

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIEBEHEER :
ENERGIEVERANTWOORDELIJKE

LENTE 2022

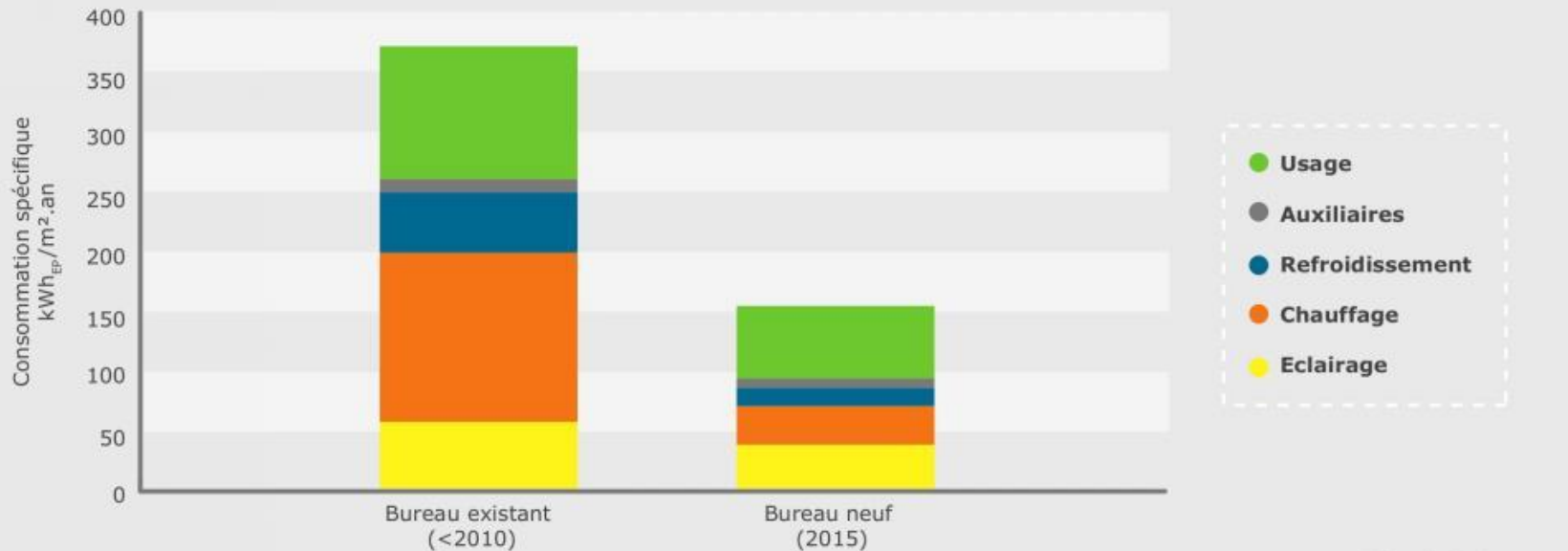
Aandachtspunten rond verlichting

Arno DEPOVER



► AANDEEL ENERGIEVERBRUIK VERLICHTING

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE SPÉCIFIQUE DES BUREAUX EN RÉGION BRUXELLES-CAPITALE



© Bruxelles Environnement

Bron: gids duurzame gebouwen Leefmilieu Brussel



EEN SNELLE AUDIT VAN EEN EENVOUDIGE BESTAANDE INSTALLATIE UITVOEREN

- 1) BEGRIJPEN VAN DE BASISBEGRIPPEN
- 2) DE VERSCHILLENDE TYPES LICHTBRONNEN IDENTIFICEREN
- 3) AANDACHTSPUNTEN
- 4) RENOVATIESTRATEGIE
 - 1) Geïnstalleerd vermogen
 - 2) Verbruikstijd
 - 3) Strategie



EEN SNELLE AUDIT VAN EEN EENVOUDIGE BESTAANDE INSTALLATIE UITVOEREN



1) BEGRIJPEN VAN DE BASISBEGRIPPEN

2) DE VERSCHILLENDE TYPES LICHTBRONNEN IDENTIFICEREN

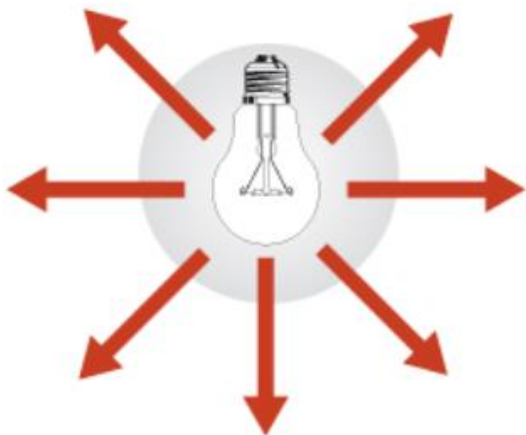
3) AANDACHTSPUNTEN

4) RENOVATIESTRATEGIE

- 1) Geïnstalleerd vermogen
- 2) Verbruikstijd
- 3) Strategie



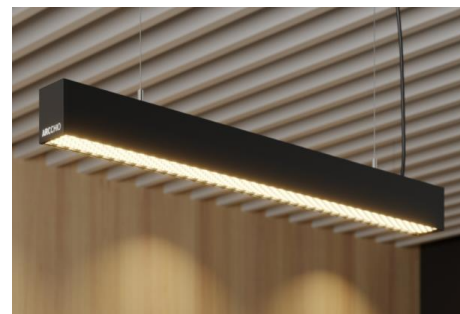
Lichtstroom > in Lumen [lm]



