

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VERLICHTING :
ONTWERP EN AFSTELLING

HERFST 2022

Audit : het besparingspotentieel evalueren



Sophie HAINE
éCORCE
INGENIEUR EN CONSULTANT



- ▶ Een snelle audit van een eenvoudige bestaande installatie uitvoeren
 - De verschillende types lichtbronnen identificeren
 - Het geïnstalleerde vermogen evalueren
 - Een eerste advies inzake het visuele comfort formuleren
- ▶ Verbeteringspistes uitwerken



DIAGNOSE/OPNEMING

- ▶ **Geïnstalleerd vermogen**
- ▶ Gebruiksduur

VERBETERING

- ▶ Van de apparatuur
- ▶ Van de regeling



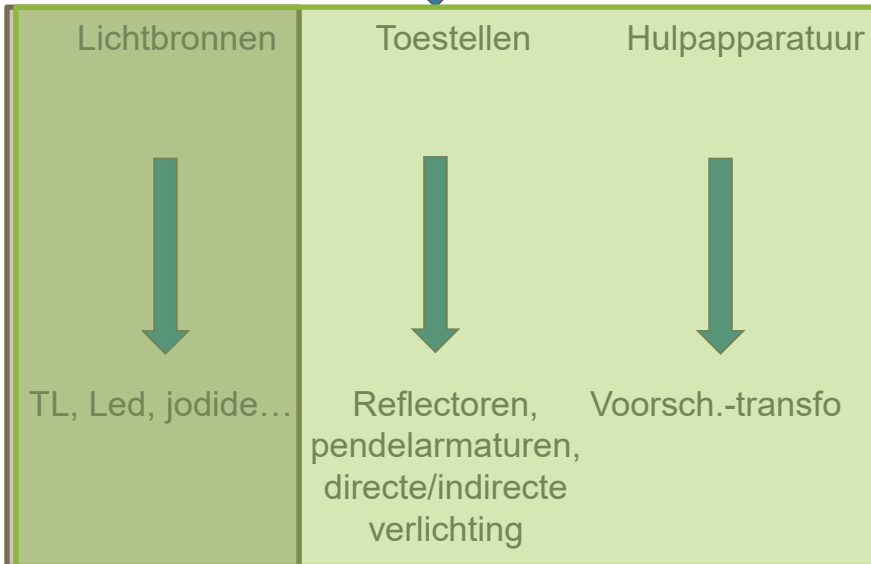
GEÏNSTALLEERD VERMOGEN

VERBRUIK [kWh] =

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN
[kW]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR
[h]
afhankelijk van



Verlichtings-
behoefte

Regeling

Activiteit
gebruiker



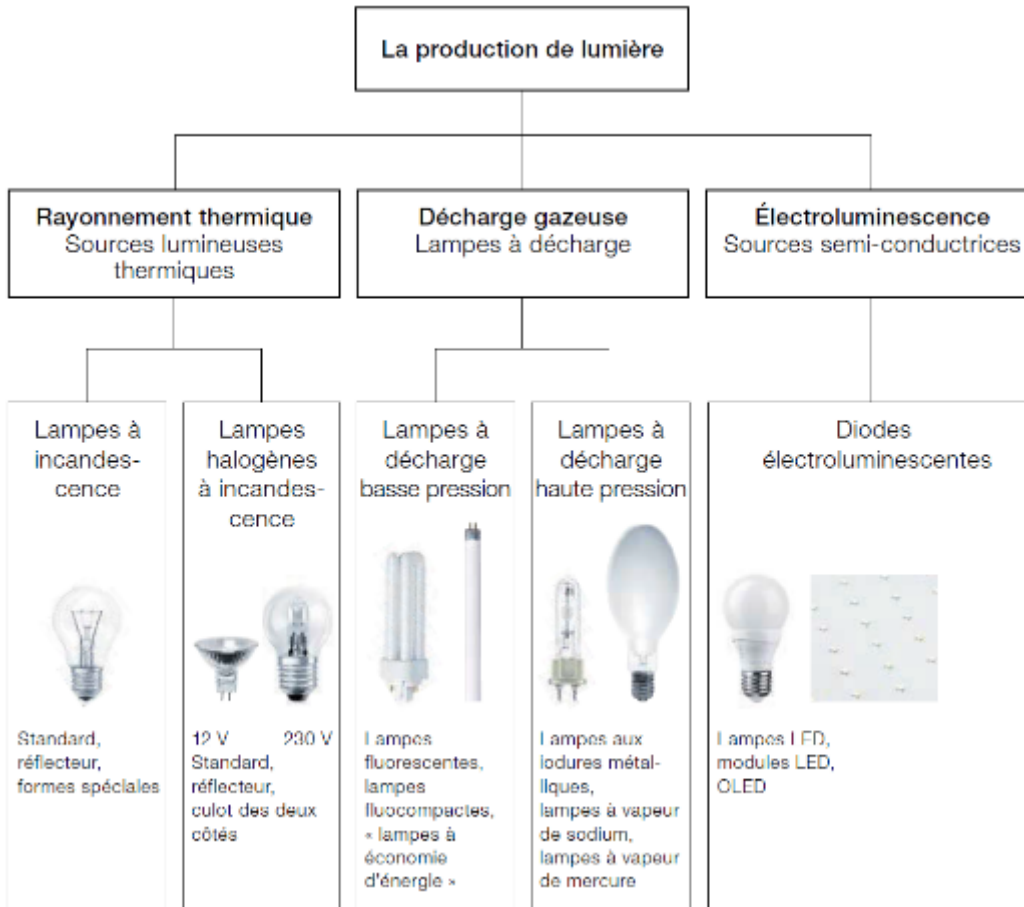
Natuurlijke
verlichting

Schakelklok,
detectoren,
sensors,...

