

A man in a dark shirt is seen from behind, looking up at a ceiling light fixture in a room. The ceiling has a grid pattern with a single light fixture illuminated. The man's hands are clasped behind his back.

Energiezuinige verlichting voor kmo's

Inhoud

1 Verlichting : lux of luxe ?	3
Waarom deze brochure ?	3
Relighting	4
Comfortabel licht voor werkplekken	4
Noodverlichting	5
2 Lichtplanning, een werk voor specialisten !	6
Stap 1 : doorlichting van de bestaande situatie	6
Stap 2 : Keuze van efficiënte verlichtingstoestellen	10
Stap 3 : Kies de juiste regeling	13
Wie doet wat?	15
Aan de slag	15
3 Lichtstudies vergelijken : vergelijk geen appels met peren. Zorg voor een goede prijsaanvraag of een goed bestek	16
Lichtberekenningsprogramma's	16
Een goede prijsaanvraag of een goed bestek	16
De juiste technologie voor de juiste toepassing	17
4 Relighting verdient ook steun	18
REG-premie voor niet-woongebouwen bij uw distributienetbeheerder	18
Adviessteun voor relighting via de kmo-portefeuille	18
Ecologiesteun voor energiezuinige verlichting	18
Verhoogde investeringsaftrek voor relighting	19
5 Praktijkvoorbeeld 1 : renovatie kasteel De Cellen - Callant Verzekeringen en Financieel Advies	20
Projectbeschrijving	20
Aanpak van de relighting	20
6 Praktijkvoorbeeld 2 : relighting kmo Acidom - Lanaken	23
Projectbeschrijving	23
Aanpak van de relighting	23
Economische analyse, TCO, terugverdientijd	25
7 Bijlage : begrippenlijst	28
Lichtstroom of lichtflux	28
Lichtsterkte	28
Verlichtingssterkte	29
Luminantie	29
Kleurweergave-index	29
Kleurtemperatuur	29
Kleurcode op lamp	29
UGR (unified glare rating)	30
Verlichtingsraster en randzone	30
Gelijkmatigheid of uniformiteit	30
Behoudsfactor	30
8 Meer informatie	32

Inhoudelijke samenstelling :

KU Leuven@KAHO Sint-Lieven
(Campus Gent)
Laboratorium voor Lichttechnologie
/ Groen Licht Vlaanderen

Gebroeders De Smetstraat 1, 9000 Gent
T 09 265 87 13
www.lichttechnologie.be

Verantwoording figuren :

VEA - www.energiesparen.be
(1, 19, 40, 41, 42, 43, 44, 47)

Zumtobel (14)

Erco (15, 17, 18)

Etap Verlichting (16)

Ingrid Van Steenberghe - www.odid.be (5, 10)

Laboratorium voor Lichttechnologie
(overige figuren)

Uitgave : juni 2014

Depotnummer : D/2014/3241/139

Druk : Geers Offset

**Deze brochure maakt u
wegwijs in de verschillende
facetten van een relighting
zodat u gericht vragen
kunt stellen aan uw
verlichtingsadviseur.**

1 Verlichting: lux of luxe ?

Waarom deze brochure ?

Verlichting kan een aanzienlijk deel van het elektriciteitsverbruik in een gebouw vertegenwoordigen. Een verbetering van de verlichtingsinstallatie kan dus een mooie daling van de energiefactuur opleveren.

De verlichtingsinstallaties in kmo's zijn vaak sterk verouderd, weinig energiezuinig en het visuele comfort voor de werknemers is in veel gevallen ontoereikend.

Bijkomend zien we dat sinds de introductie van ledverlichting in algemene verlichting de technologische (r)evoluties zich in een razendsnel tempo ontwikkelen. Er verschijnen heel veel producten, zowel kwaliteitsvolle als niet-kwaliteitsvolle. De overwegingen om een verlichtingsinstallatie te vernieuwen zijn soms gebaseerd op terugverdientijden waarbij het visuele comfort ondergeschikt is. Aspecten als voldoende licht op de werkplaats, beperkte verblinding, juiste contrastverhoudingen en dergelijke zijn echter erg belangrijk voor de werknemers.

Een goede verlichting hoeft bovendien niet noodzakelijk veel geld te kosten of veel energie te verbruiken. Met de huidige technologie is het mogelijk om kwaliteit en energieverbruik met elkaar te verzoenen.

In deze brochure willen we helpen de knelpunten in uw bestaande verlichtingsinstallatie op te sporen en u wegwijs te maken in de uitvoering van een relighting.

**Als we spreken over
verlichting, worden vaak
heel wat moeilijke
begrippen gebruikt.
Achteraan in deze
brochure vindt u meer
uitleg over de
belangrijkste begrippen.**

Relighting

Met een relighting bedoelen we het volledig opnieuw ontwerpen en uitvoeren van de verlichting met als doel energie te besparen en het lichtcomfort te verbeteren.

Naast relighting wordt er soms over een relamping of retrofit gesproken. Een relamping is het vervangen van de lampen in de installatie door hetzelfde type lampen (bijvoorbeeld in een zuinigere versie). Bij retrofit worden bestaande lampen vervangen door een ander type lampen, bijvoorbeeld de vervanging van halogeenspots door ledspots. Zowel relamping als retrofit kunnen een gunstige invloed hebben op het energieverbruik. Ze kosten uiteraard heel wat minder dan een relighting. De potentiële winsten zijn echter ook heel wat lager en comfortproblemen zullen ermee niet opgelost worden.

Voor de werknemers is vooral het comfort van de verlichtingsinstallatie van belang. Een comfortabele verlichting kan voor minder ver-

Let bij een relighting niet alleen op de energiebesparing of de terugverdientijd!

Het visuele comfort moet gewaarborgd blijven. Voldoende lux betekent niet noodzakelijk voldoende luxe.

moeidheid en een betere productiviteit zorgen. Een verlichtingsontwerp dat aandacht schenkt aan de lichtkwaliteit of het visuele comfort, houdt rekening met een aantal vereisten. Gelukkig bestaan er hulpmiddelen om na te gaan of het visuele comfort verzekerd is.

Comfortabel licht voor werkplekken

De Europese norm NBN EN 12464-1 beschrijft de basisvoorschriften voor een kwaliteitsvolle verlichtingsinstallatie.

Als we een bepaalde taak moeten uitvoeren (lezen, schrijven, handwerk ...), hebben we voldoende licht nodig op het taakoppervlak. De verlichtingssterkte, uitgedrukt in lux, is daarvoor de aangewezen

grootheid. Een te lage verlichtingssterkte is heel vermoeiend voor de ogen, zeker voor werknemers die dagelijks onder die condities moeten werken.

Een te hoge luminantie daarentegen kan verblindend en hinderlijk zijn. Als werknemers rechtstreeks zicht hebben op een felle lichtbron, zullen ze hun blik afwenden. Daarom worden in sommige verlichtingsinstellingen lamellen aangebracht zodat men niet rechtstreeks in de lampen kan kijken en de verblindende beperkt wordt. Verblindend kan ook ontstaan door felle reflecties op een beeldscherm.

Naast de verlichtingssterkte en de luminantie is ook de uniformiteit belangrijk: afwisselend kijken naar plaatsen met een hoge en een lage luminantie dwingt de ogen tot

tabel 1 : aanbevelingen van de norm NBN EN 12464-1 voor kantoren

interieurtype	E_m (lux)	UGR_L (-)	U_0	R_a (-)	opmerking
technisch tekenen	750	16	0,70	80	
schrijven/lezen/...	500	19	0,60	80	Er gelden specifieke eisen voor werkplekken met beeldschermen.
conferentiezaal	500	19	0,60	80	Verlichting moet regelbaar zijn.
receptie	300	22	0,60	80	
archieven	200	25	0,40	80	

Legende: E_m is de vereiste gemiddelde verlichtingssterkte, UGR_L is de maximaal toegelaten UGR-waarde, U_0 is de vereiste uniformiteit, gedefinieerd als de verhouding tussen de minimale verlichtingssterkte en de gemiddelde verlichtingssterkte, R_a is de vereiste waarde voor de kleurweergave-index.

tabel 2 : aanbevelingen van de norm NBN EN 12464-1 voor winkels

interieurtype	E_m (lux)	UGR_L (-)	U_0	R_a (-)	opmerking
winkelruimte	300	22	0,40	80	
achter de kassa	500	19	0,60	80	
inpaktafel	500	19	0,60	80	

tabel 3 : aanbevelingen van de norm NBN EN 12464-1 voor metaalverwerkende bedrijven

interieurtype	E_m (lux)	UGR_L (-)	U_0	R_a (-)	opmerking
frezen precisie > 0,1 mm	300	22	0,60	80	
frezen precisie < 0,1 mm	500	19	0,70	80	
assemblage :					
+ ruw	200	25	0,60	80	
+ medium	300	25	0,60	80	
+ fijn	500	22	0,60	80	
+ precisie	700	19	0,70	80	
oppervlaktebehandelingen en schilderen	750	25	0,70	80	
werktuigen en modellen maken	1000	19	0,70	80	

voortdurende aanpassing.

