

# OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VERLICHTING :  
ONTWERP EN AFSTELLING

HERFST 2019

Theoretische begrippen en meeteenheden van de verlichting

Florence GREGOIRE

écORce  
LOGEMENTS CONSULTANTS





- ▶ De parameters die invloed hebben op de kunstmatige verlichting, begrijpen
- ▶ Het juiste vocabularium inzake het verwachte comfort verwerven



## FOTOMETRISCHE GROOTHEDEN

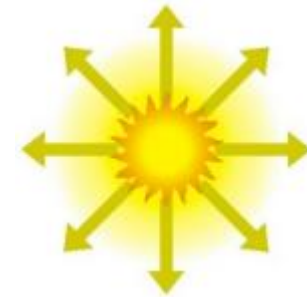
### PARAMETERS VAN VISUEEL COMFORT



## 4 FOTOMETRISCHE GROOTHEDEN

**Lichtstroom**

- ▶ Hoeveelheid licht die door een lichtbron in alle richtingen van de ruimte wordt uitgestraald.
- ▶ Eenheid: [lm]



Source/Bron : énergie +

| Voorbeelden                                    | Lichtstroom<br>[lm] |
|--|---------------------|
| Gloeilamp 100 W                                | 1.380               |
| Halogeenlamp 100 W                             | 1.650               |
| CFL 20 W – elektronisch<br>voorschakelapparaat | 1.200               |
| TL 58 W – elektronisch voorschakelapparaat     | 5.000               |



## Lichtsterkte

- ▶ Hoeveelheid licht die per vaste hoekeenheid in een gegeven richting wordt uitgestraald
- ▶ Eenheid: [cd] = [lm/sr]



Source/Bron : énergie +

## Luminantie

- ▶ De verhouding van de lichtsterkte die in een richting wordt uitgestraald tot het schijnbare oppervlak van de lichtbron in de beschouwde richting.
- ▶ Eenheid: [cd/m<sup>2</sup>]



Source/Bron : énergie +



## FOTOMETRISCHE GROOTHEDEN

### Verlichtingssterkte op een oppervlak

- ▶ Gedeelte van de lichtstroom dat effectief invalt op het oppervlak
- ▶ Eenheid: [lux]



Source/Bron : énergie +

| Voorbeeld                                | Verlichtingssterkte<br>[lux] |
|--|------------------------------|
| Buitenvloer bij een nacht met volle maan | 0,2                          |
| Werkoppervlak van een bureau             | 300 tot 1.000                |
| Buitenoppervlak bij bewolkte hemel       | 5.000 tot 20.000             |
| Buitenoppervlak bij heldere hemel        | 7.000 tot 24.000             |
| Oppervlak dat pal in de zomerzon ligt    | 100.000                      |



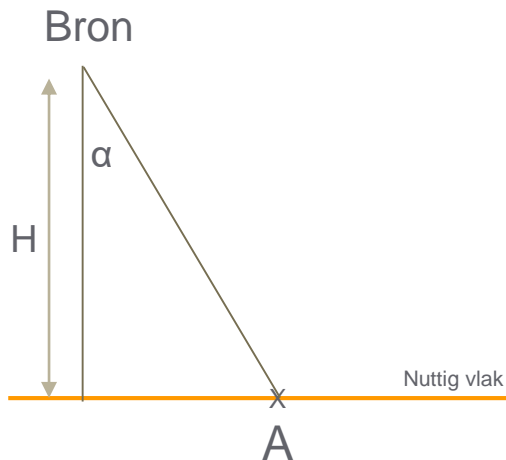
## 7 FOTOMETRISCHE GROOTHEDEN

**Verlichtingssterkte op een oppervlak**

- ▶ Gedeelte van de lichtstroom dat effectief invalt op het oppervlak
- ▶ Eenheid: [lux]



Source/Bron : énergie +



Voor punt A:

- op 1,5 meter van de lichtbron,
- volgens hoek  $\alpha$  van  $30^\circ$

En voor een bron met:

- $I = 1000$  cd voor 5000 lm (54 W T5)