Sensibilisering



Lichtbronnen



Source / Bron: Zumtobel



Lichtbronnen – Warmtestraling

- ▶ Gloeilampen

⇒ 15 tot 150 W



Source/Bron : écorce

- ▶ Halogeenlampen

⇒ 20 tot 500 W



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be

Gaan geleidelijk aan verdwijnen (cf. J1)



Lichtbronnen – Gasontlading (lage druk)

- ▶ LD-ontladingslampen
 - Compacte fluoresceentielampen met schroeffitting (de meest verspreide)
 - ⇒ **5 tot 30 W**
 - ⇒ **geïntegreerd voorschakelapparaat (dus inbegrepen)**



- Compacte fluoresceentielampen met bajonetting (professioneler)
 - ⇒ **5 tot 120 W**
 - ⇒ **+ voorschakelapparaat**



GEÏNSTALLEERD VERMOGEN

Lichtbronnen – Gasontlading (lage druk)

- ▶ Buisvormige fluorescentielampen
 - Hoewel het vermogen steeds op de buislamp vermeld staat, is het vaak niet zo makkelijk af te lezen
 - 3 diameters– 16/26/38 mm

↓
Nog amper te vinden



- Verscheidene lengten voor een zelfde diameter



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be

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



Lichtbronnen – Gasontlading (lage druk)

- Buisvormige fluorescentielampen



Benaming	D [mm]	Lengte [cm]	Vermogen [W]
T12 of T38  Nog amper te vinden	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



Lichtbronnen – Gasontlading (lage druk)

- ▶ LD-natriumlamp
 - monochromatisch oranjegeel licht
 - hoge lichtefficiëntie maar slechte KWI

- ⇒ **35 tot 180 W**
- ⇒ **+ voorschakelapparaat**



Source/Bron : www.energieplus-lesite.be



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



Lichtbronnen – Gasontlading (hoge druk)

► Metaalhalogenidelampen

- Kwartsontladingsbuis

⇒ **70 tot 2000 W**

⇒ **+ voorschakelapparaat**

- Met keramische brander

⇒ **20 tot 150 W**

⇒ **+ voorschakelapparaat**



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



Sources/Bronnen :
www.energieplus-lesite.be



Lichtbronnen – Gasontlading (hoge druk)



▶ HD-natriumlamp

⇒ **2 - 3 minuten om de nominale lichtstroom te bereiken**

⇒ **70 tot 400 W + voorschakelapparaat**

• Buisvormig model

⇒ **witte keramische brander**



Source/Bron : www.energieplus-lesite.be



Source/Bron : Trilux

• Model met ellipsoïde lamp

⇒ **poedercoating op binnenkant, waardoor de lamp melkwit is**



Sources/Bronnen :
www.energieplus-lesite.be



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



Lichtbronnen – Gasontlading (hoge druk)

- ▶ HD-kwiklamp
 - Vooral gebruikt voor openbare verlichting
 - Lichtefficiënte, KWI en levensduur: zwak
 - Ongunstig voor het milieu



- ⇒ **50 tot 1000 W**
- ⇒ **+ voorschakelapparaat**
- ⇒ **poedercoating op binnenkant, waardoor de lamp melkwit is**
- ⇒ **roospaars licht bij inschakeling en groen-blauwachtig licht in bedrijf (geaccentueerd op de foto)**



Source/Bron :
www.energieplus-lesite.be



Source/Bron : écorce

Modellen met gering rendement mogen niet worden verkocht



Lichtbronnen – Elektroluminescentie

- ▶ LED
 - Led-lamp

⇒ **0,2 tot 100 W**



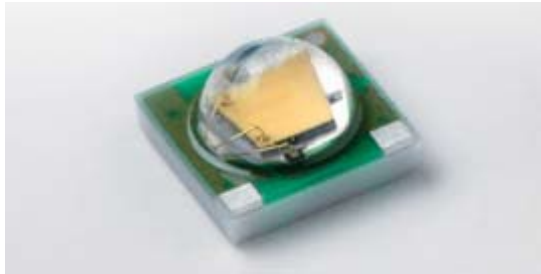
Sources/Bronnen : Ampoule LED



Lichtbronnen – Elektroluminescentie

- ▶ LED
 - LED-module

⇒ **Van 70 mW tot 90 W**



Sources/Bronnen : ETAP



Source/Bron : ETAP



Source/Bron : WTCB



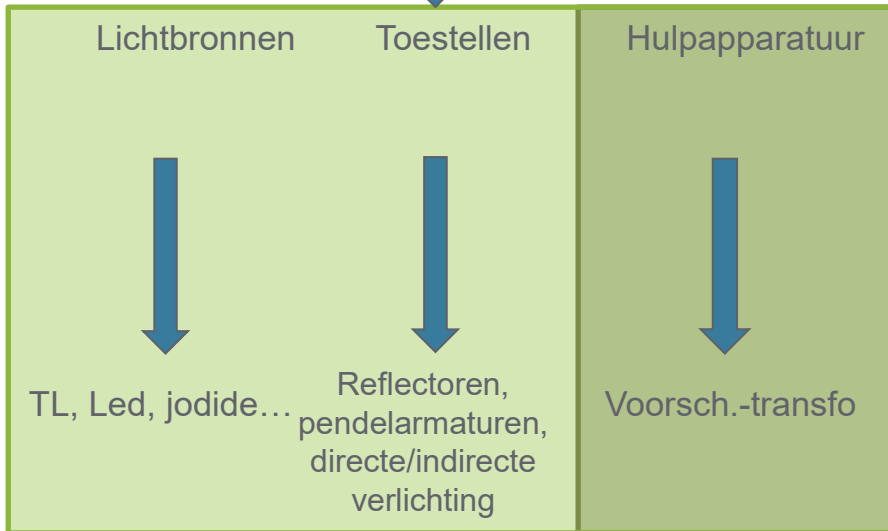
GEÏNSTALLEERD VERMOGEN

VERBRUIK [kWh] =

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN
[kW]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR
[h]
afhankelijk van



Verlichtings-
behoefte

Regeling

Activiteit
gebruiker



Natuurlijke
verlichting

Schakelklok,
detectoren,
sensors,...