Die nutteloze oogbelasting komt noch de concentratie noch het prestatierendement ten goede.

Ook de kleur van het licht is een belangrijk aspect. De kleurindruk van een lichtbron wordt bepaald door de kleurtemperatuur. Er bestaan lichtbronnen met een warm witte kleur of met een eerder koud witte kleur. Warm witte kleuren hebben een ontspannende uitwerking; koude kleuren zijn beter geschikt voor een goede concentratie. Het is doorgaans niet aan te raden om kleurtemperaturen te combineren. Ten slotte moet de verlichting ook toelaten om de kleuren van objecten natuurgetrouw weer te geven. Sommige lichtbronnen zijn daartoe beter in staat dan andere. Het is daarom belangrijk om ook de kleurweergave-index van de lichtbron op te nemen bij de kwaliteitseisen van een verlichtingsontwerp.

Concreet worden er voor elk type taak de volgende specifieke eisen opgelegd :

- o een minimale verlichtingssterkte of praktijkverlichtingssterkte (E_m);
- een grenswaarde voor hinderlijke verblindende (UGR);

- een minimale kleurweergave-index (CRI);
- een minimale uniformiteit voor de werkplek en voor de aangrenzende zones.

In de tabellen worden de verschillende opgesomde activiteiten in een kantoor, een winkel en een metaalverwerkend bedrijf weergegeven.

Noodverlichting

De Belgische norm NBN EN 1838 bepaalt de licht-technische voorschriften voor noodverlichtingsystemen in gebouwen waar dat vereist is, en is voornamelijk van

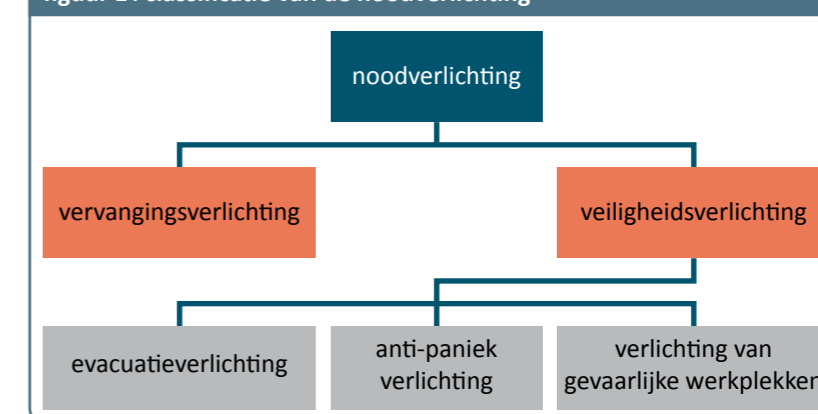
toepassing op plaatsen waar publiek of werknemers worden ontvangen. Bij stroomstoring of als er brand uitbreekt, moeten mensen zich kunnen blijven oriënteren en moeten ze veilig het gebouw kunnen verlaten.

In de ruime context is noodverlichting de verlichting die aangaat zodra de netspanning uitvalt. Daarom moet de noodverlichting altijd over een eigen voeding beschikken.

In de norm worden verschillende types noodverlichting onderscheiden, zoals vervangingsverlichting, evacuatieverlichting, anti-paniekverlichting en verlichting van gevaarlijke werkplekken.

Omgevingsverlichting, ook anti-paniekverlichting genaamd, is be-

figuur 1 : classificatie van de noodverlichting





stemd om het risico op paniek bij de gebruikers van een ruimte te verkleinen op het ogenblik dat de verlichtingsinstallatie het plots laat afweten. Ze moet het de gebruikers mogelijk maken zich veilig naar de evacuatiewegen te begeven en ze moet minimaal een horizontale verlichtingssterkte van 0,5 lux over de volledige oppervlakte van een lege ruimte verzekeren (dus zonder randzone).

Evacuatieverlichting moet de gebruikers toelaten om een ruimte veilig te verlaten. Daarvoor moet een minimale verlichtingssterkte van 1 lux verzekerd worden langs de centrale lijn van de evacuatieweg. In de centrale zone, die even breed is als de helft van de evacuatieweg, moet een minimale verlichtingssterkte worden gehaald die 50 % bedraagt van die van de centrale lijn.

2 Lichtplanning, een werk voor specialisten!

Verlichting van gevaarlijke werkplekken is bedoeld om de taak te kunnen beëindigen voor het lokaal ontruimd wordt en moet binnen vijf seconden de volledige lichtstroom leveren, tot de taak afgerond is. Dat is bijvoorbeeld nodig in een omgeving waar zich draaiende machines bevinden.

Vervangingsverlichting is een specifieke vorm van noodverlichting die bij het wegvallen van de elektriciteit toelaat dat de activiteiten normaal voortgezet kunnen worden. Dit type verlichting wordt alleen in heel specifieke toepassingen gebruikt, zoals in een operatiekamer.

Ook bij relighting is een goede lichtplanning noodzakelijk, rekening houdend met de bestaande situatie.

Meestal worden de volgende stappen doorlopen bij de uitvoering van een relighting :

- + stap 1 : de bestaande situatie doorlichten ;
- + stap 2 : efficiënte lichtbronnen en efficiënte verlichtingstoestellen voor de gegeven toepassing kiezen ;
- + stap 3 : onderzoeken welke lichtregelingen aangewezen zijn.

Hierna gaan we dieper in op elk van die stappen.

STAP 1 : doorlichting van de bestaande situatie

Wordt er gebruikgemaakt van ecologische en energiezuinige verlichtingstechnologie ?

- Lampen
 - Wat is de efficiëntie van de gebruikte lampen ? Gloei-, halogeen- en hogedrukkwikdamplampen hebben een lagere efficiëntie.
 - Sommige lampen zijn minder efficiënt : T12, oude generatie T8 (kleurcode met 2 cijfers), hogedrukkwikdamplamp.

figuur 3 : een lamp met oude kleurcode 33



figuur 4 : van links naar rechts een T5-, T8- en T12-lamp

• Verlichtingstoestellen

- Is de lichtuitstraling correct voor de toepassing (breed / smal – diep – asymmetrisch) ?
- Zijn de armaturen correct geplaatst ?
- Gaat het licht voornamelijk naar de taakoppervlakken ?
- Zijn er sporen van veroudering bij de verlichtingstoestellen, zoals vergeelde diffusors (plexiglas) of witgelakte (geverfde) reflectoren ?



figuur 5 : indirecte verlichting is niet altijd efficiënt.



figuur 6 : het bureau wordt niet voldoende verlicht door verkeerde plaatsing van de armatuur.



figuur 7 : in dit kantoor hingen oorspronkelijk alleen de naar boven stralende pendlarmaturen. Omdat er niet genoeg licht was, zijn er later armaturen bij geplaatst.



figuur 8 : in dit archief is geen rekening gehouden met de positie van de rekken ten opzichte van de verlichting.



figuur 9 : soms zijn er sporen van veroudering zichtbaar.



figuur 10 : hinderlijke directe verlichting

- Conventionele elektromagnetische voorschakelapparaten hebben vaak een lage efficiëntie. Die voorschakelapparatuur is herkenbaar aan :

- brommende opstart en knipperende lampen ;
- de aanwezigheid van een starter ;
- lampen die blijven knipperen bij het einde van de levensduur ;
- lampen die niet dimbaar zijn.



figuur 11 : van links naar rechts conventioneel voorschakelapparaat (twee keer), starter, elektronisch voorschakelapparaat

Hoe staat het met het visuele comfort voor de gebruiker ?

Een verminderd comfort is te herkennen aan :

- te lage verlichtingssterkte op het taakoppervlak (ook voor verticale oppervlakken, zoals rekken en borden) ;
- gebruikers die verblind worden door de verlichting ;
- lampen met verschillende kleurtemperatuur in één verlichtingsinstallatie. De kleurtemperatuur is af te lezen op de lamp via de kleurcode (drie cijfers) ;
- lampen met slechte kleurweergave (vervorming van de kleur van objecten), af te lezen op de lamp via de kleurcode (drie cijfers) ;
- defecte lampen of lampen die knipperen, slechte uniformiteit (gelijkmatigheid) – donkere hoeken, grote verschillen in verlichtingssterkte ;
- schaduwvorming ;
- stroboscopische effecten – opgelet met draaiende onderdelen (motoren, draaibanken ...);

- te grote contrasten ;
- reflectie van lampen in (computer)schermen ;
- het niet kunnen schakelen of dimmen van lampen bij gebruik van whiteboards, smartboards, bij presentaties ... ;
- lichtuitstraling die verhindert wordt door kasten, magazijnrekken ...

Is er in een lichtregelsysteem voorzien ?

Als er geen lichtregelsysteem is :

- Blijft de verlichting vaak onnodig branden op volle sterkte (bijvoorbeeld 's nachts en tijdens de middagpauze) ?
- Wordt de aandacht van de gebruiker erop gevestigd dat hij de lampen moet doven als hij de ruimte verlaat ?
- Zijn de armaturen verdeeld over verschillende lichtkringen zodat ze afzonderlijk gedoofd kunnen worden ?
- Wordt het licht in alle lokalen tegelijk uitgeschakeld via een hoofdschakelaar op basis van

tijdsscenario's ?

