  
> het bleke kleurengamma leidt tot een hogere reflectie van de zonnestrallen
- ook zicht naar buiten mogelijk  
> de donkere kleuren maken het zicht naar buiten overdag mogelijk

#### Nadelen:

- niet zo robuust



## Zonneweringen | BEHEER

### > Vast vs. mobile



→ Voordeel van mobiele systemen: maximaliseren van de lichttoetreding indien er geen nood is voor bescherming tegen zonne-instraling

## Zonneweringen | BEHEER

> Manueel vs. gemotoriseerd



→ Voordeel van gemotoriseerd:  
indien gekoppeld aan een  
anemometer dan kan de  
zonnewering preventief  
ingetrokken worden bij hevige  
wind



## Zonneweringen | BEHEER

> Indien gemotoriseerd ... automatiseren?

- **grote inertie van de gebruikers:** ze reageren pas als hun situatie echt onhoudbaar wordt
  - de **motivatie** van de gebruikers om de luiken neer te laten = gelinkt aan het **visueel comfort** eerder dan omwille van oververhitting
- > de **automatisatie** van de zonnewering maakt het mogelijk te **anticiperen op oververhitting**
- een sonde op de gevel is performanter dan een daksonde
  - voorzie een manuele aanpassing door de gebruiker
  - nadeel: verhoogt de techniciteit van het gebouw (onderhoud te voorzien)



## Zonneweringen

### > Conclusies

- Kies zo mogelijk voor buitenzonnewering
  - ▶ efficiënter tegen oververhitting
- Kies het type ifv de geveloriëntatie en van het zonverloop
  - ▶ op het Zuiden; « horizontale » zonnewering
  - ▶ op het Oosten en het Westen: « verticale » zonnewering
- Kies zo mogelijk voor mobiele zonnewering, gemotoriseerd en geautomatiseerd, maar met manuele aanpasmogelijkheid per lokaal
  - ▶ maakt een zo groot mogelijke daglichttoetreding mogelijk op het moment dat er geen zonnewering nodig is
  - ▶ automatisering maakt het mogelijk te anticiperen op oververhitting
  - ▶ de manuele aanpasmogelijkheid biedt een zekere vrijheid aan de gebruiker
- Hou rekening met het zicht naar buiten



## Maak de balans op

### > Nat. Verlicht. vs. kunstverlichting

Natuurlijke verlichting

Kunstverlichting

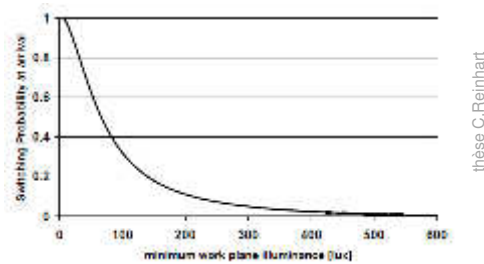


38

## Kunstverlichting

### > Gebruikersgedrag

- de kans dat het licht wordt ontstoken bij aankomst in een lokaal is **sterk gelinkt** met het **verlichtingsniveau op het werkblad**



- gebruikers steken 's ochtends het licht aan bij het binnenkomen van het lokaal, **doven het 's middags** voor de lunch en **steken het opnieuw aan na de middag** indien het **verlichtingsniveau lager is** dan 's ochtends

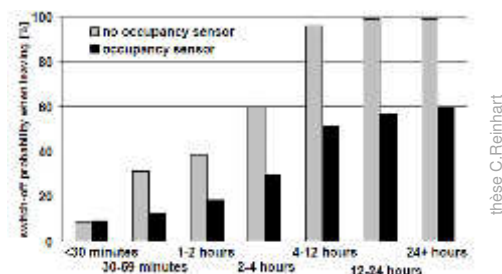


39

## Kunstverlichting

### > Gebruikersgedrag

- als er een aanwezigheidsdetector is, heeft dit een invloed op het gebruikersgedrag: de kans dat een gebruiker het licht dooft bij het verlaten van een lokaal mét aanwezigheidsdetector, is 2x lager dan in een bureau zonder aanwezigheidsdetectie.



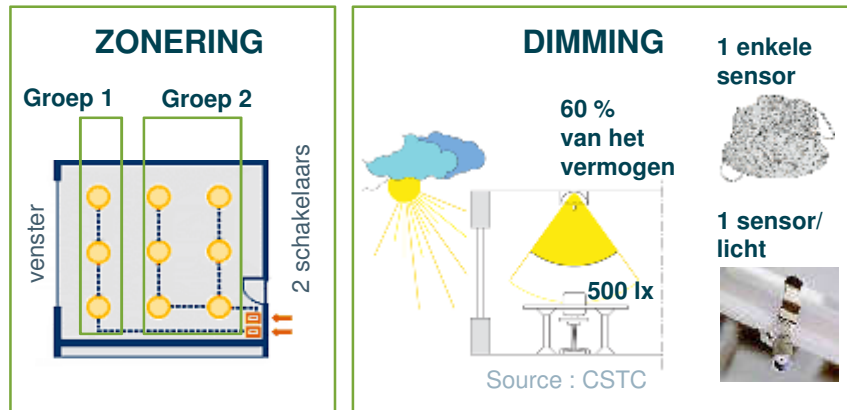
- Dit gedrag vernietigt 30% van de potentiële energiewinsten die dankzij deze sensoren zouden kunnen gerealiseerd worden

40

## Kunstverlichting

### > Strategie

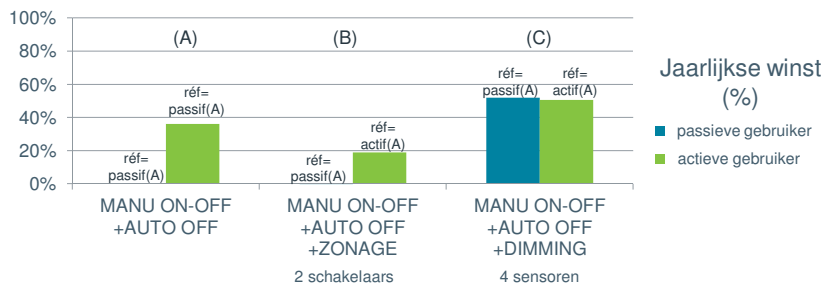
- Denk naast een beheer ifv de bezetting ook aan een **beheer ifv de beschikbaarheid van daglicht**



## Kunstverlichting

### > Potentiële winst dankzij het beheer

Voorbeeld: klaslokaal, Bergen, S\_vensters/S\_vloer 25%, Noord  
1500h\_bezetting/jr, 2.5W/m<sup>2</sup>/100lx, 300lx, 2 rijen lichten



- zonder beheer gelinkt aan natuurlijke verlichting, verbruikt een actieve gebruiker ~30% minder dan een passieve
- bij een actieve gebruiker, kan de zonering zelfs leiden tot een winst van 20%  
!! nadenken over de meest adequate positie van de schakelaars
- of de gebruiker nu actief of passief is, de winst via dimming is gelijkaardig ~50%

## Kunstverlichting

### > Conclusies

- eerst en vooral: kies een efficiënte installatie
  - + beheer ifv de gebruikers
  - + beheer ifv het daglicht
    - ▶ zonerings: tussen de 0 en 20% winst, ifv het profiel van de gebruiker
    - ▶ dimming : ~50% winst
- !! anticipeer op het gebruikersgedrag
- voorzie steeds dat de gebruiker het licht kan aansteken + de mogelijkheid om het licht te doven
- AUTO-OFF zeer efficiënt in landschapsbureaus, gezien de gebruiker zich daar minder verantwoordelijk voelt



43

## Overzicht

1. Context
2. Ontwerp van uw verlichtingsproject
  1. Zet eerst in op daglicht
  2. Maak de balans op qua thermische verliezen
  3. Maak de balans op qua zonneprijzen
  4. Vul verder aan met een efficiënte kunstverlichting
3. **Algemene conclusies**



44



## Algemene conclusies

### > De verleiding

Kunstmatig =

- Controleerbaar
- Steeds beschikbaar
- Sowieso nodig

Venster =

- Verliesbron energie
- Bron van oververhitting
- Verkleuring
- Afleiding
- Vereist onderhoud
- Impact op veiligheid



Adam en Eve, Lucas Cranach l'Ancien, huile sur toile, 1526  
Courtauld Institute Galleries, Londres (revisited)



## Algemene conclusies

### > Verleidelijk ... maar

**Grootste deel van onze tijd spenderen binnen, door het valoriseren van daglicht tot diep in onze gebouwen kan:**

- het visueel comfort gemax. worden
- ook voldaan worden aan niet-visuele behoeften (fysiologisch en psychologisch) en positieve impact op gezondheid/productiviteit
- terwijl toch het energieverbruik beperkt wordt bij een balans tussen:
  - verliezen (!! dimens. opening)
  - zonnewinsten (!! zonneweringen)
  - kunstverlichting (!! beheer = f(daglicht))



## Algemene conclusies

### > Wat nu vandaag?



[https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRrXeFaGLR4\\_0-2TFaHu\\_xMdLih7DFBR5XecjD4wnkLoGLmG](https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRrXeFaGLR4_0-2TFaHu_xMdLih7DFBR5XecjD4wnkLoGLmG)



*Hedendaagse architecten vergeten wel eens het daglicht. Aangetrokken door het gemak van een schakelaar, stellen ze zich tevreden met een statisch licht en vergeten ze de onbegrensde mogelijkheden van het daglicht. Nochtans heeft dit licht de kracht hun ontwerp elke seconde een andere uitstraling te geven.*

Louis Kahn, 1901-74

47

## Nuttige tools, websites, enz. :

### • TOOLS:

- ▶ [VELUX DAYLIGHT VISUALIZER](#) (snel op weg met de software, gratis, statische berekening (FLJ))
- ▶ [DAYSIM](#) (gratis software maar iets moeilijker, dynamische berekening (DA, evaluatie elektr. verbruiken, houdt ook rekening met het beheer van de verlichting en eventuele zonnewering)
- ▶ [DIVA4Rhino](#) (toegankelijker software, maar betalend, idem DAYSIM)



48

## Gids Duurzame Gebouwen

[www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be) :

Start pagina > Professionelen > Sector > Gebouw  
(constructie, beheer) > [Praktische handleiding](#)

Of via :

<http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be>



En in het bijzonder :

- ▶ [G WEL03 Zorgen voor visueel comfort dankzij natuurlijk licht](#)
- ▶ [G ENE01 Optimaal gebruik van kunstlicht](#)
- ▶ [G ENE03 Transmissieverliezen beperken](#)
- ▶ [G ENE06 Warmtelasten beperken](#)



49

## Wat moet ik onthouden van de presentatie?

- Kies eerst voor natuurlijk licht, en vul vervolgens aan met kunstlicht rekening houdend met de behoeften van de gebruiker
- Om echte besparingen te realiseren: anticipeer op het gebruikersgedrag (beheer van de zonnewering, de verlichting)
- !! bij automatische sturing, denk aan
  - ▶ manuele tussenkomst voorzien
  - ▶ onderhoud
- Een complexe taak, want een zoektocht naar een optimum tussen natuurlijk licht, thermische verliezen, zonnewinsten, kunstlicht, ... maar ook met een impact op de indeling van de ruimten, de esthetica van de gevel, natuurlijke ventilatie, kosten, zicht, privacy, ...



50

## Contact

**Coralie CAUWERTS**

UCL – Architecture & Climat

Fonction : Chargée de recherche

Coordonnées :

☎ : 010/47.21.38

E-mail : [coralie.cauwerts@uclouvain.be](mailto:coralie.cauwerts@uclouvain.be)



---

## **Casestudy : Nieuwe kantoorgebouwen**

---

**François LECLERCQ,  
MATRICIEL**

François LECLERCQ diept een concreet verlichtingsontwerp uit bij een zware renovatie van een kantoorgebouw.

In dit bouwtype is moduleerbaarheid vaak onontbeerlijk.

Om de passiefstandaard te halen, of de Nearly Zero Energy Building, en tegelijk een voldoende verlichtingsniveau te garanderen, is vaak een voorstudie noodzakelijk.

Deze praktische toelichting geeft voldoende inzichten mee voor het verlichtingsontwerp van redelijk flexibele en energiezuinige landschapskantoren.

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---

Seminarie Duurzaam Bouwen:

# LUX op energiezuinige stand

5 maart 2015  
Leefmilieu Brussel

**Casestudy: Nieuwe kantoorgebouwen**

François LECLERCQ

MATRIciel



LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR HET MILIEU

## Doelstelling van de presentatie

- Het energiebesparingspotentieel aantonen in een kantoorgebouw door de optimalisatie van de **kunstverlichting**



## Overzicht

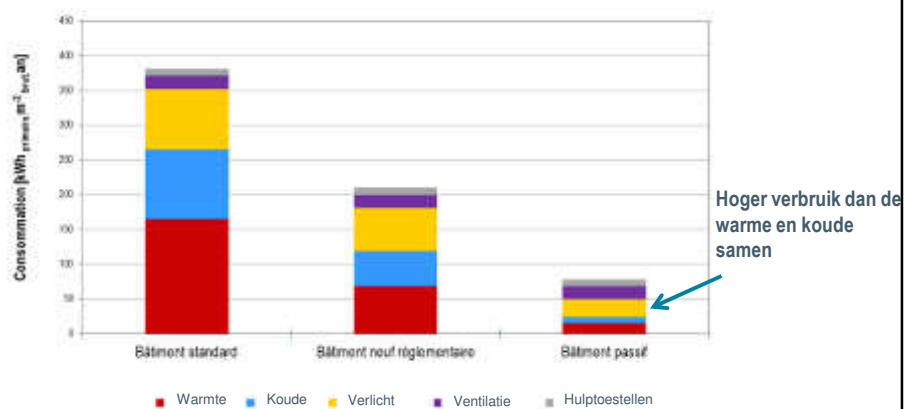
1. Uitdagingen
2. Ontwerp van de verlichting - casestudy
  - Projectvoorstelling
  - Totale flexibiliteit
  - Beredeneerde flexibiliteit
  - Dimensionering



3

## Uitdagingen

### Bureau



4



## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

Zware renovatie naar een passiefkantoor



breeam



© Archi2000

5

## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

Welke oplossing om de kantoorvloer te verlichten?



Eisen:

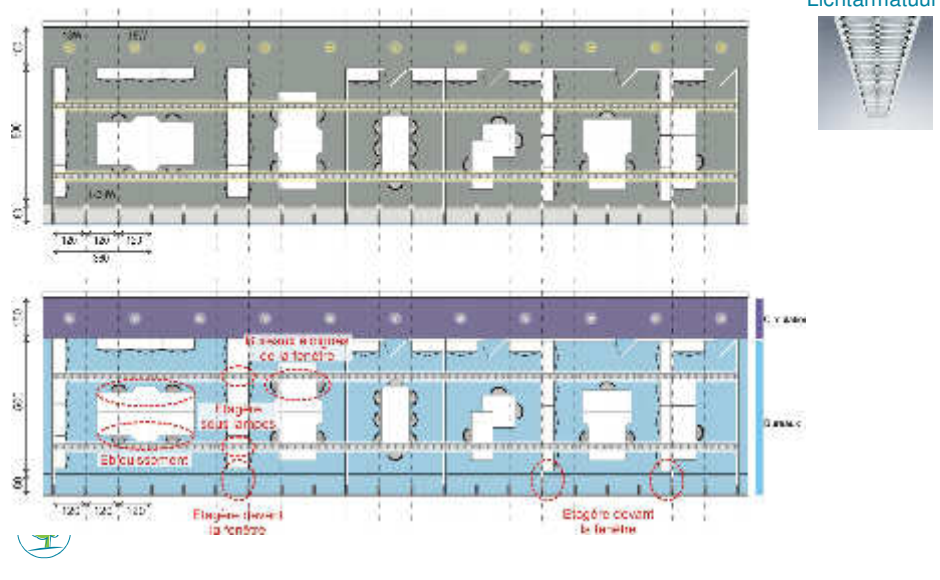
- Streven naar Nearly Zero Energy Building
- Moduleerbaarheid
- Afdoende verlichtings-niveau



6

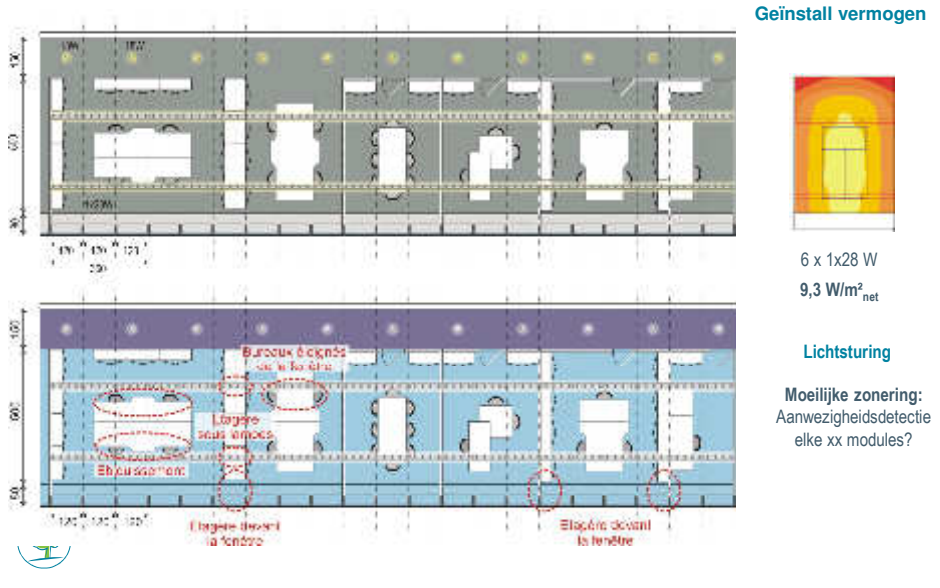
## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Totale flexibiliteit



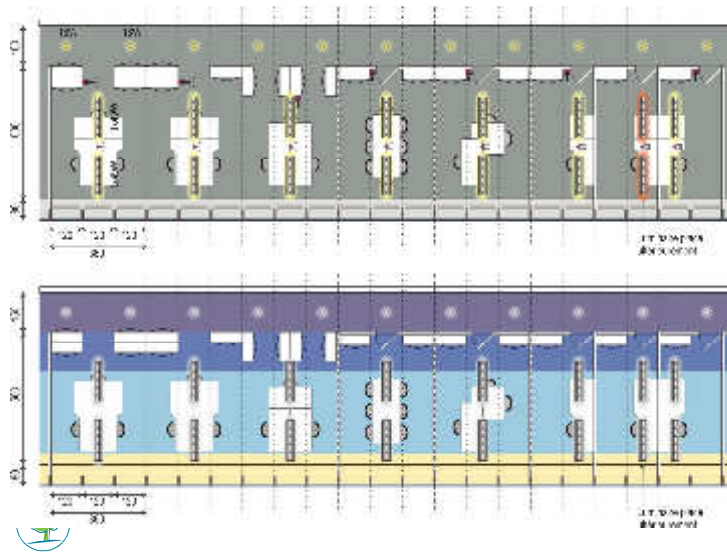
## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Totale flexibiliteit



## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Berekenende flexibiliteit



### Geïnstalleerd vermogen



2 x 1x49 W  
5,4 W/m<sup>2</sup><sub>net</sub>

### Lichtsturing

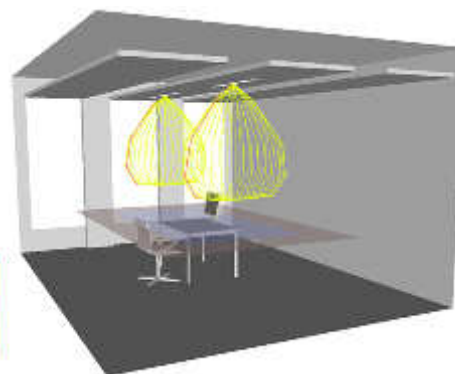
Gemakkelijke zonering  
1 aanwezigheidsdetector  
per 3 modules

Draadloze sturing  
Manual on / auto off

## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

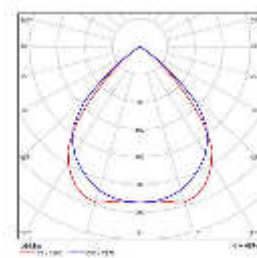
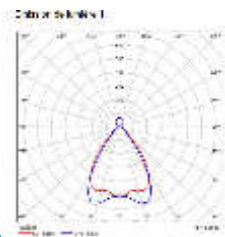
### Hoe dimensioneren ?

- Uitdaging: Comfort (NBN EN 12464) vs energieverbruik
- Modellerings - Dialux



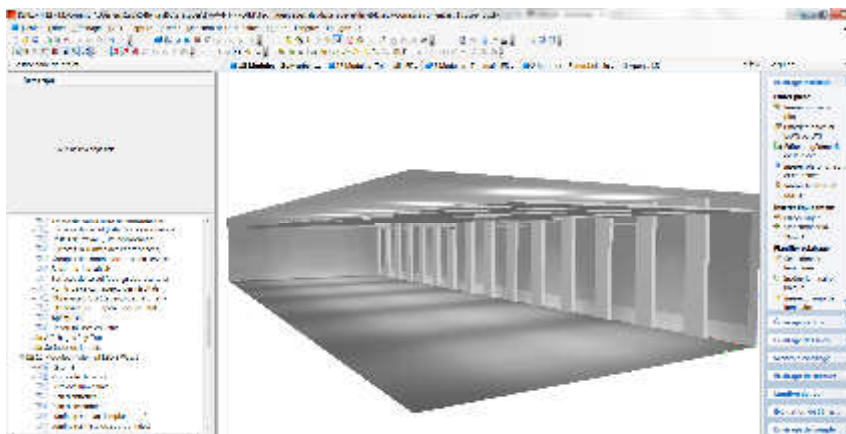
## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Vergelijking hangende lampen vs ingebouwde



## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Vergelijking hangende lampen vs ingebouwde

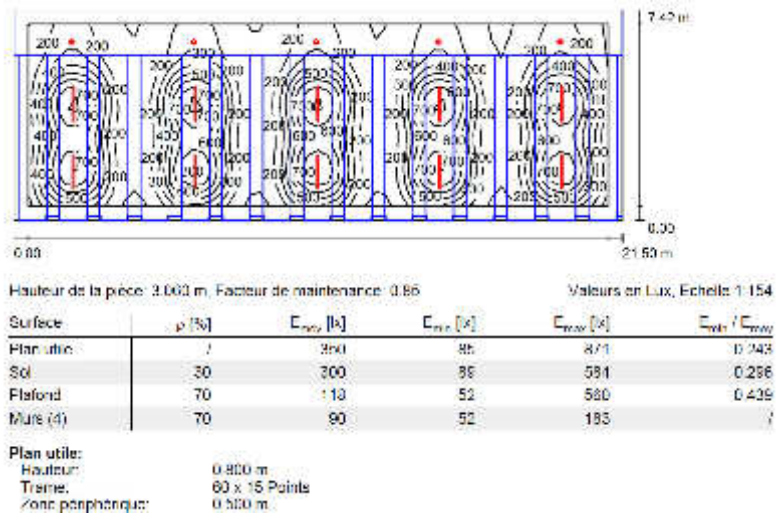


5,7 W/m<sup>2</sup>



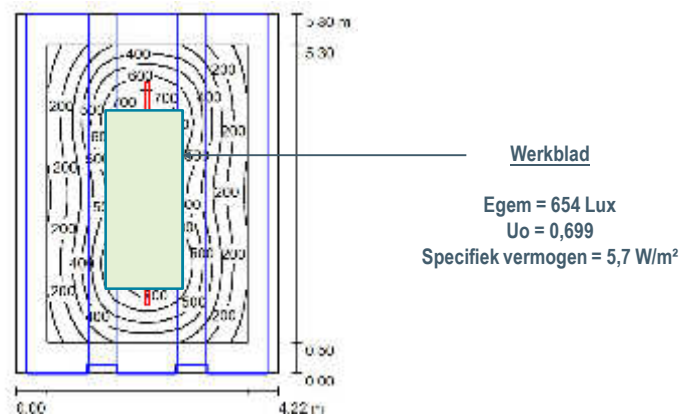
## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Vergelijking hangende lampen vs ingebouwde



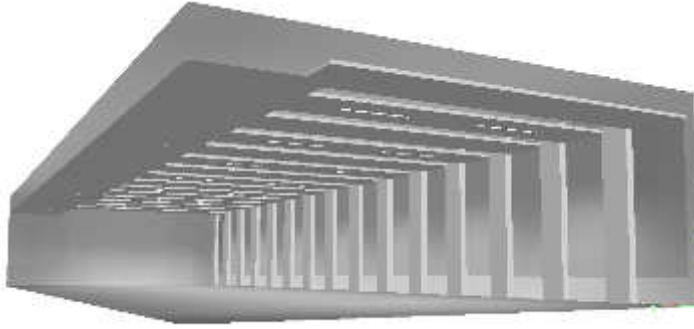
## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Vergelijking hangende lampen vs ingebouwde