Ledspots 350 lm



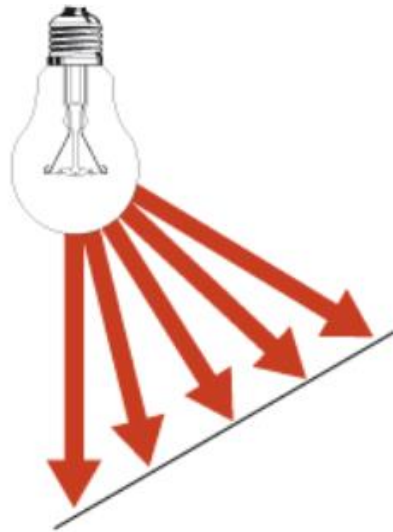
Pendelarmatuur 3000 - 5000 lm



Verlichtingssterkte

> in Lux [lux]

> lm/m^2



NBN EN 21464-1:2021

Bureau 500 lux

Lounge 200 lux



Circulatie 100 lux



Table 5.26 — Offices

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L —
5.26.1	Filing, copying, etc.	300	19
5.26.2	Writing, typing, reading, data processing	500	19
5.26.3	Technical drawing	750	16
5.26.4	CAD work stations	500	19
5.26.5	Conference and meeting rooms	500	19
5.26.6	Reception desk	300	22
5.26.7	Archives	200	25



Systeemrendement

> in lm/W

> lampen (vervangbaar)

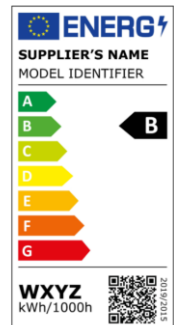
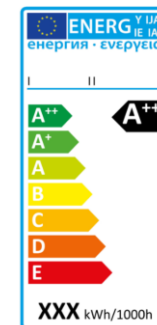
ECODESIGN

OVERGANG TOT 03/2023

OUDE CLASSIFICATIE	RENDEMENT VAN DE LAMP	NIEUWE CLASSIFICATIE
A ⁺⁺	210 lumen / watt	A
	185 lumen / watt	B
	160 lumen / watt	C
	135 lumen / watt	D
A ⁺⁺	110 lumen / watt	E
A ⁺	85 lumen / watt	F
A ⁺	<85 lumen / watt	G

Toekomstgericht

Bron: Agoria / Livios



EEN SNELLE AUDIT VAN EEN EENVOUDIGE BESTAANDE INSTALLATIE UITVOEREN

1) BEGRIJPEN VAN DE BASISBEGRIPPEN



2) DE VERSCHILLENDE TYPES LICHTBRONNEN IDENTIFICEREN

3) AANDACHTSPUNTEN

4) RENOVATIESTRATEGIE

- 1) Geïnstalleerd vermogen
- 2) Verbruikstijd
- 3) Strategie



LICHTBRONNEN

Thermisch

- Gloeilamp
- Halogeen

Gasontlading

- Lage druk
- Hoge druk
- Fluorescentie

LED

- LED
- OLED
- ...



THERMISCH

► Gloeilampen

⇒ **15 tot 150 W**⇒ **10 lm/W**

Source/Bron : écorce

► Halogeenlampen (gloeilamp + gas)

⇒ **20 tot 500 W**⇒ **15 lm/W**Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be**VERBODEN PRODUCTIE (2018)**

LICHTBRONNEN

Thermisch

- Gloeilamp
- Halogeen

Gasontlading

- Lage druk
- Hoge druk
- Fluorescentie

LED

- LED
- OLED
- ...



GASONTLADING – lage druk

► Compact “Spaarlamp”

⇒ 5 tot 120 W

⇒ 50 – 80 lm/W

⇒ (geïntegreerd) voorschakelapparaat

⇒ Herkenning: trage oploop



Incl. VSA tot 30W



Excl. VSA tot 120W

VERBODEN PRODUCTIE (2021)

GASONTLADING – lage druk

- ▶ Buisvormige fluorescentielampen (75 – 105 lm/W)

⇒ 75 – 105 lm/W

⇒ Als het opschrift niet zichtbaar is, kan het vermogen van de lamp soms worden afgeleid van de diameter en de lengte van de buislamp

⇒ TL-5 / TL-8 (diameter 16 mm / 26 mm)

⇒ VSA noodzakelijk



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be



GASONTLADING – lage druk

- Buisvormige fluorescentielampen

Benaming	D [mm]	Lengte [cm]	Vermogen [W]
T12 of T38  	38	59	20
		120	40
		150	65
T8 of T26  	26	59	18
		120	36
		150	58
T5 of T16 	16	55	14 en 24
		85	21 en 39
		115	28 en 54
		145	35, 45 en 80

Source/Bron : www.energieplus-lesite.be



GASONTLADING – lage druk

- ▶ Natriumlamp

- ⇒ **Straatverlichting**
- ⇒ **Zeer efficiënt 200 lm/W**
- ⇒ **Zeer slechte kleurweergave**
- ⇒ **Trage ontsteking**
- ⇒ **VSA noodzakelijk**

[Bestaat ook op hoge druk, hogere output]



Source/Bron : <http://routes.wallonie.be>



Source/Bron : www.energieplus-lesite.be



GASONTLADING – HOGE druk

- ▶ Metaalhalogenidelampen
 - ⇒ **Straatverlichting en huishoudelijk**
 - ⇒ **Betere kleurweergave**
 - ⇒ **Minder goed rendement 80 lm/w**
 - ⇒ **VSA noodzakelijk**
 - ⇒ **Huishoudelijk tot 150W**
 - ⇒ **Keramisch (tot 120 lm/W)**