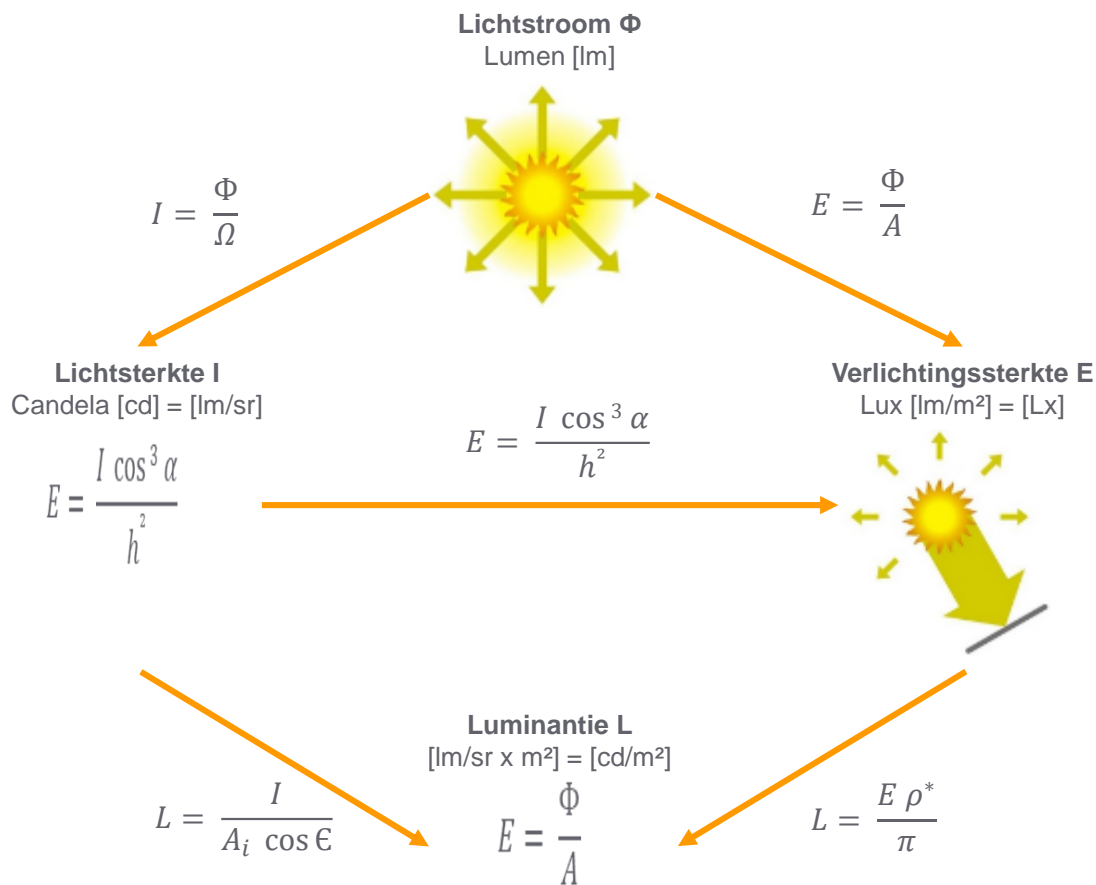
Is de verlichtingssterkte op punt A

$$E_A = \frac{1000 \cos^3(30^\circ)}{(1.65)^2} = 238 \text{ lux}$$



FOTOMETRISCHE GROOTHEDEN

Samenvatting



Met :

- $\Omega$  = vaste hoek waarin de lichtstroom wordt uitgestraald
- A = oppervlak waarop de lichtstroom valt
- $A_i \cos \epsilon$  = zichtbare vlakken van de lichtbron
- $\rho$  = reflectiefactor van het oppervlak
- $\pi$  = 3.14
- \* = voor diffuse oppervlakken





### Ander gerelateerd begrip: lichtefficiëntie

- ▶ Verhouding tussen de uitgestraalde lichtstroom en het gebruikte vermogen
- ▶ Eenheid: [lm/W]

| Bron  | Lichtefficiëntie [lm/W] |
|---|-------------------------|
| Directe straling                            | 52 tot 97               |
| Bewolkte hemel                              | 110 tot 140             |
| Gloeilamp 100 W                             | 13,8                    |
| Halogeenlamp 100 W                          | 16,5                    |
| CFL 20 W – elektronisch voorschakelapparaat | 60                      |
| TL 58 W – elektronisch voorschakelapparaat  | 90                      |