Als er een lichtregelsysteem is geïnstalleerd:

- Welk systeem wordt er gebruikt ? Wordt de verlichting manueel of automatisch aangeschakeld ? Wordt ze automatisch uitgeschakeld ?
- Bij fluorescentieverlichting kan het automatisch aan- of uitschakelen of dimmen een impact hebben op de levensduur van de lampen.
- Wordt de verlichting aan- of uitgeschakeld op basis van daglicht ? Zou dat mogelijk zijn ?
- Worden er specifieke schakelscenario's gebruikt ?

Als de verlichting aan- en uitgeschakeld wordt op basis van daglicht, moet u rekening houden met de volgende aandachtspunten :

- Verhindert gordijnen of zonneschermen de daglichttoetreding in het lokaal ?
- Is de bezetting van het lokaal bekend ? Komt het eventuele scenario van de lichtregeling overeen met de bezetting van het lokaal ?

Is de verlichtingsinstallatie veilig en conform de normen ?

Een eerste voorwaarde is dat alle componenten van de verlichtingsinstallatie een CE-markering hebben. Voor elektrische toestellen bestaat er ook een ENEC-keurmerk. Dat keurmerk garandeert dat het toestel veilig is en voldoet aan de Europese regelgeving (onder andere de laagspanningsrichtlijn).

Daarnaast is er de IP-aanduiding (ingress protection) op een product. De IP-aanduiding heeft twee cijfers: het eerste geeft de beschermingsgraad tegen aanraken en indringen van voorwerpen,

het tweede de beschermingsgraad tegen vocht. Zo zal een verlichtingstoestel met een IP65 aanrakingsveilig zijn doordat de behuizing volledig dicht is, een volledige bescherming tegen stof biedt (cijfer 6), alsook sproeidicht is (cijfer 5). De toepassing bepaalt welke IP-graad het verlichtingstoestel moet hebben.

Soms moeten bijzondere maatregelen getroffen worden. Zo moeten in de voedingsindustrie volgens de HACCP-regelgeving (hazard analysis and critical control points) lichtbronnen beschermd worden tegen breuk via een omhullende coating en moeten de armaturen waterdicht zijn.

Hoe wordt de installatie onderhouden ?

Ga de volgende zaken na :

- Worden in moeilijk bereikbare plaatsen lampen met een lange levensduur gebruikt ?
- Worden defecte lampen tijdig vervangen ?
- Is er in een groepsonderhoud van de verlichting voorzien ?
- Worden de armaturen of lampen bij elk groepsonderhoud geïnspecteerd ?
- Worden de muren en het plafond regelmatig geïnspecteerd (of geverfd) ?
- Hebben de muren en de vloer een heldere en dus goed reflecterende kleur, conform de aanbevelingen in de norm ?

Voorbeeld : kantoor van een laagspanningsklant

Gegevens :

- 60 m² (6 x 10 m)
- tien verouderde armaturen - nooit schoongemaakt. T8-lampen van 58 W met starter (conventioneel voorschakelapparaat) - vijf jaar oud
- 2200 branduren (220 dagen x 10 uur) per jaar

Berekening :

- $2 \times (58 \text{ W} \times 1,2) \times 10 \rightarrow 1392 \text{ W}$
- $1392 \text{ W op } 60 \text{ m}^2 \rightarrow 23,2 \text{ W/m}^2$
- $1,392 \text{ kW gedurende } 2200 \text{ h per jaar} \rightarrow 3062,4 \text{ kWh per jaar}$
- $3062,4 \text{ kWh per jaar tegen } 0,22 \text{ euro per kWh} \rightarrow 674 \text{ euro per jaar}$

Meting :

- gemiddelde verlichtingssterkte : 332 lux
- specifiek vermogen is $23,2 \text{ W/m}^2$, gedeeld door $3,32$ of $7 \text{ W/m}^2 \cdot 100 \text{ lux}$

Besluit :

Deze installatie is niet energiezuinig en voldoet niet aan de eisen voor minimale verlichtingssterkte : voor een kantoor is een gemiddelde verlichtingssterkte van 500 lux vereist. Het specifieke vermogen van $7 \text{ W/m}^2 \cdot 100 \text{ lux}$ is veel hoger dan de waarde die behaald kan worden met moderne technologie (tot minder dan $2 \text{ W/m}^2 \cdot 100 \text{ lux}$). Het verbruik kan dus met minstens een factor 3 dalen, met bovendien een duidelijke verhoging van de verlichtingssterkte tot gevolg.

Mogelijke religtinging :

- gebruik van moderne armaturen (rendement 80 %)
- acht armaturen met telkens twee T8-lampen van 36 W
- totaalvermogen : 576 W of $9,6 \text{ W/m}^2$
- in lichtplanningssoftware : gemiddelde verlichtingssterkte is 561 lx
- uniformiteit : 0,61

Het specifieke vermogen is in dit voorbeeld $1,71 \text{ W/m}^2 \cdot 100 \text{ lx}$.



figuur 12 : lampen met verschillende kleurtemperatuur in één installatie kunnen storend zijn.

figuur 13 : verblinding op een scherm kan erg storend zijn.

Maak enkele snelle berekeningen

- Bepaal het totale vermogen van de verlichtingsinstallatie (kW) door het aantal lampen te tellen. Het vermogen staat doorgaans op de lamp. Als conventionele ballasten gebruikt worden bij fluorescentielampen, kunt u het lampvermogen het best verhogen met 20 %.
- Bereken het verbruik (kWh) en de bijbehorende kostprijs :
 - Schat het aantal branduren (h) per jaar.
 - Vermenigvuldig het totale vermogen met het aantal branduren om een schatting van het verbruik (in kWh) te verkrijgen.
 - Bereken de energiekosten door het verbruik te vermenigvuldigen met de prijs per kWh. Enkele richtprijzen zijn :
 - voor een laagspanningsklant: 0,22 euro per kWh ;
 - voor een hoogspanningsklant: 0,12 euro per kWh .
- Bepaal de oppervlakte van het lokaal (in m²).
- Bereken het geïnstalleerde vermogen per oppervlakte-eenheid (W/m²).
- Gebruik een luxmeter om de verlichtingssterkte (in lux) te meten en bepaal eventueel het specifieke vermogen, uitgedrukt in W/m².100 lux.

STAP 2 : keuze van efficiënte verlichtingstoestellen

Een verlichtingstoestel is een armatuur met een lichtbron die het licht van de lichtbron naar de gewenste richtingen verspreidt.

Een verlichtingstoestel bevat naast de lichtbronnen (fluorescentielampen, HID-lampen of leds) in het algemeen :

- een voorschakelapparaat dat ervoor zorgt dat de lichtbron kan opstarten en de gewenste stroom levert ;
- optica, zoals diffuse of spiegelende reflectoren, diffusors, lenssystemen, lamellen. Een goede armatuur bevat optische materialen met hoge efficiëntie die hun efficiëntie behouden tijdens de beoogde levensduur : geen vergeling van kunststoffen, noch afschilfering van opgedampt aluminium.

Voor ledarmaturen gelden de volgende aandachtspunten :

- voldoende warmteafvoer via de behuizing is noodzakelijk. De temperatuur van de led moet lager dan 85 °C gehouden worden om het behoud van de lichtstroom over de tijd en de kleurconsistentie te verzekeren. Een goede koeling is bij een

ledarmatuur essentieel. Dat is de reden dat we bij ledarmaturen vaak koelvinnen zien.

- Bij leds wordt het voorschakelapparaat ook wel driver genoemd. Het zet de wisselspanning om in gelijkstroom. De driver is gewoonlijk het onderdeel met de kortste levensduur bij ledarmaturen en moet gemakkelijk vervangen kunnen worden.