Source/Bron : <http://phozagora.free.fr>



Sources/Bronnen :
www.energieplus-lesite.be



GASONTLADING – HOGE druk

► Kwikdamplampen

- ⇒ **Straatverlichting**
- ⇒ **45 lm/W**
- ⇒ **Betere kleurweergave**
- ⇒ **Minder goed rendement 80 lm/W**
- ⇒ **VSA noodzakelijk**
- ⇒ **Slecht voor milieu**
- ⇒ **Slechte kleurweergave**
- ⇒ **Poedercoating**



Source/Bron : <http://phozagora.free.fr>



Sources/Bronnen :
www.energieplus-lesite.be

VERBODEN VERKOOP 2015



GASONTLADING - voorschakelapparaat

- elektromagnetische voorschakelapparaten (tot 20% extra verbruik)
 - ⇒ **Starter naast de lamp (onderhoudsintensief)**
 - ⇒ **Geluid en geflikker bij (koud!) inschakelen**



- elektronische voorschakelapparaten (tot 10% extra verbruik)
 - ⇒ **Met bewegingsdetector mogelijk!**



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be



GASONTLADING - voorschakelapparaat

- Vermogensgegevens voor de voorschakelapparaten volgens de lichtbronnen:

Vb: HD-kwiklampen www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17533

Puissances (W)	Puissance ballast (W)	Puissance totale (W)
50	8	58
80	10	90
125	14	139

Aankoop via klasse:

- Klasse B1 en B2 elektromagnetische ballast met weinig verlies
- Klasse A elektronische ballast



LICHTBRONNEN

Thermisch

- Gloeilamp
- Halogeen

Gasontlading voorschakelapparaat

- Lage druk
- Hoge druk
- Fluorescentie

LED

- LED
- OLED
- ...



CONCLUSIE:**Lichtbronnen – Elektroluminescentie**

- ▶ LED (Light-emitting diode)
 - ⇒ **Halfgeleider**
 - ⇒ **Hoge efficiëntie > 100 lm/W (label E)**
 - ⇒ **Goede kleurweergave**
 - ⇒ **Driver om stroom om te zetten**