Source / Bron : Deneyer-Verscheure



FOTOMETRISCHE GROOTHEDEN  
**PARAMETERS VAN VISUEEL COMFORT**



## Lijst van de parameters

|                                     |
|-------------------------------------|
|                                     |
| Verlichtingssterkte                 |
| Uniformiteit                        |
| Verblinding                         |
| Kleurweergave                       |
| Kleurtemperatuur                    |
| Afwezigheid van hinderlijke schaduw |
| Natuurlijke verlichting             |



## Lijst van de parameters

|                                     | <b>Symbool</b> | <b>Eenheid</b> | <b>'Waarden'</b> |
|-------------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| Verlichtingssterkte                 |                |                |                  |
| Uniformiteit                        |                |                |                  |
| Verblinding                         |                |                |                  |
| Kleurweergave                       |                |                |                  |
| Kleurtemperatuur                    |                |                |                  |
| Afwezigheid van hinderlijke schaduw |                |                |                  |
| Natuurlijke verlichting             |                |                |                  |



## PARAMETERS VAN VISUEEL COMFORT

Egem.  $[\text{lux}] = [\text{lm}/\text{m}^2]$

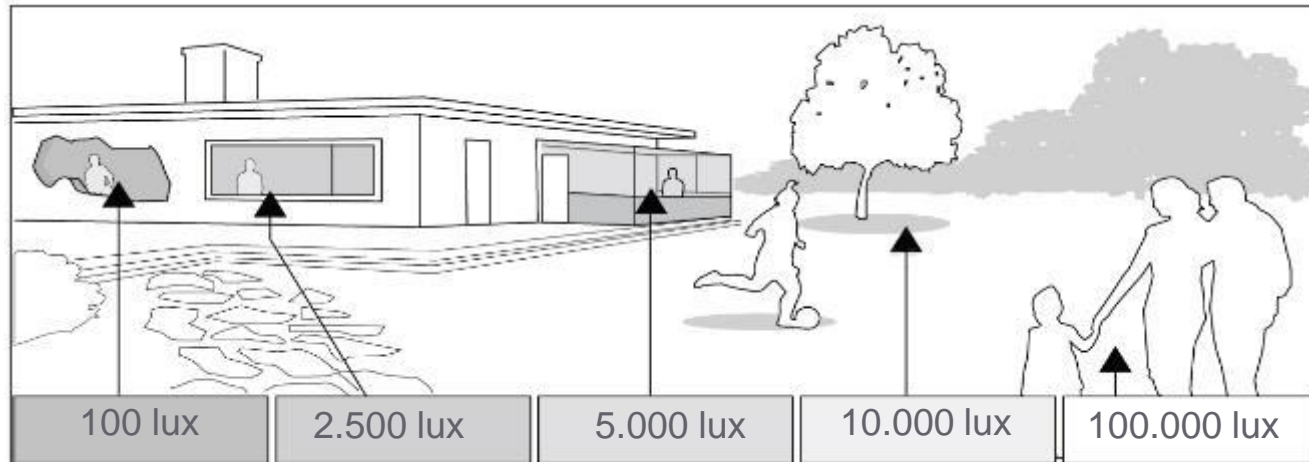
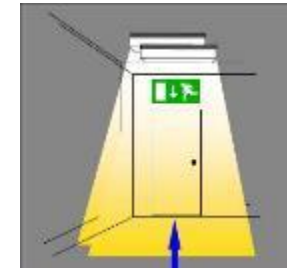
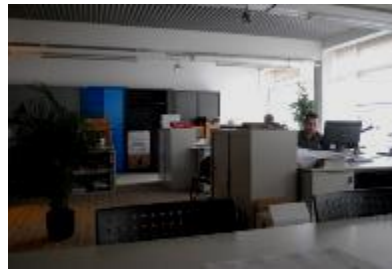
- ▶ ontvangen lichtstroom per oppervlakte-eenheid op dat punt



## PARAMETERS VAN VISUEEL COMFORT

Egem. [lux] = [lm/m<sup>2</sup>]

- ▶ Kantoor/ leslokaal: 500 lux
- ▶ Leslokaal lagere school: 300 lux
- ▶ Gang: 200 lux



## Overzichtstabel

|                     | <b>Symbool</b> | <b>Eenheid</b> | <b>'Waarden'</b> |
|---------------------|----------------|----------------|------------------|
| Verlichtingssterkte | E              | lux            | ]300-500[        |



## Uniformiteit [-]

- ▶ = Lichtverdeling
- ▶ Verhouding tussen de minimale en de gemiddelde verlichtingssterkte waargenomen in de werkzone.
- ▶ Voorbeeld

0,7 op het werkvlak → OK



0,4 hier -> niet OK





## Uniformiteit [-]

- ▶ = Lichtverdeling
- ▶ Verhouding tussen de minimale en de gemiddelde verlichtingssterkte waargenomen in de werkzone.
- ▶ Tegenvoorbeeld?