Sensibilisering



Hulpapparatuur – voorschakelapparaat

- ▶ We onderscheiden:
 - elektromagnetische voorschakelapparaten
 - ⇒ **Starter naast de lamp**
 - ⇒ **Geluid en geflikker bij (koud!) inschakelen**



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be



Source/Bron : écorce

- elektronische voorschakelapparaten



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be



Hulpapparatuur – voorschakelapparaat

- ▶ Vermogensgegevens voor de voorschakelapparaten volgens de lichtbronnen:
 - Compacte fluorescentielampen www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17493
 - Fluorescentielampen www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10748#c3256
 - LD-natriumlampen www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17543
 - Metaalhalogenidelampen www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17513
 - HD-natriumlampen www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17523
 - HD-kwiklampen www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17533



Hulpapparatuur – voorschakelapparaat TL

	Vermogen lamp [W]	Vermogen lamp + voorschakelapparaat [W]	
		Elektronisch voorschakelapparaat	Elektromagnetisch voorschakelapparaat
T8	18	19	28
	36	36	45
	58	55	70
T5	14	17	-
	24	26	-
	28	32	-
	35	39	-
	39	43	-
	49	55	-
	54	60	-
	80	88	-

Uittreksel uit de CELMA – gids (Annexe 1 : Circuit ballast-lampe relevant du domaine de l'application de la Directive 2000/55/CE)

Source/Bron : www.energieplus-lesite.be



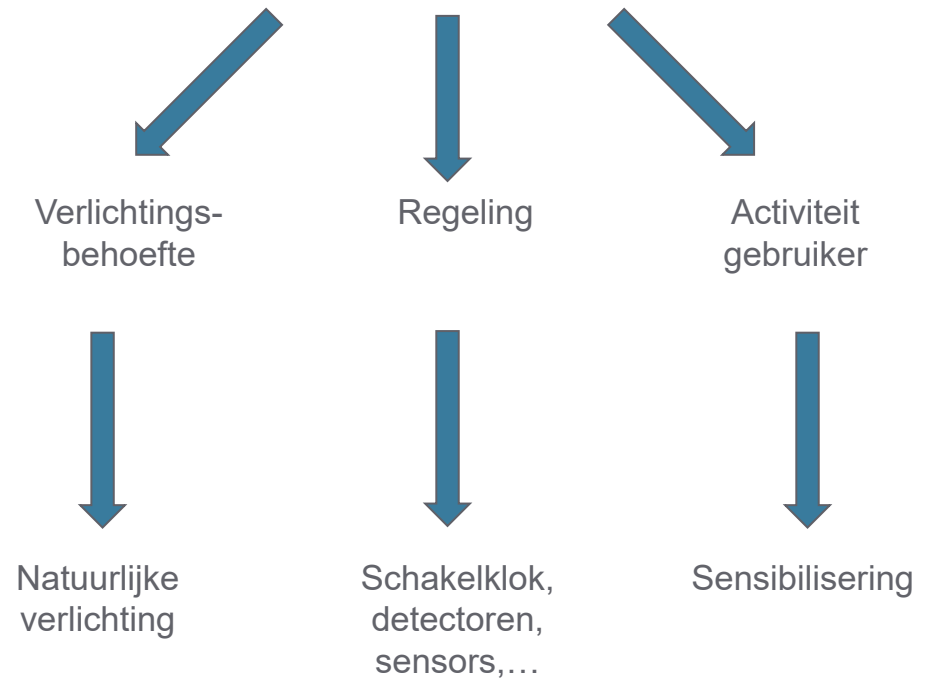
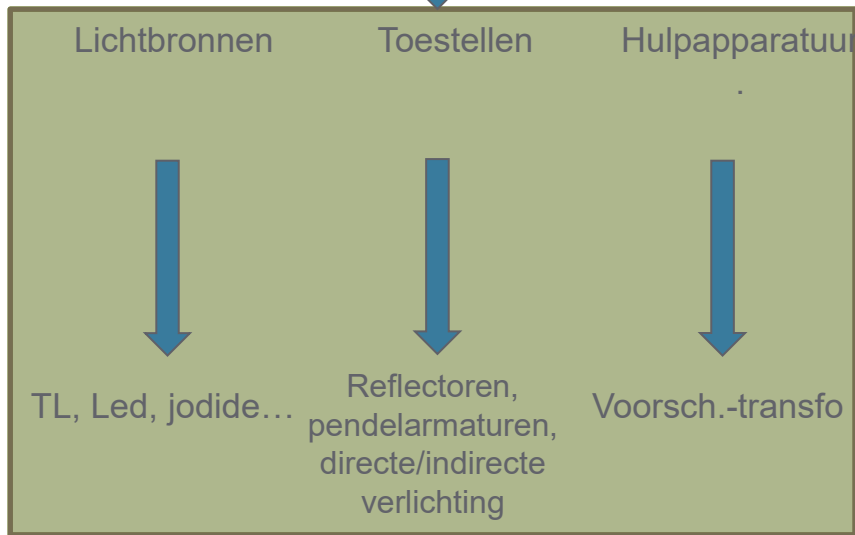
GEÏNSTALLEERD VERMOGEN

VERBRUIK [kWh] =

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN
[kW]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR
[h]
afhankelijk van