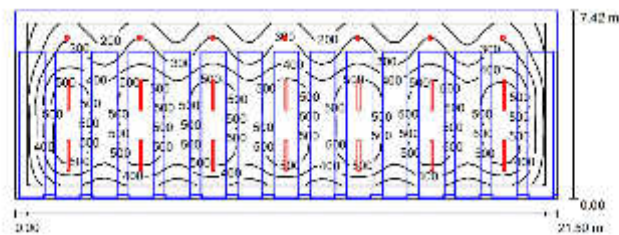
## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Vergelijking hangende lampen vs ingebouwde



## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Vergelijking hangende lampen vs ingebouwde



Hauteur de la pièce: 3.060 m, Facteur de maintenance: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:154

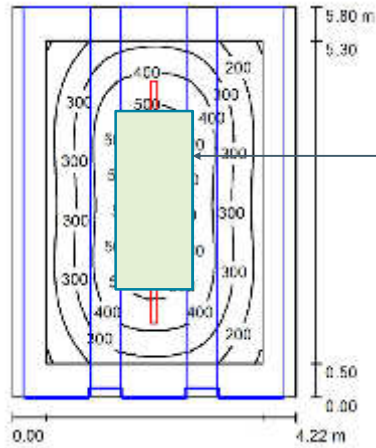
Surface	$\rho$ [%]	$E_{\text{refl}}$ [lx]	$E_{\text{refl}}$ [lx]	$E_{\text{refl}}$ [lx]	$E_{\text{refl}} / E_{\text{total}}$
Plan utile	7	410	84	607	0.228
Sol	30	347	71	591	0.204
Pleford	70	80	41	103	0.506
Murs (4x)	50	84	40	188	

Plan utile:  
 Hauteur: 0.800 m  
 Trame: 60 x 15 Points  
 Zone pénultième: 0.500 m



## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

### Vergelijking hangende lampen vs ingebouwde



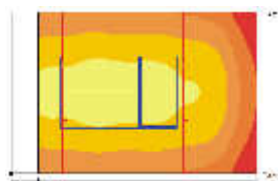
Werkblad

Egem = 501 Lux  
 Uo = 0,794  
 Specifiek vermogen = 5,7 W/m<sup>2</sup>

## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

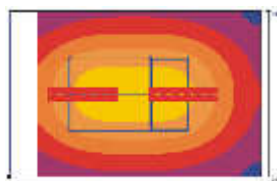
### Geïnstalleerd vermogen

Uniforme performante verlicht

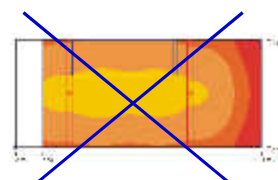


6 x 1x28W = 9,5 W/m<sup>2</sup>

Lokale verlichting



2 x 1x49W = 5,5 W/m<sup>2</sup>



Niet conform aan norm NBN



### Lichtsturing

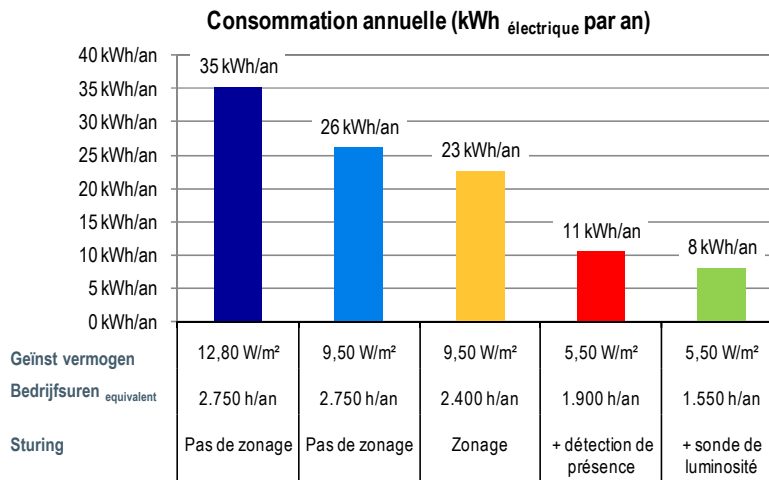
Aanwezigheidsdetectie



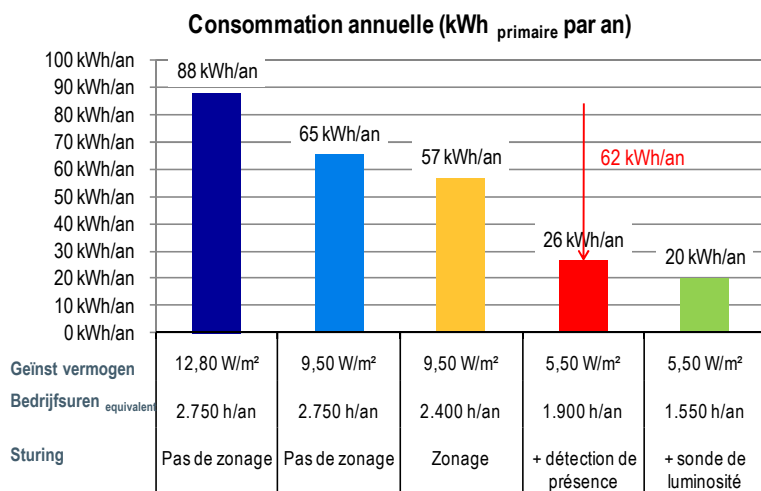
Lichtsterktesonde



## Ontwerp van de verlichting - Casestudy



## Ontwerp van de verlichting - Casestudy

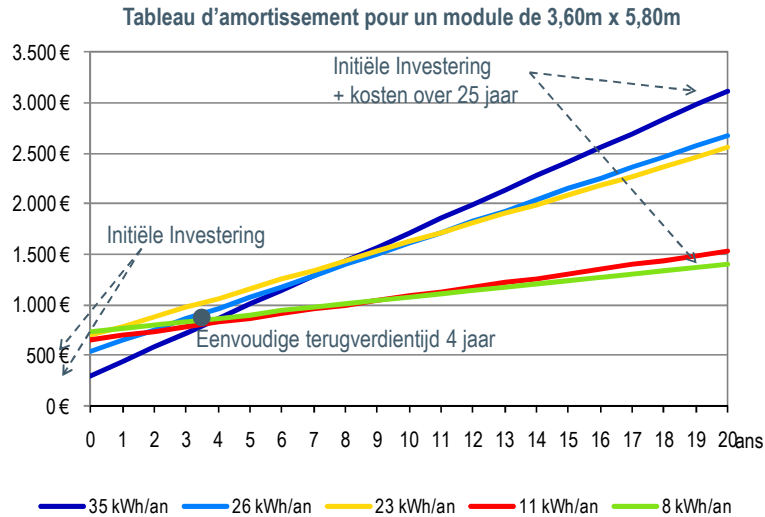


Ter vergelijking: warmtebehoefte van een passiefgebouw is zo'n 15 kWh/m<sup>2</sup>





## Ontwerp van de verlichting - Casestudy



## Nuttige tools, websites, enz. :

- M. Bodart, A. De Herde, Guide d'aide à l'utilisation de l'éclairage artificiel en complément à l'éclairage naturel, pour un meilleur confort visuel et de substantielles économies d'énergie, Ministère de la Région Wallonne, DGTRE, Division Energie, 1999, disponible auprès de la Région Wallonne.
- G ENE01 Optimaal gebruik van kunstlicht: De kunstmatige verlichting optimaliseren om het visuele comfort te verzekeren en het energieverbruik te beperken
- Berekening van de rentabiliteit van verlichtingsoplossingen:  
[www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16807](http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16807)



## Gids Duurzame Gebouwen

[www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be) :

Start pagina > Professionelen > Sector > Gebouw  
(constructie, beheer) > [Praktische handleiding](#)

Of via :

<http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be>



En in het bijzonder :

- ▶ [G\\_WEL03 Zorgen voor visueel comfort dankzij natuurlijk licht](#)
- ▶ [G\\_ENE01 Optimaal gebruik van kunstlicht](#)
- ▶ [G\\_ENE03 Transmissieverliezen beperken](#)
- ▶ [G\\_ENE06 Warmtelasten beperken](#)



23

## Wat moet ik onthouden van de presentatie?

- Weinig performante verlichting: 12,80 W/m<sup>2</sup>, 2.750 bedrijfsuren/jaar
- Performante verlichting: 5,5 W/m<sup>2</sup> haalbaar, terwijl er maar half zoveel bedrijfsuren zijn!
- In Brussel, met de inhoudelijke eisen voor het energieverbruik voor verwarming, vertegenwoordigt de verlichting vaak 60% tot 30% van de energiebalans voor kantoorgebouwen



24

## Contact

**François Leclercq**

MATRIciel s.a.

Place de l'Université, 25 – 1348 Louvain-la-Neuve

☎ : 010/24.15.70

E-mail : [fleclercq@matriciel.be](mailto:fleclercq@matriciel.be)





---

## **Technologisch overzicht van verlichtingssystemen**

---

**Jean-Michel DESWERT, Technology Manager Lighting  
LABORELEC**

Op het vlak van verlichting volgt de ene evolutie de andere al snel weer op. In de loop van de jaren kwamen er steeds nieuwe lichtbronnen bij, die steeds energiezuiniger werden en performanter. En nu is daar de LED, een ware revolutie in verlichtingsland.

Deze verschillende oplossingen worden u voorgesteld door Laborelec, onafhankelijk laboratorium van de fabrikanten en gespecialiseerd in verlichting.

De resultaten van een studie over deze nieuwe technologieën, in vergelijking met de klassieke technologieën, worden besproken. Bedoeling is de antwoorden te vinden op veelgestelde vragen over de kwaliteit, de efficiëntie, de door de fabrikanten beloofde energiebesparing en de mate waarin deze de verlichtingsnormen respecteren.

Dankzij deze toelichting bent u beter gewapend om een meer beredeneerde keuze te maken uit het zeer uitgebreide aanbod op de verlichtingsmarkt.

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---

Seminarie Duurzaam Bouwen:

# LUX op energiezuinige stand

5 maart 2015  
Leefmilieu Brussel

**Technologisch overzicht van verlichtingssystemen**

Jean-Michel DESWERT, Technology Manager - Lighting



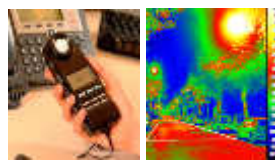
LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR HET MILIEU

## Verlichtingslaboratorium

LABORELEC  
GDF SUEZ



Geaccrediteerd labo ISO 17025



ISO 9001 voor metingen ter  
plaats



Experts in binnen- en  
buitenverlichting (onafhankelijk  
van de fabrikanten)



Actief in de normalisatie-  
commissies



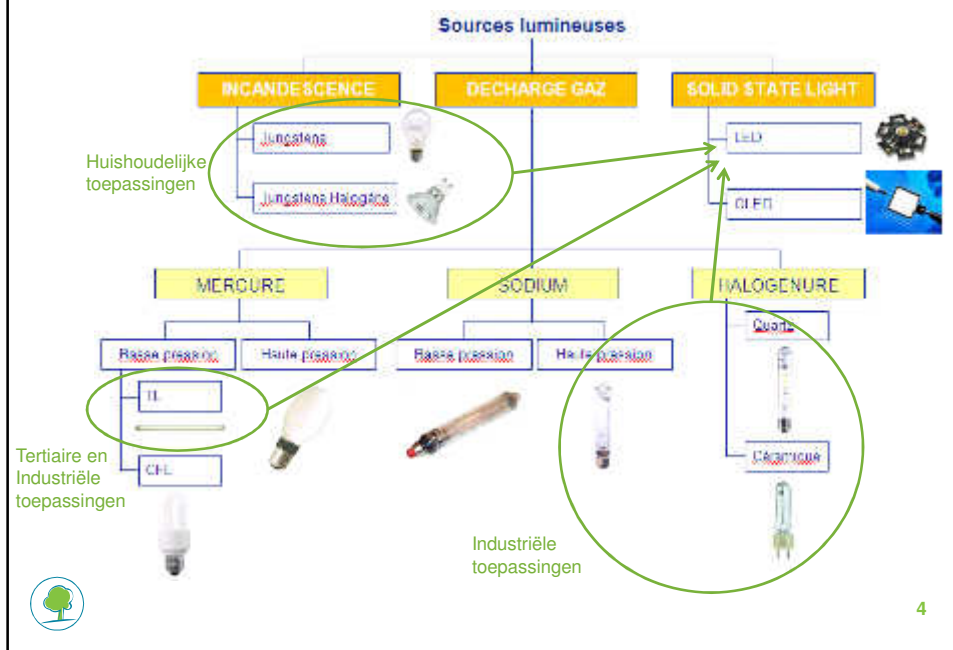
## Overzicht

1. De evolutie van lichtbronnen
2. Metingen in labo
  - ▶ Spotlichten LED retrofit GU10
  - ▶ LED-buislampen
  - ▶ LED-verlichting voor kantoren
  - ▶ Industriële LED-verlichting
3. De Normes
  - ▶ Metingen van LED
  - ▶ Performantie en levensduur
4. Conclusies



3

## Lichtbronnen



4



## Fluorescentielampen – T5



- Twee types

Buislengte	HE (High Efficiency)			HO (High Output)		
	Vermogen [W]	Flux [lm]	Efficiëntie [lm/W]	Vermogen [W]	Flux [lm]	Efficiëntie [lm/W]
0,55 m	14	1200	86	24	1750	73
0,85 m	21	1900	90	39	3100	79
1,15 m	28	2600	93	54	4450	82
1,45 m	35	3300	94	49	4300	88
				80	6150	77



5

## Fluorescentielampen – T5

### HE-lampen



Scholen



Kantoren

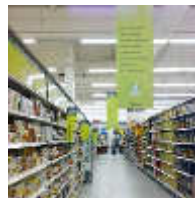


Hotels

### HO-lampen



Industrie



Winkels



Sporthallen



6

## Fluorescentielampen – T5

- Vergelijking met andere TL-buizen

	Vermogen systeem	Flux	Efficiëntie	Efficiëntie-winst
T8 36W + ferromagnetische ballast	43 W	3200 lm	74 lm/W	
T8 36W + elektronische ballast	36 W	3000 lm	83 lm/W	+12%
T5 HE 35W + elektronische ballast	39 W	3450 lm	89 lm/W	+19%

- Levensduur: 24000h →45000h
- Performante optiek van de verlichting
- Mature technologie
- Werkt enkel op elektronische ballast
- Gevoelig voor de omgevingstemperatuur



7

## Halogeen metaaldamplampen

- Twee types :
  - ▶ Kwartsbrander



- ▶ Keramische brander



8

## Halogeen metaaldamplampen - Kwarts

- Hoge vermogens: 250W → 2000W
  - Kleurtemperatuur : 3000, 4000, 5600 K
  - Levensduur : tot 20000h
  - Beperkt aantal bedrijfsinstellingen
  - Heraanschakeltijd: 15 minuten
- Toepassingen: Industrie, architecturaal en sportief



9

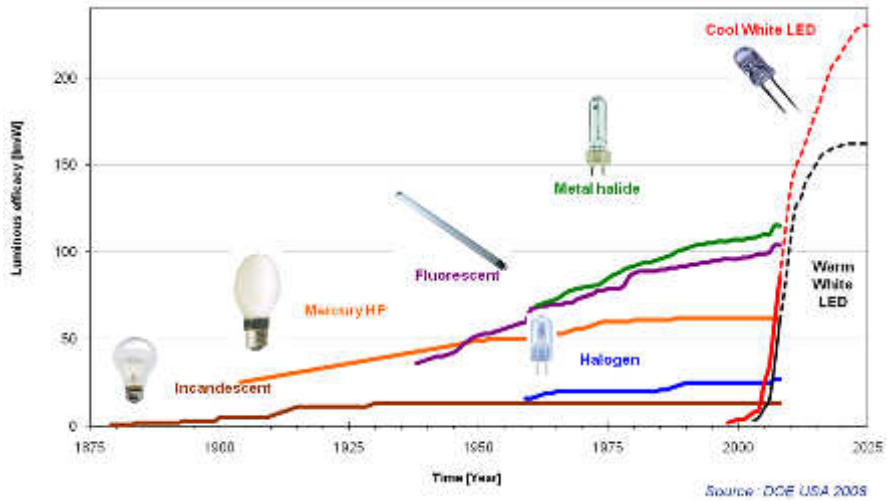
## Halogeen metaaldamplampen - Keramisch

- Hoge vermogens: 20W → 315W
  - Kleurtemperatuur : 3000, 4000 K
  - Levensduur : tot 30000h
  - Heraanschakeltijd : 15 minuten
- Toepassingen: Winkels en openbare verlichting



10

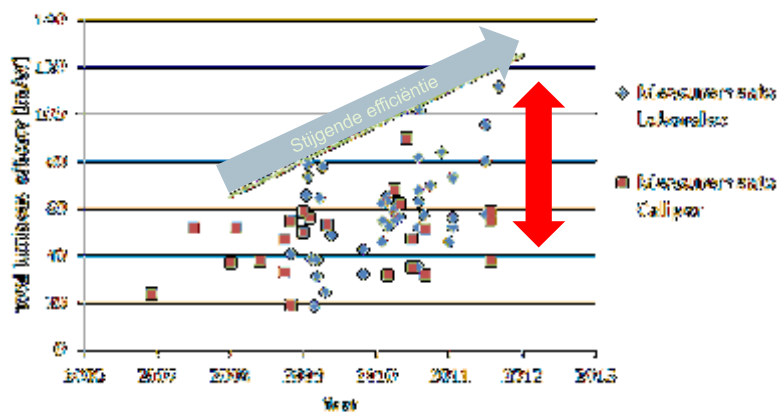
## Lichtbronnen



11

## LED: constant in evolutie

- Steeds efficiënter
- Max 125 lm/W gemeten tot op heden bij Laborelec



12

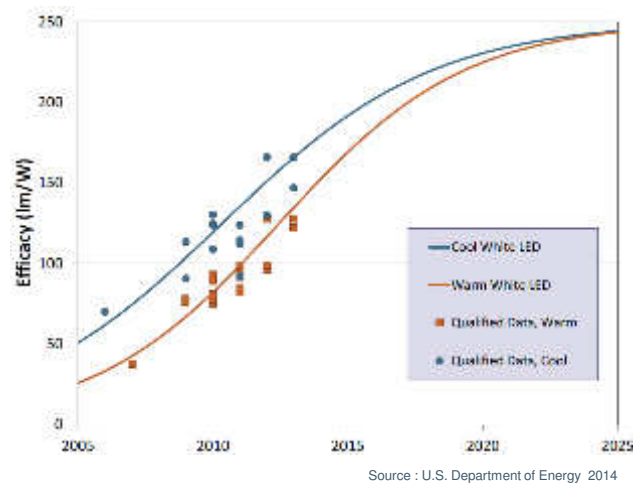
## LED: constant in evolutie

- De hoeveelheid licht per lichtpunt stijgt



## LED: constant in evolutie

- Nu reeds het moment om te investeren of nog even wachten op nog efficiëntere LEDs?



## Voorbeelden van Labometingen

- Spotlichten LED retrofit GU10
- LED-buislampen
- LED-verlichting voor kantoren
- Industriële LED-verlichting



15

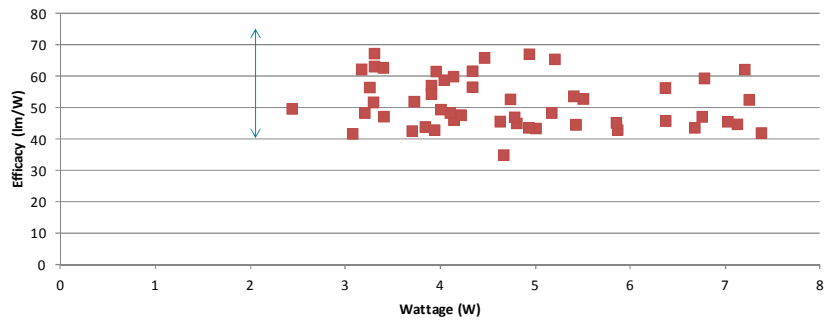
## Spotlichten LED retrofit GU10



16

## Spotlichten LED retrofit GU10

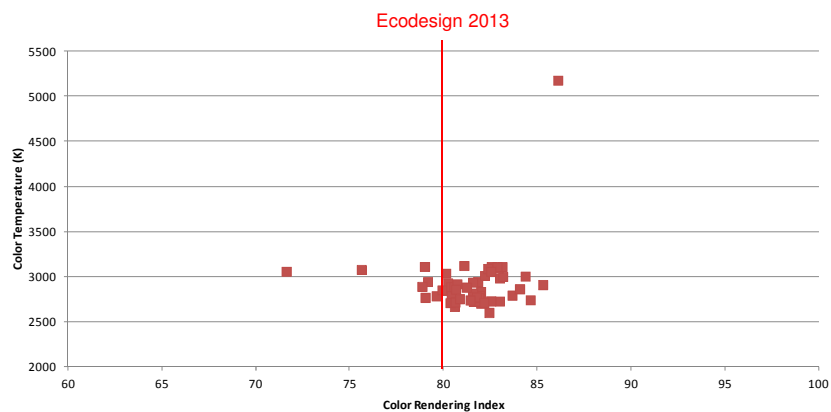
- Spot LED GU10 nagenoeg 10x efficiënter dan halogeen



17

## Spotlichten LED retrofit GU10

- De lichtkwaliteit is wel nog een uitdaging



18

## LED-buislampen



19

## LED-buislampen

Lampvermogen	Systeemvermogen	
T8 36W + VSA (conventioneel)	42W	
TL LED merk A	12,6W	-70%
TL LED merk B	13,3W	-68%
TL LED merk C	18,3W	-56%
TL LED merk D	18,1W	-57%
TL LED merk E	23,0W	-45%

Door fabrikanten opgegeven energiebesparingen



Metingen 2011

Kritische bemerkingen :

- Geven ze voldoende licht? Worden de verlichtingsniveaus (EN12464) gerespecteerd bij een 1 op 1 vervanging?
- Welke levensduur in vergelijking met de T5 longlife ?
- Nieuwe norm rond veiligheid: IEC 62776 - 2014

**Nieuwe metingen 2014 : van 93 à 120 lm/W**

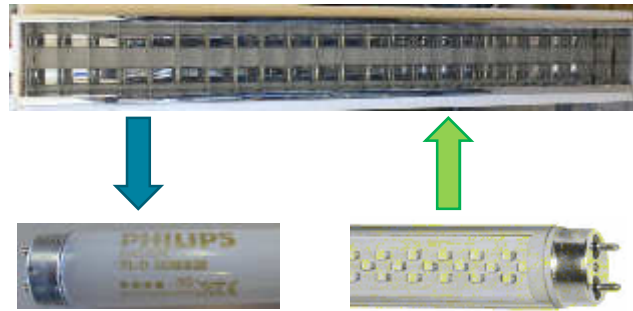


20



## LED-buislampen– Test

- Philips FM114
- Vervanging van deze T8-buislamp door een LED-buislamp

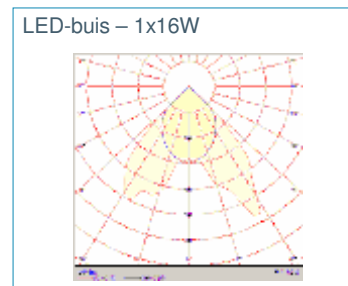
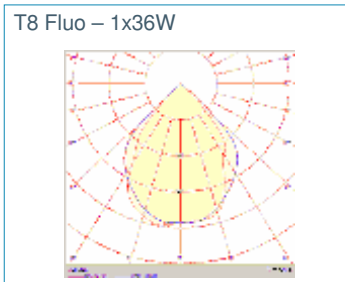


21

## LED-buislampen– Labometingen

Type	Vermogen [W]	PF	Flux [lm]	Rendement [ lm/W]
T8 Fluorescent 36W	42		3200	74
LED-buis 1	15,8	0,97	1689	107
LED-buis 2	19,5	0,90	1810	93

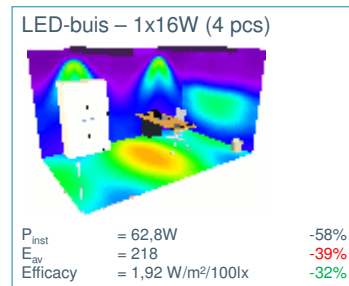
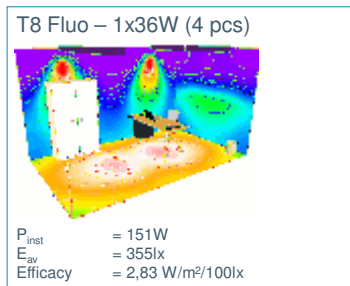
- Impact op de fotometrie