## Overzichtstabel

|                     | <b>Symbool</b> | <b>Eenheid</b> | <b>'Waarden'</b> |
|---------------------|----------------|----------------|------------------|
| Verlichtingssterkte | E              | lux            | ]300-500[        |
| Uniformiteit        | U              | -              | ] 0,4-0,6        |



## Verblinding [UGR]

- ▶ Vergelijkt een verblindingswaarde voor een gegeven positie van de waarnemer met een grenswaarde
  - $< 12$  : geen verblinding
  - $> 22$  : hinderlijk



## Overzichtstabel

|                     | <b>Symbool</b> | <b>Eenheid</b> | <b>'Waarden'</b> |
|---------------------|----------------|----------------|------------------|
| Verlichtingssterkte | E              | lux            | ]300-500[        |
| Uniformiteit        | U              | -              | ] 0,5-0,7        |
| Verblinding         | UGR            | -              | ]12 -22[         |



### Kleurweergave [IRC, Ra]

- ▶ Capaciteit van een lichtbron om de natuurlijke kleuren van de omgeving weer te geven
  - 100 % = alles volledig getrouw weergegeven; stemt overeen met daglicht.



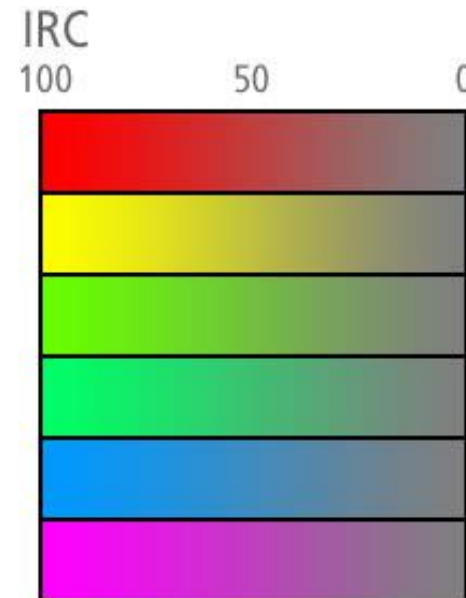
Ra = 100



Ra = 25

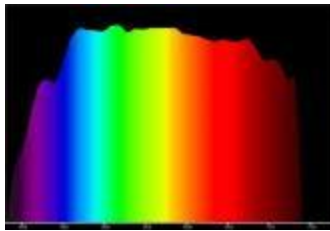


Voorbeeld: LD-natrium – Ra ≈ 22

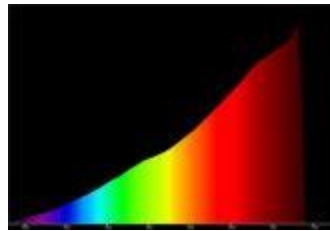


## Kleurweergave [IRC, Ra]

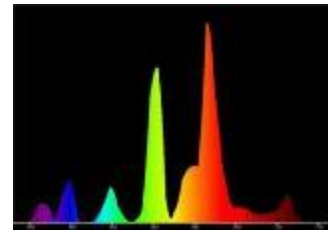