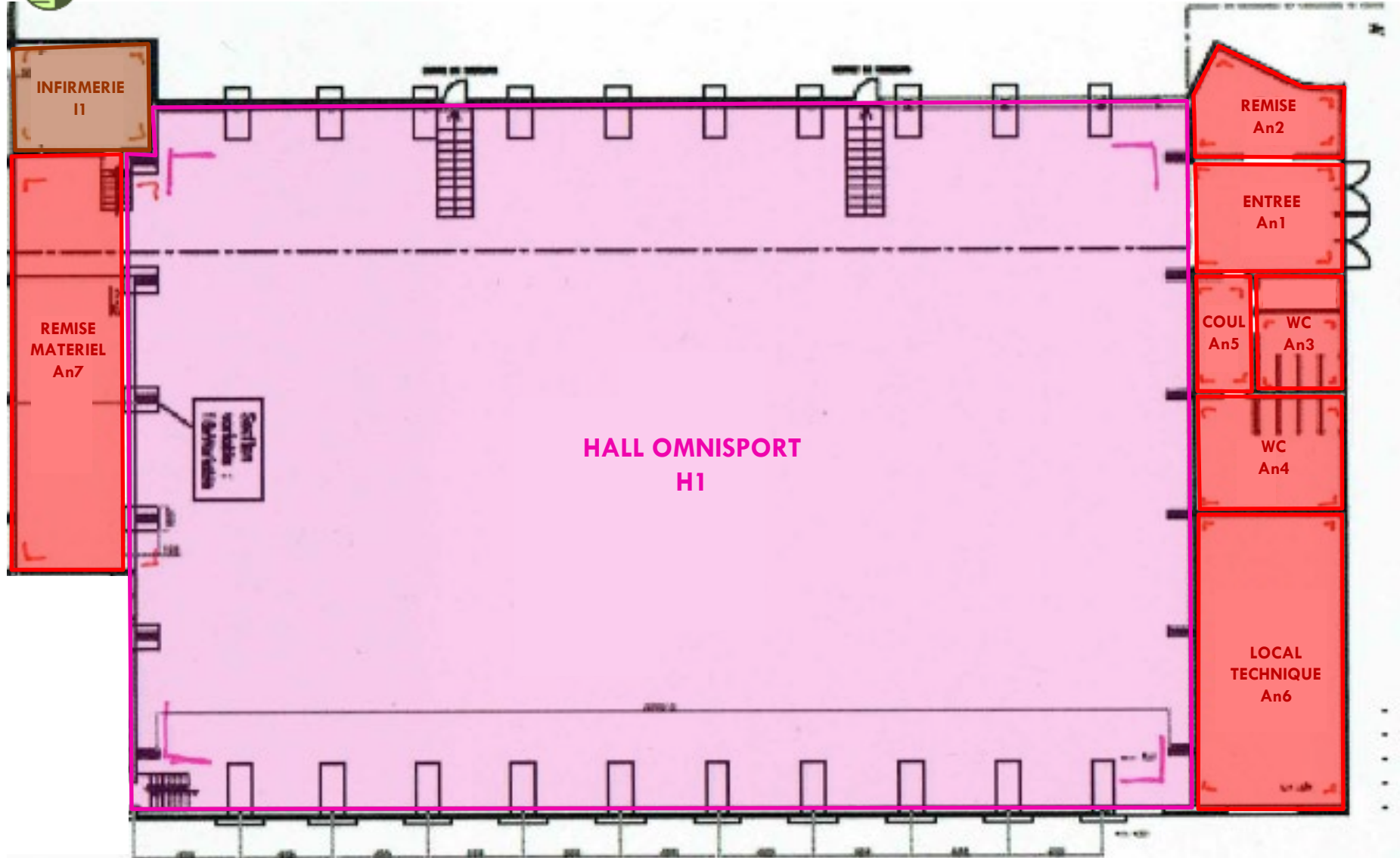
Totaal vermogen

- ▶ Volledige opneming van de verschillende types armaturen in het gebouw, per ruimte
 - Lichtbron en vermogen
 - Type toestel
 - Hulpapparatuur
- ▶ Geen rekening houden met
 - mobiele verlichting
 - nooduitgangsignalen
 - verlichting van de nooduitgangen
 - verlichting van de liftkooien en -kokers





Voorbeeld





Voorbeeld

- ▶ H1 – Omnisportthal





Voorbeeld

- ▶ H1 – Omnisportal

TYPE	Detail	Vermogen van de lamp [W]	Vermogen van de lamp + voorschakelapparaat* [W]
TYPE 5 : schijnwerper			
			
	2x HD-ontladingslampen	500W Geraamd vermogen, niet ter plaatse opgenomen	552W
	2x HD-ontladingslampen	333W Geraamd vermogen, niet ter plaatse opgenomen	368W





Voorbeeld

- ▶ An3 – WC





Voorbeeld

- ▶ An3 – WC

TYPE	Detail	Vermogen van de lamp [W]	Vermogen van de lamp + voorschakelapparaat* [W]
TYPE 2 : Armatuur met melkwitte afdekking - T8 + magnetische voorschakelapparaten			
			
	1 x T8 – 150 cm	58W	70W
			
	2 x T8 – 150 cm	116W	140W



Verlichtingsbehoefte – Comfort

- ▶ Evaluatie van de natuurlijke verlichting via gerichte metingen ter plaatse (met behulp van een luxmeter).

Deze evaluatie heeft een dubbel doel:

- De evaluatie van het gemiddelde verlichtingssterkteniveau verkregen met behulp van de natuurlijke verlichting en de identificatie van de eventuele situaties waarin er een gebrek aan visueel comfort is.
- Onderzoeken welke voordelen het zou bieden meer rekening te houden met de toevoer van daglicht.