Er zijn veel keuzemogelijkheden op het vlak van verlichtingstoestellen. De keuze is afhankelijk van :

- het type lichtbron : nu zien we voornamelijk fluorescentielampen (tl), compacte fluorescentielampen (CFL), HID-lampen (hogedrukgasontladinglampen) en leds. Bij CFL-, tl- en HID-lampen is een armatuur vaak geschikt voor verschillende soorten van hetzelfde type lamp. In de armatuur kan de lamp dan vervangen worden door een andere lamp met verschillende kleurweergave of kleurtemperatuur. Bij ledarmaturen is de lichtbron meestal vast en worden verschillende kleurtemperatuuropties aangeboden van hetzelfde type armatuur. Bij sommige ledarmaturen is de kleurtemperatuur instelbaar.

figuur 14 : opbouw van een verlichtingstoestel op basis van led met onder andere koelvinnen, leds, driver en optiek



- de totale lichtstroom (aantal lm) wordt hoofdzakelijk bepaald door het totale vermogen van de lichtbron(nen), de efficiëntie van de lichtbron en de efficiëntie van de armatuur. Een betere lichtbron heeft typisch een rendement van 80 - 110 lm/W, terwijl het rendement van een armatuur minstens 80 % moet zijn. Een armatuurrendement van 80 % betekent dat 20 % van de lichtstroom van de lamp verloren gaat in de armatuur. Omdat bij een ledarmatuur de led en de armatuur meestal één geheel vormen, zal doorgaans slechts één rendement opgegeven worden. Dat rendement, uitgedrukt in lm/W, geeft aan hoeveel lumen de armatuur verlaat ten opzichte van het benodigde elektrische vermogen.
- de mogelijkheid om te dimmen en te schakelen. Er zijn vaak varianten beschikbaar van hetzelfde type armatuur met elektronische voorschakelapparaten of omvormers met een dimmingingang (1-10 V, DALI). Om fluorescentielampen frequent te schakelen, zoals bij afwezigheidsdetectie, zijn er specifieke voorschakelapparaten.
- De wijze van montage :
 - inbouw in systeemplafonds ;
 - opbouw op plafond ;
 - hangend onder het plafond ;
 - tegen de muur ;
 - vrijstaand.
- De lichtverdeling :
 - direct stralend met bundelbreedtes naar keuze ;
 - indirect stralend via het plafond met verschillende bundelbreedtes ;
 - combinatie van direct en indirect stralend met verschillende bundelbreedtes

- asymmetrisch stralend in één richting voor bijvoorbeeld wandverlichting of bordverlichting ;
- zijdelings stralend in twee richtingen voor bijvoorbeeld gangverlichting.

De grote keuze geeft een ervaren lichtplanner de nodige opties om tot een comfortabele en energiezuinige verlichtingsinstallatie te komen. Daarnaast kan ook het uitzicht van het verlichtingstoestel aangepast worden aan de ruimte. Het is meestal een goede keuze om het verlichtingstoestel weinig te laten opvallen. Soms is het echter juist de bedoeling om de aandacht te trekken op de verlichting.

Enkele voorbeelden van lichtverdeling :

Direct stralend

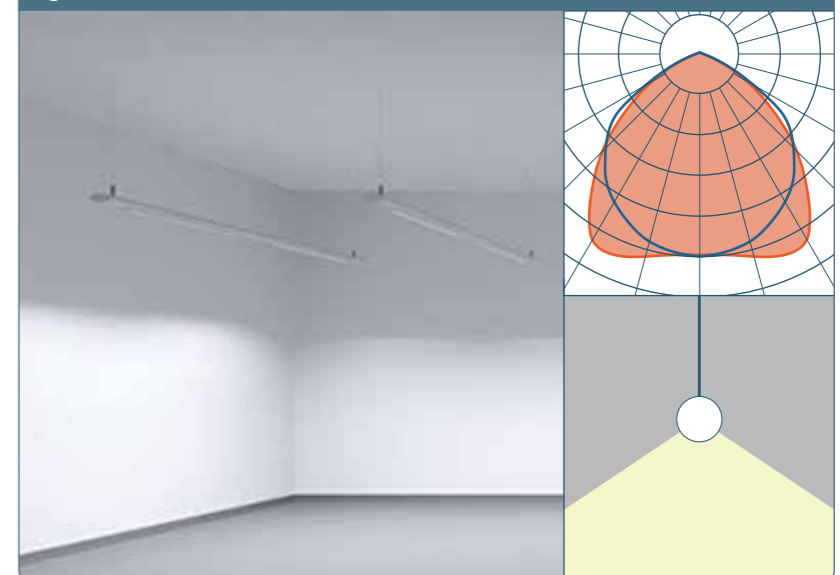
Veelal wordt gebruikgemaakt van direct stralende armaturen. Daarbij wordt het licht alleen naar beneden uitgestuurd. Dat is energetisch gezien vaak de meest efficiënte manier van verlichten. Bij een gependelde armatuur met directe uitstraling, zoals in figuur 15, is het

wel mogelijk dat bepaalde delen van de muur en het plafond te donker zijn. Om het visuele comfort te verhogen, kan dan een (beperkte) indirecte bijdrage overwogen worden of worden de armaturen hoger geplaatst (inbouw of opbouw), wat iets minder energie-efficiënt is.

Om schaduw door voorwerpen en mensen te beperken, is het nuttig om het taakoppervlak vanuit verschillende verlichtingstoestellen te belichten. Dat kan onder andere door de voornaamste taakoppervlakken halfweg tussen de verlichtingstoestellen te plaatsen, of door lichtoverlapping te realiseren met breder stralende armaturen. Ook indirect licht (via het plafond) is een goede oplossing om schaduwvorming te beperken. Vandaar dat sommige directe verlichtingstoestellen opzettelijk een deel van de lichtstroom 'lekken' naar het plafond.

De (piek)luminantie van de verlichtingstoestellen is bepalend voor storende verblinding in het directe zichtveld en voor storende reflecties op beeldschermen. Lamellen en diffusors verlagen die piekluminantie.

figuur 15 : direct stralende armaturen



Figuur 16 toont wat er kan gebeuren als de lamp waarvoor de armatuur bedoeld is (T8 fluorescentie lamp links), vervangen wordt door een andere soort lamp (ledbuis rechts):

- o de lichtsterkte is tussen 20° en 35° lager ;
- o de verlichtingssterkte is ongelijkmatig op de taakvlakken ;
- o de steile overgang van de verlichtingssterkte op de zijmuren zorgt voor schaduwvorming

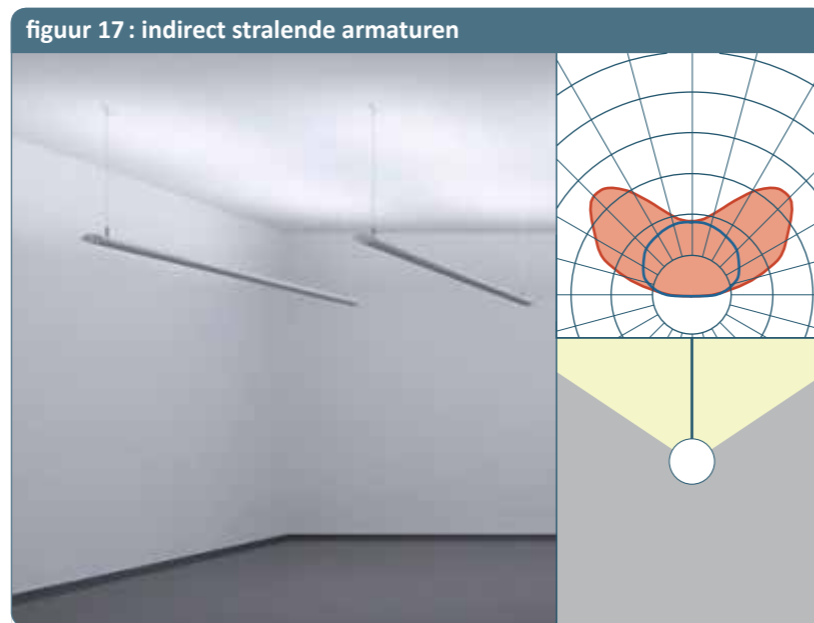
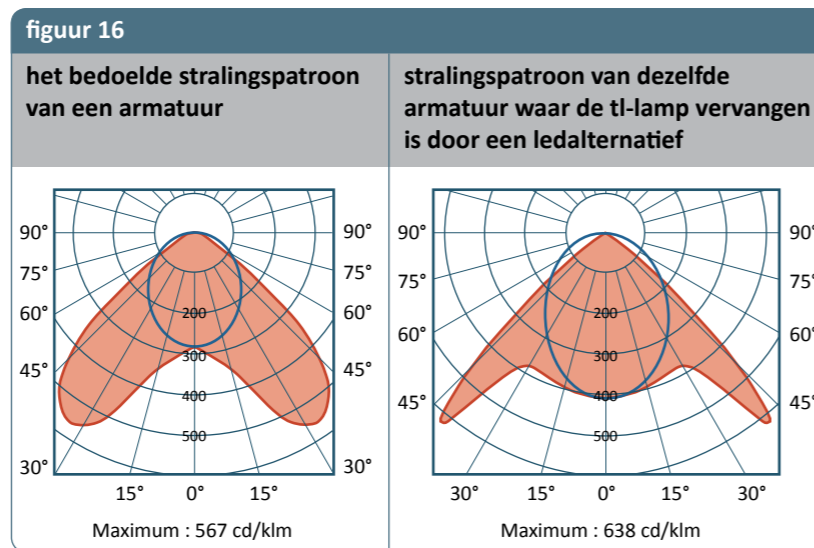
Het koellichaam van een ledlamp of ledarmatuur heeft luchtstroming nodig voor voldoende koeling. Bij onvoldoende koeling is er een snellere degradatie van de eigenschappen en verkort de praktische levensduur. De installatie moet overeenstemmen met de vereisten van de fabrikant voor lange gebruiksduur.

Indirect stralend

De ruimte wordt verlicht door reflectie via het plafond. Dat is alleen mogelijk met pendelarmaturen.