- Invloed van het spectrum



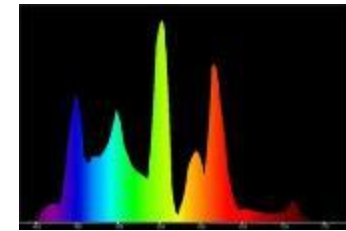
Zon op hoogtepunt



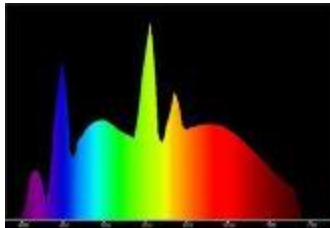
Gloeilamp 2700 K



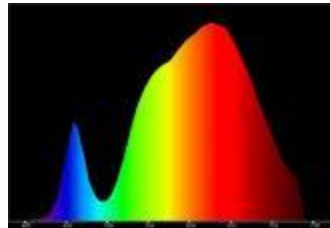
Fluorescentielamp 2700 K



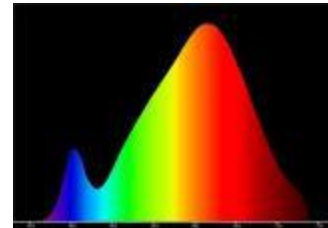
Fluorescentielamp 5500 K



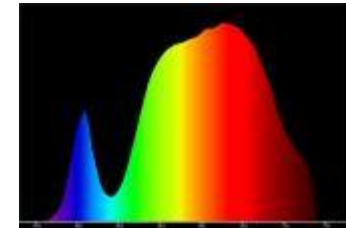
Fluorescentielamp 5500 K



LED-lamp 2700 K



LED-lamp 2700 K



LED-lamp 3300 K

Source/Bron: lesnumeriques



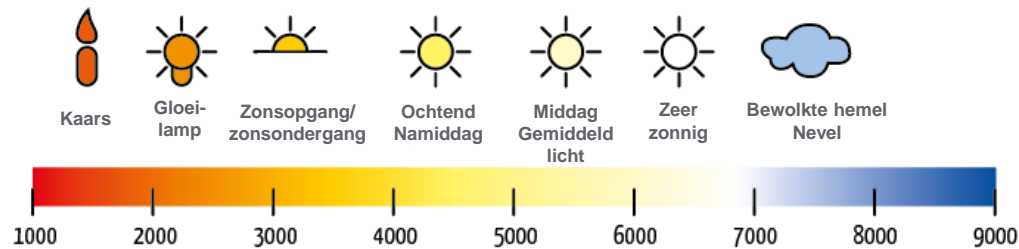
## Overzichtstabel

|                     | <b>Symbool</b>       | <b>Eenheid</b> | <b>'Waarden'</b> |
|---------------------|----------------------|----------------|------------------|
| Verlichtingssterkte | E                    | lux            | ]300-500[        |
| Uniformiteit        | U                    | -              | ] 0,5-0,7        |
| Verblinding         | UGR                  | -              | ]12 -22[         |
| Kleurweergave       | IRC - R <sub>α</sub> | %              | ]90-80[          |



## Lichtkleur

- ▶ Kleurtemperatuur (K)
  - Warme kleur < 3000 K
  - Koude kleur > 3000 K



Source/Bron : [infotographiste.com](http://infotographiste.com)



Verlichtingssterkte van  
300 lux  
warme kleur



Verlichtingssterkte van  
300 lux  
koude kleur

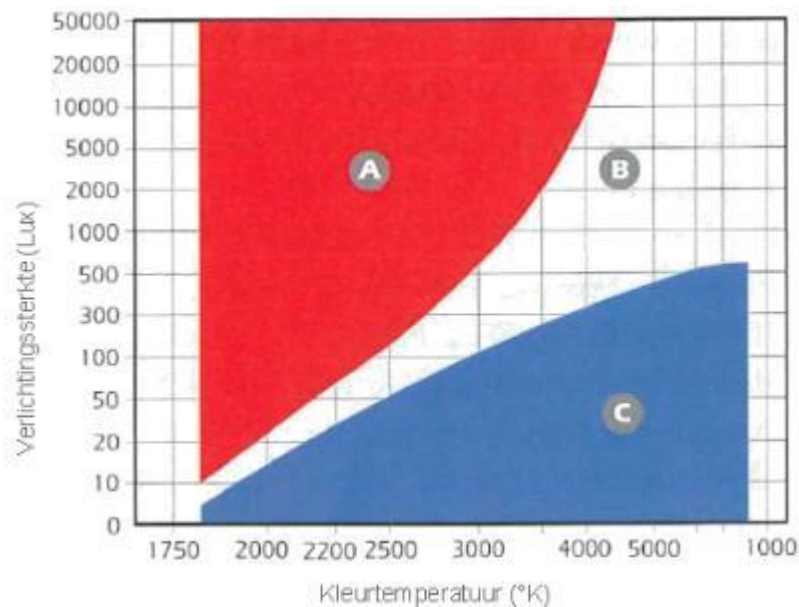
Source/Bron : [Bruxelles Environnement](http://Bruxelles Environnement)