22

## LED-buislampen– Simulaties

- Impact op het verlichtingsniveau



23

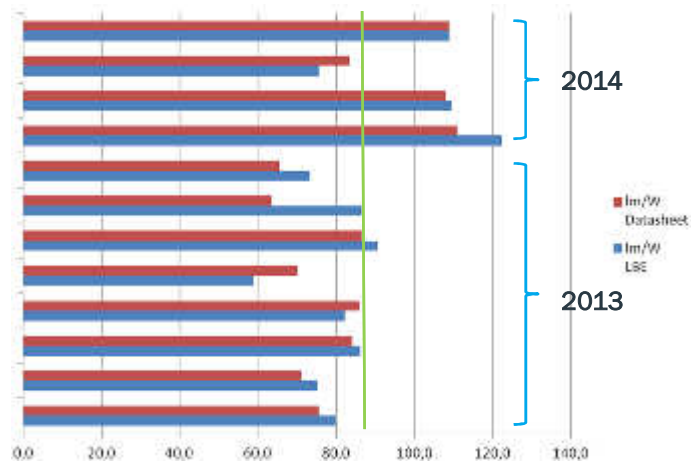
## LED-verlichting voor kantoor



24

## LED-verlichting voor kantoor

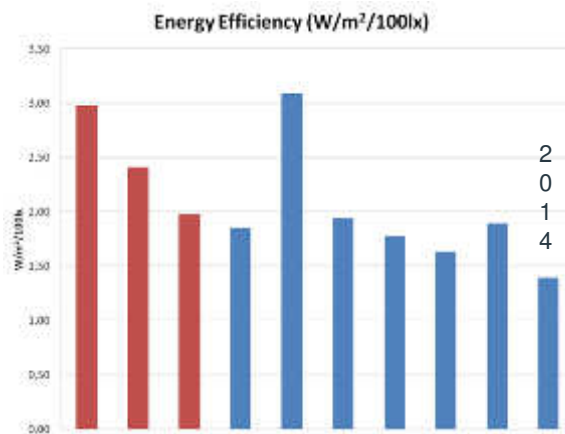
- LED-verlichting in 2014 al een pak performanter



25

## LED-verlichting voor kantoor- Simulaties

- LED-verlichting veel efficiënter dan de klassieke technologieën



26

## Industriële LED-verlichting

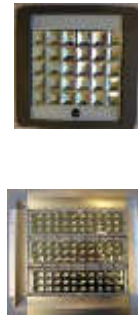
LED-  
vervangingslichten



LED "klok"-  
lichten



Hoog Vermogen  
LED-verlichting



Dichte LED-  
verlichting



27

## Industriële LED-verlichting

	Druzonalek		Stroombesparing		Energieefficiëntie		Temperatuurstabiliteit	
	Watt	lm/W	Watt	lm/W	lm/W	lm/W	lm/W	lm/W
LED- vervangingslichten	40W	115	0,08	12000 lm	17%	120lm/W	2800K	10000 h
	75W	110	0,09	24000 lm	100%	320lm/W	2800K	50000 h
LED "klok"- lichten	40W	115	0,08	12000 lm	20%	120lm/W	2800K	10000 h
	75W	110	0,07	24000 lm	8%	320lm/W	4000K	50000 h
Hoog Vermogen LED-verlichting	100W	115	0,06	12000 lm	100%	320lm/W	2800K	50000 h
	150W	115	0,07	24000 lm	10%	320lm/W	2800K	50000 h
	200W	115	0,07	36000 lm	10%	320lm/W	2800K	50000 h
Dichte LED- verlichting	40W	115	0,07	12000 lm	40%	320lm/W	2800K	10000 h
	40W	115	0,04	24000 lm	8%	400lm/W	2800K	10000 h
	40W	115	0,07	36000 lm	8%	400lm/W	2800K	10000 h
	40W	115	0,07	24000 lm	10%	400lm/W	2800K	10000 h
	40W	115	0,07	36000 lm	10%	400lm/W	2800K	10000 h

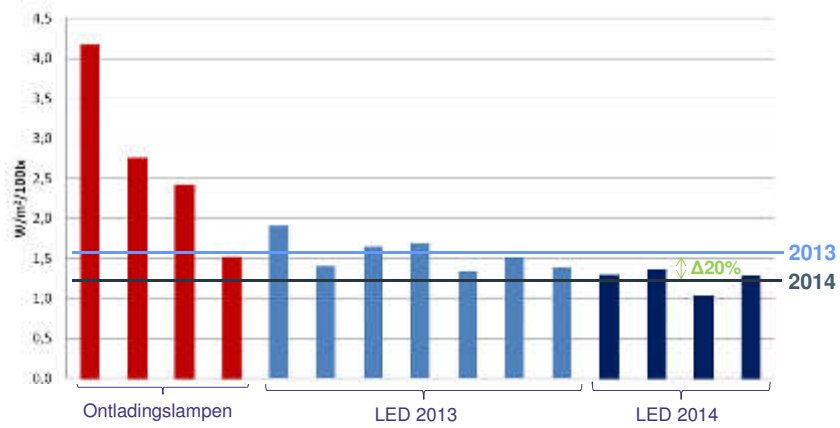


Metingen 2014 : van 90 à 123 lm/W

Metingen 2013

28

## LED-verlichting High Bay



- Betere efficiëntie van de LEDs
- Sterke evolutie op 1 jaar tijd

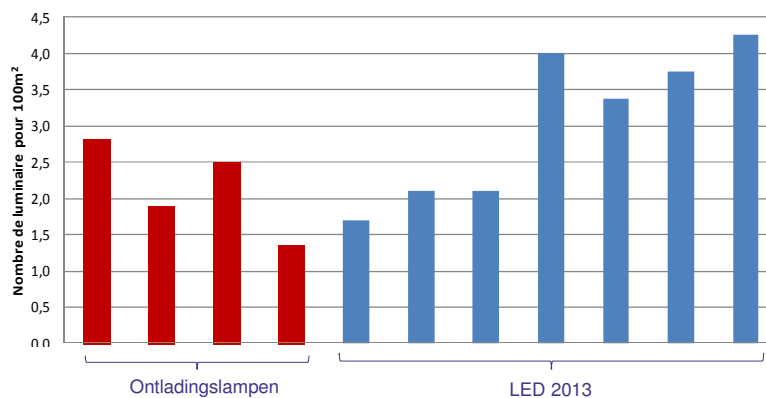


29

## LED-verlichting High Bay



- Opgelast als er meer lichtpunten moeten geplaatst worden!

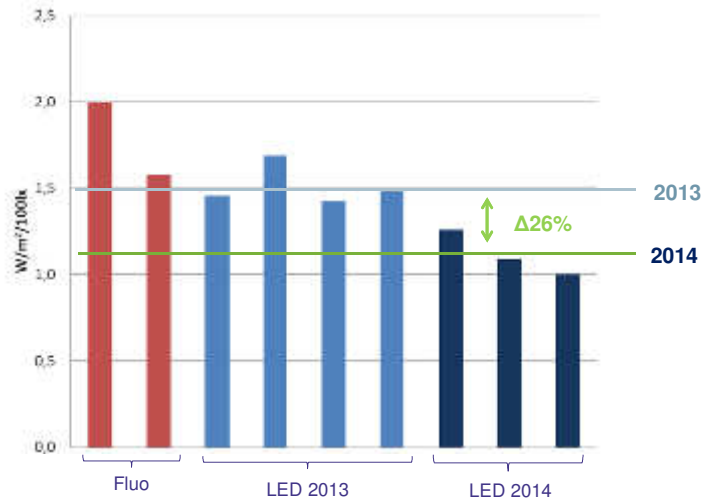


30

## Dichte LED-verlichting



- Interessant want efficiënter dan Fluo-technologie



31

## De normen



32

## CE-markering en ENEC



Conformiteitsverklaring van de fabrikant over:

- De veiligheidsnormen en EMC



Certificatie door een onafhankelijk organisme (SGS, DEKRA,...) van de conformiteit aan:

- De veiligheidsnormen en EMC
- Fabricageproces ISO9001

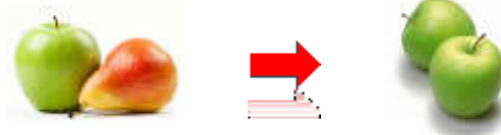
**→Niets over de productprestaties**



33

## De uitdaging om LEDs te meten

**Meten van de door de fabrikanten opgegeven prestaties**



Bron: Philips 2012

- Nood aan normen
- Tot september 2014, enkel de Amerikaanse norm: IES LM-79 - )
- Sinds 1-09-2014 : CIE DIS 025 → EN 13032-4

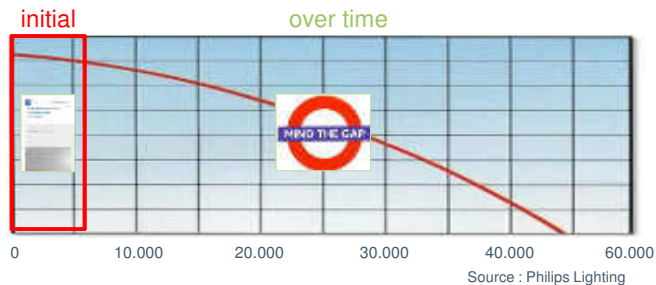


34





## Nieuwe norm over de prestaties IEC62717 & IEC62722 (2014)



Doelstelling:

- Specificatie van de initiële prestaties van LED-verlichting;
- Vertrouwen creëren in LED-producten;

Nieuwe ENEC-markering + voor de prestaties van LED-verlichting



37

## Nieuwe norm over de prestaties IEC62717 & IEC62722 (2014)

Gecontroleerde kwaliteitscriteria:

- 1) Ingangsvermogen ( $W$ );
- 2) Flux ( $lm$ );
- 3) Lichtrendement ( $lm/W$ );
- 4) Distributie lichtintensiteit;
- 5) Kleurtemperatuur (CCT en  $K$ );
- 6) Kleurenweergave-index (CRI);
- 7) Chromatische gegevens (initial and maintained);
- 8) Mate waarin lichtstroom constant blijft



38

## Kwaliteitscriterie na 6000h

- De andere componenten moeten ook bekeken worden ...



39

## Conclusies

**LABORELEC**  
GDF SUEZ

- LED- technologie is potentieel veel efficiënter voor sommige toepassingen
  - ▶ Retrofit lamp spot GU10
  - ▶ Kantoorverlichting
  - ▶ Industriële verlichting
- Nog steeds grote verschillen tussen de prestaties bij verschillende fabrikanten, LED-technologie nog in volle ontwikkeling
- Steeds nagaan of de door de norm opgelegde verlichtingsniveaus gehaald worden
- De keuze om voor LED te kiezen moet gebaseerd zijn op:
  - ▶ Betrouwbare prestatiegegevens (nieuwe normen)
  - ▶ De huidige staat van de verlichtingsinstallatie (oude installatie, nieuwbouw,...)
  - ▶ Een studie over de totale gebruikskost (investering, energie, onderhoud)
  - ▶ Een vergelijking met de beste klassieke technologieën (T5, HID)



40

## Gids Duurzame Gebouwen

[www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be) :

Start pagina > Professionelen > Sector > Gebouw  
(constructie, beheer) > [Praktische handleiding](#)

Of via :

<http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be>



En in het bijzonder :

- ▶ [G WEL03 Zorgen voor visueel comfort dankzij natuurlijk licht](#)
- ▶ [G ENE01 Optimaal gebruik van kunstlicht](#)
- ▶ [G ENE03 Transmissieverliezen beperken](#)
- ▶ [G ENE06 Warmtelasten beperken](#)



41

## Contact

**LABORELEC**  
GDF SUEZ

**Jean-Michel DESWERT**

Fonction : Technology Manager - Lighting

☎ : 02/382.03.67

E-mail : [jean-michel.deswert@laborelec.com](mailto:jean-michel.deswert@laborelec.com)



42



---

## **LED-verlichting, universele wonderoplossing?**

Focus op de LED technologie : toepassingen, evolutie, markt en normalisatie

---

**Guy VANDERMEERSCH,**  
**Institut Belge de l'Eclairage**

Sinds de opkomst en verdere verspreiding van LEDs in steeds meer toepassingsdomeinen, wordt het gamma producten op de markt steeds diverser. Daar waar de verlichtingsproducten van de 20<sup>ste</sup> eeuw zich zeer geleidelijk ontwikkelden (gloeilampen, fluor, ontladingslampen), voltrekt die evolutie zich bij LED op nauwelijks enkele jaren tijd. Het eerste gebouw dat integraal met LED werd uitgerust, dateert nog maar van 2009. Er komen ook een aantal nieuwe fabrikanten op de markt, die wel ervaring hebben met halfgeleiders, maar minder met verlichtingstechnieken. Dit kan aanleiding geven tot een minder gecontroleerde ontwikkeling en zelfs tot minder kwalitatieve uitvoeringen.

De beste LED-producten vertonen, in vergelijking met ontladingslampen, veelbelovende fotometrische kenmerken, samen met een hogere efficiëntie, een vlotte en dynamische controle, een stabiel gedrag en een levensduur die minstens driemaal langer is. We mogen dus gerust besluiten dat deze innovatie wel eens DE verlichtingstechniek van de 21<sup>ste</sup> eeuw zou kunnen worden.

Dankzij de normen kunnen we ook objectieve criteria vastleggen waarmee we deze producten kunnen beoordelen, om zo uiteindelijk te kunnen beschikken over een duidelijke classificatie van te halen prestaties op fotometrisch en elektrisch vlak. Tegelijk moeten er garanties zijn op vlak van veiligheid en betrouwbaarheid van de toestellen en de installaties. Voeg daar nog de noodzaak bij om een gemeenschappelijke terminologie op te stellen voor verlichtingsexperten en elektronicaspecialisten. Een andere uitdaging ligt in de objectieve evaluatie van producten met een levensduur die tot 20 jaar kan oplopen.

Deze presentatie maakt u wegwijs in de verschillende LED-producten die momenteel op de markt zijn (lampen of modules).

De specifieke eigenschappen van deze technologie worden aangetoond via de best mogelijke toepassingen.

Maar er is ook aandacht voor de gebreken en de steeds terugkerende kritieken, zodat u een gefundeerde mening over het LED-vraagstuk kunt opbouwen.

Ook de normalisatie van de producten komt aan bod.

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---

Seminarie Duurzaam Bouwen:

# LUX op energiezuinige stand

5 maart 2015  
Leefmilieu Brussel

## LED-verlichting, universele wonderoplossing?

Focus op de LED-technologie: toepassingen, evolutie, markt en normalisatie

G. VANDERMEERSCH, ir

Ibe-Biv



LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELS INST TUUT VOOR MILIEUBEHEER

## LED-verlichting: in volle expansie



- **LED- technologie** (light emitting diode)
  - Innovatief en altijd in volle ontwikkeling
  - Zeer tastbare vooruitgang in 5 jaar
- **Enkel sterke punten?**
  - efficiënt en energiebesparend
  - nagenoeg onbegrensde levensduur
  - geringe onderhoudskost
  - aangename kleuren
  - koud licht (?)
  - onmiddellijk
  - moduleerbaar
  - biodynamisch
  - ecologisch (zonder Hg)



## LED-verlichting : soms...



### Sommige producten op de markt:

#### Ongelijke kwaliteit

- onvoldoende lichtstroom,
- middelmatige kleur,
- foutieve of overdreven prestatiegegevens
- ontbrekende gegevens en onvolledige labels

#### Teleurstellende plaatsing

- geen aandacht voor fotometrie
- slecht thermisch beheer
- niet aangepaste dimming
- overschatte levensduur



### Nieuwe spelers op de markt met weinig verlichtingsexpertise



## Overzicht



### Focus on LEDs

1. Lampen of Modules
2. Specifieke kwaliteiten
3. Wat onthouden ?
4. Normalisatie van de prestaties





## LED-lampen: Definitie



Lamp:

- **compleet systeem**
- **klaar om onmiddellijk op LS AC of DC aan te sluiten**
- **genormaliseerde voet**
- **gedeclareerde prestaties voor Ta 25°**
- **vervangbaar, maar niet reparerbaar**
- **gebruik door groot publiek**
- **Type i of si (geïntegreerd of semi-geïntegreerd)**



## LED-lampen : Identificatie



Lamp:

- **Wegens gebruik door groot publiek: consument relatief beschermd door ECO-designrichtlijn (EC1194-2012) en Eco-label (EC 874-2012).**
- **In de toekomst zal naast het merk, de spanning en het vermogen, ook de lichtstroom, de IRC en de Tc op de lamp gemarkeerd worden**
- **In principe geen probleem met identificatie**



## Modules LED : Definitie



Type ni : niet-geïntegreerd

Module :

- **stelsel bedoeld om te worden geïntegreerd in een lichtpunt**
  - **vereist toebehoren en een voeding**
  - **met of zonder connector**
  - **gedeclareerde prestaties voor de junctietemperatuur**
  - **eventueel te herstellen en/of te vervangen**
- Een geheel klaar voor gebruik wordt ook een « light engine » genoemd**



Type si of i (geïntegreerd of semi-geïntegreerd)



## Modules LED : Identificatie



Type ni : niet-geïntegreerd

Module :

- **De identificatie kan problematisch zijn**
  - **Geen enkele markeringsplicht als de module wordt gedeclareerd als onvervangbaar**
  - **Indien de module als vervangbaar wordt gedeclareerd, dan noodzakelijke identificatie (label) voor zover het product bestemd is voor niet-professionelen en zichtbaar in de winkel**



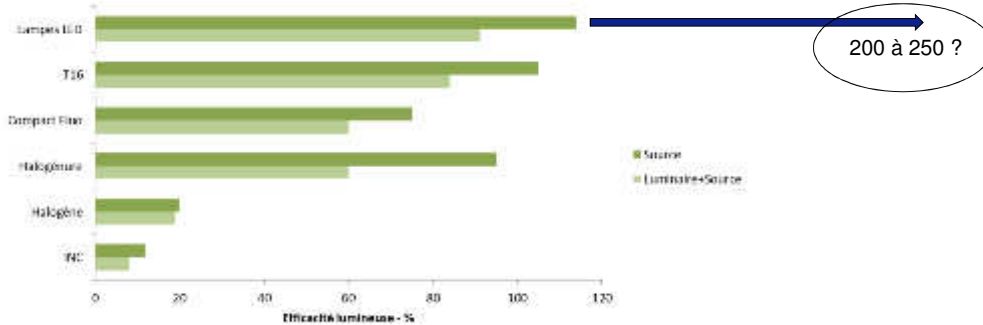
Type si of i (geïntegreerd of semi-geïntegreerd)



## LED : Specifieke kwaliteiten...



### ■ Efficiëntie qua lumen (lm/W)



Alle onderdelen moeten efficiënt zijn – opgelet met gemengde technische gegevens

LED Die	LED Array		Optics		Control Gear	LED Luminaire
110 lm/W	90%	99 lm/W	90%	89 lm/W	90%	80 lm/W
	85%	94 lm/W	60%	56 lm/W	70%	39 lm/W

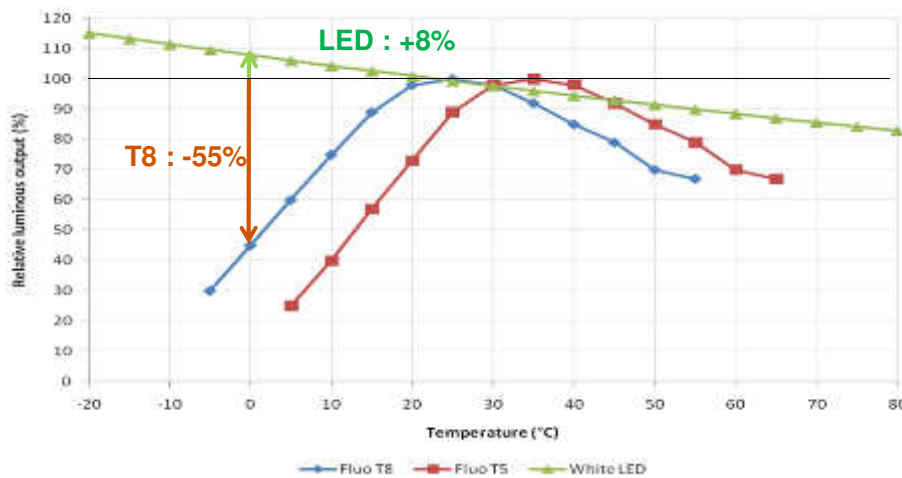


9

## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten...



### Beter lichtrendement bij lage temperatuur



10

## Toepassing: Verlichting van koelkasten



### De verlichting van koel- en vrieskasten via LED-lichttubes



- Beter lichtrendement bij lage temperatuur
- Verminderd geïnstalleerd vermogen  $\Rightarrow$  minder koeling nodig (P geïnst. :-40%)
- Aantrekkelijke « koude » kleur  $\Rightarrow$  hogere verkoop
- Geen UV en IR  $\Rightarrow$  geen aantasting van de voedingswaren



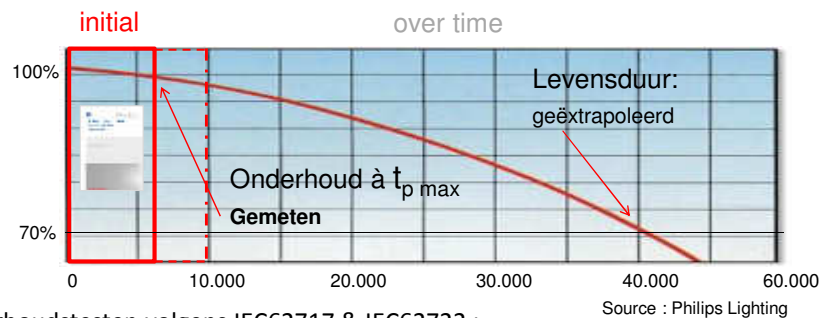
Focus on LEDs – Guy Vandermeersch – IBE-BIV 03-2015

11

## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten...



### ■ Prestatiebeheer en Levensduur



- Onderhoudstesten volgens IEC62717 & IEC62722 :  
Verplichte onderhoudstesten tot 25% van de levensduur maar max 6000h
- De prestaties worden beïnvloed door de temp ter hoogte van de halfgeleider  
Onderhoudstest bij gedeclareerde temp  $t_{p \max}$  (temp afbeelding van de junctietemperatuur max)  
In een lichtpunt moet deze temperatuur gerespecteerd worden
- Nuttige levensduur geëxtrapoleerd op basis van de onderhoudstesten (max 6x)  
Gedeclareerde levensduur van 60000 h vereist een test op 10000 h en  $F_{\text{geëxtrapol. bij 60000 h}} > 70\% F_{\text{initial}}$



12

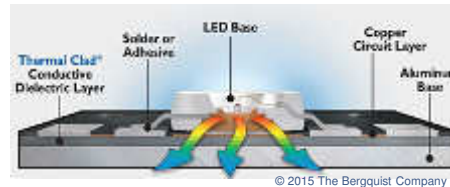
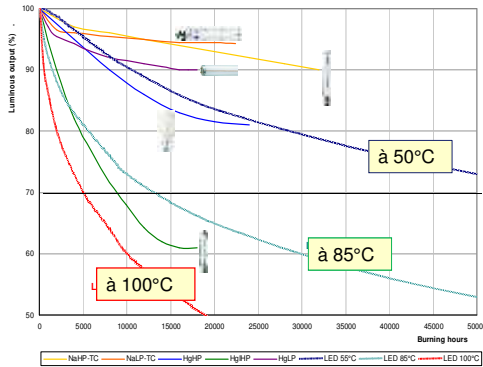
## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten...



### ■ Prestatiebeheer en Levensduur

Zo de LED weinig IR uitstraalt, dan warmt ze op, net zoals elke halfgeleider.

- Het thermisch beheer is dus beslissend voor een hogere efficiëntie en een lange levensduur van de LEDs



• Gradiënt van de lichtstroom : -0.2 à -0.5% / °C

• Oplossingen:

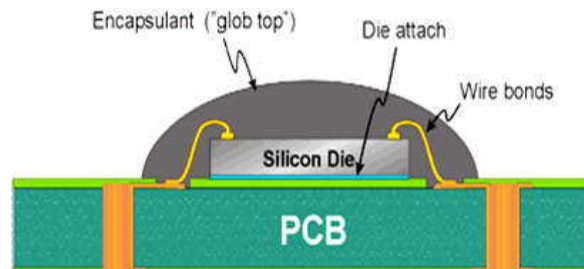
- Conductiviteit van het substraatmateriaal ↗
- Oppervlakte ↗
- Geforceerde ventilatie



## LEDs : Voornaamste gebreken



- Onderbreking van de gouddraad naar de voeding (over-stroom)
- Loskomen van de LED van het substraat
- Fusie van soldure (te hoge temperatuur)
- Opacificatie van de lens door harsen door UV-afgifte
- Chemische reactie tussen de gebruikte solventen in het lichtpunt (contaminatie)



- Defect van de drivers (overspanning, ...)



## LED : Kwaliteit van de prestaties?



### ■ Niet-homogeniteit in het fabricageproces

In eenzelfde productielot kunnen LEDs gevonden worden met verschillende lichtstroom, afwijkende kleuren en eigenschappen qua spanning/stroom!