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be



EEN SNELLE AUDIT VAN EEN EENVOUDIGE BESTAANDE INSTALLATIE UITVOEREN

1) BEGRIJPEN VAN DE BASISBEGRIPPEN

2) DE VERSCHILLENDE TYPES LICHTBRONNEN IDENTIFICEREN

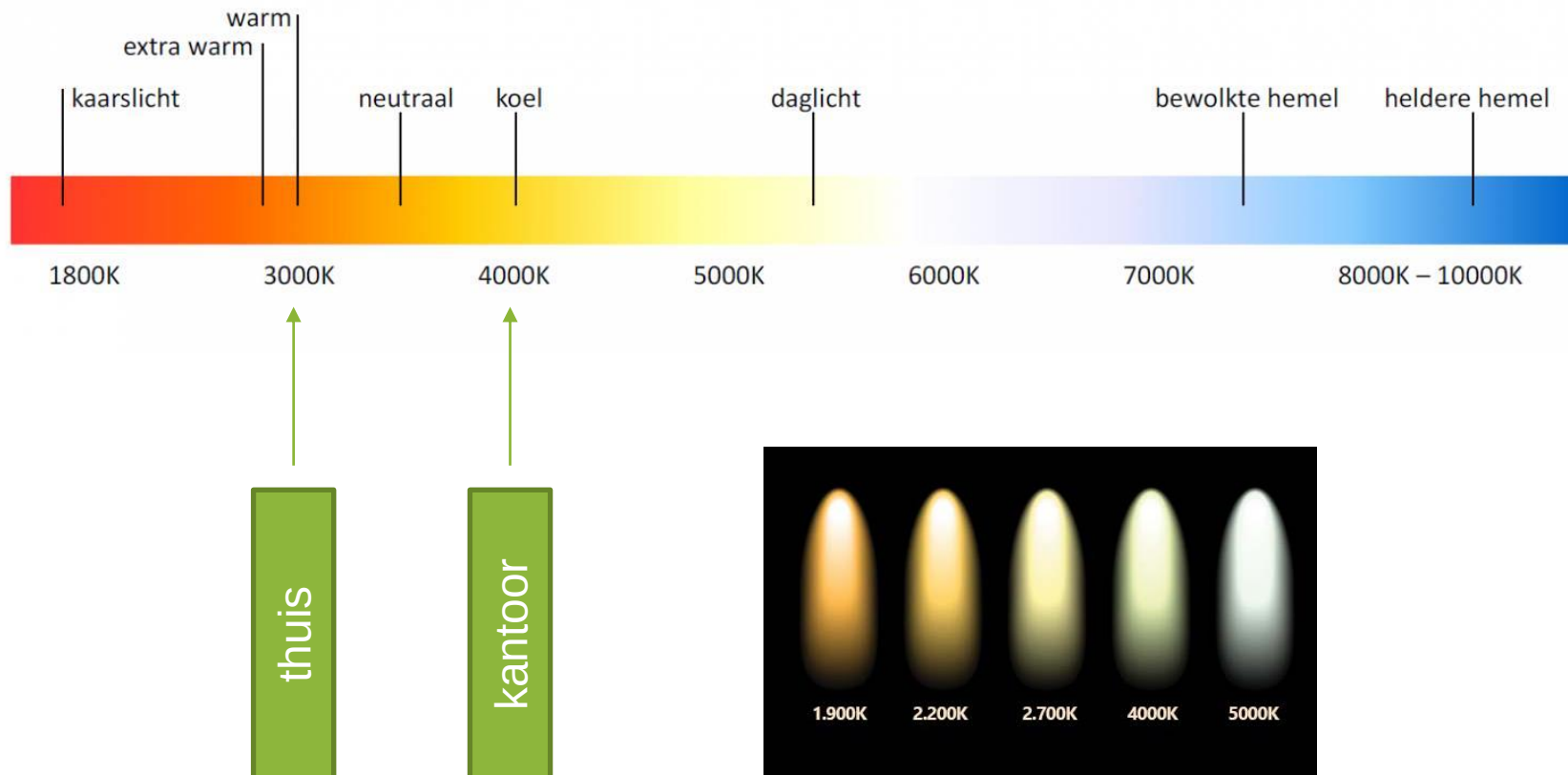
3) AANDACHTSPUNTEN

4) RENOVATIESTRATEGIE

- 1) Geïnstalleerd vermogen
- 2) Verbruikstijd
- 3) Strategie



KLEURTEMPERATUUR



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be



KLEURWEERGAVE

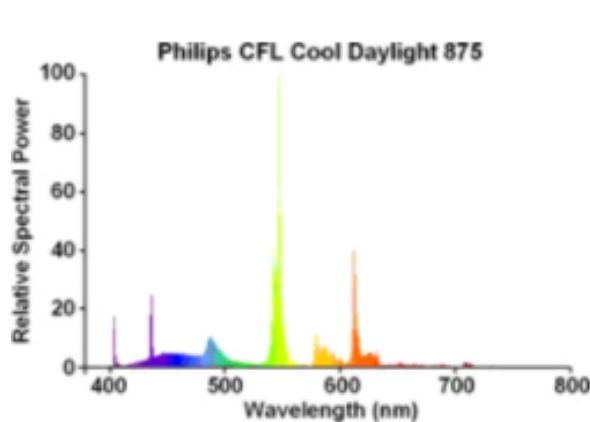
- ▶ KWI = Kleurweergaveindex
- ▶ CRI = Color rendering index
- ▶ Ra = Rendering average

Normaal CRI > 80

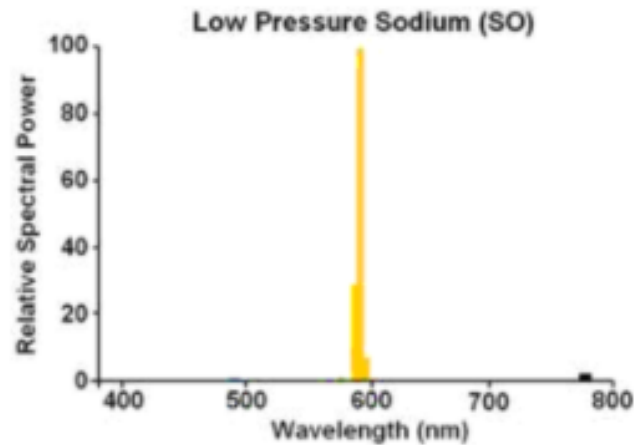
Uitstekend CRI > 90

Welk deel van het lichtspectrum wordt weergegeven door de lamp?

Spaarlamp



Gasontlading – lage druk



Sources/Bronnen : AP Hogeschool, A. Thijs
Verlichting



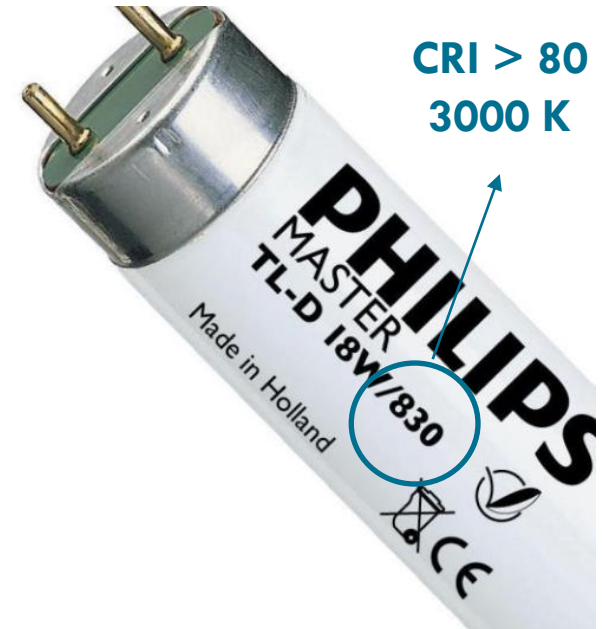
KLEURWEERGAVE + KLEURTEMPERATUUR

Hogere CRI = Hoger energieverbruik?

- > In de meeste gevallen wel
- > Bij zelfde type lamp!

Hogere Kleurtemp = Hoger energieverbruik?

- > TL-lampen niet
- > LED wel.



Philips Corepro LEDspot GU10 PAR16 2.7W 215lm 36D - 827 Zeer Warm Wit | Vervangt 25W