## Diagram van Kruihof

- ▶ Een kleurtemperatuur kiezen volgens het verlichtingssterkteniveau



A: Gebrek aan comfort – voelt te warm aan

B: Comfort – voelt natuurlijk aan

C: Gebrek aan comfort – voelt te koud aan



## Overzichtstabel

|                     | <b>Symbool</b>       | <b>Eenheid</b> | <b>'Waarden'</b> |
|---------------------|----------------------|----------------|------------------|
| Verlichtingssterkte | E                    | lux            | ]300-500[        |
| Uniformiteit        | U                    | -              | ] 0,5-0,7        |
| Verblinding         | UGR                  | -              | ]12 -22[         |
| Kleurweergave       | IRC - R <sub>a</sub> | %              | ]90-80[          |
| Kleurtemperatuur    |                      | Kelvin         | ] 3 000 [        |



## Afwezigheid van hinderlijke schaduw (< werkpositie)



Source/Bron: Architecture et Climat



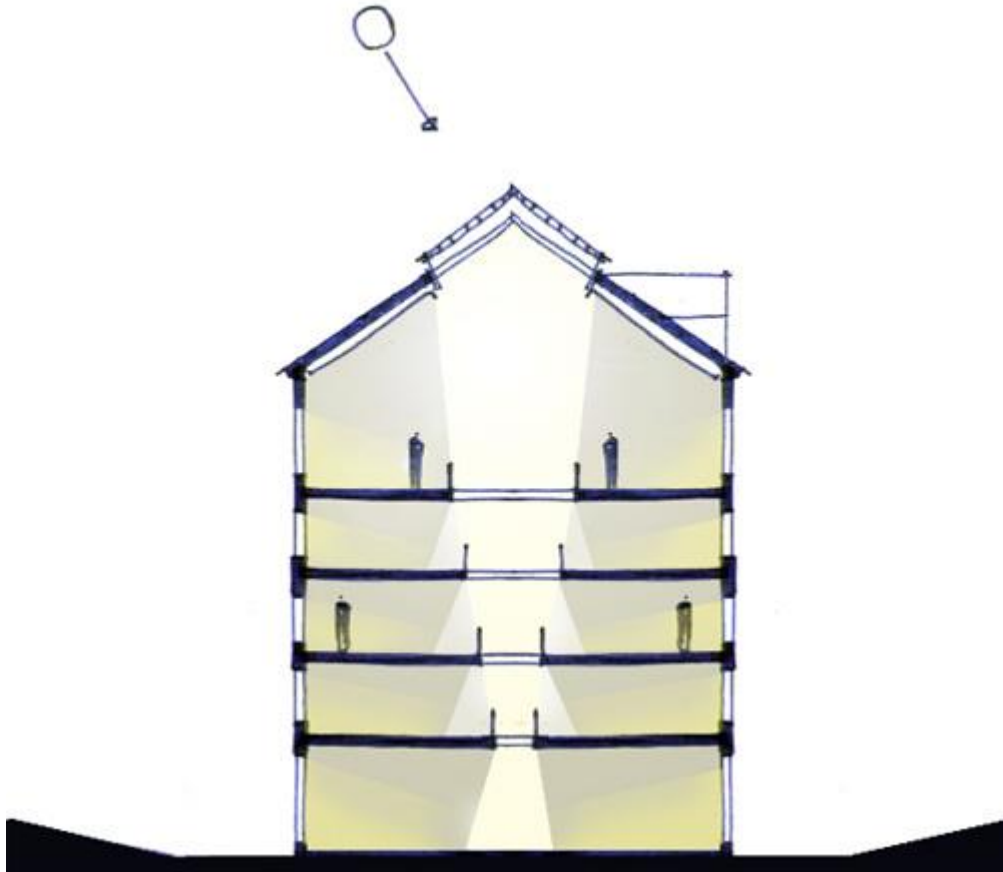
## Overzichtstabel

|                                     | <b>Symbool</b> | <b>Eenheid</b> | <b>'Waarden'</b> |
|-------------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| Verlichtingssterkte                 | E              | lux            | ]300-500[        |
| Uniformiteit                        | U              | -              | ] 0,5-0,7        |
| Verblinding                         | UGR            | -              | ]12 -22[         |
| Kleurweergave                       | IRC - Ra       | %              | ]90-80[          |
| Kleurtemperatuur                    |                | Kelvin         | ] 3 000 [        |
| Afwezigheid van hinderlijke schaduw |                |                | Ja/nee           |