Voorbeeld

- Berekening van het totale vermogen

Caractéristique du local		Caractéristiques des équipements			Résultats		Eval. du confort		
Dénomination	Surface	Nbre [pce]	Type d'appareil et Puissance par appareil*		Puissance totale		Écl. artificiel Niveau d'éclairage	Écl. naturel Intérêt d'une régulation?	
	[m ²]			[W]	[W]	[W/m ²]			
Hall omnisport									
H1 - Hall omnisport	1272	12	Type 5	2x ampoule à décharge à haute intensité	552	9708	8	270 à 900 lux	non
		8	Type 5	2x ampoule à décharge à haute intensité	368				
		2	Type 2	1 x T8 - 150cm	70				
Annexes Hall									
An1 - Entrée	28	2	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	280	10		++
An2 - Remise	4	1	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	140	32		non
An3 - WC1	11	2	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	350	31		non
		1	Type 2	1 x T8 - 150cm	70				
An4 - WC2	28	4	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	560	20		non
An5 - Couloir	12	2	Type 2	1 x T8 - 150cm	70	140	12		non
An6 - Local technique	72	4	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	560	8		non
An7 - Remise matériel	82	9	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	1260	15		non
TOTAL	1509					12998	9		



DIAGNOSE/OPNEMING

- ▶ Geïnstalleerd vermogen
- ▶ **Gebruiksduur**

VERBETERING

- ▶ Van de apparatuur
- ▶ Van de regeling



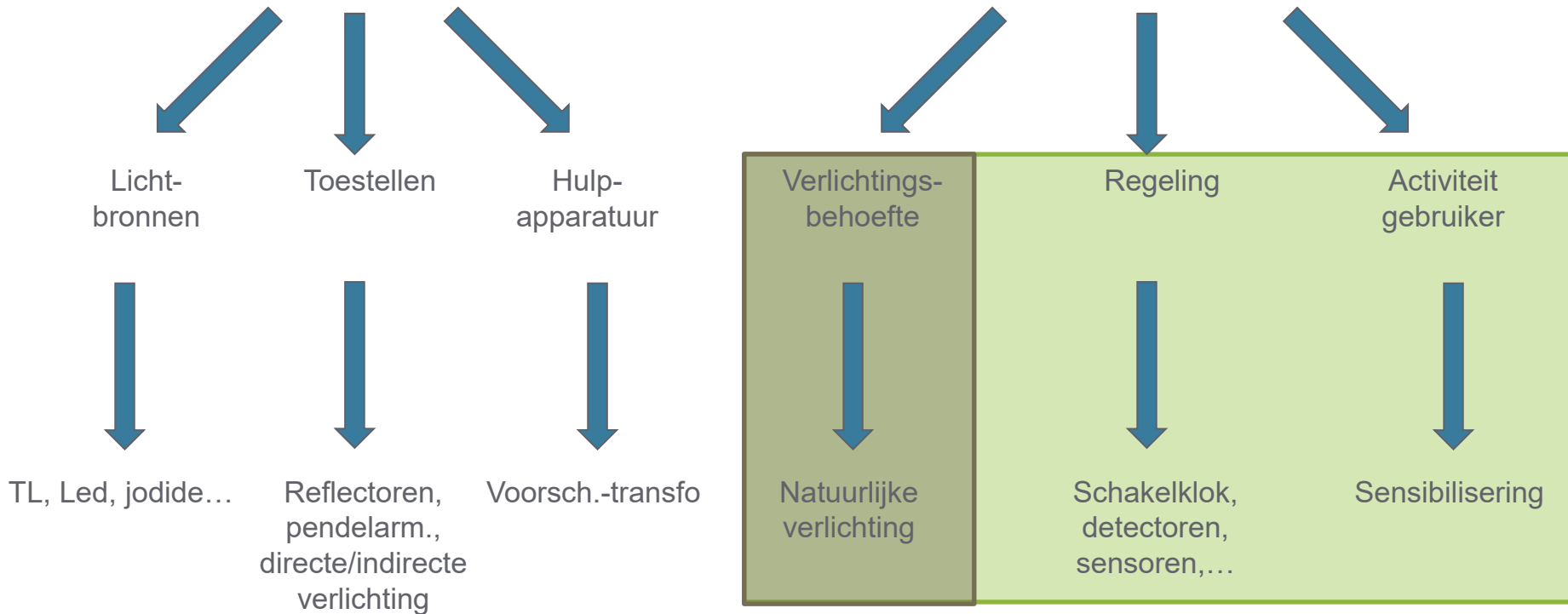
GEBRUIKSDUUR

VERBRUIK [kWh] =

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN [kW]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR [h]
afhankelijk van