↓  
**TRI**

- Fabrikanten moeten hun LEDs triëren op vlak van Lichtstroom, Chromaticiteit, Spanning/stroom
- Deze triëring verhoogt de kost, maar is onontbeerlijk om een constante kwaliteit te garanderen



## LED : Binning op vlak van lichtstroom, kleur en spanning

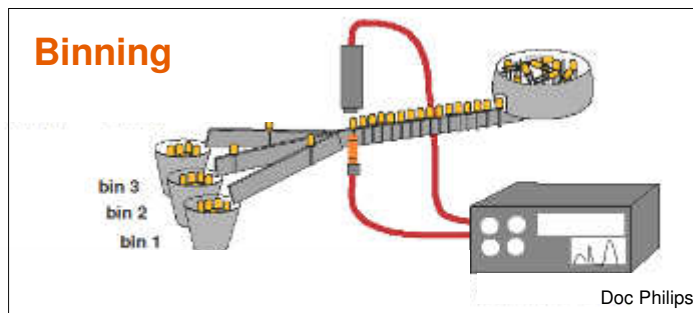


### ■ Niet-homogeniteit in het fabricageproces

In eenzelfde productielot kunnen LEDs gevonden worden met verschillende lichtstroom, afwijkende kleuren en eigenschappen qua spanning/stroom!



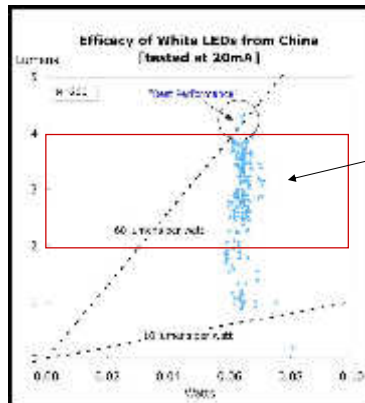
↓  
**TRI**  
Lichtstroom  
Spanning  
Kleur



## LED : Binning op vlak van lichtstroom



Fabrikanten passen eigen criteria toe voor het triëren op basis van de lichtstroom, wat vergelijken bemoeilijkt.  
 Studie: 'bins' klasseren op lichtstroom per progressiestap van 12%



6 bins  
 Decade 1  
 7 à 12

voor  
 Spanning  
 per stap  
 van 250mV

	Decade 1	
7	2,00	2,24
8	2,24	2,50
9	2,50	2,80
10	2,80	3,15
11	3,15	3,55
12	3,55	4,00
13	4,00	4,50
14	4,50	5,00
15	5,00	5,60
16	5,60	6,30
17	6,30	7,10
18	7,10	8,00
19	8,00	9,00
20	9,00	10,0
	Decade 2	
1	10,0	11,2
2	11,2	12,5
3	12,5	14,0
4	14,0	16,0
5	16,0	18,0
6	18,0	20,0
7	20,0	22,4



## Voorbeeld: datasheet Cree



Minimum

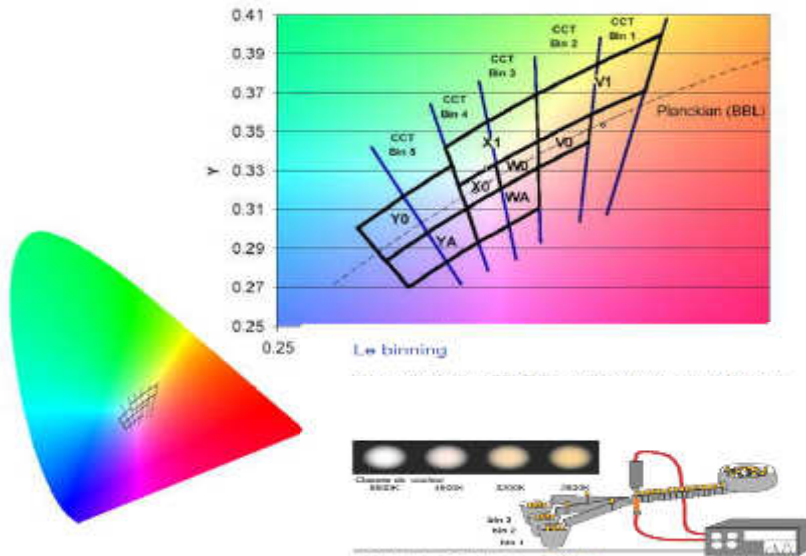
Color	CCT Range		Base Order Codes Min. Luminous Flux @ 350 mA			Calculated Minimum Luminous Flux (lm)** @ 85 °C			Order Code
	Min.	Max.	Group	Flux (lm) @ 85 °C	Flux (lm) @ 25 °C*	700 mA	1.0 A	1.5 A	
Cool White	5000 K	8300 K	R3	122	138	223	297	402	XPGBWT-L1-0000-00F51
			R4	130	147	237	316	429	XPGBWT-L1-0000-00G51
			R5	139	158	254	338	458	XPGBW1-L1-0000-00H51
			S2	148	168	271	360	488	XPGBWT-L1-0000-00J51

<b>R3</b> Av : 126 lm	<b>R4</b> Av : 135 lm	<b>R5</b> Av : 144 lm	<b>S2</b> Av : 153 lm
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

122 lm      130 lm ↔ 139 lm      148 lm      157 lm



## LED : Binning op vlak van kleur



## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten : lichtstroom ...



- Een individuele LED heeft een laag vermogen

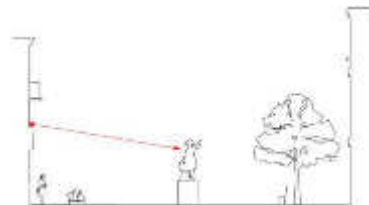
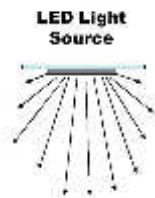
Om een voldoende lichtstroom te bereiken, moeten er meerdere LEDs in de module geïntegreerd worden



- Lichtstroom nog gericht



1W



LED-technologie goed voor accentverlichting (ook door zijn geringe volume)  
LED-technologie goed voor verlichting van gebouwen en gevels





## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten ...



- **Zwakke en gerichte lichtstroom ook nuttig voor autonome noodverlichting**

Bij een klassieke noodverlichting met TL (8 of 13W) moet de lamp gedimd worden, met een netto verminderde efficiëntie tot gevolg



- **Gerichte monochromatische lichtstroom**

LED-technologie is ideaal voor verkeerslichten en bij auto's

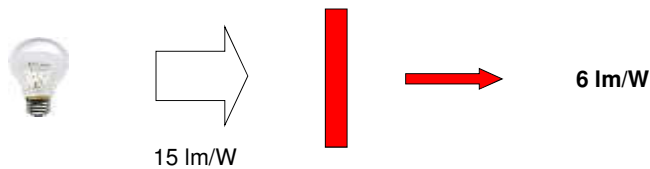


## LED : gekleurde monochromatische lichten



- verhoogd rendement voor kleurtoepassingen
- belangrijke energiebesparing

*Om op de klassieke manier gekleurd licht te produceren:  
witte lichtbron + filter:*



*LED maakt onmiddellijk de kleuren aan:*



*Voor groen licht valt de balans nog voordeliger uit (8/1)*



## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten...



- **Combinatie van gerichte lichtstroom**

Door meerdere modules te combineren in verschillende oriëntaties:

- zeer goede fotometrische resultaten
- licht bereikt de plaatsen waar ze vereist is



LED-technologie heeft vele toepassingen voor de openbare verlichting

- **De veelheid aan LED-modules in één armatuur, kan het esthetisch effect verhogen**



## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten...



- **LED-buislampen als substitutie**

Kan een energiebesparende oplossing vormen.

Sommige LED-tubefabrikanten respecteren de regels niet qua uitwisselbaarheid met TL: **bij een gegeven lengte van de buis, een gelijkwaardige lichtstroom**

Meer nog, de verdeling van de lichtstroomintensiteit is sowieso meer gericht en dus afwijkend van een klassieke TL-buis



### 2 voorwaarden:

1) De buislamp beantwoordt aan de veiligheidseisen van de norm

**IEC 62776 - 2014 : Double-capped LED lamps designed to retrofit linear fluorescent lamps – Safety specifications**

2) De installatieberekening, gebaseerd op de fotometrische gegevens van de buislamp, tonen aan dat de toekomstige verlichting beantwoordt aan de eisen uit de norm **EN 12464 - 2011 : Light and lighting - Lighting of work places voor dat type lokaal.**

**Bij een eenvoudige re-lamping, zonder herberekening**

noodzakelijk om ter plaatse de minimale niveaus qua lichtniveau en uniformiteit na te gaan



## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten...



- Palet aan lichtstroomsterktes
- Palet aan diverse Tc (Kleurtemperatuur) en CRI (Color Rendering Index)
- Palet aan gekleurde lichten (Leds RGB)

- **Onmiddellijke verlichting**

Een LED bereikt zijn nominale lichtstroom in minder dan 0,1 msec  
(gloeidraadlamp = 200 msec ; fluo lamp = 30 sec tot 2 minuten)

Maakt animaties met licht mogelijk: dynamisch licht

- **Gemakkelijke dimming met aangepaste dimmer**

- **Biodynamische verlichting**

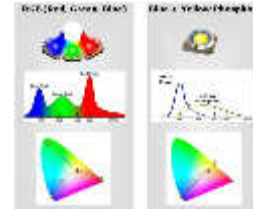
Licht is niet enkel een visueel gegeven. Ze heeft ook biologische effecten.  
Het kleurenpalet maakt het mogelijk lichtscenario's te ontwikkelen qua kleur en intensiteit die een heilzame invloed kunnen hebben op de mens.

Toepassingsdomeinen: kantoren, scholen, ziekenhuizen, rusthuizen

*Cfr Brochure Lighting Europ sur Human centric lighting et Journée d'études IBE 2014.*

- **LED-technologie introduceert het concept Smart lighting**

Een goed begrip van dit concept vormt de grote uitdaging van de verlichtingsinstallateurs



## LED-verlichting : Specifieke kwaliteiten...



- Verhoogde mechanische weerstand tegen schokken en trillingen

*Bestaat in gesloten versie*



Doc Osram

- Geen uitstraling van UV of IR
- Straalt in blauw spectrum (witte led met fosfor): **Blue hazard**
- Bevat geen mercurium  
Weinig gevaarlijk afval in vergelijking met een fluorescentielamp  
Maar bevat toch geringe hoeveelheden Arsenicum, fosfor.

- *Indium / Gallium : - beperkte wereldproductie  
- zorgt voor opwaartse druk op de prijzen*



## Conclusies : Wat te onthouden



- De LED-technologie biedt energie-efficiënte oplossingen, economisch in het gebruik en kan ook een netto meerwaarde bieden aan de gebruiker via domotica
  - voor signalisatie en accentverlichting
  - meer en meer ook voor algemene en functionele verlichting
- LED-technologie biedt een intelligente verlichting (human centric lighting)
- De keuze om over te gaan op de LED-technologie moet gebaseerd zijn op:
  - Betrouwbare en vergelijkbare gegevens over de prestaties (volgens de norm)
  - De huidige staat van de verlichtingsinstallatie (nieuw of oud, moeilijkheid om te vervangen...)
  - Een vergelijking met de beste klassieke technologieën (T5, HID)
  - De werkelijke verwachte levensduur van de installatie (thermisch beheer!)
  - TCO-studie van het gebruik (investering, energie, onderhoud)
  - Moeilijkheid om een nieuwe, al dan niet al bewezen, technologie in te voeren, in het bijzonder als deze ook een digitaal beheer vereist
- Er bestaan grote afwijkingen in prestaties tussen de fabrikanten
- Dus steeds nagaan of de door de norm vereiste lichtniveaus gehaald kunnen worden
- De technologie evolueert permanent, dus gegevens up to date houden



27

## LED : Nood aan gestandaardiseerde informatie



**Elke fabrikant geeft resultaten volgens de eigen specificaties**

→ **Regels noodzakelijk**

Nood aan overeenkomsten voor elke technische of commerciële toepassing, waarbij de spelregels worden vastgelegd, met een overeengekomen terminologie.

- Regels voor verlichtingsprofessionelen
- Regels voor de consumenten, focus op betrouwbaarheid
- Regels voor publieke overheden
- Regels om het vrij verkeer van producten mogelijk te maken



→ **Normen en reglementen**



Focus on LEDs – Guy Vandermeersch – IBE-BIV 03-2015

28

## Normalisatie van LED producten



LED chip	Toebehoren LED	Lamp LED	Module LED	Armatuur LED
<b>Veiligheidsnormen:</b>	<b>IEC 61347-2-13</b> <b>IEC 62386-207</b>	<b>IEC 62560-2011</b> <b>IEC 62776- 2014 (TL)</b>	<b>IEC 62031</b>	<b>IEC 60598-1</b> <b>&amp; Parts 2</b>
<b>Milieunormen:</b>	<b>IEC 61000-3-2-Har</b> <b>IEC 61547-EMC</b>	<b>IEC 62471-2 – Photobiological safety</b>		
<b>Normen mbt prestaties:</b>	<b>IEC 62384</b>	<b>IEC 62612- 2013</b>	<b>IEC 62717 - 2014</b>	<b>IEC 62722-2-1- 2015</b>

Normen IEC ook omgezet naar EN maar rekening houdend met Europese richtlijnen



## IEC 62717: LED-Modules (EN 62717 in voorbereiding)



### Mandatory marking

Location of marking (X:required, -: not required)

Parameters to be declared	Product	Packaging	Product datasheets, leaflets or website
a) Rated luminous flux (lm)	-	X	X
b) Photometric code (* under consideration)	-	X	X
c) Rated life (h) and the associated rated lumen maintenance (x)	-	X	X
d) Failure fraction ( $F_v$ ), corresponding to the rated life	-	X	X
e) Lumen maintenance code	-	-	X
f) Rated chromaticity co-ordinate value			
g) Correlated colour temperature (K)			
h) Rated Colour Rendering Index			
i) $t_{p,max}$ of LED module ( $^{\circ}$ C)			
j) $t_p$ -point			
k) Ageing time (h), if different to 0 h			
l) Ambient temperature range			
m) Efficacy (lm/W)			
n) Dimensions, including dimensions			
o) Availability of a heat sink			
Luminous intensity, beam and peak intensity, if applicable	-	-	X

**Prestaties moeten gedeclareerd worden**

**- in beginwaarden**

**- in bereikte waarden bij 6000h**

of bij 25% van de levensduur als < 6000h

De bereikte waarde is geen indicatie van de reële levensduur



## IEC 62717: LED-Modules (EN 62717 in voorbereiding)



### Mandatory marking

Location of marking (X:required, -: not required)

Parameters to be declared	Product	Packaging	Product datasheets, leaflets or website
a) Rated luminous lux (lm)	-	X	X
b) Photometric code (* under consideration)	-	X	X
c) Rated life (h) and the associated rated lumen maintenance (x)	-	X	X
d) Failure fraction ( $F_v$ ), corresponding to the rated life	-	X	X
e) Lumen maintenance code	-	-	X
f) Rated chromaticity co-ordinate values			
g) Correlated colour temperature (K)			
h) Rated Colour Rendering Index			
<b>i) <math>t_{p\ max}</math> of LED module (<math>^{\circ}</math> C)</b>			
<b>j) <math>t_p</math>-point</b>			
k) Ageing time (h), if different to 0 h			
l) Ambient temperature range			
m) Efficacy (lm/W)			
n) Dimensions, including dimensional to			
o) Availability of a heat sink			
Luminous intensity, beam and peak intensity, if applicable	-	-	X

**Alle prestaties moeten worden uitgedrukt bij een gedeclareerde  $t_{p\ max}$**

Het meetpunt moet worden aangegeven.

**De onderhoudstesten bij deze temperatuur.**

De fabrikanten van verlichtingsarmaturen waken er over dat, bij omgevingstemperatuur, de ingebouwde modules deze temp niet overschrijden



## IEC 62717: LED-Modules (EN 62717 in voorbereiding)



Performantiecriteria	Eisen mbt gedeclareerde waarden (voor elke module)
Lichtstroom (lm)	$> 90\% F_{nom}$
Vermogen (W)	$< 110\% P_{nom}$
Lichtopbrengst (lm/W)	$> 90\% \eta_{nom}$
Distributie van de lichtsterkte (cd) Openingshoek en piek lichtsterkte	volgens declaratie van de fabrikant (toleranties - studie)
Kleurtemperatuur (K)	in de gedeclareerde tolerantieklasse (4 klassen)
Index kleurenweergave: Ra	$> (Ra_{nom} - 3)$ $> (Ra_{nom} - 5) \text{ à } 6000h$
Onderhoudsfactor bij 6000h* voor Tp (Temp max voor goede prestaties)	in de gedeclareerde depreciatieklasse (3 klassen) – test à 2000h voor $\approx$ producten
Levensduur	L70 – test u.c.

\* 25% gedeclareerde levensduur – 6000h max



## IEC 62717: LED-Modules : performantiecodes



CRI	Code	Lumen maintenance (%)	Code 6000h
87 - 96	9	≥90	9
77 - 86	8	≥80	8
67 - 76	7	≥70	7

### Tolerance on rated chromaticity coordinate values

Size of MacAdam ellipse, centred on rated colour target	Colour Variation Category	
	initial	maintained
3-step	3	3
5-step	5	5
7-step	7	7
>7-step ellipse	7+	7+

### Photometric Code : 830/ 359 (example)

CRI	CCT			X,y (spread)		Maint.
77	3020 K			initial	maintained	92%
8	3	0	/	3	5	9



## Interessante websites – Contact



- Belgisch Instituut voor Verlichtingskunde : [www.ibe-biv.be](http://www.ibe-biv.be)
- Voor de normalisatie van toepassingen (rubriek Div3) : [www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)
- Voor de normalisatie van producten (rubriek TC34) : [www.cei.ch](http://www.cei.ch)
- Voor de EN-normalisatie (TC169): [www.cen.eu](http://www.cen.eu)
- Leefmilieu Brussel: [www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be)  
en meer in het bijzonder:
  - ▶ <http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be>  
<http://www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=32600&langtype=2067>

Contact:

**Guy Vandermeersch**

E-mail : [guyvdm@scarlet.be](mailto:guyvdm@scarlet.be)







---

## **Beheer van de verlichting en aandachtspunten bij het onderhoud**

### Technische aspecten van de beheerssystemen en het onderhoud

---

**Arnaud DENEYER,**  
**C.S.T.C.**

Meer en meer winnen de beheerssystemen voor verlichting aan belang, zodat het visueel comfort binnen een gebouw kan worden gekoppeld aan energiebesparing.

Deze presentatie focust op het beheer en de sturingen, zowel op het vlak van de input (sensoren : aan- of afwezigheid, daglicht) als op het vlak van de communicatie (analoog of digitaal signaal, DALI-protocol).

In het bijzonder wordt ook aandacht besteed aan het uitwerken van een managementstrategie. Het voorstel wordt geïllustreerd aan de hand van verschillende voorbeelden.

Verder gaat de uiteenzetting ook dieper in op recente evoluties, zoals 'Power over Ethernet' en draadloze communicatie.

We zetten ook de aandachtspunten voor dit beheer, waarmee een ontwerper moet rekening houden om een gebalanceerde keuze te maken vanuit het oogpunt van het visuele comfort en de energiebesparing, op een rijtje.

En als een rode draad doorheen de presentatie, wordt ook steeds de nodige aandacht besteed aan de onderhoudsvereisten van deze systemen.

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---

Seminarie Duurzaam Bouwen :

# LUX op energiezuinige stand

5 maart 2015  
Leefmilieu Brussel

**Beheer van de verlichting en aandachtspunten bij het onderhoud**  
Arnaud DENEYER  
Labo Licht - Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf



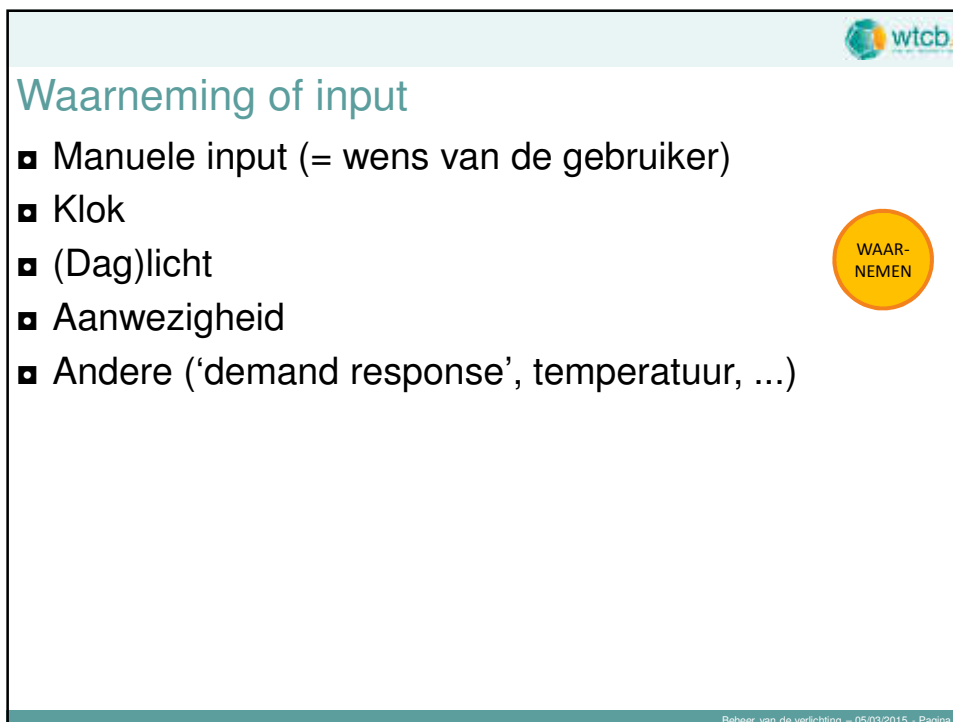
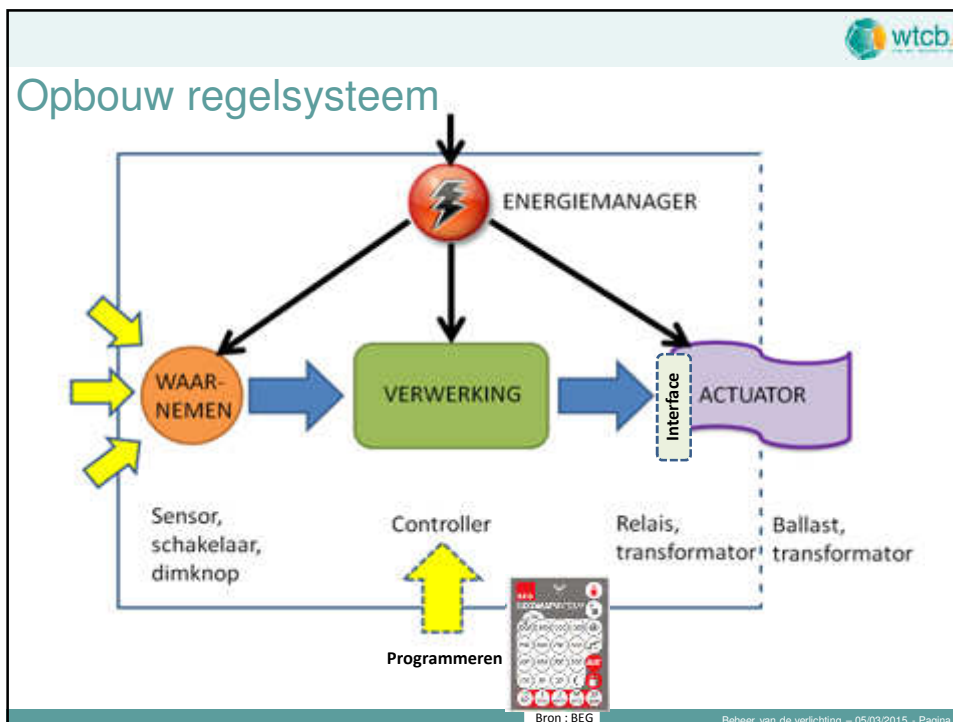
LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELE INSTITUUT VOOR HET MILIEU-EN-ENERGIEBEHEER

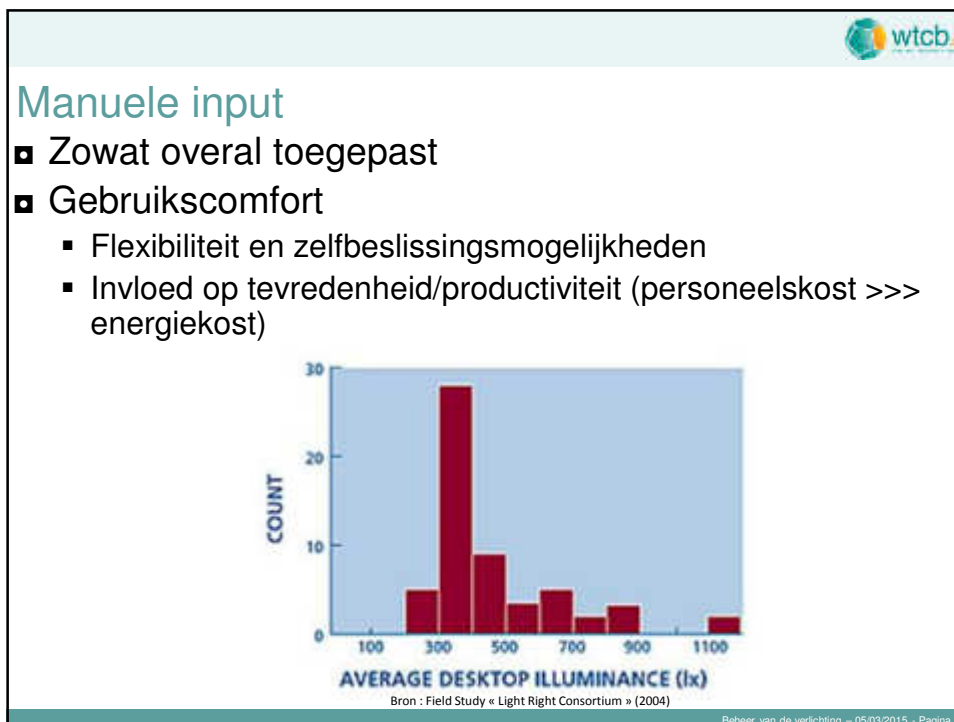


## Definitie regelsysteem

*Een regelsysteem voor kunstverlichting is een component of een verzameling van componenten die op basis van één of meerdere parameters de toestand van (een deel van) de kunstverlichting bepaalt.*

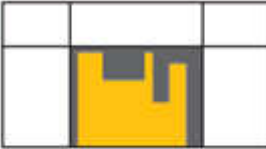
Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 2






## Manuele input


- Energiebesparing
  - Via dimmen of schakelen
  - In functie van taak
  - Ook in functie van aanwezigheid of daglicht
- Sensibilisering



6:00u - 18:00u  
Bron : ETAP




Bron : HU2







Schakel mij uit  
wanneer u weggaat !  
laten we energie besparen

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 6





## Manuele input



- Drukknop: schakelen (evt. dimmen)
 

Bron : HU2
Bron : Steinel
Bron : EnOcean
- Draaiknop of gelijkaardig: dimmen (+ schakelen) (+ evt. Kleur)
 





Bron : Niko
Bron : Philips
- Afstandsbediening of bedieningspaneel
 

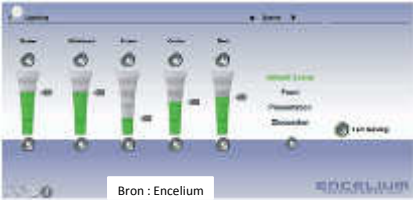
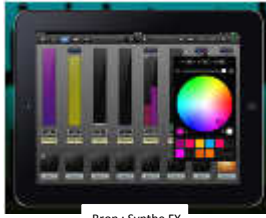
Bron : Osram
Bron : Schneider EI

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 7



## Manuele input

- Meer geavanceerd
  - Off the shelf PC, iPad, Smartphone, ...
 