## Natuurlijke verlichting

→ Onderwerp van een presentatie op D2



## Overzichtstabel

|                                     | <b>Symbool</b> | <b>Eenheid</b> | <b>'Waarden'</b> |
|-------------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| Verlichtingssterkte                 | E              | lux            | ]300-500[        |
| Uniformiteit                        | U              | -              | ] 0,5-0,7        |
| Verblinding                         | UGR            | -              | ]12 -22[         |
| Kleurweergave                       | IRC - Ra       | %              | ]90-80[          |
| Kleurtemperatuur                    |                | Kelvin         | ] 3 000 [        |
| Afwezigheid van hinderlijke schaduw |                |                | Ja/nee           |
| Natuurlijke verlichting             |                |                | Ja/nee           |





**Geregistreeerde  
Belgische norm**

**NBN EN 12464-1**

2e uitg., juli 2011

Normklasse: L 15

**Licht en verlichting - Werkplekverlichting - Deel 1: Werkplekken binnen**

Lumière et éclairage - Eclairage des lieux de travail - Partie 1: Lieux de travail intérieurs

Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places

► **Table 5.26 : Offices**

| Type of area, task or activity            | Em (lux) | UGR | Uo  | Ra |
|---|----------|-----|-----|----|
| Filing, copying, etc.                     | 300      | 19  | 0.4 | 80 |
| Writing, typing, reading, data processing | 500      | 19  | 0.6 | 80 |
| Technical drawing                         | 750      | 16  | 0.7 | 80 |
| CAD work stations                         | 500      | 19  | 0.6 | 80 |
| Conference and meeting rooms              | 500      | 19  | 0.6 | 80 |
| Reception desk                            | 300      | 22  | 0.6 | 80 |
| Archives                                  | 200      | 25  | 0.4 | 80 |

► **Tabel 5.9 – Industrial activities and crafts – Ceramics, tiles, glass, glassware**

| Type of area, task or activity                             | Em (lux) | UGR | Uo  | Ra |
|--|----------|-----|-----|----|
| Precision work,<br>e.g. decorative grinding, hand painting | 1000     | 16  | 0.7 | 90 |
| Manufacture of synthetic precious stones                   | 1500     | 16  | 0.7 | 90 |





- ▶ Fotometrische grootheden
  - Onderscheid maken tussen dat wat specifiek is voor een bron en dat wat specifiek is voor een configuratie (uitgestraald >< ontvangen)
  
- ▶ Parameters van visueel comfort
  - Doel: te bepalen volgens het gebruik + naleving van de NBN 12464-1
  - Kritisch blijven







## Gids Duurzame Gebouwen

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

- ▶ Thema Energie

[Dossier | Optimaal gebruik van kunstlicht](#)

[Dossier | Warmtelasten beperken](#)

- ▶ Thema Welzijn, comfort en gezondheid

[Dossier | Zorgen voor visueel comfort dankzij natuurlijk licht](#)



## Websites

- ▶ Architecture et climat, UCL, Energie+, Service Public de Wallonie, DGO4

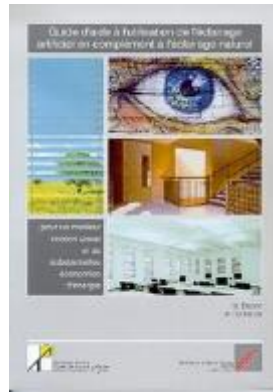
<http://www.energieplus-lesite.be/>





## Artikels

- ▶ 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, Ministerie van het Waalse Gewest, DGTRE, Division Energie, 1999
- ▶ M. Bodart et J. Deltour, B. Deroisy, A. Deneyer et V. Vanwelde L'éclairage efficace des logements - Guide pratique à destination du particulier, 2017
- ▶ Code van goede praktijk voor Binnenverlichting, IBE-BIV





**Florence GREGOIRE**

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60

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



**BEDANKT VOOR UW AANDACHT**