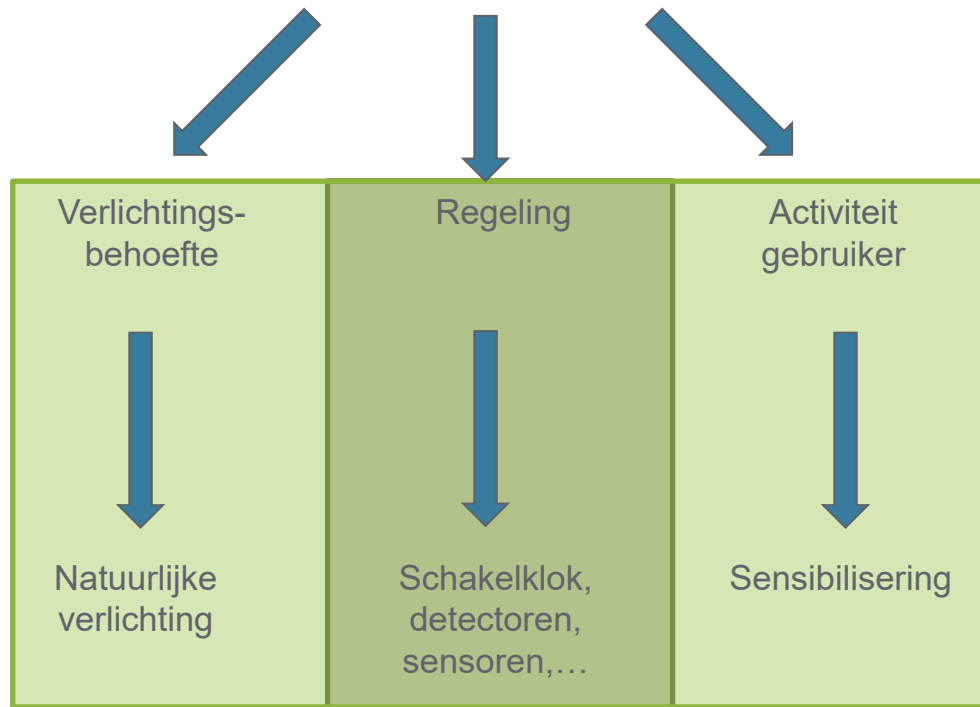
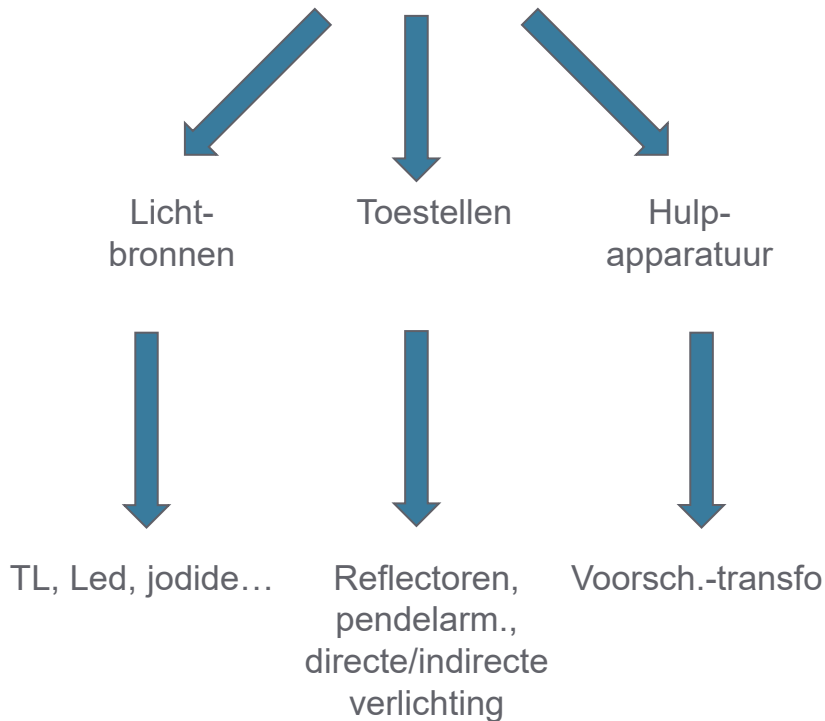


VERBRUIK [kWh] =

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN [kW]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR [h]
afhankelijk van



Scenario's

- ▶ Bezettingshypothesen verbonden aan scenario's voor de inschakeling/uitschakeling van de verlichting

- Visuele controle ter plaatse
 - ▶ Openingsuren?
 - ▶ Bediening/sturing? Detector?
 - ▶ Toestand op de dag van het inspectiebezoek? (slechts gedeeltelijk beeld,...)
 - ▶ ...

- Informatie-uitwisseling met de gebruikers
 - ▶ de beheerder,
 - ▶ de eigenlijke gebruikers,
 - ▶ het onderhoudspersoneel
 - ▶ ...

⇒ **Doelstelling: een aannemelijk scenario uitwerken**





Voorbeeld

- ▶ Visuele controle
 - In de ruimten die niet toegankelijk zijn voor het publiek: regeling via AAN/UIT-schakelaar
 - In de ruimten die toegankelijk zijn voor het publiek: bord voor de manuele bediening in het bewakerslokaal.



- ▶ Volgens informatie-uitwisselingen:
 - Inschakeling van de verlichting van alle ruimten bij aankomst van de onderhoudsdienst
 - Uitschakeling bij het afsluiten van de betreffende ruimte





Voorbeeld

- ▶ Volgens uitwisselingen:
 - Uurroosters
 - ▶ Ma/Di/Wo/Do/Vr: van 8.00 tot 23.00 uur
 - ▶ Za: van 9.00 tot 22.30 uur
 - ▶ Zo: van 9.00 tot 21.00 uur
 - Jaarlijkse werking
 - ▶ Volledig jaar min 10 wettelijke feestdagen → 355 dagen/jaar
- ▶ Aandachtspunten
 - Vermelde openingsuren = openingsuren voor het publiek
Soms (vaak ?) ≠ van de werkingstijd van de installatie

Sportclub? Onderhoudspersoneel? ...

$$\Rightarrow \text{TOTAAL} = [(23-8)*5+(22,5-9)+(21-9)]/7 \\ = \text{gemiddeld } 14,4 \text{ h/dag}$$