Bron : Encelium
Bron : Synthe FX

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 8

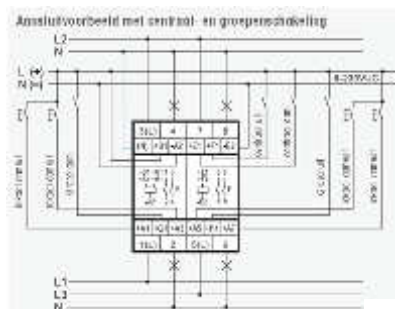
## Manuele input – plaats van de actuator

- Ingewerkt in wanddoos
  - Met bedieningsknop in één
  - Bedieningsknop (off the shelf) apart



## Manuele input – plaats van de actuator

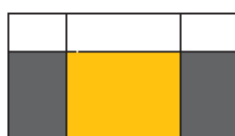
- In de schakelkast: teleruptor op DIN-rail
  - ‘Eenvoudige’ domotica – de eerste bouwsteen
  - Geen rechtstreekse verbinding tussen schakelaar en lichtbron
  - Bediend via laagspanningslijn (bv. drukknoppen)
  - Voordelen
    - Flexibiliteit
    - Minder plaatselijke plafonddoorboringen
    - Extra mogelijkheden (centrale of groepsschakelingen – ‘alles uit-schakelaar’)



## Input via een klok

### ■ Verlichting schakelen op welbepaalde ogenblikken

- (Semi-)absolute tijdstippen:
  - wanneer schakeltijd voorspelbaar is: kantoor, musea, inkomhall, ...
  - (inbraak)veiligheid: aanwezigheidssimulatie, gedeeltelijke gangverlichting
  - Andere toepassingen: bv. Reclamepanelen



6:00u - 18:00u

Bron : ETAP



## Input via een klok

### ■ Verlichting schakelen op welbepaalde ogenblikken

- Relatieve tijdstippen:
  - ruimten die korte tijd worden gebruikt: trappenhuis, gangen, ...
  - in combinatie met andere input zoals aanwezigheidssensor (tijdsvertraging)





## Kloksturing – Absolute tijdstippen

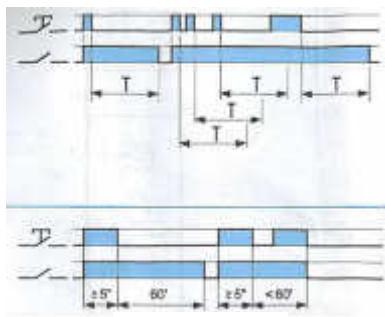
- Analoge of digitale klok, verlichting aan- of uitschakelen op bepaalde tijdstippen
- 'sweep': uitschakelpuls (in combinatie met manuele override in twee fases)
- Technologische evoluties:
  - Digitaal vs analoog (gebruiksgemak + flexibiliteit + verbruik)
  - Automatische winter- en zomertijd
  - DCF77 klok (met antenne)
  - Astronomische klok (zonsopgang en -ondergang)



g – 05/03/2015 - Pagina 13

## Kloksturing – Relatieve tijdstippen

- Teller die zorgt voor tijdsvertraging na een andere actie
- 'zuivere' toepassing is het trappenhuisautomaat
  - Meestal in de schakelkast (relais bedienbaar met drukknop)
  - Manuele override (kuisploeg)
    - Mechanisch in schakelkast
    - via drukknop-combinatie en eindig (bv. 1 uur)



Bron : Finder

Beheer: va

ina 14



## Gebruik van klok – Voorbeeld van een veegpuls

- 2 bevelen : om 19h00 en om 21h00
- 2 strategieën :
  - Alles uit - veegpuls (kantoren)
  - 2 op 3 armaturen uitschakelen - alternerend (gangen)



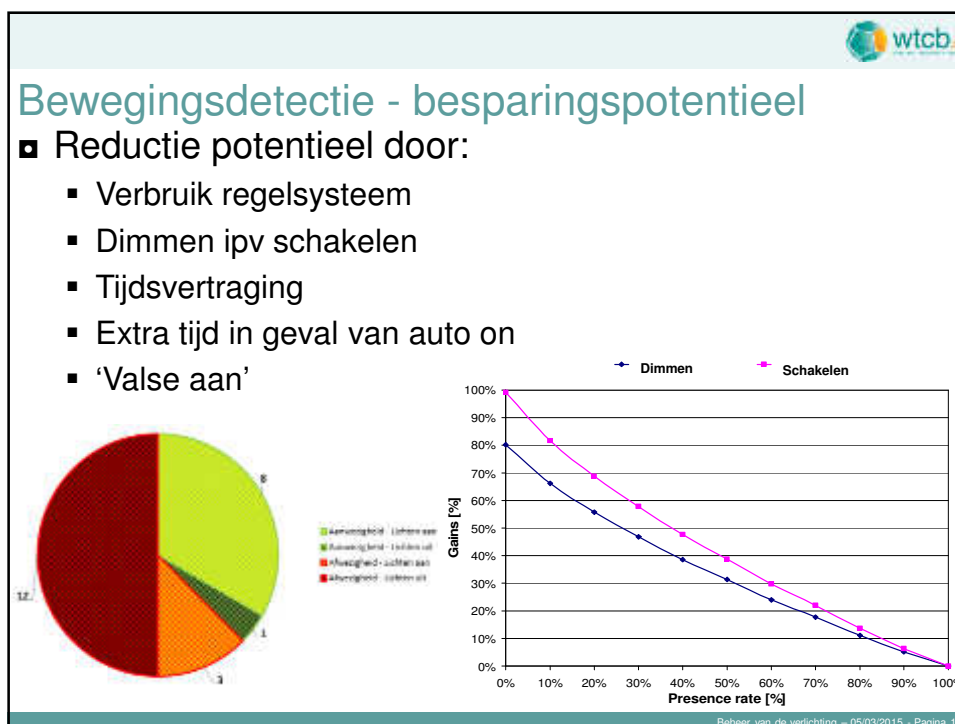
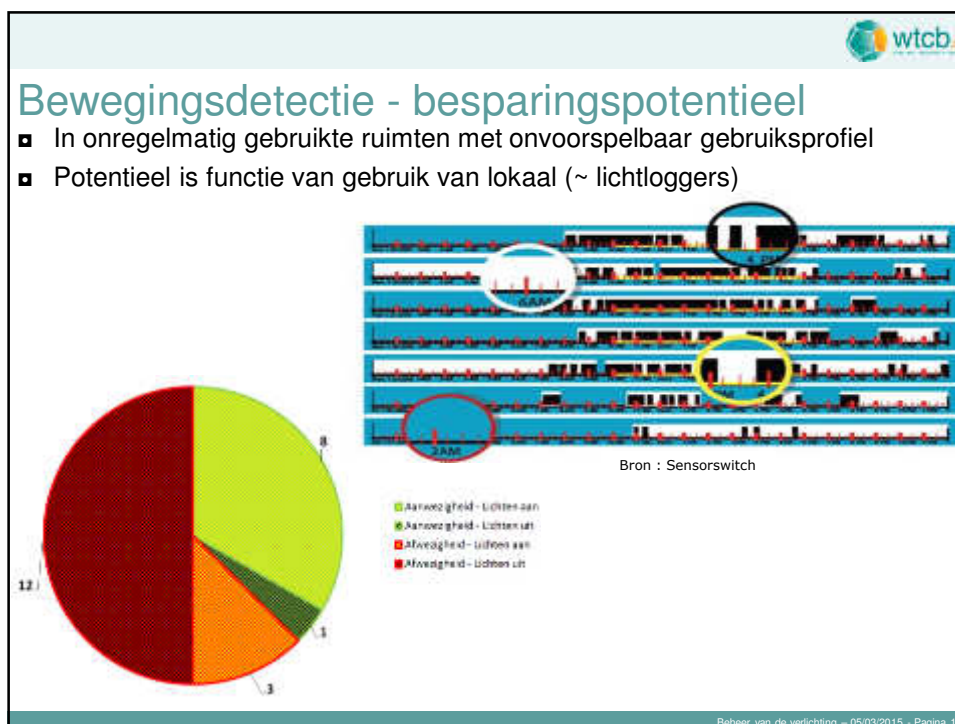
## Input – Aanwezigheidsdetectie

- Op basis van de werkelijke aanwezigheid
  - Variabel aan-/uit-schema
    - Aan de hand van “beweging”-detector
    - Technisch is het aanwezigheidsdetectie (maar verwarring met promotionele naam van auto aan/auto uit)
- Toepassingen
  - Energiebesparing
    - Verschillende regelkeuzes
      - Automatisch of manueel
      - Aan of uit
    - Hoogste potentieel: manueel aan/auto uit (= “afwezigheidsdetectie”)
  - Bewegingsmelding/inbraakveiligheid



6:00u - 18:00u

Bron : ETAP






## Bewegingsdetectie – Verschillende technologieën

- PIR
- Ultrasoon
- Microfoon
- Microgolven (hoge frequentie)
- Combinaties (dual technology)
- Andere (light barriers, biometrie, ...)








Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 19







## Bewegingsdetectie – Vermijden valse aan en uit

- Dual Technology sensor
- Combinatie van twee types, meestal PIR met US, microgolf of microfoon
- Comfort + energiebesparing
- Regelprincipe:



		Als lampen uit staan:	
		US: Afwezig	US: Aanwezig
PIR:	Afwezig		
	Aanwezig		

		Als lampen aan staan:	
		US: Afwezig	US: Aanwezig
PIR:	Afwezig		
	Aanwezig		

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 20

## Bewegingsdetectie - combinaties

- Met manuele schakelaar
  - manueel on en auto off (hoogste potentieel)
  - manueel off override (verduistering)
- Met lichtsensor




## Bewegingsdetectie - Voorbeeld

- Manueel of auto on + auto off
- Belangrijke energiebesparing maar sterk afhankelijk van geval tot geval

Office number		Economy
226	1 pers.	85%
227	1 pers.	54%
230	1 pers.	37%
230a	1 pers.	37%
232	1 pers.	56%
237	2 pers.	24%
238	2 pers.	42%
<i>Global</i>		46%





## Input - Lichtsensor

- Technologie:
  - **Fotoweerstand (LDR - CdS)**
    - Lagere weerstand bij meer licht
    - CdS ~ menselijk oog
    - 'Geheugengedrag'
  - **Fotodiode (Si)**
    - Stroom in functie van invallende fotonen
    - Versterker
    - Filter om menselijk oog te 'simuleren'

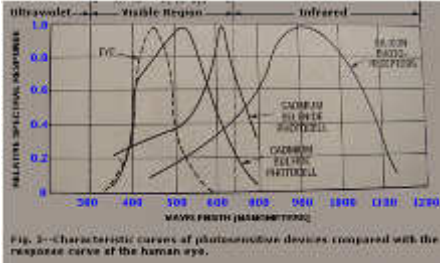



Fig. 2 - Characteristic curves of photosensitive devices compared with the response curve of the human eye.

Bron : Photosensitivity devices, R. Marston and Tony Van Roon

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 - Pagina 23



## Input - Lichtsensor

- Toepassingen
  - Dimmen in functie van daglichttoetreding
  - Aan wanneer buiten donker (~ kloksturing) = schemerschakelaar
  - In combinatie met aanwezigheidsdetectie
  - Constante verlichtingssterkte regeling

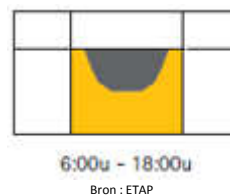
Beheer van de verlichting – 05/03/2015 - Pagina 24


## Lichtsensoren - Daglichtregeling

- **Daglichttoetreding bevorderen:**
  - Het "beste" licht (spectrum, kleurtemperatuur, kleurweergave)
  - Duurzaam en gratis
  - Energie besparen door een deel van het kunstlicht te compenseren
- **Ook opletten:**
  - Verblinding → verduistering
  - Zonnewinsten → zonnewering

## Lichtsensoren – Daglichtregeling

- **Compensatie voor daglichttoetreding**
  - Kunstlicht dimmen (of schakelen) om resulterend op gewenste verlichtingssterkte uit te komen
- **Toepassingen: lokalen met**
  - Voldoende daglicht
  - Voldoende gebruiksuren (lokaal + verlichting) tijdens de dag










## Lichtsensoren – Daglichtregeling

- Verwerking signaal op twee manieren
  1. Open loop
    - kijkt naar buiten (luminantie venster) of meet buitenverlichtingssterkte
    - Opgelet met tegenoverliggende gevelelementen, veranderende bodem (sneeuw, beton), zonnewering

**Open Loop**



Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 27



## Lichtsensoren – Daglichtregeling

- Verwerking signaal op twee manieren
  2. Closed loop
    - ‘ziet’ ook de invloed van de kunstverlichting
    - voordeel: ook ‘constante verlichtingssterkte’ (zie verder)
    - opgelet met reflectie op taakoppervlak
    - speciaal geval: voeding via ballast (evt. via clips op lamp)






Bron : Philips




Bron : R. Delvaeye (studiedag TETRA daglichtregelsystemen, 2014)

**Closed Loop**



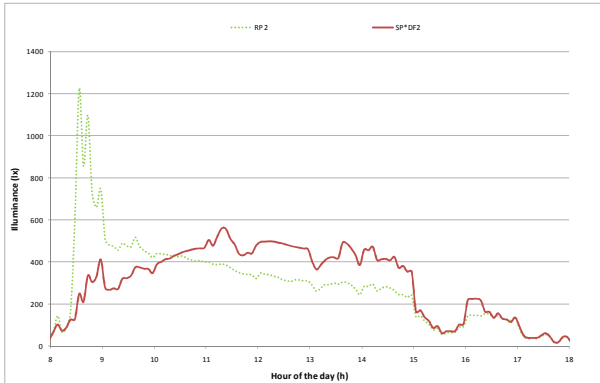
Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 28





## Lichtsensoren - Daglichtregeling

- ▣ Altijd de gewenste verlichtingssterkte = illusie!
- ▣ Uitgangspunt = constante verhouding signaal detector en verlichtingssterkte op taakoppervlak
- ▣ Concreet voorbeeld (open loop)



-----  
Werkelijke verlichtingssterkte

—————  
Veronderstelde verlichtingssterkte door de sensor

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 29

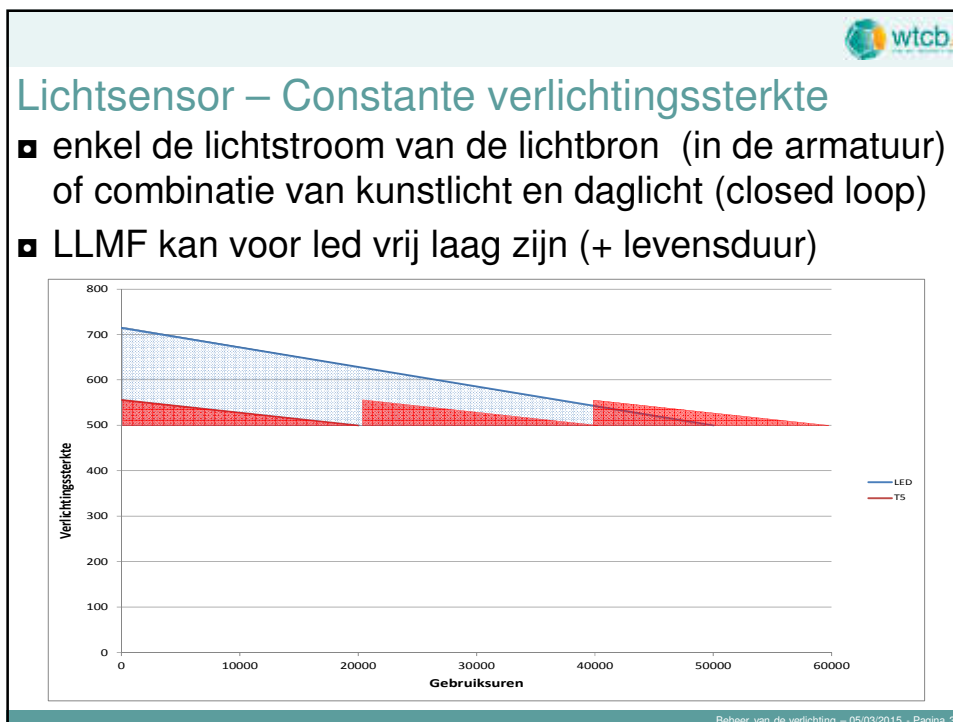
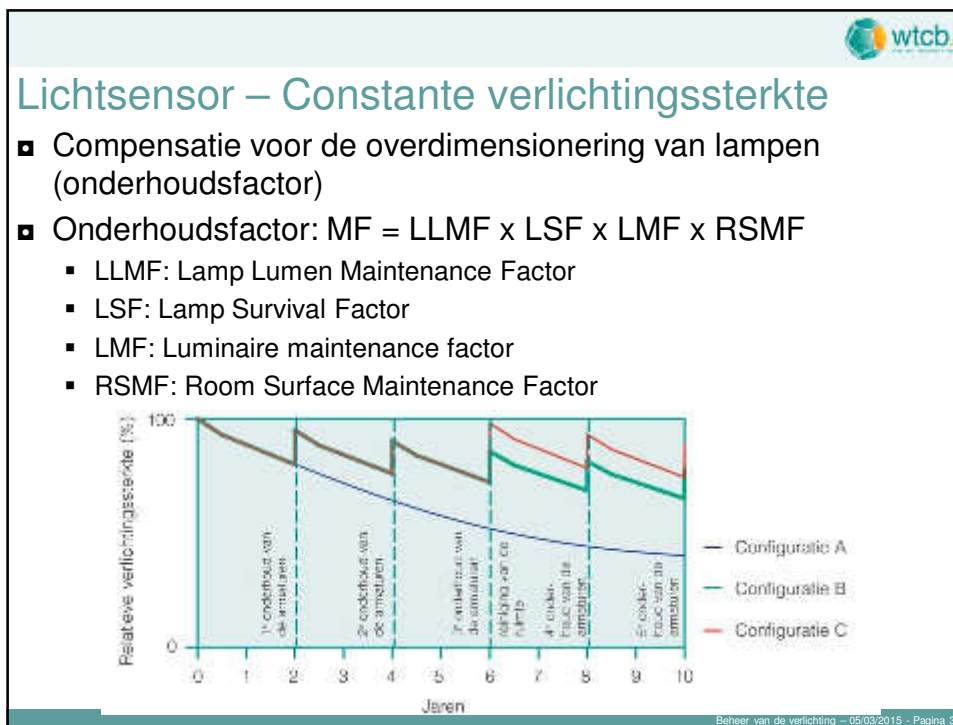



## Lichtsensoren – Combinatie met bewegingsdetector

- ▣ Buitentoepassing ('bewegingsmelder')
  - Verlichting aan indien beweging en donker
  - Na tijdsvertraging uit
- ▣ Binnentoepassing ('Aanwezigheidsdetectie')
  - Verlichting aan indien aanwezigheid en onvoldoende daglicht
  - Uit van zodra voldoende daglicht of voldoende lang afwezigheid (tijdsvertraging)



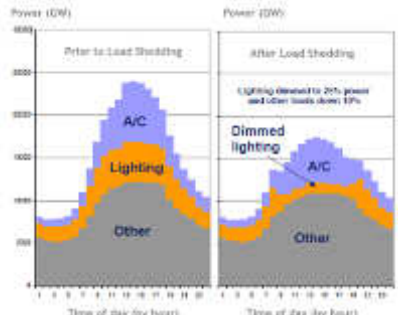
Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 30





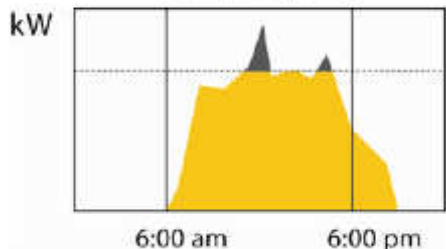
## Andere

- Pieklastbeperking (of andere informatie van een smart meter) – demand response
- Temperatuur (beperken koellast)



Power (kW)

Time of day (by hour)




Demand response

kW

6:00 am 6:00 pm


Bron : Encellum, ETAP

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 33




## Signaalverwerking - Architectuur

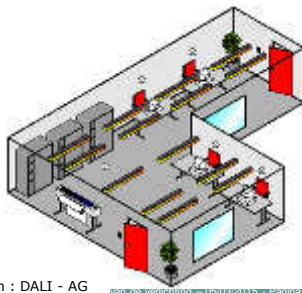
- Verschillende gradaties in opbouw systeem
  - Per armatuur (bv. closed loop sensor)
  - Per groep armaturen (zone)
  - Per lokaal
  - Per verdiep



Bron : DALI - AG



Bron : DALI - AG



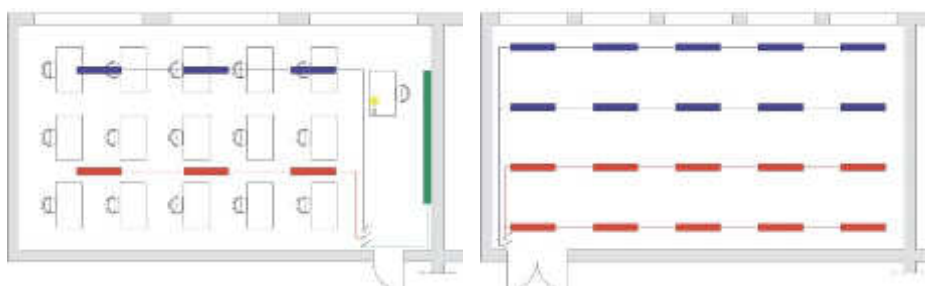
Bron : DALI - AG

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 34

## Zonering – groepering van armaturen

### Voorbeelden

- Kloksturing gang kantoorgebouw: slechts 2 armaturen op 3 uitschakelen
- Enkel de armaturen dichtbij het raam voorzien van dimming in functie van licht



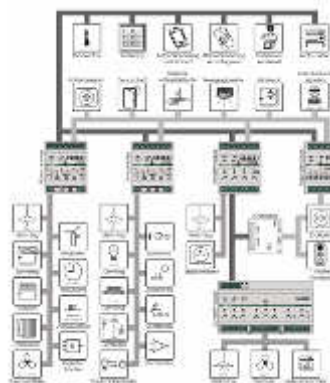
Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 35

## Centraal systeem

- Meerdere armaturen gekoppeld aan een groot netwerk met centrale processor en potentieel groot aantal inputs
- Eventueel koppeling met andere systemen (HVAC, alarm) → domotica, BMS (Building Management System)