2700 K met 80 lm/W



Philips Corepro LEDspot GU10 PAR16 2.7W 230lm 36D - 840 Koel Wit | Vervangt 25W

4000 K met 85 lm/W

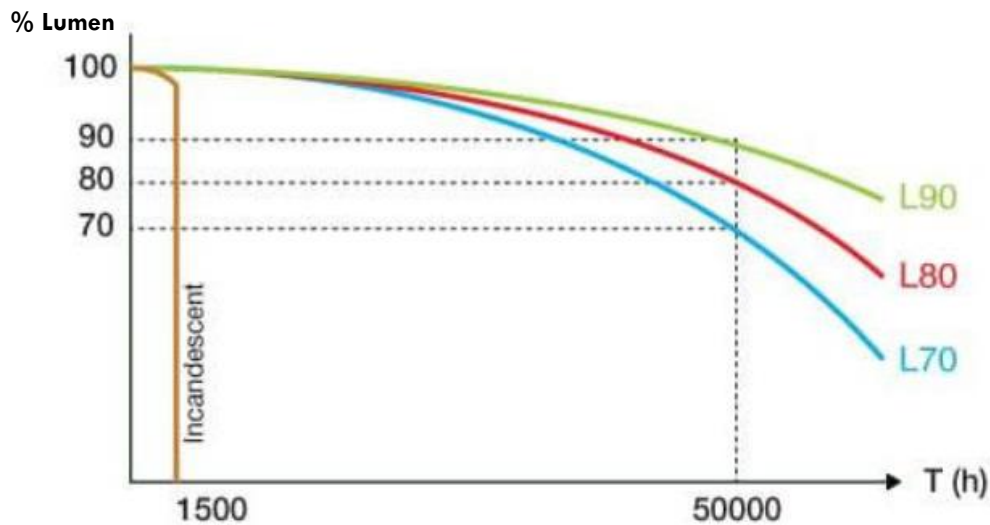
Sources/Bronnen : AP Hogeschool, A. Thijs
Verlichting, www.lampdirect.be



LEVENSDUUR

Grootste vijand = Warmte! (plafonds)

⇒ Bij 25°C:



$$L90(t_q \text{ } 25^\circ \text{C}) = 50.000 \text{ h.}$$

Na 50.000 branduren zal er nog 90% van de initiële lumenoutput zijn.
Bij gelijk verbruik!

Praktijk 80% lumenoutput en 20% kapot = onderhoud

Systeemlevensduur = LED + DRIVER

Sources/Bronnen : AP Hogeschool, A. Thijs
Verlichting, www.lampdirect.be



OVERIGE

- ▶ DALI = Digital Addressable Lighting Interface?
- ▶ Dimbaar?
- ▶ Combinatie veiligheidsverlichting met interne batterij?
- ▶ IP-graad (badkamer, technische ruimte, ... IP 65)
- ▶ CE-merk
- ▶ Energielabel



EEN SNELLE AUDIT VAN EEN EENVOUDIGE BESTAANDE INSTALLATIE UITVOEREN

1) BEGRIJPEN VAN DE BASISBEGRIPPEN

2) DE VERSCHILLENDE TYPES LICHTBRONNEN IDENTIFICEREN

2) AANDACHTSPUNTEN



4) RENOVATIESTRATEGIE

1) Geïnstalleerd vermogen

2) Verbruikstijd

3) Strategie



EEN SNELLE AUDIT VAN EEN EENVOUDIGE BESTAANDE INSTALLATIE UITVOEREN

- 1) BEGRIJPEN VAN DE BASISBEGRIPPEN
- 2) DE VERSCHILLENDE TYPES LICHTBRONNEN IDENTIFICEREN
- 2) AANDACHTSPUNTEN

4) RENOVATIESTRATEGIE



- 1) **Geïnstalleerd vermogen**
- 2) Verbruikstijd
- 3) Strategie



- Geïnstalleerd vermogen

Vermogen [kW]

Type lichtbron

Type toestel



Hulpbronnen

- Gebruiksduur

Tijd [h]

Behoefte (daglicht)

Regeling



Gedrag

Energieverbruik
[kWh]

Wat wel en wat niet?

- ▶ Volledige opneming van de verschillende types armaturen in het gebouw, per ruimte
 - Lichtbron
 - Vermogen
 - Hulpapparatuur

- ▶ Geen rekening houden met
 - mobiele verlichting
 - noodverlichting
 - verlichting van de liftkooien en –kokers



Specifiek vermogen in x W/m² 100lx

- Potentieel voor energiebesparing?

1,5 – 2 W/m² 100 lux = moderne verlichting volgens EPB ...

+3 – 5 W/m² 100 lux = matig tot veel besparingspotentieel!

- Stappenplan bepalen specifiek vermogen:

1. Bepaal de geëiste verlichtingssterkte via de norm (vb kantoor 500 lux)
2. Geïnstalleerd vermogen in de ruimte (W)
3. Oppervlakte (m²)

Voorbeeld (nieuw kantoor):

Kantoor met oppervlakte: 40 m² en 4x LED 60W (NBN 12464: kantoor = 500 lux)

$$\rightarrow 4 \times 60 \text{ W} / 40 \text{ m}^2 * (500 \text{ lux} / 100 \text{ lux}) = 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ 100lx}$$



EEN SNELLE AUDIT VAN EEN EENVOUDIGE BESTAANDE INSTALLATIE UITVOEREN

1) BEGRIJPEN VAN DE BASISBEGRIPPEN

2) DE VERSCHILLENDE TYPES LICHTBRONNEN IDENTIFICEREN

2) AANDACHTSPUNTEN

4) RENOVATIESTRATEGIE

1) Geïnstalleerd vermogen



2) Verbruikstijd

2) Strategie



Daglicht = Beperking van artificieel licht

⇒ **Verlichtingsterkte per ruimte te bepalen (NBN 12464)**

- ▶ Opmeting met een luxmeter
- ▶ Daglichtsimulatie (Dialux)
- ▶ Zonwering – type doeken
- ▶ Oriëntatie van de werkruimtes, gebouwschil
- ▶ Gebruikstijd? In de avond/overdag?



Regeling

- ▶ Daglichtregeling
- ▶ DALI via gebouwbeheersysteem
- ▶ Aan-/afwezigheidsdetectie

Eigen verbruik? Complexiteit?

Drukknop aan + detectie uit

- ▶ Klokprogramma => bepaling van uren/jaar
- ▶ Centraal gestuurd => bepaling van uren/jaar



Gebruiker

- ▶ Sensibilisering
- ▶ Aanwezigheid publiek is niet hetzelfde als werkingstijd van de installatie
- ▶ Speciale eisen i.f.v. veiligheid, kwaliteit, ...