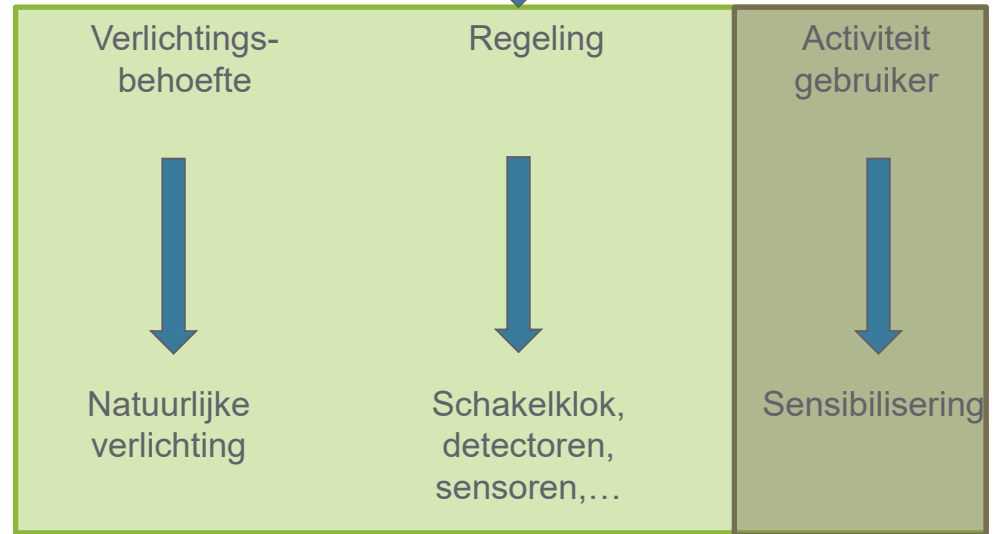
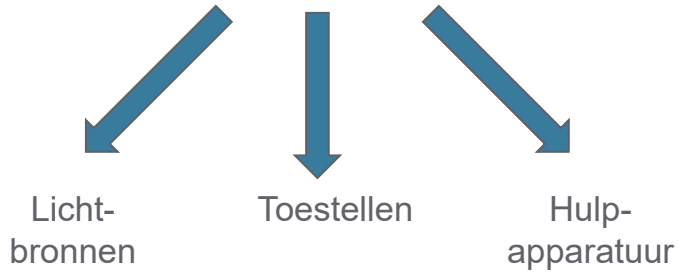
GEBRUIKSDUUR

VERBRUIK [kWh] =

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN [kW]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR [h]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR

VERBRUIK [kWh] =

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN [kW]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR [h]
afhankelijk van



Lichtbronnen

Toestellen

Hulpapparatuur

Verlichtings-
behoefte

Regeling

Activiteit
gebruiker



TL, Led, jodide...

Reflectoren,
pendelarmaturen,
directe/indirecte
verlichting

Voorsch.-transfo

Natuurlijke
verlichting

Schakelklok,
detectoren,
sensoren,...

Sensibilisering





Voorbeeld: resultaten

Zones	Opp.	Vermogen	Gemiddelde dagelijkse gebruikstijd		Jaarlijks verbruik
Omnisporthal	1272 m ²	9708 W	14,4h	Volgens gedef. uurrooster	49 480 kWh/jaar
Bijbehorende ruimten hal	238 m ²	3290 W	14,4h	Volgens gedef. uurrooster	16 768 kWh/jaar

TOTAAL

66248 kWh/jaar

wat overeenstemt met 32 % van het gemiddelde elektriciteitsverbruik van 3 jaar



Analyse

- ▶ Geïnstalleerd vermogen?
 - In totaal
 - Naar verhouding van de oppervlakte?

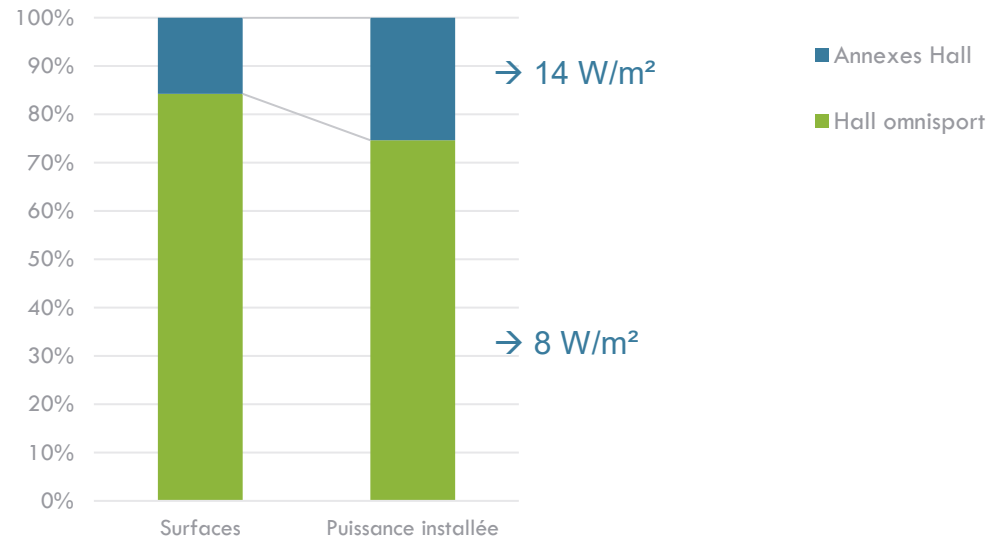
- ▶ Regeling?





Analyse - voorbeeld

- ▶ Geïnstalleerd vermogen?
 - In totaal 9 W/m^2
 - Naar verhouding van de oppervlakte? Zie grafiek
- ▶ Regeling? Werkingsduur van $14,4 \text{ h/dag}$ → belangrijk!



DIAGNOSE/OPNEMING

- ▶ Geïnstalleerd vermogen
- ▶ Gebruiksduur

VERBETERINGEN

- ▶ **Van de apparatuur**
- ▶ Van de regeling



Kan het geïnstalleerde materieel worden verbeterd?

- ▶ Toestel = complex (behalve het onderhoud...)
- ▶ Bron?
- ▶ Voorschakelapparaat ?