Bron : DALI - AG







Bron : Luxom

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 36




## Communicatie

- Naar Ballasten of LED-stuurapparaten, in principe:
  - Powerline (fasesnijding)
  - Analooq 1-10 V (of 0-10 V)
  - Digitaal DALI of DMX (uitzonderlijk)
  - Speciale gevallen
- Naar andere actuatoren of via interfaces
  - BMS (Building Managemet System)
    - KNX
    - BACnet
    - Lonworks
    - Nikobus
  - Geavanceerde verlichtingssytemen
    - Greenbus (Excellum)
  - Draadloze systemen

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 37



## Regelsystemen – waarom?

- Energiebesparing
  - Lager energieverbruik (kWh)
  - Lagere pieklast (kW)
- Gebruiksgemak
  - Vrijheid/flexibiliteit
  - Dynamisch licht
- Esthetiek
  - Architecturale verlichting
- Veiligheid en beveiliging
- Onderhoud

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 38

## Energiebesparing

### ■ Enkele cijfertjes

- Wereldwijd:
  - 30.000.000.000 elektrische lampen in gebruik
  - Totaal verbruik van 2650 TWh
  - 20% van de totale wereldwijde elektriciteitsproductie (of 3% van het wereldwijde energieverbruik)
- Europa
  - Geschat verbruik huishoudelijke lampen: 112 TWh in 2007

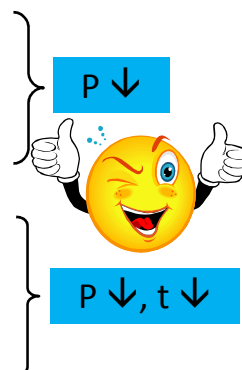
## Regelsystemen en energie

- Energiebesparing verlichting:

$$\text{Energieverbruik} = P \times t$$

- Goed dimensioneren
- Efficiënte lichtbronnen
- Efficiënte armaturen
  
- Enkel verlichten waar, wanneer en hoeveel als nodig is

→ REGELSYSTEEM

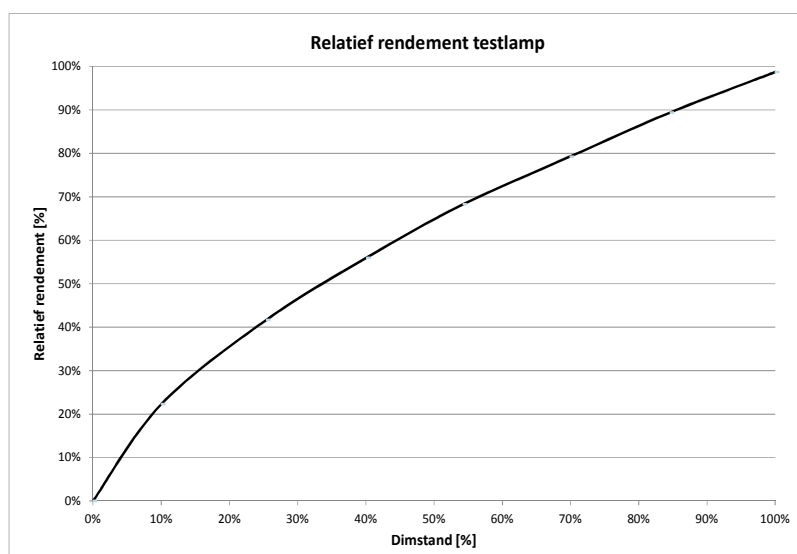


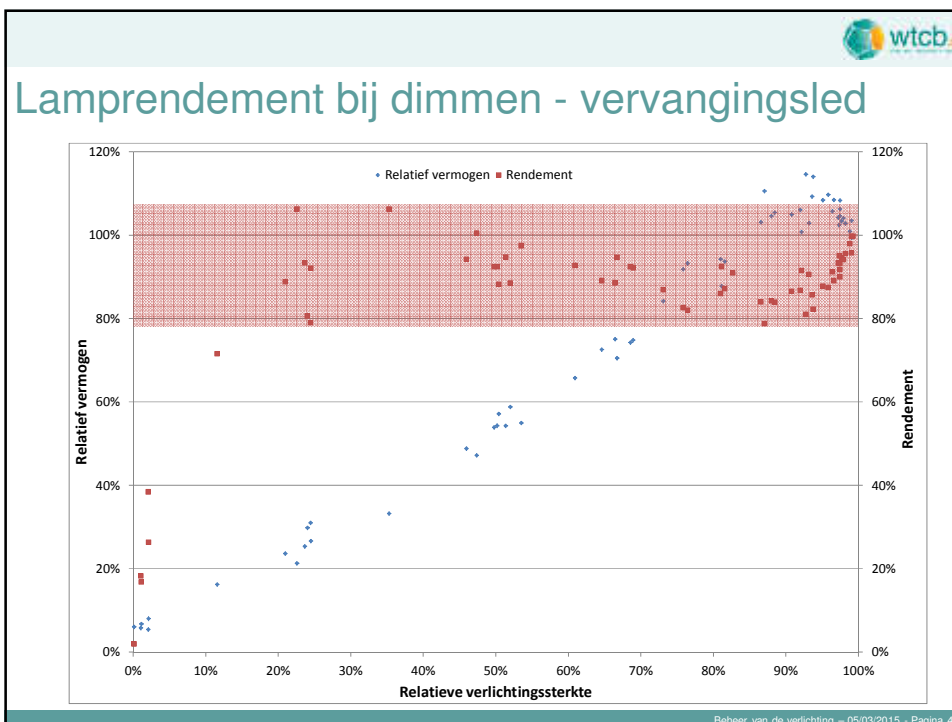
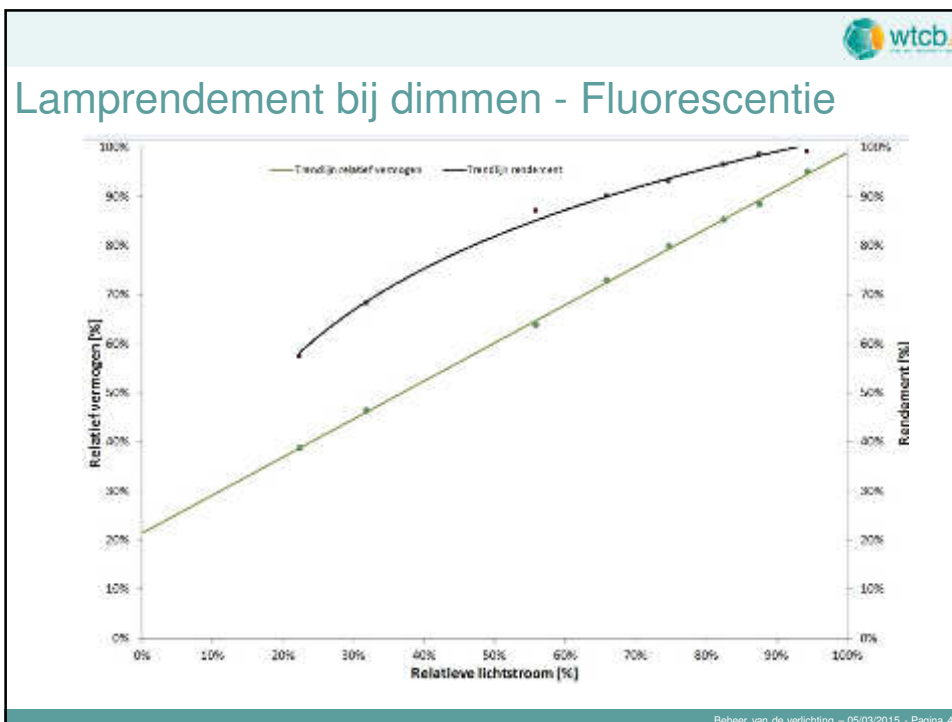
## Maar opgelet!

- Het **lamprendement** wordt beïnvloed door de dimstand
- Verbruiken zelf ook energie = **parasitair verbruik**
  - (heel) klein
  - Vaak de hele dag door, het hele jaar lang
  - Jaarlijks verbruik kan dus vrij hoog zijn



## Lamprendement bij dimmen - Gloeilamp

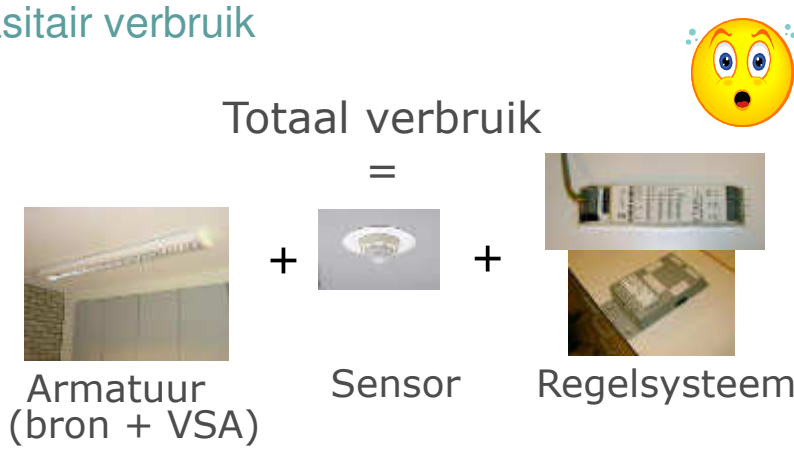






wtcb

## Parasitair verbruik



Totaal verbruik

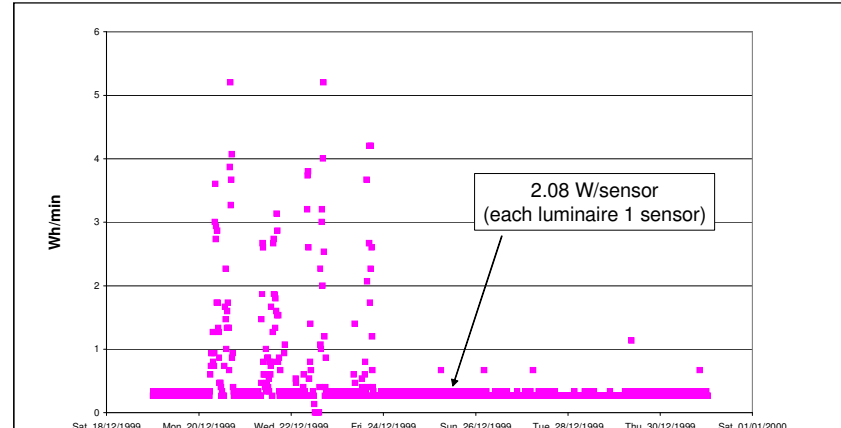
Armatuur (bron + VSA) + Sensor + Regelsysteem = Totaal verbruik

01/01/20 Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 45

wtcb

## Parasitair verbruik - Voorbeeld

- ▣ PROBE (Pragmatic Renovation of an Office building for a Better Environment)
  - Renovatie van een kantoorgebouw
  - Monitoring
    - Bv. 8 armaturen (met aanwezigheidsdetectie) in twee kantoren




Wh/min

2.08 W/sensor (each luminaire 1 sensor)

Sat, 18/12/1999 Mon, 20/12/1999 Wed, 22/12/1999 Fri, 24/12/1999 Sun, 26/12/1999 Tue, 28/12/1999 Thu, 30/12/1999 Sat, 01/01/2000

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 46

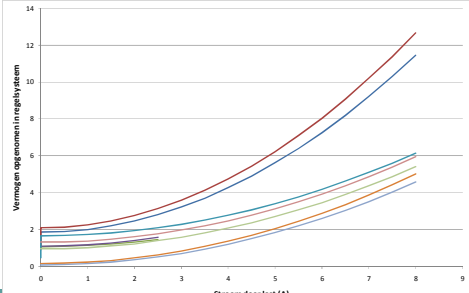


## Parasitair verbruik - voorbeelden


❖ De energiebesparing kan bijna volledig teniet worden gedaan door het verbruik van het regelsysteem

System	% hours switch-off	Presence	Energy saving	Energy consumption of the control system		Real Energy saving
				On	Stand-by	
System 3	13 %	88 %	107 kWh	91 kWh	0 kWh	16 kWh
System 5	50 %	47 %	275 kWh	10 kWh	62 kWh	203 kWh

❖ Sterk variabel in functie van systeem en last



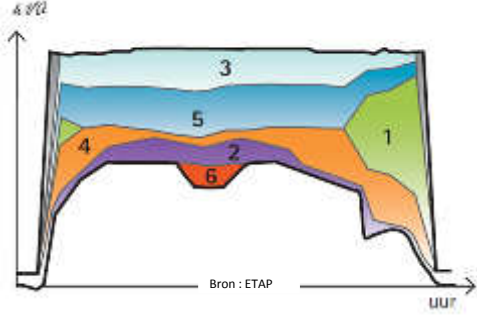
Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 47



## Wat kan een (automatisch) regelsysteem besparen?

■ Fabrikant:

- Tijds klok: tot 50%
- Daglichtafhankelijke regeling: tot 20%
- Aanwezigheidsregeling: tot 35%
- Individuele regeling: tot 35%



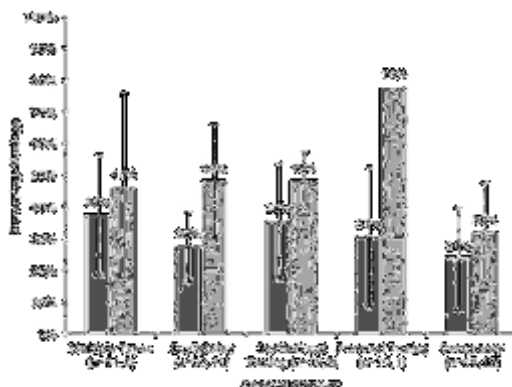
Bron : ETAP

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 48



## Wat kan een automatisch regelsysteem besparen?

### ■ Literatuur

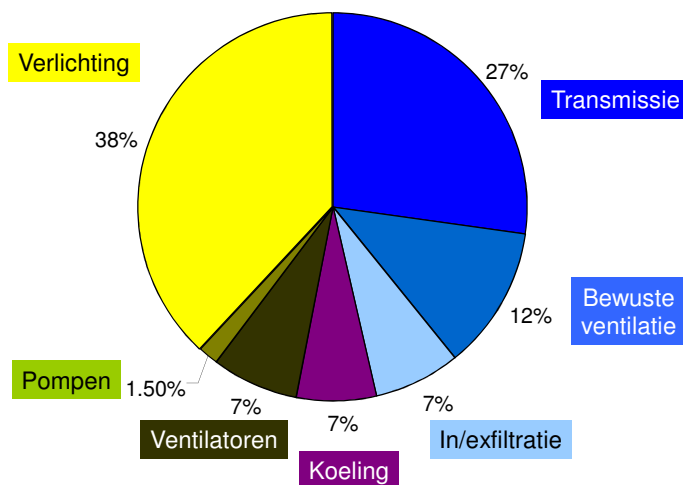


Effect of automatic lighting controls


Control Type	Peer Reviewed	Not Peer Reviewed
Occupancy	24% (n=20)	23% (n=18)
Daylighting	28% (n=20)	28% (n=12)
Personal demand	33% (n=12)	24% (n=4)
Institutional timing	42% (n=6)	37% (n=5)
Multiple types	43% (n=20)	30% (n=14)

Bron : Lighting controls in commercial buildings, A. Williams et al. (Leukos vol. 8 no 3 (2012))

## Regelsystemen en het E-peil




Besparingen op verlichting – Groot potentieel



## EPB en regelsystemen - Samengevat

	Literatuur	EPB
<b>Aanwezigheid</b>	10%-40%	0%-30%
<b>Daglicht</b>	20%-40%	0%-40%
<b>Kloksturing</b>	Niet vermeld	0% (maar zit in gebruikstijd)

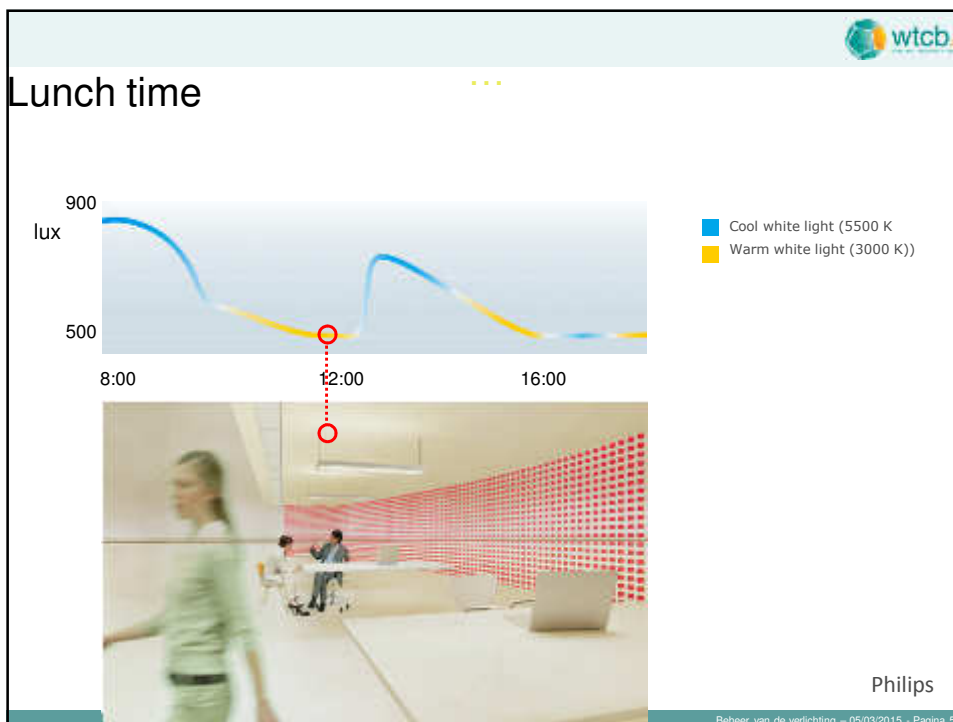
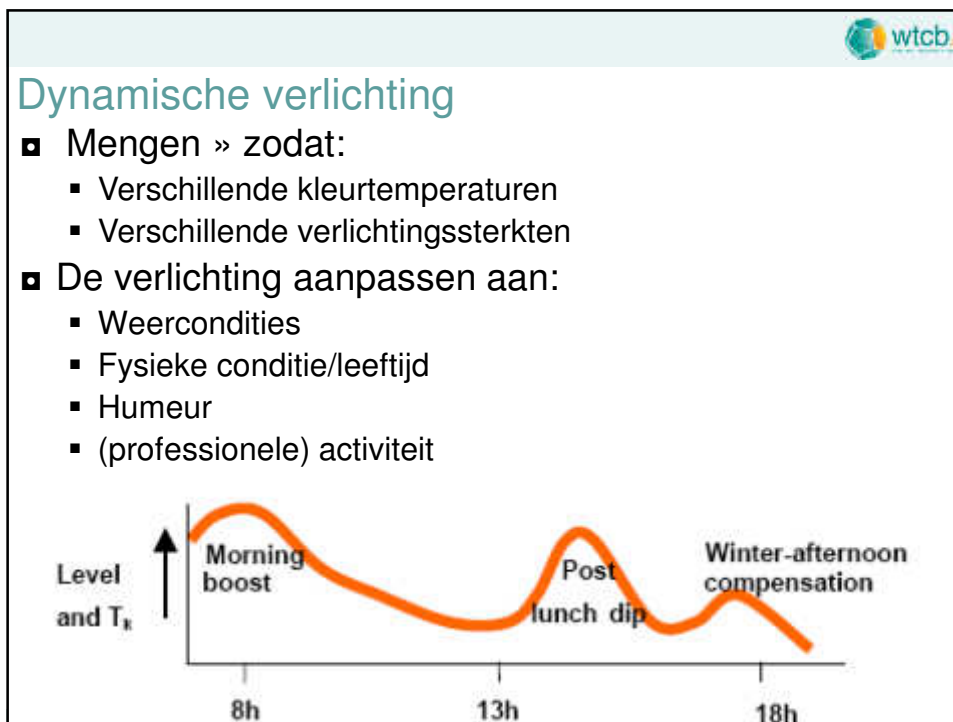
Beheer van de verlichting – 05/03/2015 - Pagina 51

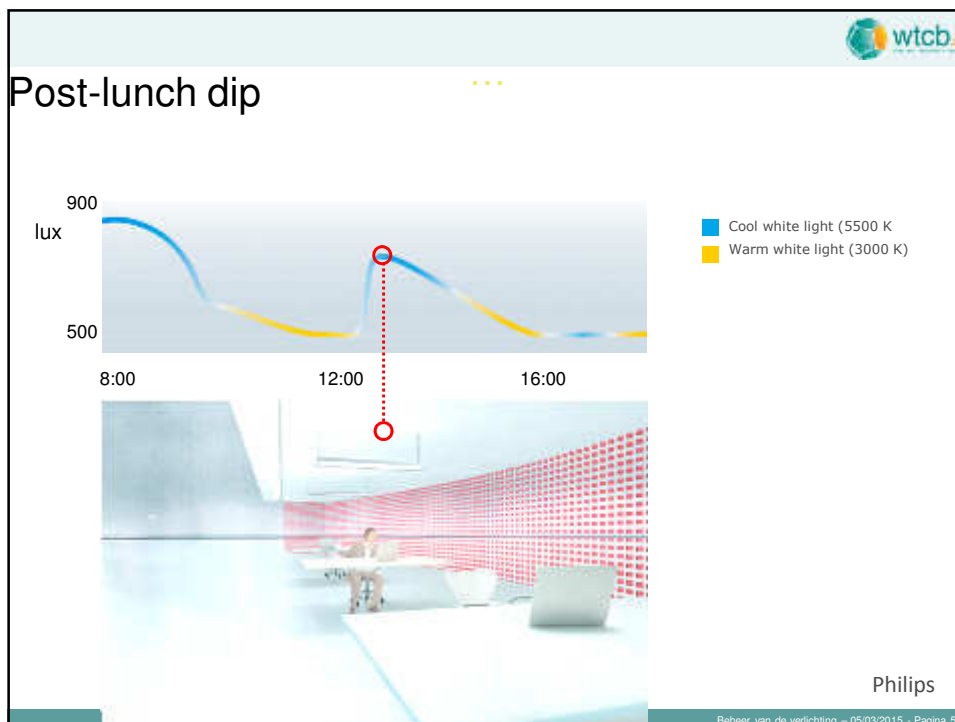



## Gebruiksgemak

- Schakelaars/dimknoppen/Infraroodbediening
  - Op individuele basis
  - Flexibiliteit en zelfbeslissingsmogelijkheden
  - Eenvoud en gebruiksgemak
  - Invloed op productiviteit (personeelskost >>> energiekost)?
- Bedrading/bekabeling/programmeermogelijkheden
  - Flexibiliteit/kostenbesparing bij herinrichting


Beheer van de verlichting – 05/03/2015 - Pagina 52








## Architecturaal verlichting




Bron :  
Architects : Philippe Samyn & Partners, M & J.M. Jaspers - J. Eyers & Partners  
Lightning engineer : Barbara Hediger

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 57



## Besluit - Systeemkeuze

- Bij een keuze voor een welbepaald regelsysteem zijn een aantal aspecten belangrijk
  - Wat wil men bereiken (bv. energiebesparing)?
  - Wat zijn de randvoorwaarden?
    - Geometrie (wanden, ramen, ...)
    - Gebruik van lokalen of omgeving (aanwezigheidsgraad, ...)
  - Wat is het verlichtingssysteem en wat is de impact van een regelsysteem (bv. dimbare ballasten, DALI-ballasten, ...)



Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 58

## Aandachtspunten voor een energetisch systeem

- Optimale keuze ligt niet voor de hand
- “Vuistregels” technologiekeuze voor een typische binnenruimte
  - Daglichtdimming heeft een potentieel en is niet vervangbaar door een gewone gebruiker
  - Bij minder constante bezetting - “afwezigheidsdetectie” (automatisch uitschakelen) in functie van het gebruiksprofiel
  - Veegpuls/kloksturing = relatief eenvoudig met zekerheid op afdekken groot deel van de tijd
- Let op met parasitair verbruik



## Aandachtspunt – potentieel en comfort

- Impact (visueel) comfort van de gebruiker
  - Productiviteit
  - Toevoegen draagbare (energieverslindende? Niet-regelbare?) bureauverlichting
  - Aanpassen parameters
  - Sabotage
- Flexibiliteit (override)
- Eenvoud – gebruiksgemak – intuïtiviteit
- Zo onopvallend mogelijk (dimmen vs. schakelen)








## Aandachtspunten voor een goed systeem

- Correcte instelling
  - Keuze sensor (PIR vs US)
  - Plaatsing van de sensor/beperken detectieveld
  - Ogenblik van programmeren
  - Gevoeligheid sensor
- Commisioning: opvolging en verdere afregeling
  - Plaatsing sensor, of maskers
  - (her)programmatie
  - Aanpassen gevoeligheid



Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 61



## Meer info

- PROBE : Stap-voor-stap-renovatie van kantoorgebouwen - Voor een beter binnenklimaat met minder energie, WTCB, verslag 6, 1999
- Advanced Lighting Controls: Energy Savings, Productivity, Technology and Applications, The Fairmont Press, Inc., 2006
- DALI Lighting Control Systems  
Delivering maximum control and flexibility by bridging the gap between KNX and DALI  
[http://www.lighting.philips.com/pwc\\_li/main/products/controls/assets/Lightmaster-knx-mmaster-16pp-v3.pdf](http://www.lighting.philips.com/pwc_li/main/products/controls/assets/Lightmaster-knx-mmaster-16pp-v3.pdf)
- A new dimension of light, OSRAM light management systems,  
<http://www.osram.nl/media/resource/HIRES/349667/3782459/lms-brochure-gb.pdf>
- Lichtregelsystemen, ETAP  
[http://www.etaplighting.com/uploadedFiles/Downloadable\\_documentation/documentatie/Lighting%20Controls%20%20V.pdf](http://www.etaplighting.com/uploadedFiles/Downloadable_documentation/documentatie/Lighting%20Controls%20%20V.pdf)

Beheer van de verlichting – 05/03/2015 – Pagina 62



Dank voor uw aandacht ! Vragen ?