EEN SNELLE AUDIT VAN EEN EENVOUDIGE BESTAANDE INSTALLATIE UITVOEREN

1) BEGRIJPEN VAN DE BASISBEGRIPPEN

2) DE VERSCHILLENDE TYPES LICHTBRONNEN IDENTIFICEREN

2) AANDACHTSPUNTEN

4) RENOVATIESTRATEGIE

1) Geïnstalleerd vermogen

2) Verbruikstijd



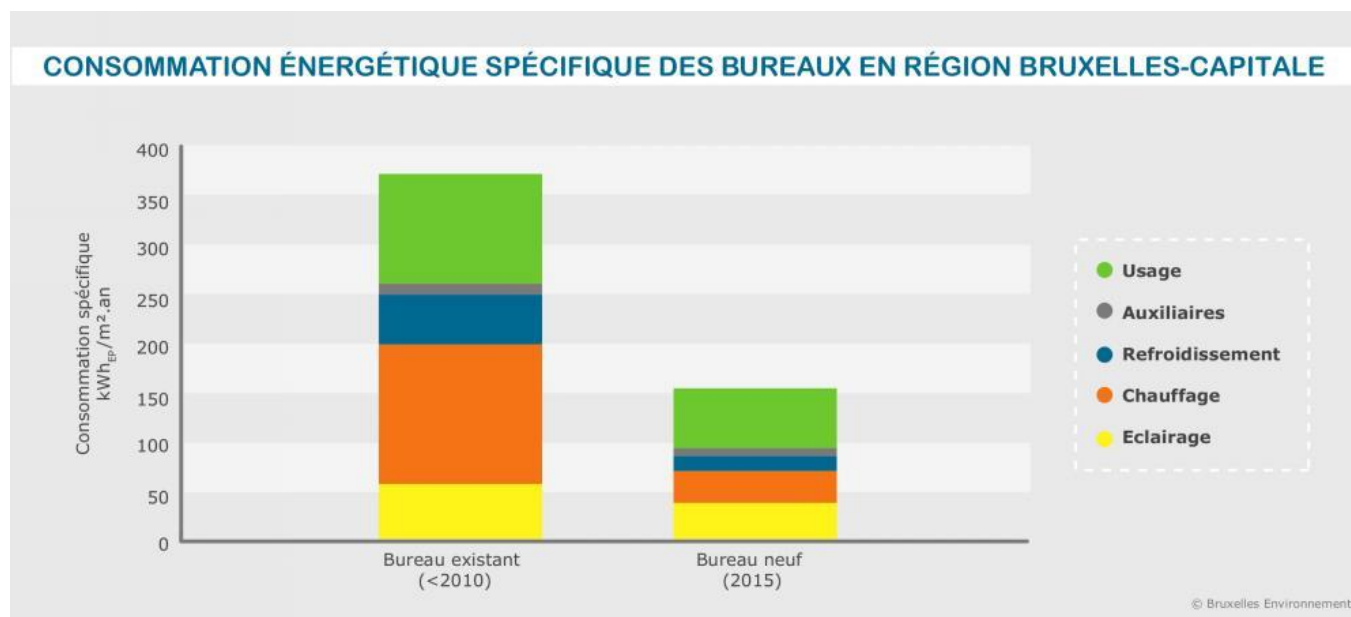
3) Strategie



Energieverbruik door verlichting inschatten:

Geïnstalleerd vermogen (kW) x Gebruikstijd (h) = Energieverbruik in KWh

Tertiair/huishoudelijk aandeel van factuur tot +35% mogelijk



Bron: gids duurzame gebouwen Leefmilieu Brussel



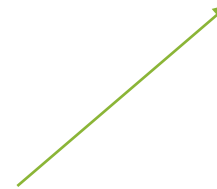
STRATEGIE

Relamping

Relighting

Renovatie

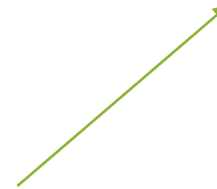
- Gelijke inplanting (retrofit)
- Gewijzigde inplanting



STRATEGIE

Relamping**Relighting****Renovatie**

- Gelijke inplanting (retrofit)
- Gewijzigde inplanting

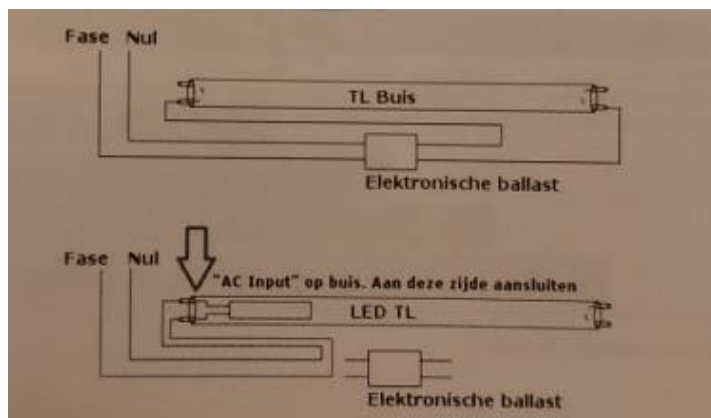


Relamping

Vervanging met éénzelfde type lamp

- Langere levensduur
- Hoger rendement, output, ...
- Geen wijzigingen aan plafond, armatuur, VSA, ...

Opgelet met LED TL bekabeling!