Keuzecriteria voor de nieuwe toestellen

- ▶ Performante technologie (doelstelling: verbruik verlagen)
- ▶ Naleving van de comfortcriteria (NBN EN 12464 of andere)
- ▶ Keuze aangepast aan de functie
 - Levensduur?
 - Weerstand?





Voorbeeld

- ▶ Kan het geïnstalleerde materieel worden verbeterd?

- Toestel: neen

- Bron:

- ▶ Hal: neen

- ▶ Bijbehorende ruimten:

- Vervanging van T8 door T5? → niet afdoend in dit geval

- Vervanging van T8 door T8 eco ? → niet afdoend in dit geval

- Voorschakelapparaat: vervanging van elektromagnetische voorschakelapparaten door elektronische voorschakelapparaten?
→ niet afdoend in dit geval (weinig rendabel en zonder impact op het comfort van de gebruikers)





Voorbeeld

- ▶ Keuze van de nieuwe toestellen
 - Omnisportal: LED-technologie met:
 - ▶ hoge efficiëntie (>120 lm/W)
 - ▶ grote lichtstroom en brede lichtverdeling (aangepaste fotometrische curve), wat het aantal te plaatsen toestellen beperkt.
 - ▶ lange levensduur (≥ 50.000 uren), waardoor er minder vaak vervangingen nodig zijn (voor hoog geïnstalleerde toestellen)
 - ▶ (+ DIALUX om vooraf een nieuwe inplanting te bestuderen)





Voorbeeld

- ▶ Keuze van de nieuwe toestellen
 - Andere ruimten: LED-technologie of T5
 - ▶ Optische elementen van de toestellen zo gekozen dat het verblindingsrisico wordt beperkt



DIAGNOSE/OPNEMING

- ▶ Geïnstalleerd vermogen
- ▶ Gebruiksduur

VERBETERINGEN

- ▶ Van de apparatuur
- ▶ **Van de regeling**

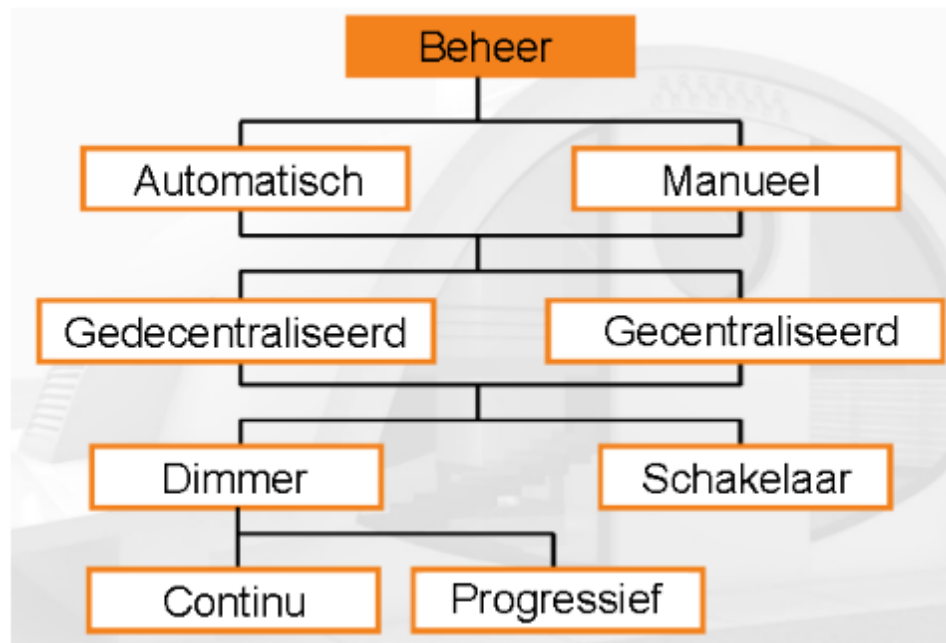


Kan het geïnstalleerde materieel worden verbeterd?

- ▶ Sensibilisering van de gebruikers?
- ▶ Compatibiliteit met de bestaande toestellen?

Keuzecriteria voor een nieuwe regeling

- ▶ Gebruik?
- ▶ Beheerder?
- ▶ Aanwezigheid van natuurlijke verlichting?





Voorbeeld

► Energie-impact

Améliorations	Investissement [€TVAC]	Eclairage	
		Impact sur la consommation	Economie en électricité [kWh]
AM1 Remplacement des luminaires T8 : annexes hall, circulations, etc. Technologie T5 (39W ou 2*39W, yc ballast)	6 050 €	18%	11 799
AM1 bis Remplacement des luminaires T8 : annexes hall, circulations, etc. Technologie LED (30W)	7 563 €	20%	12 946
AM2 Remplacement des luminaires du Hall Omnisport Technologie LED (30*105W)	44 407 €	50%	33 425
COMBI 1 : AM1 + AM2 Relighting complet	50 457 €	68%	45 224
COMBI 2 : AM1 + AM2 + Régulation Relighting complet + DP dans locaux annexe	51 800 €	70%	46 466

Economie annuelle	Temps de retour simple [années]
1 885 €	3,21
2 069 €	3,66
5 341 €	8,31
7 227 €	6,98
7 425 €	6,98





- ▶ 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.
- ▶ Het tweede deel van een audit (verbetering) moet rekening houden met de specifieke kenmerken van het project (geometrie, gebruik, enz.) om een besparingspotentieel te ontwikkelen.
- ▶ In bepaalde gevallen kunnen er premies worden verkregen (afhankelijk van gewest, bestemming, enz.)
- ▶ Verlichtingsaudit ≠ verlichtingsstudie ≠ diagnose (en conform maken) van een elektrische installatie





Gids Duurzame Gebouwen

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/>
- ▶ Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf - WTCB
<http://www.wtcb.be>



Artikels

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



Sophie HAINE

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