- Het cursusmateriaal maakt geen onderdeel uit van de officiële publicaties van het WTCB en mag dus niet als referentie gebruikt worden
- De gedeeltelijke of gehele verdeling of vertaling van deze documenten is enkel toegestaan met toestemming van het WTCB



---

## **Case Study : Relamping in scholen**

### Voorbeelden van LED-relamping in scholen en financiering via derdepartijfinanciering

---

**Didier TRINE,**  
**Energy4you**

Vaak is een aanzienlijke energiebesparing mogelijk door oude verlichtingssystemen te vervangen door LEDs.

Relamping kan dus een niet al te dure oplossing vormen in sommige projecten, op voorwaarde dat bepaalde beperkingen worden gerespecteerd, zowel op technisch vlak, als wat betreft de veiligheid of het visuele comfort.

We presenteren een concreet voorbeeld van een relamping in een school : van de gekozen producten, over de impact op de verlichting, naar de gerealiseerde energiebesparing en de terugverdientijd.

Verder ook aandacht voor de verschillende financieringsmethodes, waaronder derdepartijfinanciering. Dankzij deze creatieve oplossingen kan het alomtegenwoordige budgettaire obstakel getackeld worden.

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---

Seminarie Duurzaam Bouwen:

## LUX op energiezuinige stand

5 maart 2015  
Leefmilieu Brussel

Case Study : LED-Relamping in scholen  
Financieringswijze via derde partij investeerder

Didier Trine  
Energy4You



LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR HET MILIEU

## Een globale visie op energie



2

## Doelstellingen van de presentatie

- Begrijpen wat kan en niet kan met relamping, meer bepaald met buislampen
- De te respecteren beperkingen integreren in het project
- Bestuderen van enkele realisaties op het vlak van relamping
- Voorwaarden voor een geslaagd project in kaart brengen\*
- Bestuderen « geval scholen » en derdepartij investeerder
- Aantonen dat de budgettaire beperking kan opgeheven worden\*

\* om op een pragmatische wijze bij te dragen aan een duurzame ontwikkeling!



3

## Overzicht

1. De uitdaging begrijpen van relamping
2. Integreren van alle beperkingen
3. De juiste keuze maken: relighting >< relamping?
4. Voorbeelden van « verlichtingsprojecten » in 5 scholen in het Waals Gewest
5. Klassieke financieringswijzen >< alternatieven
6. Voorbeelden van alternatieve financiering
7. Conclusies



4



## 1.1. De uitdaging begrijpen van relamping

- De uitdaging **concreet** bekijken in het licht van de titel van dit seminarie:

« LUX op energiezuinige stand »

**ENERGIEBESPARING VAN EEN LED-LAMP TER VERVANGING VAN EEN HALOGEENLAMP**



Halogeen 50 W



Led 5,5 W



5

## De uitdaging begrijpen van relamping

- De verlichtingsproblematiek in gebouwen
  - ▶ Cfr uitnodiging: « In klassieke tertiaire gebouwen neemt het elektriciteitsverbruik voor **kunstverlichting meer dan 15% van het energieverbruik voor haar rekening** ».
  - ▶ Grote gebouwen > **TL-buizen** = enorm aandeel



**Verbruik LED-buis = Verbruik TL-buis**

3



6

### De uitdaging begrijpen van relamping

- **De hamvraag: kan men « zomaar » de buis vervangen?**



- Indien dit zo is, **alleen al voor de Franstalige scholen:**
  - 60% besparing
  - \* 80 % buizen
  - \* aantal scholen Federatie Wallonië Brussel!



7

### De uitdaging begrijpen van relamping



- **Klein voorbeeld over 5 scholen** (verlichting aan 1000 uur/jaar) :
  - Relamping = 6 794 buizen > *gemiddelde* = 1 359 buizen
  - Energiebesparing = 269 980 kWh/jaar > *gemiddelde* = 53 996 kWh/jaar
  - Financiële winst = 53 996 €/jaar > *gemiddelde* = 10 799 €/jaar



**TOTALE INVESTERING = 331 139 € > ROI gemidd = 6,13 jaar**

8

### De uitdaging begrijpen van relamping

- **MAAR OOK!**
- **Scholen = « slechts » 1000 uur/jaar**
- **Kantoren, administraties, industrie = meer dan 2000 uur/jaar**
- **Rusthuizen, ziekenhuizen, winkels = meer dan 3000 uur/jaar**



9

### De uitdaging begrijpen van relamping



- **Gigantisch besparingspotentieel met het oog op:**
  - een mogelijke « black out »
  - de noodzakelijke energietransitie
  - de noodzaak om in te spelen op de ecologische beperkingen
  - de moeilijkheid om budget te vinden waar dat geld ook elders nodig is



10

## 2.1. Integreren van alle beperkingen

- Technische beperking
  - > gebouwen vaak ontworpen in een ander tijdperk, vaak geklasseerd!
  - > nieuwe energie-uitdagingen



- « waar beginnen? »
  - ontoereikende isolatie & oude ketels...
- « wanneer beginnen? »
  - ® evolutie beoogde technieken = maturiteit?
- « waarom er mee beginnen? »
  - ingebakken gewoonten
  - tegenstrijdige informatie
  - mutatie van vaardigheden



11

## 2.2. Integreren van de budgettaire beperkingen

- Moeilijke keuze mbt prioriteiten
  - Vb : maatregelen die « kosten » (isolatie) >< die « opbrengen » (led)

- Profielen
  - > Niet marktgebonden
  - > Openbare dienst
  - > Commercieel



- Middelen
  - > Beschikbare budgetten
  - > Schuldcapaciteit
  - > Geen middelen



In alle gevallen = VEILIGHEID vereist



12

## 2.3. Integreren van de wettelijke beperkingen

- Respecteren van de normen (relamping)  
Voorbeelden van pre-vereiste normen voor de buizen
  - EN 62 471 (geen gezondheidsrisico) > RG0
  - IEC 62 776 (geen gewichtsrisico) > - 500 g
  - EN 62 560 (geen elektrocutiegevaar)
  - ...plus alle andere!
- Kader DBT, Rhos, ...



13

## Integreren van de wettelijke beperkingen

- Respecteer de markeringen
- Relamping > **CE van de oorspronkelijke verlichtingsfabrikant niet meer geldig**
- **Nieuwe CE > gevalideerde procedure door de certificerende instelling**



14

### 3.1. De juiste keuze maken: relighting >< relamping?

- **Relighting = globaal nieuw ontwerp**
  - ▶ Noodzakelijk indien huidige verlichting ontoereikend
  - ▶ Noodzakelijk indien armaturen op einde levensduur
  - ▶ Noodzakelijk indien deel van globale werken
  - ▶ Noodzakelijk indien esthetica ook een rol speelt



15

### De juiste keuze maken: relighting >< relamping?

- **Relamping = aanpassing van bestaande armaturen**
  - ▶ MOGELIJK als de voorwaarden gerespecteerd worden
  - ▶ MOGELIJK bij alle projecten van type kantoor, klassen
  - ▶ MOGELIJK bij budgettaire beperkingen



16

## 3.2. De evolutie van LED

- De evolutie van LED > nieuwe perspectieven
  - ▶ Gemakkelijk voor ondersteunde fittingen E27, E14, GU5.3, GU10, G24
  - ▶ Comfort, verlichtingsniveaus, kleurtemperatuur, ... in constante evolutie



17

### De evolutie van LED

- De revolutie op vlak van **LED-BUIZEN** > nieuwe perspectieven
  - ▶ Relamping van TL-buizen naar LED-buizen
  - ▶ **MOGELIJK MITS VOLDAAN AAN VOORWAARDEN**
    - › De kwaliteit van het LED-product, zeker in *scholen*
    - › De interventiemethode op de armaturen



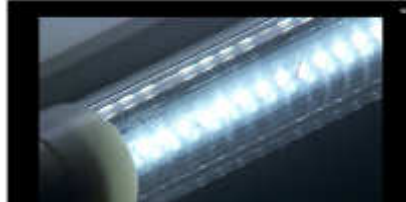
18

### De evolutie van LED-BUIZEN

- Nieuwe generatie **LED-buizen** > nieuwe perspectieven

- **NEEN**

- ▶ Risico retina
- ▶ Verblinding
- ▶ Ontoereikend verlichtingsniveau



- **JA**

- ▶ RG0
- ▶ Comfort
- ▶ 120 Lm/W



19

### De nieuwe generatie LED-buizen

- ▶ **LED-BUIZEN T8 MCOB opaal**

- ▶ Gezondheidsnorm = **RG0** (EN 62 471)
- ▶ Rendement > **120 à 130 lm/w**
  - › Equivalent verlichtingsniveau  
Scholen = **300 lux** op de schoolbanken
  - › In de armaturen die in goede staat zijn, zelfs indien deze niet zijn uitgerust voor LED
- ▶ Gewijzigde fotometrie > DIALUX / TEST !
- ▶ Comfort zonder verblinding
- ▶ Levensduur > 50 000 uur

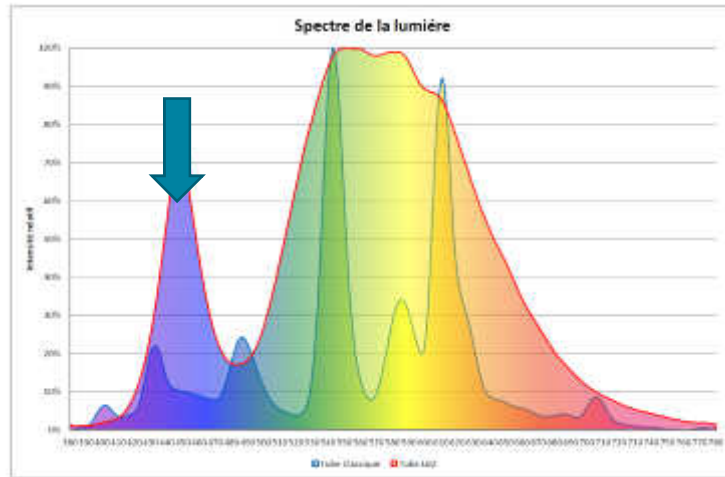


20



## Gezondheid vs de nieuwe generatie LED-buizen

Gezondheidsnorm = RG0 (EN 62 471)



21

## 4. Case Study: school in Bergen 1800 leerlingen *Toestellen voor/na*

### Récapitulatif des produits (AVANT > APRES)

Eclairage avant	Puissance Unit.	Eclairage après	Puissance Unit.	Quantités
Tubes 150 cm	58	Tubes Led 23 W COB	23	409
Tubes 120 cm	36	Tubes Led 16W COB	16	1200
Tubes 120 cm	36	Tubes Led 16W COB	16	83
Ampoules E27	20	Ampoules Led E27	5	74
Ampoules E14	20	Ampoules Led E14	4	51
<b>TOTAL</b>				<b>1817</b>



22

### Karakteristieken van de gebruikte producten



ECONOLED  
Tube LED T8 MCOB Opaal 120 16W

Tested according to:  
EN 60598-1/A11:2009  
EN 61347-2-13:2006  
EN 61347-1/A2:2013  
EN 62031/A1:2013  
EN 62471:2008  
EN 61195/A1:2013  
EN 62493:2010



Color 4000 K

CRI >80

Tube Efficiency 120 lm/W

Type of LED COB

Beam Angle 140°

Shell Material Aluminium + PC

Working Temperature -20~40°C

Risk Group RG0

IP IP20

Finishing Frosted

Energy Class A+

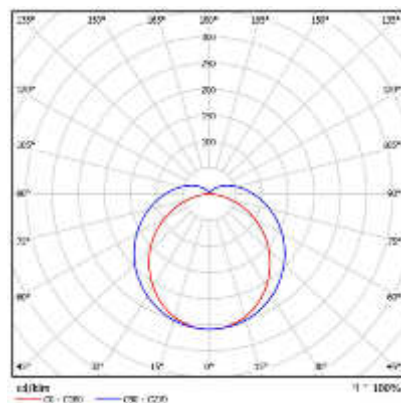
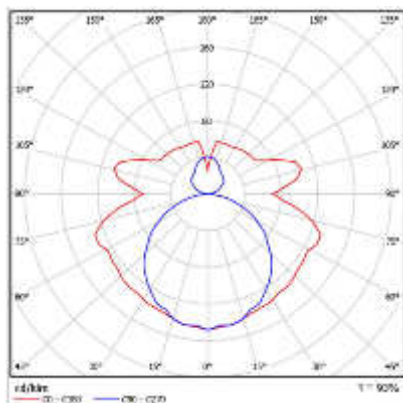


23

### Gewijzigde fotometrie!

#### Betere BATWING - curve (TL-buis)

> Checken dat de verlichting en de homogeniteit bij LED conform zijn



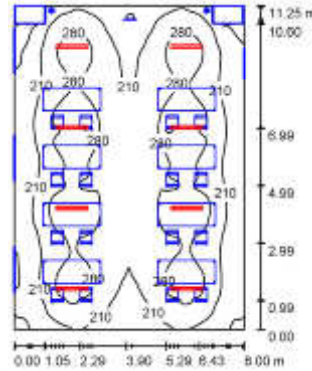
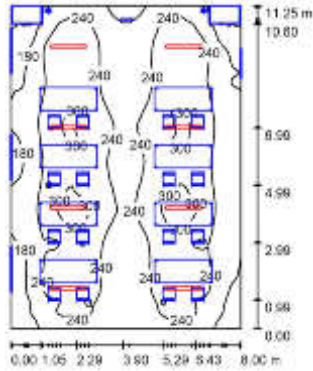
24

Verlichtingsstudie op werkblad voor/na

RESULTAAT QUASI IDENTIEK

Klaslokaal met TL / schoolbanken

Klaslokaal met LED / schoolbanken



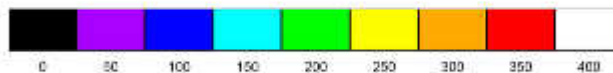
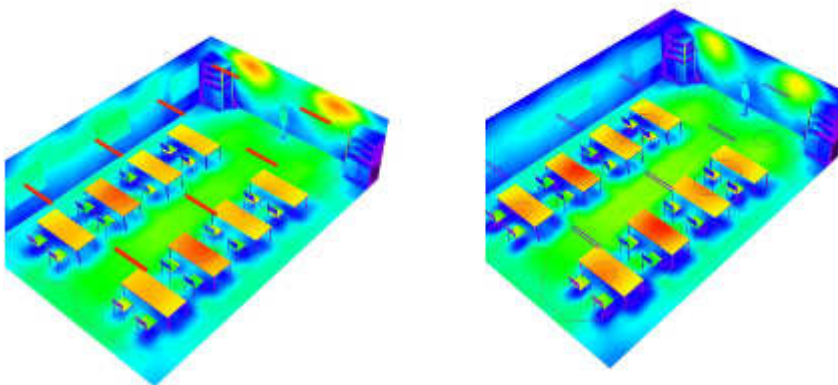
Verlichting werkblad in Lux // **NORM = 300 LUX op de tafel!**

	Gemiddeld	Minimum	Maximum
Voor	239	72	326
Na	238	37	347



25

Verlichtingsstudie op werkblad voor/na



25

## Studie van de energiebesparing

### Installation avant

Type de produit	Puissance unitaire (W)	Puissance ballast (W) en fonctionnement	Puissance ballast (W) en continu	Quantités	Nbre heures/jour	Nbre jours/an	Consommation annuelle (Kwh)	Coût de l'électricité au Kwh (€)	Coût annuel (€)
Tubes 150 cm	58	10		409	6	180	30.037	0,160	4.806
Tubes 120 cm	36	10		1200	6	180	59.616	0,160	9.539
Tubes 120 cm	36	10		83	6	180	4.123	0,160	660
Ampoules E27	20			74	6	180	1.598	0,160	256
Ampoules E14	20			51	6	180	1.102	0,160	176
				1817			96.476		15.436

### Eclairage LED

Type de produit	En remplacement de	Puissance unitaire (W)	Quantités	Nbre heures/jour	Nbre jours/an	Consommation annuelle (Kwh)	Coût de l'électricité au Kwh (€)	Coût annuel (€)
Tubes Led 23 W COB	Tubes 150 cm	23	409	6	180	10.160	0,160	1.626
Tubes Led 16W COB	Tubes 120 cm	16	1200	6	180	20.736	0,160	3.318
Tubes Led 16W COB	Tubes 120 cm	16	83	6	180	1.434	0,160	229
Ampoules Led E27	Ampoules E27	5	74	6	180	400	0,160	64
Ampoules Led E14	Ampoules E14	4	51	6	180	220	0,160	35
			1817			32.950		5.272
<b>Gain</b>						<b>63.527</b>		<b>€ 10.164,27</b>



27

## Studie van de energiebesparing

- Eerste winst = **vermeden verbruiken**
  - ▶ Minstens 3 vermeden vervangingen over de levensduur van de LED
  - ▶ Levensduur: TL +/- 15 000 uur >> LED > 50 000 uur
- Tweede winst = **minder werkuren** (Bron Philips 2014)

Coûts de remplacement :	Remplacement individuel	Remplacement par groupe (par lampe)
industrie automobile	€ 30,00	€ 10,00
industrie de transformation	€ 50,00	€ 15,00
industrie alimentaire	€ 25,00	€ 8,00
tunnels	€ 250,00	€ 100,00
bureaux	€ 10,00	€ 2,50

- Winst over de levensduur van de LED
  - ▶ = 3 vervangingen \* 9 € (stuk + mont) \* 1817 punten = 49 059 €



28

## Terugverdieneffecten

Garantie 5 jaar	
Investeringskosten LED-material	€ 76 195,00 excl. BTW
Investeringskosten werkuren	€ 13 628,00 excl. BTW
<b>Totale investering</b>	<b>€ 89 822,00 excl. BTW</b>
<b>Terugverdiëntijd</b>	
Investering	€ 89 822,00 excl. BTW
Jaarlijkse winst verbruik	€ 10 164,00 excl. BTW
Jaarlijkse winst relamp	€ 3 844,00 excl. BTW
Jaarlijkse winst totaal	€ 14 008,00 excl. BTW
<b>Terugverdiëntijd</b>	<b>6,41 jaar</b>

**TERUGVERDIENTIJD NOG VRIJ LANG WANT « SLECHTS » 1000 uur/jaar > ANDERE TOEPASSINGEN NOG GUNSTIGER  
MAAR SOWIESO AANVAARDBARE TERUGVERDIENTIJD IN VERGELIJKING MET ANDERE WERKEN (VENSTERS = 30 JAAR!)**



29

## Investeringsrendement

Rendement de l'investissement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gain consommation électrique LED	10.164,27 €	10.469,20 €	10.783,27 €	11.106,77 €	11.439,97 €	11.783,17 €	12.136,67 €	12.500,77 €	12.875,79 €	13.262,07 €
Gain relampage	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €
Votre gain par an	14.008,37 €	14.313,30 €	14.627,37 €	14.950,87 €	15.284,07 €	15.627,27 €	15.980,77 €	16.344,87 €	16.719,89 €	17.106,17 €
<b>Epargne cumulée HTVA</b>	<b>14.008,37 €</b>	<b>28.321,67 €</b>	<b>42.949,04 €</b>	<b>57.899,91 €</b>	<b>73.183,98 €</b>	<b>88.811,26 €</b>	<b>104.792,03 €</b>	<b>121.126,89 €</b>	<b>137.856,79 €</b>	<b>154.962,95 €</b>
<b>TVAC</b>	<b>16.950,13 €</b>	<b>34.269,22 €</b>	<b>51.968,34 €</b>	<b>70.058,89 €</b>	<b>88.552,62 €</b>	<b>107.461,62 €</b>	<b>126.798,35 €</b>	<b>146.575,64 €</b>	<b>166.806,71 €</b>	<b>187.505,17 €</b>
Rendement	15,60%	15,94%	16,28%	16,64%	17,02%	17,40%	17,79%	18,20%	18,61%	19,04%
Indexation prix électricité 3%										

Rendement de l'investissement	1	10
Gain consommation électrique LED	10.164,27 €	13.262,07 €
Gain relampage	3.844,10 €	3.844,10 €
Votre gain par an	14.008,37 €	17.106,17 €
<b>Epargne cumulée HTVA</b>	<b>14.008,37 €</b>	<b>154.962,95 €</b>
<b>TVAC</b>	<b>16.950,13 €</b>	<b>187.505,17 €</b>
Rendement	15,60%	19,04%
Indexation prix électricité 3%		



30

## 5. Financieringsmogelijkheden

### *De klassieke manieren*

#### De klassieke financieringswijzen:

- Eigen middelen
  - Investering
  - Terugverdientijd
  - Rendement
- Overheidssteun
  - Premies PPT- Ureba etc
  - Procedures en termijnen
- Klassiek krediet
  - Terugbetalingscapaciteit
  - Schuldgraad
  - Impact op andere projecten



31

### *De alternatieve financieringswijzen*

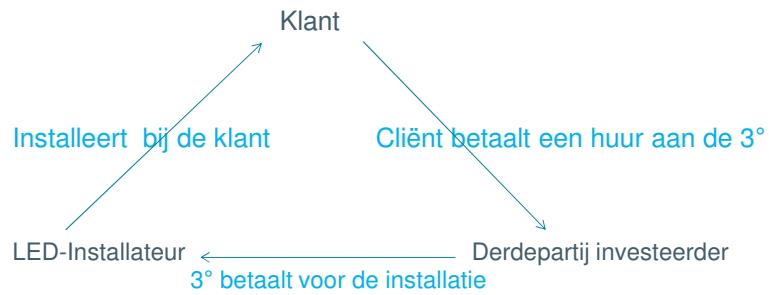
#### De alternatieve financieringswijzen

- **Publiek-private samenwerking** (gewoon/buitengewoon budget)  
*Voorbeeld: gevangenis gebouwd door privé en gehuurd door de Staat*
- **Derde investeerder** (pejoratief?)  
*Voorbeeld: een particulier verhuurt zijn dak aan een derde die investeert in een PV-installatie*
- **Verhuur aankoop aan een derde investeerder**  
*Voorbeeld: een school verhuurt LED-buizen aan een organisatie die ze betaalt aan de installateur*



32

### Schema van derdepartijfinanciering



Aan het einde van de huurovereenkomst koopt de klant de apparatuur over



33

### Belang om een verkoop-huur aan te gaan bij derdepartij investeerder

#### > Waarom?

Groot aantal projecten: energiebesparing > huur

Zoniet, sterk verminderde impact op cash-flow

**Onmiddellijke cashflow-winst**

#### > Volgens het profiel

Geen eigen middelen gebruiken (vaak het geval)

De eigen leningscapaciteit niet aantasten (winkels)

Bij interesse voor een buitenbalans-oplossing (ratio's van ondernemingen)

Winst op gewone budget >> inschrijven op de buitengewone uitgaven (openbare sector)

#### Voorwaarden

Financieel betrouwbare partner

Geboden garanties

Verzekeringen



34

## 6.1. Voorbeeld Supermarkt

**Offre en achat**  
 Prix matériel (hors TVA) 20.347,20 € Hors TVA  
 Frais d'installation 1.882,10 € Hors TVA  
 -----  
**TOTA (investissement Hors TVA): 22.229,30 € Hors TVA**

Garantie

**5 ans**

**Retour sur investissement**

L'investissement est récupéré en : **2,30** ans

**Offre en location**  
 Loyer mensuel (hors TVA) 405,45 € 00 20.507,50 € Hors TVA  
 Loyer pour rachat 405,45 € 1 274,40 € Hors TVA  
 -----  
**TOTA (location Hors TVA): 20.907,90 € Hors TVA**