Vb: TL5 vervangen door TL5-ECO

Sources/Bronnen : AP Hogeschool, A. Thijs
Verlichting



Relamping

Vb: TL5 vervangen door TL5-ECO



1700 lm
24 W
70,8 lm/W
€ 3,19



1650 lm
20 W
82,5 lm/W
€ 7,49

Sources/Bronnen : www.lampdirect.be



Relamping

Vb: TL5 vervangen door TL-LED



1700 lm
24 W
70,8 lm/W
€ 3,19



1650 lm
20 W
82,5 lm/W
€ 7,49



1000 lm
8 W
125 lm/W
€ 15,36

Sources/Bronnen : www.lampdirect.be



KANTOORRUIMTE [40 m²]

NBN 12464 = 500 lux

- Dag + avondgebruik

Kantooruren + schoonmaak = 50u/week
 Regeling? = 2250 u per jaar

- 40m²

- 12 stuks – TL 58 W

Jaarlijks energieverbruik = 1647 kWh

12x 58 W + elektronische
 ballast 6W per 2st. = 732 W

Specifiek vermogen:

$$\frac{732 \text{ W}}{40 \text{ m}^2 \times \frac{500 \text{ lux}}{100 \text{ lux}}} = 3,66 \text{ W/m}^2 100 \text{ lx}$$

→ HOOG (richtwaarde 1,5 W/m²100lx)

KANTOORRUIMTE [40 m²]**Strategie 1: Relamping met ECO-model 53W ?**

→ 12 stuks 53W i.p.v. 58W → 672 W op 2250h/jaar

Jaarlijkse besparing: 135 kWh of 8%

Nieuw specifiek vermogen: 3,36 W/m².100lx

Geschatte TVT 12 jaar of één armatuur per jaar (bij 0,21 Eur/kWh)



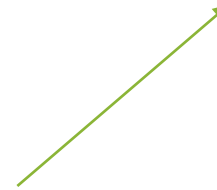
STRATEGIE

Relamping

Relighting

Renovatie

- Gelijke inplanting (retrofit)
- Gewijzigde inplanting



Relighting

Vervanging van volledige armatuur incl. VSA

- Gelijke positie
- Wisselende positie (renovatie)
 - Bekabeling



KANTOORRUIMTE [40 m²]

NBN 12464 = 500 lux

- Dag + avondgebruik

Kantooruren + schoonmaak = 50u/week

Regeling?

= 2250 u per jaar

- 40m²

- 12 stuks – TL 58 W

Jaarlijks energieverbruik = 1647 kWh

12x 58 W + elektronische
ballast 6W per 2st. = 732 W

Specifiek vermogen:

$$\frac{732 \text{ W}}{40 \text{ m}^2 \times \frac{500 \text{ lux}}{100 \text{ lux}}} = 3,66 \text{ W/m}^2 100 \text{ lx}$$

→ HOOG (richtwaarde 1,5 W/m²100lx)

KANTOORRUIMTE [40 m²]**Strategie 2: Renovatie (relighting)**

- Drukknop aan, bewegingsmelder uit (10% besparing op branduren)
- Via Dialux of nieuwe leverancier nieuwe inplanting en lamptype:
9st LED 40W

Jaarlijkse besparing: $(1647 \text{ kWh} - (9 \times 0,040 \text{ kW} \times 2025 \text{ h})) = 729 \text{ kWh}$ of 44 %

Nieuw specifiek vermogen: 1,8 W/m².100lx

Geschatte TVT < 10 jaar (bij 0,21 Eur/kWh)





- ▶ De verlichtingstechnologie is de laatste jaren sterk geëvolueerd
→ aanzienlijk besparingspotentieel in gebouwen waar men al 10 tot 15 jaar niet tot relighting is overgegaan.
- ▶ Het eerste deel van een audit (diagnose) moet toelaten verspilling op te sporen, ALSOOK situaties waarin het aan comfort ontbreekt.
- ▶ In bepaalde gevallen kunnen er premies worden verkregen (afhankelijk van gewest, bestemming, enz.)
- ▶ Verlichtingsaudit ≠ verlichtingsstudie (en conform maken) van een elektrische installatie





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Thema Energie
- ▶ [Dossier | Optimaal gebruik van kunstlicht](#)
- ▶ Thema Welzijn, comfort en gezondheid
[Dossier | Zorgen voor visueel comfort dankzij natuurlijk licht](#)



Websites

- ▶ Architecture et climat, UCL, Energie+, Service Public de Wallonie, DGO4
<http://www.energieplus-lesite.be/>
- ▶ Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf - WTCB
<http://www.wtcb.be>