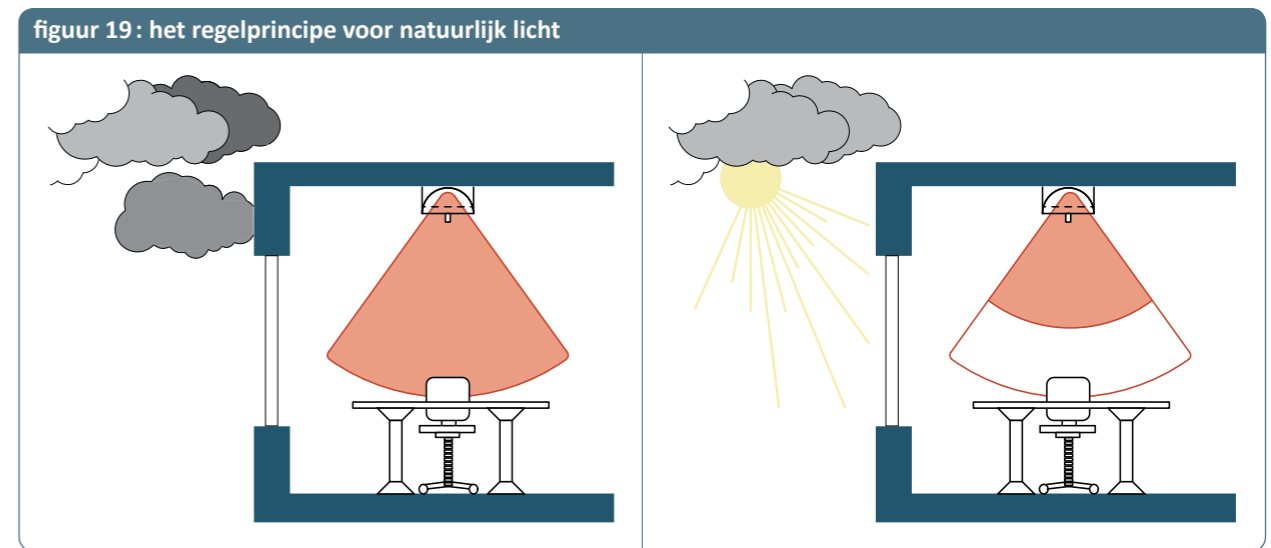
Omdat typische reflectiewaarden 80 - 85 % bedragen, gaat een deel van de lichtstroom verloren. Er is geen neerwaartse bundeling. Om bureauoppervlakken te belichten, is deze verlichting dus minder efficiënt. Het licht is heel diffuus, waardoor er veel minder schaduwvorming is – ook op verticale vlakken – en waardoor er minder storende verblinding en reflecties zijn. Voor vergaderruimtes zijn dat goede eigenschappen.

Indirect stralende verlichting wordt meestal gebruikt in combinatie met direct stralende armaturen, zodat de voordelen van beide manieren van belichting gecombineerd worden.



Asymmetrisch stralend

Om een gelijkmatige belichting van een verticale wand te realiseren, zijn er verlichtingstoestellen met een specifiek asymmetrisch stralingsprofiel. Dat wordt gebruikt voor onder andere folderwanden, presentatiewanden en schoolborden, en om de helderheidsindruk van een ruimte te verhogen. De perceptie van de helderheid van een ruimte is sterk gerelateerd aan de luminantie van de verticale vlakken.



STAP 3 : kies de juiste regeling

Naast een oordeelkundige keuze van de lichtbron en de armatuur is een goed lichtregelingssysteem vaak aangewezen. Een efficiënte keuze en een goede lichtplanning samen bepalen het geïnstalleerde vermogen. Daarnaast is de impact van het schakelen en het dimmen van de verlichting op het elektrische verbruik, en dus op de energiefactor, aanzienlijk. Daarom is het nodig om na te gaan of een lichtregeling wenselijk is.

Er zijn vier regelprincipes :

- regeling volgens de beschikbaarheid van daglicht ;
- regeling op basis van de bezetting ;
- opsplitsing in zones ;
- tijdgestuurde regeling (scenario's).

Regeling volgens de beschikbaarheid van daglicht

Bij een daglichtregeling wordt de lichtstroom van de armaturen geregeld op basis van het beschikbare daglicht. Als een lokaal voorzien is



van grote ramen, kan heel wat energie bespaard worden door de lichtstroom van armaturen die zich in de buurt van ramen bevinden, te laten variëren (dimmen).

Er bestaan verschillende soorten sensoren en bedieningsmechanismen.



men : meting van de verlichtingssterkte op het taakoppervlak, meting van de luminantie van het raam ... Die sensoren zijn ofwel rechtstreeks met de ballast van de armaturen verbonden ofwel met een centrale bedieningseenheid van het lokaal.

Regeling op basis van de bezetting

Een regeling op basis van de bezetting van een ruimte betekent dat het licht alleen brandt als iemand in het lokaal aanwezig is. Sommige systemen reageren op de aanwezigheid van mensen (aanwezigheidsdetectie), andere houden rekening met de afwezigheid van mensen (afwezigheidsdetectie). Dezelfde sensor kan ingesteld worden als aanwezigheidsensor of als afwezigheidsensor.

Aanwezigheidsdetectiesystemen garanderen dat de verlichting automatisch aangaat als iemand aanwezig is in het lokaal en dat de verlichting weer uitgaat als niemand in het lokaal aanwezig is. Die systemen zijn qua energieverbruik vaak niet optimaal, aangezien het licht automatisch ingeschakeld wordt als er iemand aanwezig is in het lokaal,

zelfs als er voldoende daglicht is. Deze regeling wordt vaak toegepast in gangen en toiletten.

Afwezigheidsdetectiesystemen laten toe om de verlichting uit te schakelen als er gedurende een vooraf ingestelde tijd niemand in het lokaal aanwezig is. Ze zijn vaak interessanter dan aanwezigheidsdetectie omdat ze – gekoppeld aan een mogelijke manuele ontsteking van het licht (naargelang de wens van de aanwezigen) – heel wat energie kunnen besparen.

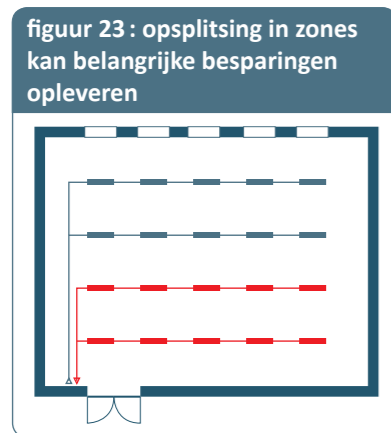


figuur 22 : afwezigheidsdetector, ingebouwd in een vals plafond

Vaak is een ‘manueel aan / automatisch uit’-schakelsysteem het meest efficiënte.

Opsplitsing in zones

Door de opsplitsing van de verlichtingsinstallatie van een lokaal



figuur 23 : opsplitsing in zones kan belangrijke besparingen opleveren

of een grote ruimte bestaat de mogelijkheid om het licht slechts in een bepaald deel van de werkruimte aan te schakelen, hetzij omdat slechts een deel van het lokaal wordt gebruikt, hetzij omdat in een bepaald deel voldoende daglicht beschikbaar is.

Figuur 23 toont een zoneschema van een grote zaal (bijvoorbeeld vergaderzaal of eetzaal) waar de verlichting kan worden aangepast op basis van de bezetting :

- de eerste schakelaar bedient de armaturen vooraan in het lokaal (blauw) ;
- de tweede schakelaar bedient de armaturen achteraan in het lokaal (rood).

Tijdgestuurde regeling

Voor ruimtes met een vaste en regelmatig bezetting is het voordelig om de volledige lichtinstallatie uit te schakelen, zodat stroomverbruik in periodes van leegstand vermeden wordt (bijvoorbeeld tijdens weekends, vakanties en nachten). Zo kan in een automatische uitschakeling om 19 uur voorzien worden en dan nogmaals om 21 uur (als een laatblijver vergeten is het licht te doen).

In de gangen is het mogelijk de volledige lichtinstallatie uit te schakelen of om bijvoorbeeld slechts een op de drie armaturen te laten branden. Op die manier blijven alle gemeenschappelijke zones ook buiten de normale diensturen verlicht.

Combinaties van regelingen

De bovenvermelde regelsystemen kunnen ook worden gecombineerd. Als (centrale) bedieningseenheden worden gebruikt, moet zeker rekening worden gehouden met

de hoeveelheid energie die ze zelf verbruiken. Sommige systemen zijn intelligent en besparen energie, maar andere verbruiken zelf vrij veel energie. Het vermogen kan in sommige gevallen 2 tot 3 W per armatuur zijn gedurende de volledige dag (24 uur). Dat extra verbruik kan een nefaste invloed hebben op de energiebesparing. De Europese regelgeving op sluisverbruik wordt ook voortdurend strenger.