Garantie

**10 ans**

LOCATION ACHAT 36 mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Calcul de votre épargne par ANNEE</b>										
Gain consommation électrique LED	7.141,23 €	7.498,29 €	7.873,20 €	8.266,86 €	8.680,21 €	9.114,22 €	9.569,93 €	10.048,43 €	10.550,85 €	11.078,39 €
Gain relampage	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €
Loyers	- 8.857,88 €	- 8.857,88 €	- 8.857,88 €	-	-	-	-	-	-	-
Rachat	-	-	-	- 738,16 €	-	-	-	-	-	-
<b>Votre gain par an</b>	<b>716,85 €</b>	<b>1.073,91 €</b>	<b>1.448,82 €</b>	<b>9.962,21 €</b>	<b>11.113,71 €</b>	<b>11.547,72 €</b>	<b>12.003,43 €</b>	<b>12.481,93 €</b>	<b>12.984,35 €</b>	<b>13.511,89 €</b>
<b>Epargne cumulée</b>	<b>716,85 €</b>	<b>1.790,75 €</b>	<b>3.239,58 €</b>	<b>13.201,78 €</b>	<b>24.315,49 €</b>	<b>35.863,21 €</b>	<b>47.866,64 €</b>	<b>60.348,57 €</b>	<b>73.332,91 €</b>	<b>86.844,80 €</b>



35

## 6.2. Voorbeeld Tennis Club

**Offre en achat**  
 Prix matériel (hors TVA) 18.462,24 € Hors TVA  
 Frais d'installation 0,00 € Hors TVA  
 -----  
**TOTA (investissement Hors TVA): 18.462,24 € Hors TVA**

Garantie

**5 ans**

**Retour sur investissement**

L'investissement est récupéré en : **2,22** ans

**Offre en location**  
 Loyer mensuel (hors TVA) 466,70 € 00 22.000,00 € Hors TVA  
 Loyer pour rachat 466,70 € 1 485,19 € Hors TVA  
 -----  
**TOTA (location Hors TVA): 22.485,19 € Hors TVA**

Garantie

**10 ans**

Prix matériel hors TVA  
 Frais d'installation Hors  
 Hors d'achat/dépose

LOCATION ACHAT 48 mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Calcul de votre épargne par ANNEE</b>										
Gain consommation électrique LED	7.596,29 €	7.976,10 €	8.374,91 €	8.793,65 €	9.233,34 €	9.695,00 €	10.179,75 €	10.688,74 €	11.223,18 €	11.784,34 €
Gain relampage	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €
Loyers	- 5.841,41 €	- 5.841,41 €	- 5.841,41 €	- 5.841,41 €	-	-	-	-	-	-
Rachat	-	-	-	- 486,78 €	-	-	-	-	-	-
<b>Votre gain par an</b>	<b>2.468,88 €</b>	<b>2.848,69 €</b>	<b>3.247,50 €</b>	<b>3.666,24 €</b>	<b>9.460,55 €</b>	<b>10.409,00 €</b>	<b>10.893,75 €</b>	<b>11.402,74 €</b>	<b>11.937,18 €</b>	<b>12.498,34 €</b>
<b>Epargne cumulée</b>	<b>2.468,88 €</b>	<b>5.317,57 €</b>	<b>8.565,06 €</b>	<b>12.231,30 €</b>	<b>21.691,85 €</b>	<b>32.100,86 €</b>	<b>42.994,61 €</b>	<b>54.397,35 €</b>	<b>66.334,53 €</b>	<b>78.832,86 €</b>
<b>TVA</b>	<b>2.987,34 €</b>	<b>6.434,26 €</b>	<b>10.363,73 €</b>	<b>14.799,88 €</b>	<b>26.247,14 €</b>	<b>38.842,04 €</b>	<b>52.023,48 €</b>	<b>65.820,79 €</b>	<b>80.264,78 €</b>	<b>95.387,76 €</b>



36



## 6.3. Voorbeeld School

**Offre en achat**  
 Prix hors taxes : 34.000,00 € Hors TVA  
 Prix hors taxes : 1.200,00 € Hors TVA  
**TOTAL investissement (Hors TVA) : 35.200,00 € Hors TVA**

**Garantie**  
**5 ans**

**Retour sur investissement**

**L'investissement est récupéré en : 5,34 ans**

**Offre en location**  
 Location mensuelle : 708,75 € HT  
 Location mensuelle : 708,75 € HT  
**TOTAL location (Hors TVA) : 84.990,00 € Hors TVA**

**Garantie**  
**10 ans**

LOCATION ACHAT 60 mois										
Calcul de votre épargne par ANNEE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gain consommation électrique LED	4.425,79 €	4.647,08 €	4.879,43 €	5.123,40 €	5.379,57 €	5.648,55 €	5.930,98 €	6.227,53 €	6.538,90 €	6.865,85 €
Gain remise	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €
Loyers	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €
Rachat						707,17 €				
Votre gain par an	- 570,97 €	349,68 €	117,33 €	126,64 €	382,81 €	8.430,68 €	9.420,28 €	9.716,83 €	10.028,20 €	10.355,15 €
<b>Epargne cumulée</b>	<b>- 570,97 €</b>	<b>- 920,65 €</b>	<b>- 1.037,98 €</b>	<b>- 911,34 €</b>	<b>- 528,53 €</b>	<b>7.902,15 €</b>	<b>17.322,43 €</b>	<b>27.039,25 €</b>	<b>37.067,46 €</b>	<b>47.422,60 €</b>
<b>TVA</b>	<b>- 690,88 €</b>	<b>- 1.113,99 €</b>	<b>- 1.255,96 €</b>	<b>- 1.102,72 €</b>	<b>- 639,52 €</b>	<b>9.561,60 €</b>	<b>20.960,14 €</b>	<b>32.717,50 €</b>	<b>44.851,62 €</b>	<b>57.381,35 €</b>



37

## Nuttige tools, websites, enz. :

- Facilitator Duurzaam Bouwen in het BHG:

[www.leefmilieubrussel.be/facilitator](http://www.leefmilieubrussel.be/facilitator)

Tel : 0800 85 775

Courriel : [facilitator@environnement.irisnet.be](mailto:facilitator@environnement.irisnet.be)

- De site van Leefmilieu Brussel:

[www.leefmilieubrussel.be](http://www.leefmilieubrussel.be)

en meer in het bijzonder: <http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be>

- Andere seminaries over verlichting:

24/10/2014 : LED-Seminarie (Facilitator Tertiair in het WG)

[http://www.icedd.be/17/index.php?option=com\\_yendifvideoshare&view=video&id=2:seminaire-led-24-10-2014](http://www.icedd.be/17/index.php?option=com_yendifvideoshare&view=video&id=2:seminaire-led-24-10-2014)

12 /06/2014: Evolutes in de verlichting (WTCB)

[http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=innov\\_support&pag=3&art=documents&niv01=conferences\\_seminars&niv02=11](http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=innov_support&pag=3&art=documents&niv01=conferences_seminars&niv02=11)



38

## 7. Te onthouden van de presentatie?

- Relamping van TL-buizen naar LED-buizen is een enorme economische en ecologische uitdaging
- Is mogelijk gemaakt door de evolutie van de nieuwe generatie LED-producten die vroegere bezwaren ontkrachten
- Wel verbonden aan een strikte toepassing van de voorwaarden rond kwaliteit van de buizen et de interventieprocedure op de armaturen
- Maakt aanzienlijke besparingen mogelijk, waarbij de financieringskosten niet opwegen tegen de gehaalde winst
- Financieringsmethodes via derdepartijen zijn mogelijk, zodat « alles gemakkelijk » kan worden gefinancierd



## Contact

**Didier Trine**



**Z.I. 1ère Rue, 2  
6040 Jumet**

**0475/25 78 86**

**[d.trine@energy4you.be](mailto:d.trine@energy4you.be)**



---

## **Case Study : Relighting**

### Voorbeelden van relighting in diverse toepassingen

---

**Ingrid VAN STEENBERGEN, Zaakvoerder - ODID**  
**Vervang door Catherine LOOTENS, Groen Licht Vlaanderen 2020**

De drie pijlers van energiebesparing voor verlichting zijn:

- Gebruik efficiënte lichtbronnen en armaturen;
- Doof of dim de verlichting en laat het daglicht zoveel mogelijk binnen;
- Dimensioneer en ontwerp met respect voor de normen en het visueel comfort.

Deze principes worden geïllustreerd met visuele voorbeelden en toepassingen in deze laatste presentatie.

De nodige aandacht gaat ook naar praktijkvoorbeelden van relighting, zodat de mogelijke energiebesparingen, mét een verbeterd visueel comfort voor de gebruikers, worden belicht.

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---

Seminaire Duurzame gebouwen

# LUX op energiewaardige stand

5 maart 2015  
Leefmilieu Brussel

## Cases Relighting

Ingrid VAN STEENBERGEN, Zaakvoerder

Adviesbureau voor verlichting ODID

Vervangen door Catherine Lootens – Groen Licht Vlaanderen 2020



LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR HET MILIEU

## Doel van deze presentatie

- Leren kijken naar verlichting en mogelijkheden voor energiebesparing ontdekken en herkennen
- Een logische en kritische kijk op verlichting ontwikkelen



## Plan van de voorstelling

1. De 3 basisbegrippen van energiebesparing in verlichting in de praktijk
2. Voorbeelden van relighting
3. Besluiten
4. Nuttige links



3

## De 3 basisbegrippen voor energiebesparing in de verlichting

- 1) Gebruik van efficiënte lichtbronnen en toestellen en ze goed onderhouden!
- 2) Kunstlicht doven of dimmen als we het niet nodig hebben op intelligente wijze! Maak gebruik van daglicht!
- 3) Correcte dimensionering en planning  
normen, **EN 12464**, **visueel comfort**, concept?, DIALUX...



4

## Argumenten voor relighting

### 1) Basisbegrip 1: efficiëntie van de verlichtingsinstallatie

Analyse van een bestaande verlichtingsinstallatie:

- Welke lichtbron? KWI? Kleurtemperatuur?
- Type en staat van de bestaande verlichtingsinstallatie ?
- Nog in goede staat? Hoog rendement ? ( $> 80 \text{ lm/W}$ )
- Leeftijd installatie? Goed onderhouden?

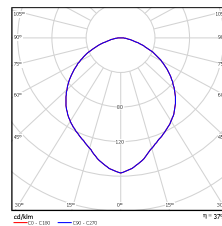
Enkele mogelijke redenen voor relighting:

- niet-energiezuinige lichtbronnen en/of toestellen ( $< 80 \text{ lm/W}$ )
- bestaande verlichting in slechte staat/einde levensduur
- specifiek geïnstalleerd vermogen  $> 2,5 \text{ W/m}^2/100 \text{ lux}$



5

## Enkele voorbeelden van niet-energiezuinige verlichting



...W/640 = slechte kwaliteit!



6

## Berekening van specifiek vermogen

- Vermogen van lichtbron + voorschakeltoestel => W
- Totale opp. van de ruimte (zonder randzone) => m<sup>2</sup>
- Gemiddeld lichtniveau\* => 100 lux

### Voorbeeld:

4 toestellen 2X36W (+ MB : 90W/toestel) => 360 W

Lokaal: 4 m x 5m (standaard hoogte) => 20 m<sup>2</sup>

Gemiddeld lichtniveau: 480 lux => 480/100 lux

Specifiek vermogen =  $360/20/4,8 = 3,75$  W/m<sup>2</sup>/100 lux

> 2,5 ! *Waarom? Lampen in slechte staat? Laag rendement?...?*

*Relighting is te overwegen.*



\* Suivant les règles de l'art (voir IBE « Code de bonne pratique »)

7

## Specifiek vermogen - relightingpremies

**In Brussel:** <http://www.leefmilieu.brussels.be> – premie E4

**Het geïnstalleerde vermogen na de werken mag niet groter zijn dan:**

3 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in sportzalen, zwembaden en werkplaatsen;

2,5 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in kantoren en schoollokalen;

3 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in lokalen voor ziekenhuisgebruik;

tussen 3 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in een lage en brede gang (min. 30 m x 2 m x 2,8 m) en 8,5

W/m<sup>2</sup> voor 100 lux in een hoge en smalle gang (min. 30 m x 1 m x 3,5 m);

2,5 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in parkings.

**In Wallonie:** <http://energie.wallonie.be> – primes énergie

**Het geïnstalleerde vermogen na de werken mag niet groter zijn dan :**

3 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in sporthallen en zwembaden,

3 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in lokalen voor medisch gebruik,

tussen 3 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in een lage brede gang (min 30 m x 2 m x 2,8 m) en

8,5 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in een hoge en smalle gang (min. 30 m x 1 m x 3,5 m),

**2,5 W/m<sup>2</sup> per 100 lux in kantoren en andere lokalen.**

**In Vlaanderen:** zie netbeheerders EANDIS/INFRAX - rekenblad EXCEL



8



## Voorbeeld van hoog specifiek vermogen



Indirecte verlichting  
Specifiek vermogen >> 8 W/m<sup>2</sup>/100 lux



9

## Argumenten voor relighting

### 2) Basisbegrip 2: Sturing van de verlichting

Analyse van een bestaande verlichtingsinstallatie :

- Huidig aantal branduren van de verlichting?
- Sturing in functie van daglicht en/of aanwezigheid?
- Welk stuursysteem? Automatisch of manueel?
- Is de sturing goed geregeld??

Enkele mogelijke redenen voor relighting :

- de verlichting blijft onnodig aan
- het regelsysteem is niet aangepast of ontregeld
- de lichtbronnen ter plaatse zijn niet dimbaar of laten veelvuldig schakelen niet toe

*ODID werkt mee aan een onderzoeksproject in Vlaanderen (KAHO - KULouvain):  
"Impact van stuursystemen in functie van daglicht in nieuwbouw- en renovatie van  
schoolgebouwen"*



⇒ *Belangrijk besluit: zeer dikwijls is de REGELING van de automatische sturing niet correct. Correcte plaatsing, programmatie, afregeling en opvolging zijn zeer belangrijk!* 10

## Voorbeelden verlichting onnodig aan op 100%



LED die onnodig aanblijft  
=  
Energieverspilling!



11

## Argumenten voor relighting

### 3) Basisbegrip 3: Dimensionering en correcte planning

Analyse van een bestaande verlichtingsinstallatie :

- Lichtniveau conform de normering?
- **Visueel comfort** conform de normering? Verblinding?

Enkele mogelijke redenen voor relighting :

- Slecht visueel comfort
- Lichtniveau niet conform de norm

Een lichtberekening in vb. DIALUX (EN 12464-1) is aan te bevelen.



12

## Het belang van een goede lichtberekening

Opgelet: Een lichtinstallatie correct dimensioneren is veel meer dan eenvoudig het lichtniveau « lux » berekenen op het werkvlak!

Laat u adviseren door professionals in verlichtingskunde.

(door een audit, door analyse van offertes...)

Dit advies is dikwijls gratis als het wordt uitgevoerd door een leverancier (maar niet neutraal)

Dit advies is niet gratis als het wordt uitgevoerd door een neutrale consulent.

Goed advies voorkomt onaangename verrassingen.

Correcte dimensionering!

Conform EN 12464-1 « Binnenverlichting werkplaatsen »

**Zorg voor visueel comfort !**

Vermijd verblinding, hinderlijke reflecties, te hoge contrasten, schaduwen...



## Voorbeelden van slechte planning



Vaststellingen:  
LED-buizen van de oude generatie  
in bestaand verlichtingstoestel met raster

=> Slechte gelijkmatigheid! Verblinding!



Overdimensionering:  
50% van de lampen uit : nog steeds 500 lux!



## Voorbeelden van slechte planning



Downlights met hoog rendement  
**Maar risico op verblinding van de patienten in bed!**  
=> Slecht concept gekozen!



15

## Voorbeeld: relighting klein kantoor



Lampen T8 36/640, magnetische ballast (bromt)  
Vergeelde opalen plexi, laag rendement  
Geen automatische lichtsturing (niet mogelijk)  
Slechte KWI, te laag lichtniveau in LUX

Lichtniveau x 1,5  
Besparing > 50%  
< 2,5 W/m<sup>2</sup>/100 lux  
Hoog visueel comfort  
In 2013 met T5, in 2015 ook met LED



De terugverdientijd is lang  
maar hier zijn er andere redenen voor relighting!

16

## Voorbeeld relighting: RAVAGO FASHION & HOME Showroom



### Situatie vóór relighting:

Verlichtingstoestellen met witte reflector, achter en onder een metalen structuur

Uitgerust met 2x58W T8 lampen, industriële kleur 640, magnetische ballasten

Spots voor accentuering – gebrek aan onderhoud (versch. kleuren, defecten)

Slechte kleurweergave index (KWI 65)

Lichtniveau: 170 lux (zeer saaie verlichting in de showroom)

Specifiek vermogen: 4,4 W/m<sup>2</sup>/100 lux



17

## RAVAGO FASHION & HOME Halls « zelfbediening »



### Vóór relighting:

Verlichtingstoestellen met witte reflector onder een kabelgoot

Uitgerust met lampen 2x36W T8, verschillende kleuren, magnetische ballasten

Spots voor accentverlichting: spaarlampen E27 (versch. Kleuren, defecten)

Gedeeltelijk slechte kleurweergave (KWI 65-85)

Lichtniveau: 450 à 600 lux (conform)

Specifiek vermogen: 2,4 W/m<sup>2</sup>/100 lux



18

## RAVAGO FASHION & HOME

### Cijfers – Vóór relighting

Zone	Branduren/jaar	Type	Bron Ballast	Vermogen (+ MB)	Aantal
Showroom	3300	Refl. 2/58W	T8 MB	138	146
Hall 1	3300	Refl. 2/36W	T8 MB	92	271
Hall 2	3300	Refl. 2/36W	T8 MB	92	88

Zone	Vermogen kW	Verbruik kWu/jaar	Energie €/jaar
Showroom	20,1	66.488	€ 7.380
Hall 1	24,9	82.276	€ 9.133
Hall 2	8,1	26.717	€ 2.965
	<b>53,2</b>	<b>175.481</b>	<b>€ 19.478</b>



Slechte lichtkwaliteit  
Verlichtingsinstallatie einde levensduur

19

## RAVAGO FASHION & HOME

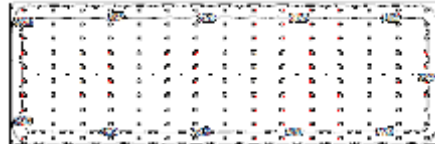
### Voorstel relighting

#### Showroom:

*Opm: De installateur had een algemeen lichtniveau voorgesteld van 400 lux met het dubbel aantal verlichtingstoestellen!*

ODID stelt een algemeen lichtniveau voor van 200 lux (dus 50% toestellen minder dan eerst voorgesteld door de installateur!)

Het lage lichtniveau maakt het gemakkelijk om promoties te accentueren met accentverlichting. (zie uittreksel DIALUX studie)



20

## RAVAGO FASHION & HOME

### Voorstel relighting

#### Showroom:

ODID heeft verlichtingstoestellen T5 voorgesteld met « darklightraster – lage luminantie» . De lichtbron aan het plafond zal bijna onzichtbaar zijn, en alle aandacht wordt dus getrokken naar de tentoongestelde goederen in de showroom. Accenten leggen wordt heel gemakkelijk!



Darklight raster



LED verlichting is  
dikwijls heel  
zichtbaar

=

Ander concept  
verlichting

(keuze te maken)



21

## RAVAGO FASHION & HOME

### Showroom ná relighting



#### Ná relighting:

Inbouwrastertoestellen (4x14W T5 lichtkleur 830).

*(merk op dat de klant uiteindelijk geen darklighttoestellen heeft gekozen, het licht is zichtbaar)*

Lichtkwaliteit: hoog!

Visueel comfort: hoog!

En wat met de energiebesparing?



22

## RAVAGO FASHION & HOME

### Hal 1 en 2: ná relighting



#### Ná relighting:

Toestellen T5 2x49W\*, voorbedrade draagrail, reflectoren met hoog rendement

*\*De investering in LED toestellen was nog niet rendabel in 2012 maar de voorbedrade draagrail laat een simpele « upgrade » toe naar LED, zonder de bekabeling te wijzigen.*

Lichtkwaliteit: hoog!

Visueel comfort: hoog!

En wat met de energiebesparing?



23

## RAVAGO FASHION & HOME

### Argumenten voor relighting

Algemene verlichting:

Vóór relighting: 175.481 kWu/jaar

Ná relighting: 95.931 kWu/jaar

**Energiebesparing: 79.550 kWu/jaar**

**Showroom > 50% \***

**Hall 1 en 2: > 40%**

**Terugverdientijd (TV) : 10 jaar**

De TV lijkt lang maar er waren **ook andere redenen om over te gaan tot relighting:**

- Verlichting niet efficiënt en einde levensduur
- Verlichting was saai en onaantrekkelijk
- Geen aantrekkelijke voorstelling van de goederen

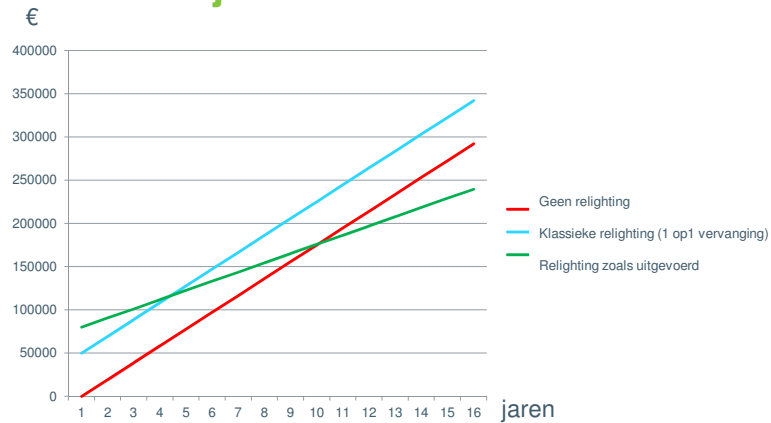
*De investering in LED was nog niet rendabel en betrouwbaar in 2012 maar in 2015 zijn LED oplossingen dikwijls al rendabeler dan T5.*



24



## RAVAGO FASHION & HOME Cijfers – Rentabiliteit



Terugverdientijd relighting RAVAGO FASHION & HOME  
Ten opzichte van « Geen relighting »: 10 jaar  
Ten opzichte van « Klassieke relighting »: **4 jaar**



25

## Besluiten

- Het potentieel aan energiebesparing in verlichting is hoog  
*(in mijn studies sinds 1998 : > 50%)*
- Sturing = bijkomende energiebesparing mogelijk!
- Weinig branduren = hoge terugverdientijd  
*vb. scholen (1000u/jaar – TV>20 jaar)*  
*burelen (2000h/jaar – TV>10 jaar) - industrie (8700u/jaar – TV<5jaar)*
- Er zijn dikwijls andere redenen voor relighting!



26

## Nuttige links

<http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be>  
[www.groenlichtvlaanderen.be](http://www.groenlichtvlaanderen.be)

(enkel in het Frans)  
Werkinstrument voor eenvoudige audit en raming  
energiebesparing in verlichting om KMO, winkeliers... te  
helpen bij energiebesparing (met video):

<http://www.eclairage-et-commerce.be/>

<http://www.energieae.be/>

<http://energie.wallonie.be>

<http://www.energieplus-lesite.be>



27

## Info:



INTERNATIONAL  
YEAR OF LIGHT  
2015

DUURZAME  
VERLICHTING  
26 | 03 | 2015

Promotiedag Duurzame Verlichting 2015 te Leuven



28

## Tot binnenkort en het beste!

Ingrid Van Steenberghe

[ingrid@odid.be](mailto:ingrid@odid.be)

0473/823.406

[www.odid.be](http://www.odid.be)

Gepassioneerd door verlichting sinds 1987

Onafhankelijk lichtadviseur sinds 1998

Erkend auditeur Waalse regio: AMURE en UREBA

Lid van Groen Licht Vlaanderen

Lid van Belgisch Instituut voor verlichting BIV

Absoluut neutraal



Wallonie



Groen  
Licht  
Vlaanderen



BIV

ONAFHANKELIJK ADVIESBUREAU VOOR  
ENERGIEZUINIGE VERLICHTING,  
BUREAU CONSEIL INDEPENDANT  
ECONOMIE D'ENERGIE EN ECLAIRAGE.

AUDITS IN  
VERLICHTING

ANALYSE  
VAN DIFFERES

AUDITS EN  
ECLAIRAGE

ANALYSE DES  
DIFFERES

OPEENINGEN  
IN VERLICHTING

ADVIESVEREENING  
IN VERLICHTING

FORMATIONS  
EN ECLAIRAGE

CONSULTANCE  
EN ECLAIRAGE

odid

LICHTTERRAINDIENEN

ETUDES D'ECLAIRAGE  
(DIALUX)

29

**«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015**  
**"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015**

---



### **Meer informatie?**

U vindt de presentaties van dit seminarie op onze website:

[www.leefmilieu.brussels/opleidingendubo](http://www.leefmilieu.brussels/opleidingendubo) > Verslagen en nota's >  
Seminarieverslagen Duurzaam Bouwen 2015

De Facilitator Duurzaam Bouwen staat ter beschikking:

[facilitator@leefmilieu.irisnet.be](mailto:facilitator@leefmilieu.irisnet.be)  
0800/85 775

De Gids Duurzame Gebouwen is beschikbaar online:

[www.leefmilieu.brussels/gidsduurzamegebouwen](http://www.leefmilieu.brussels/gidsduurzamegebouwen)