Artikels

- ▶ Code van goede praktijk voor Binnenverlichting, IBE-BIV



Arno DEPOVER

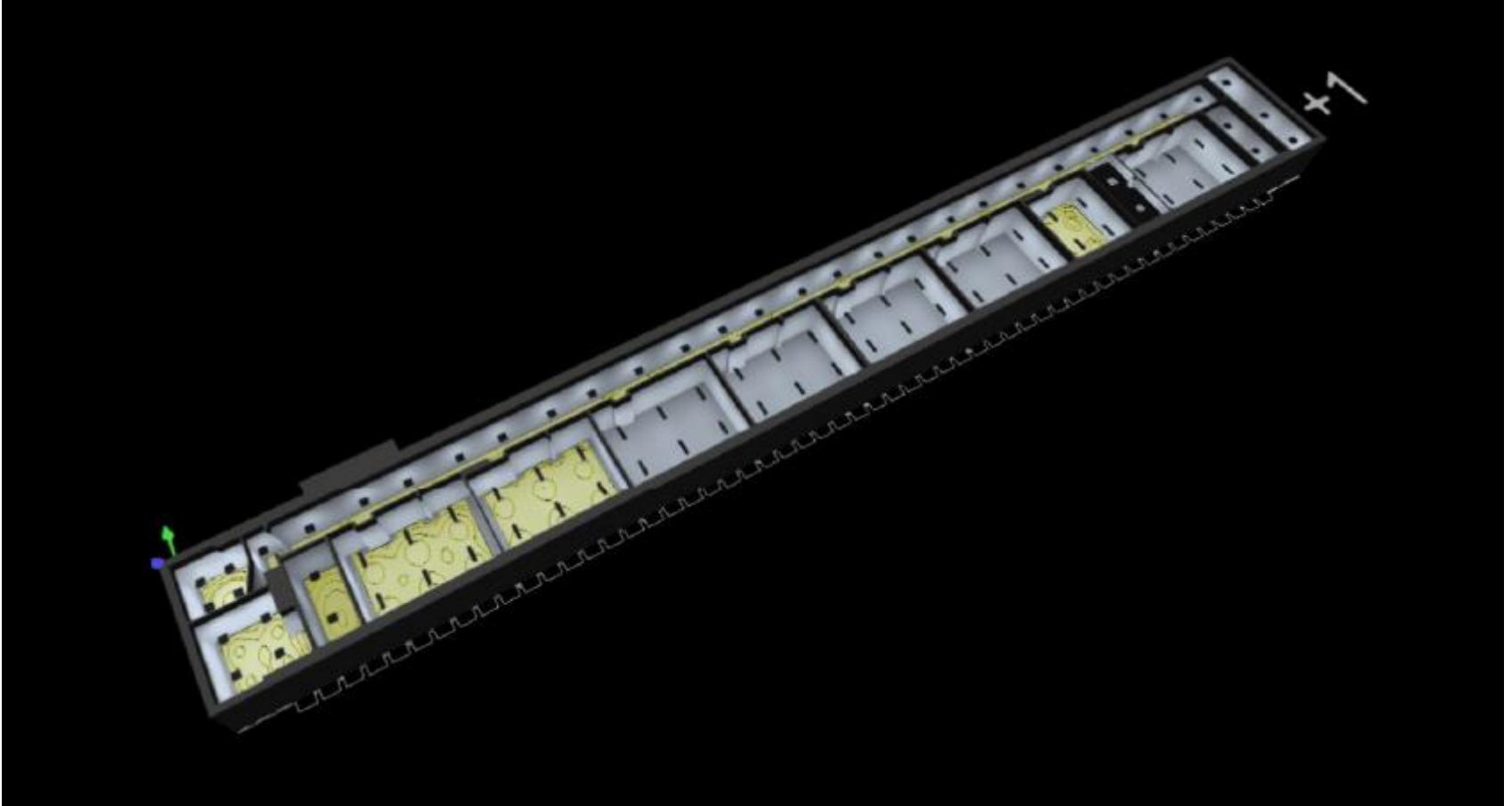
Consultant

Cenergie NV

 + 32 3 271 19 39 info@cenergie.be – arno.depover@cenergie.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

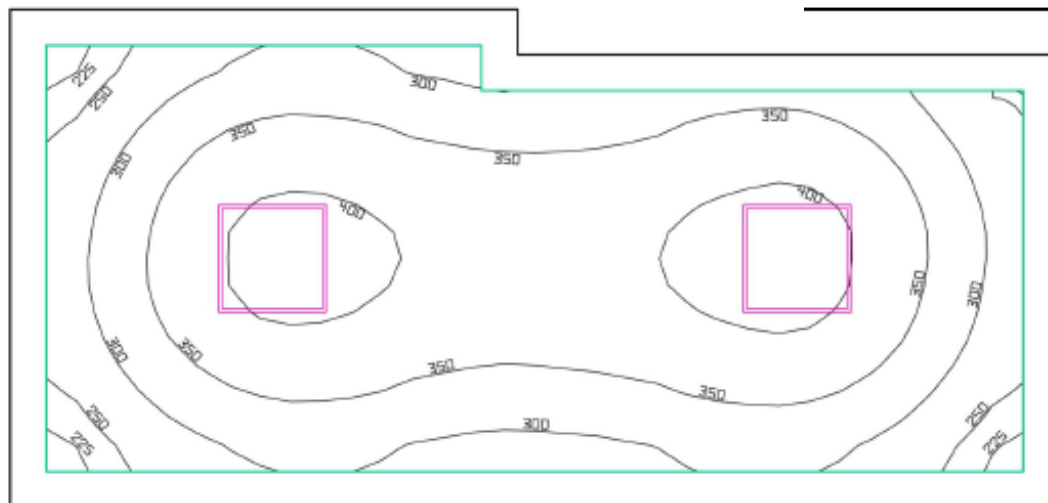




Gebouw 1 · Nivo 0 · 0.01 werklokaal INBOUW

Samenvatting

Werkvlak

5.99 W/m²1.75 W/m²/100 lx

Oppervlakte: 15.29 m² | Reflectiegraad: Plafond: 70.0 %, Wanden: 50.0 %, Vloer: 20.0 % | Behoudfactor: 0.80 (globaal) | Lichte ruimtehoogte: 3.130 m | Montagehoogte: 3.130 m

	Grootte	Berekend	Moet
Werkvlak	$\bar{E}_{\text{loodrecht}}$	342 lx	≥ 300 lx
	g_1	0.63	-



Type A: Inbouw LED armatuur 600x600

Lichtstroom armatuur: 3000 lumen

Armatuurvermogen: 23 W

Lichtrendement: 130 lumen/W

Lichttemperatuur: 4000 K

Levensduur L_{80} bij $t_q = 25^{\circ}\text{C}$: 50.000 u

Kleurweergave-index (CRI) $R_a > 80$

Beschermingsklasse: IP40