Het is dus belangrijk een geschikt regelsysteem zorgvuldig te kiezen in overleg met de lichtadviseur.

tabel 4 : impact van maatregelen op comfort en energieprestatie ; moeilijkheidsgraad van de uitvoering

maatregel	comfort	energieprestatie	uitvoering
het weghalen van indirecte verlichting die weinig bijdraagt tot verlichtingssterkte	geen impact	potentieel zeer grote impact	zeer eenvoudig
de bewustmaking van het personeel	geen impact	mogelijk grote impact	zeer eenvoudig
de vervanging van verouderde armaturen	mogelijk grote impact	mogelijk grote impact	professionele uitvoering
de vervanging van elektromagnetische ballasten door elektronische ballasten	geen impact	mogelijk grote impact	professionele uitvoering
de vervanging van oudere tl-lampen door lampen met hetzelfde vermogen en dezelfde kleur	mogelijk grote impact	mogelijk grote impact	zeer eenvoudig
de uitvoering van een lichtaudit (comfort en energieprestatie)	-	-	professionele uitvoering
een volledige relighting	potentieel zeer grote impact	potentieel zeer grote impact	professionele uitvoering

Wie doet wat ?

Een nieuwe performante verlichting kiezen is alleen mogelijk als een lichtplanner of lichtadviseur wordt geconsulteerd. Die specialist zal erover waken dat de beste energie-efficiëntie wordt gekoppeld aan een optimaal visueel comfort, met oog voor sfeer en design. Experts werken vaak in studiediensten van lichtspecialisten, bij elektrogroothandels, bij distributeurs van verlichting, winkelinrichters en fabrikanten van verlichtingssystemen.

Maar ook studie bureaus installatietechnieken, relightingbureaus en sommige grote architectenbureaus beschikken over de nodige expertise om tot een optimaal lichtplan te komen. U kunt ook contact opnemen met elektro-installateurs, die in overleg met hun groothandel een oplossing zullen bieden.

Aan de slag

Niet elke maatregel is even eenvoudig uit te voeren en heeft een even grote impact op de energieprestatie of op het comfort.

In tabel 4 wordt een zevental maatregelen opgesomd met de impact ervan op comfort en energieprestatie en met de moeilijkheidsgraad van de uitvoering.

3 Lichtstudies vergelijken: vergelijk geen appels met peren. Zorg voor een goede prijsaanvraag of een goed bestek.

Lichtberekenningsprogramma's

Lichtberekeningen worden uitgevoerd met behulp van computerprogramma's. De meest bekende zijn DIALux® en Relux®. Die programma's zijn gratis en vormen een uitstekend hulpmiddel om een verlichtingsinstallatie te dimensioneren en om na te gaan of aan bepaalde eisen, zoals minimale verlichtingssterkte en uniformiteit, zijn voldaan. De programma's vervangen de lichtplanners in geen geval, maar zijn een noodzakelijk hulpmiddel.

Net zoals bij veel softwarepakketten is een correcte invoering van ingaveparameters zeer bepalend voor de resultaten van de lichtstudie. Alleen als de ingaveparameters voldoende overeenstemmen met de werkelijkheid, zijn de berekende resultaten een goede voorspelling voor de situatie na de uitvoering.

Een goede prijsaanvraag of een goed bestek

Verschiede berekeningsvoorstellen van ontwerpers kunnen pas met elkaar worden vergeleken als dezelfde waarden worden gebruikt voor onder andere de behoudsfactor, de reflectiewaarden, de werkvlakhoogte, de randzone, de pendelhoogte, de afmetingen van

het lokaal... Een goed bestek of een goede prijsaanvraag vermeldt voor elk van die parameters een waarde die overeenstemt met de werkelijkheid.

Het komt er dus op aan om bij een studie- en prijsaanvraag de ingaveparameters correct te vermelden. Anders is een eerlijke vergelijking tussen verschillende lichtberekeningen niet mogelijk en worden appels met peren vergeleken.

De volgende zaken hebben een belangrijke impact op het uiteindelijke resultaat :

- de correcte lokaalafmetingen, *bijvoorbeeld*
 $L : 10,3 \text{ m} - B : 7,45 \text{ m} - H : 2,78 \text{ m}$
- de behoudsfactor, *bijvoorbeeld* 0,80
- de reflectiewaarden, *bijvoorbeeld* *plafond* : 50 % – *wanden* : 40 % – *vloer* : 15 %
- een goede omschrijving van de taakoppervlakken
- de werkvlakhoogte, *bijvoorbeeld* 0,75 m
- de pendelhoogte van de armaturen, *bijvoorbeeld* 2 m
- het aantal lichtmeetpunten of berekeningspunten, *bijvoorbeeld* 7 x 11 punten
- soms is er in een randzone

voorzien in de berekening. Dat is een zone die niet meegeteld wordt in het resultaat, omdat er bijvoorbeeld tegen de muren geen taakoppervlakken zijn. Een berekening met een andere randzone geeft een ander resultaat !

Een lichtstudie moet zeker de volgende zaken vermelden :

- een samenvatting van de resultaten (verlichtingssterktes, uniformiteit, verblinding ...), alsook een vermelding van de ingevoerde ingaveparameters. Dat hoeft geen dik dossier te zijn, enkele pagina's volstaan ;
- de lichttechnische armatuurspecificaties (stralingspatroon, armatuurrendement, lichtstroom, vermogen inclusief voorschakelapparatuur, lamp-type, kleurweergave en kleurtemperatuur) ;
- de positie van de armaturen (plaatsingscoördinaten) ;
- een tabel met resultaten voor de verlichtingssterktes op de taakoppervlakken.

Vervolgens is het noodzakelijk dat de werken goed worden opgevolgd. Al te vaak is de plaatsing van de armaturen niet in overeenstemming met de plaatsing die beschreven is in de lichtstudie, of moet er achteraf in bijkomende armaturen worden voorzien. Het is ook belangrijk dat bij de lichtberekening al rekening wordt gehouden met de plafondsystemen en de plaats van de kabelgoten. De plaatsingscoördinaten die gebruikt worden bij de lichtberekening, moeten overeenstemmen met de fysieke plaatsing van de armaturen. Afwijkingen van de offerte zorgen ervoor dat het verkregen lichtresultaat niet in overeenstemming is met de uitgewerkte lichtberekeningen die beschreven zijn in het bestek.

De juiste technologie voor de juiste toepassing

Het is belangrijk om rekening te houden met de concrete toepassing waarin armaturen gebruikt zullen worden. Voor bijvoorbeeld de voedingsindustrie en koude ruimtes kunnen niet alle armaturen en lamptypes gebruikt worden en bestaan er specifieke oplossingen.

In ruimtes waar de armaturen moeilijk bereikbaar zijn, kan geopteerd worden voor oplossingen met een langere levensduur. Van tl-lampen bestaat er bijvoorbeeld zo'n versie. Overleg met uw verlichtingsdeskundige om tot een optimale oplossing te komen.

Momenteel loopt er een uitfasering van bepaalde lamptypes (de zogenaamde ecodesigneisen voor verlichting). Dat wil zeggen dat bepaalde lamptypes in de toekomst niet meer verkrijgbaar zullen zijn. Daardoor wordt een volledige relighting misschien noodzakelijk omdat de mogelijkheden van relamping beperkt worden.

4 Relighting verdient ook steun.

REG-premie voor niet-woongebouwen bij uw distributienetbeheerder

Als in een bestaand gebouw dat aangesloten is op het elektriciteitsdistributienet van voor 1 januari 2006, de verlichting vernieuwd wordt, is het mogelijk om een REG-premie tot 20.000 euro aan te vragen bij uw distributienetbeheerder (Infrax en Eandis). Installaties die voorzien zijn van daglichtsturing of bewegingsdetectie, krijgen een hogere premie. De effectieve steun wordt uitgerekend aan de hand van het bijbehorende rekenblad van de REG-premie.

De voorwaarden en meer info zijn te verkrijgen bij uw distributienetbeheerder (www.eandis.be of www.infrax.be). De REG-premies gelden per kalenderjaar en kunnen van jaar tot jaar wijzigen.

Adviessteun voor relighting via de KMO-portefeuille

Kmo's kunnen voor het thema relighting 50 % adviessteun krijgen als ze een beroep doen op een erkende dienstverlener van de kmo-portefeuille. Onder de pijler 'advies voor ondernemen' kunt u voor verlichtingsadvies, vanaf een minimumprojectbedrag van 500 euro, tot 2500 euro steun genieten per

kalenderjaar. Onder de pijler 'strategisch advies' kunt u voor verlichtingsadvies als onderdeel van een strategisch energieadviesproject van minimaal 7500 euro, tot 25.000 euro steun genieten per kalenderjaar.

Wettelijk verplichte adviezen komen niet in aanmerking.

*Meer info en aanvraag :
telefoon 1700
www.kmo-portefeuille.be
Agentschap Ondernemen*

Ecologiesteun voor energiezuinige verlichting

Ondernemingen kunnen voor bepaalde energiebesparende investeringen een ecologiepremie ontvangen. De technologieën die daarvoor in aanmerking komen, zijn vermeld op de limitatieve technologielijst (LTL) bij de aanvraag van de steun. Die lijst vermeldt voor een kmo en een grote onderneming (go) het steunpercentage en het meerkostenpercentage van de aanvaarde essentiële investeringscomponenten van de technologie.

Zo wordt onder andere een ecologiepremie (LTL van 11 juni 2014) verleend voor :

- een actief en intelligent daglichtsysteem (LTL nr. 100083)

bij installaties waarvoor volgens de EPB-regelgeving geen eisen op het vlak van verlichting gelden ;

- een daglichtbuis met hoogreflecterend oppervlak (LTL nr. 201028) bij installaties waarvoor volgens de EPB-regelgeving geen eisen op het vlak van verlichting gelden ;
- een geïntegreerd lichtregelsysteem met adresseerbare armaturen (LTL nr. 200001) bij installaties waarvoor volgens de EPB-regelgeving geen E-peil geldt.

*Meer info en aanvraag :
telefoon 0800 20 555
www.ecologiepremie.be
Agentschap Ondernemen*

Verhoogde investeringsaftrek voor relighting

Ondernemingen kunnen een verhoogde investeringsaftrek van 13,5 tot 15,5 % voor energiebesparende investeringen verkrijgen. Het exacte percentage wordt jaarlijks vastgelegd voor het betreffende aanslagjaar op basis van de index van de consumptieprijzen. De steun is van toepassing op de verbetering van het energetische rendement van verlichtingsapparatuur in bestaande gebouwen die ouder zijn dan vijf jaar, en bij bestaande processen die ouder zijn dan drie jaar, op voorwaarde dat er geen wettelijke energieverplichtingen van toepassing zijn (bijvoorbeeld EPB-wetgeving).

Relighting valt onder categorie 8 waarbij de volgende investeringen in aanmerking komen :

- investeringen die uitsluitend uitgevoerd worden met het oog op de verhoging van het energetische rendement van bestaande verlichtingsappara-

tuur (in dit geval meet- en regelapparatuur van categorie 8a) ;

- nieuwe investeringen in verlichtingsapparatuur ter vervanging van bestaande, in verhouding tot de bereikte verhoging van het energetische rendement (categorie 8b).

Het deel van de investeringen dat een capaciteitsverhoging met zich meebrengt, komt niet in aanmerking.

*Meer info en aanvraag fiscaal attest :
telefoon 1700 of 02 553 46 00
www.energiesparen.be/verhoogde-investeringsaftrek/aanvraag
Vlaams Energieagentschap*

Bij investeringen die in aanmerking komen voor verschillende van de bovenvermelde steunmaatregelen, kan de steun gecumuleerd worden.



5 Praktijkvoorbeeld 1: renovatie kasteel De Cellen Callant Verzekeringen & Financieel Advies

Projectbeschrijving

De groep Callant is ruim twintig jaar actief op de verzekeringsmarkt. Het bedrijf beschikt over een 80-tal medewerkers, verspreid over kantoren

in West-Vlaanderen en Antwerpen, en richt zich op onder meer de bouw-, de transport-, de medische en de maritieme sector.

Het als monument beschermde kasteel De Cellen in Oostkamp is sinds eind 2012 de nieuwe uitvalsbasis

voor de zowat veertig medewerkers die in Oostkamp werken. Het kasteel is recent helemaal opgeknapt met veel aandacht voor het behoud van het originele karakter.

Aanpak van de relighting

Voor de transformatie van het kasteelinterieur naar kantoorruimte met energiezuinige armaturen hebben de installateur, de verlichtingsgroothandel en de interieurarchitect de handen ineengeslagen. Ze probeerden daarbij zo veel mogelijk originele elementen, zoals vloeren en plafonds, te behouden en tegelijk het kasteel op een onopvallende manier aan te passen aan de normen van een hedendaags kantoor. Daarbij werd gekozen voor verlichtingsinstallaties op basis van

energiezuinige lampen (compacte fluorescentie, metaalhalidegasontlading, led- en T5-lampen) en op basis van armaturen die zowel efficiënt als mooi zijn. Het beschermde gebouw moest de klasse behouden die het in het verleden had gekend.

Bedrijfsleider Filip Demyttenaere :

“Vanwege de grandeur van het gebouw en de wens om de plafonds op de gelijkvloerse verdieping in hun originele staat te bewaren, is er bewust voor gekozen om in die bureaus alleen dimbare staande armaturen te gebruiken op basis van 3 TCL-lampen (CFL). We waren van oordeel dat noch de pendels, noch de circuits die daarvoor nodig zijn – en dus evenmin het slijpwerk – de prachtige architectuur mochten bezoedelen. Alleen in het secretariaat, waar de enige archiefkasten van

het gebouw staan (alle activiteiten verlopen zonder papier), alsook de enige kopieermachine, bleef niet voldoende vrije muuropervlakte over om met de staande lampen te kunnen werken. Daarom werden daar toch T5-pendels gemonteerd tegen het plafond.”

Uit de voorstudie bleek dat daardoor zowel het visuele comfort als de energie-efficiëntie zou voldoen aan de huidige maatstaven. Voldoende hoge verlichtingssterkte op de werkvlakken en een beperking van verblinding waren de belangrijkste wensen van het personeel.

Dankzij de grote vensters kon ook in een optimale daglichttoetreding en een grote helderheid worden voorzien. Er werd bovendien voor gekozen om alle muren en plafonds

in een witte kleur te verven. De vernieuwde ramen kregen de vereiste zonnewering.

In de magistrale hal werd gekozen voor een kunstzinnige armatuur en compacte fluorescentielampen (CFL) met E27-voet. Dezelfde armatuur werd ook gebruikt in het onthaal op de eerste verdieping. De trap werd verlicht door opbouwarmaturen met metaalhalidegasontladinglampen.

In alle kleinere kantoren en vergaderzalen op de eerste en tweede verdieping werden circulaire pendels gemonteerd op basis van T5. Ook daar werd geopteerd voor minstens 500 lux op het werkvlak en een geïnstalleerd vermogen van 12 W/m².

Ook de zolderverdieping werd gron-



figuur 25 : secretariaat op gelijkvloerse verdieping, voorzien van T5-pendels



figuur 27 : vergaderzaal op de eerste verdieping



figuur 28 : vergaderzaal op de eerste verdieping



figuur 30 : kantoorruimte op de zolderverdieping



figuur 32 : ledverlichting in de toiletten



figuur 26 : architecturale pendels op basis van CFL - aangevuld met opbouwarmaturen met metaalhalide in de trappenhal



figuur 29 : multifunctionele ruimte



figuur 31 : ledverlichting in de toiletten



6 Praktijkvoorbeeld 2: relighting kmo Acidom - Lanaken

Projectbeschrijving

De kmo Acidom is gespecialiseerd in industriële reinigingsmiddelen, luchtfiltersystemen, onderhoud van warmtewisselaars, smeermiddelen en metaalbehandeling. Het bedrijf telt vier medewerkers en ligt in een typische kmo-zone in Lanaken.

Het gebouw dateert van 1990 en de verlichting was aan vervanging toe.

Bedrijfsleider Marc Kuypers :

“Ons team was ervan overtuigd dat een aanpassing van de verlichting noodzakelijk was. Er waren te veel comfortproblemen. In de werkhal was het op veel plaatsen te donker

en het licht was niet goed verdeeld. Daarenboven waren er te veel verlichtingstoestellen met flikkerende fluorescentielampen. Het tweede gedeelte van onze werkhal bestaat uit een beneden- en een bovenverdieping met een kleine centrale gang. Beide verdiepingen werden verlicht met halogeenstralers die naar het plafond gericht waren om het licht te verdelen (zie foto's). Naast het feit dat er ook daar te weinig licht was, was de vervanging van de halogeenlampen niet evident wegens de hoogte.”

dig aangepakt. In de multifunctionele ontvangstruimte werd geselecteerd voor dimbare pendels op basis van T5 voor zowel directe als indirecte verlichting.

De zolderverdieping kreeg een volledige restyling en werd ook in het wit geverfd. De armaturen werden zo gekozen dat ze opgaan in de bestaande structuur met balken. Als de verlichting niet brandt, zijn de armaturen als het ware onzichtbaar.

De rest van de zolder is ook bestemd als kantoorruimte. Ook hier hebben de circulaire T5-armaturen de voorkeur gekregen. Op het centrale werkvlak is een verlichtingssterkte van 500 lux gegarandeerd met een geïnstalleerd vermogen van 8,56 W/m².

Voor de kelder, keuken, gangen en andere lokalen in de rest van het gebouw zijn ook T5-armaturen gekozen. Alleen in de toiletten is ledverlichting gebruikt.

Energieverbruik

Op het gebied van energieverbruik is dit een uitdagende case. De mogelijkheden voor aanpassingen aan het gebouw waren beperkt. Toch is er overal gekozen voor energiezuinige oplossingen. Hieronder wordt voor twee ruimtes uit het project een overzicht gegeven van de technologieën waarvoor gekozen is.

Kantoor (figuur 30)

Er hangen twee armaturen die zowel direct de bureaus als indirect het plafond verlichten. Verder zijn er vier staande lampen op de bureaus geplaatst.

In tabel 5 wordt weergegeven wat dat op het gebied van energieverbruik betekent.

Polyvalente ruimte (figuur 29)

In deze ruimte wordt er een lijnsysteem gebruikt. De hieronder vermelde armaturen vormen samen één geheel.

tabel 5 : overzicht voor een kantoor (figuur 30)

lampen per armatuur	armatuur 1	4x T5-fluorescentielampen van 24 W 2x compacte fluorescentielampen van 24 W
	armatuur 2	leds (staande lampen met E27-lampvoet voor ledlampen)
aantal armaturen / armatuurvermogen / lichtstroom	armatuur 1	3 / 155 W / 9236 lm
	armatuur 2	4 / 12 W / 806 lm
totaalvermogen / totale lichtstroom	513 W / 30.852 lm	
oppervlakte kantoor	60 m ²	
gemiddelde verlichtingssterkte	336 lx	
specifiek vermogen	8,6 W/m ² = 2,6 W/m ² /100lx	
energiekosten (2200 u/jaar ; 0,22 euro/kWh)	248 euro per jaar	

tabel 6 : overzicht voor een polyvalente ruimte (figuur 29)

lampen per armatuur	armatuur 1	MR16 ledlampjes
	armatuur 2	leds (staande lampen met E27-lampvoet voor ledlampen)
aantal armaturen / armatuurvermogen / lichtstroom	armatuur 1	16 / 9 W / 567 lm
	armatuur 2	10 / 118 W / 5079 lm
totaalvermogen / totale lichtstroom	1324 W / 59.858 lm	
oppervlakte kantoor	104 m ²	
gemiddelde verlichtingssterkte	452 lx	
specifiek vermogen	12,7 W/m ² = 2,8 W/m ² /100lx	
energiekosten (2200 u/jaar ; 0,22 euro/kWh)	640 euro per jaar	

Aanpak van de relighting

Het bedrijf besliste om advies in te winnen bij een studie bureau dat gespecialiseerd is in verlichting.

Zaakvoerder Kuypers:
“In de meeste kmo's is er doorgaans geen verantwoordelijke voor technische installaties en is de kennis eerder beperkt. Ik kwam in contact met een studie bureau dat gespecialiseerd is in verlichting. In dialoog kwamen we tot een oplossing. Het was voor mij heel snel duidelijk dat verlichting een specialiteit is, ook al lijkt het op het eerste gezicht tamelijk rechtlijnig. Het was dan ook heel belangrijk voor mij dat ik vertrouwen kon hebben in het studie bureau.”

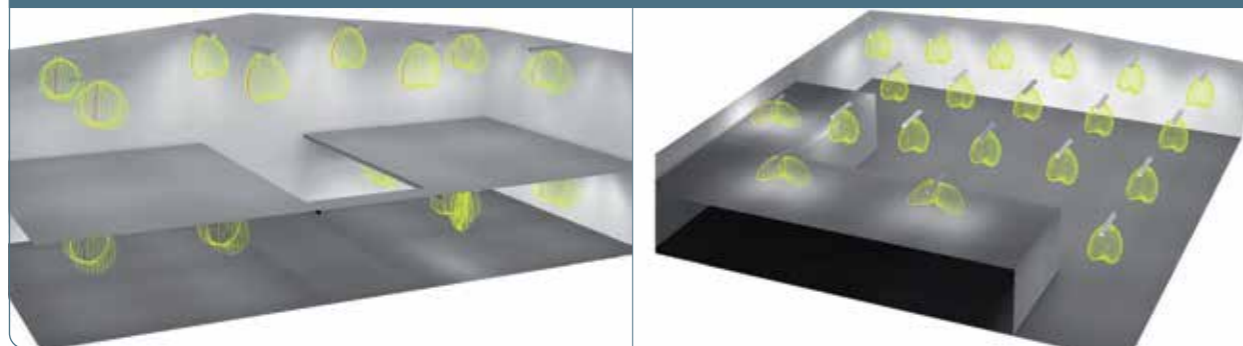


figuur 34 : nieuwe verlichting op de benedenverdieping



figuur 35 : oude situatie, halogeenstralers die het plafond verlichten

figuur 36 en 37 : nieuwe verdeling van de armaturen, er zijn zowel breedstralende als mediumstralende armaturen gekozen, afhankelijk van de plaats.



Na een plaatsbezoek en uitgebreid gesprek is gekozen voor :

- verlichtingstoestellen in IP 65-uitvoering: de toestellen zijn stofdicht en spatwaterdicht. Die bescherming tegen de indringing van stof en water is nodig omdat bij de fabricage (het krimpen van filters) water van 90 °C wordt gebruikt waardoor waterdamp ontstaat. Bij metaalbewerkingen komt er soms stof vrij ;
- armaturen met fluorescentielampen T5-49W-840 : dat zijn lampen van het type high output (HO). Die lampen zijn iets minder efficiënt dan HE-lampen (lampen van het type high efficiency), maar ze hebben een hogere lichtstroom zodat een kleiner aantal toestellen volstaat. Op basis van het relatief lage aantal branduren wegen de meerkosten van de aanschaf van extra armaturen (met HE-lampen) economisch niet op tegen het eventueel lagere energieverbruik ;
- conform de norm NBN EN 12464-1 wordt voor deze toepassing een algemeen lichtniveau van 300 lx verkregen door een combinatie te gebruiken van breedstralende en mediumstralende armaturen (zie lichtplanningssimulatie) ;

- voor de productie en reparatie van luchtfilters staat er een naaimachine in de werkhal. Die applicatie vereist een taakverlichting van 1000 lx. Daarvoor is een aparte verlich-

tingsarmatuur geplaatst met een smalstralend stralingspatroon (zie figuur 38) ;

- de kmo telt vier medewerkers. Uit de gesprekken is gebleken

figuur 38 : boven de naaimachine in het midden van de foto is een smalstralende armatuur geplaatst.



figuur 39 : een aparte kring voor de berging op de verdieping

dat alle medewerkers bewust met energie omgaan en het licht doven als er niemand aanwezig is.

Daarom is ervoor gekozen om de verlichting op te splitsen in zeven aparte kringen, met aparte kringen voor de naaimachine en de bergingen op de verdiepingen.

Als in de toekomst blijkt dat het licht onnodig blijft branden, kan overwogen worden om te werken met afwezigheidsmelders voor enkele deelgebieden.

bonden zijn aan het energetische verbruik en het onderhoud van de installatie tijdens de levensduur ervan (waarvoor het aantal branduren per jaar bekend moet zijn).

De terugverdientijd is de tijd waarin met de gerealiseerde besparingen de initiële investeringskosten zijn terugverdiend. In het concrete geval van een relighting kunnen besparingen enerzijds gerealiseerd worden door een lager energieverbruik, en anderzijds door lagere onderhoudskosten (bijvoorbeeld omdat er minder lampen vervangen moeten worden). Voor de bestaande oplossing moet ook een schatting gemaakt worden.

Economische analyse, TCO, terugverdientijd

Naast de ecologische en de comfortaspecten van de nieuwe verlichting is een economische analyse van de relighting belangrijk. Dat gebeurt over het algemeen met een berekening van de zogenaamde total cost of ownership (TCO). Dat zijn de totale kosten die eigen zijn aan de voorgestelde oplossing, gezien over de totale levensduur van de oplossing.

In geval van een relighting zijn de totale kosten de som van de initiële investeringskosten (kosten voor de aankoop en de implementatie van de installatie) en de kosten die ver-

Hou er rekening mee dat aan een relighting steunmaatregelen verbonden zijn die van de initiële investeringskosten afgetrokken kunnen worden.

Hieronder wordt een eenvoudige TCO-berekening uitgevoerd voor de relighting bij Acidom, met een opsplitsing van de drie verschillende bijdragen (investering, energetisch verbruik en onderhoud). De TCO-berekening kan nog gedetailleerder uitgevoerd worden als ook rekening gehouden wordt met bijvoorbeeld prijsstijgingen van de energie- en de loonkosten tijdens de levensduur van de installatie.

Van zowel de situatie voor de relighting als na de relighting wordt het energieverbruik (per jaar) berekend. Voor de relighting is de ruimte verlicht met twee halogeenstralers en met fluorescentiearmaturen met conventionele voorschakelapparaten. Die voorschakelapparatuur verbruikt ongeveer 20 % van het vermogen van de lamp. Ook was het slechts beperkt mogelijk de lichten afzonderlijk te schakelen.

Zaakvoerder Kuypers:
“Sinds onze relighting hebben we geen problemen meer met te weinig licht. Het lichtniveau is verdubbeld en de lichtverdeling is meer uniform. Het is handig dat de verlichting in aparte kringen te bedienen is. Dat we nu zelfs minder energie verbruiken is mooi meegenomen. De premie van de netbeheerder was een mooie stimulans.”

tabel 7 : vergelijking oude en nieuwe installatie

	oud	nieuw
totaalvermogen van de installatie	2 x 500 W (halogeen) + 17 x 1,2 x 58 W + 48 x 1,2 x 36 W (T8) = 3320 W	68 x 39 W = 3061 W
gemiddeld aantal branduren per armatuur per jaar	2200 u	1650 u
jaarlijks energieverbruik	2200 u x 3,32 kW = 7304 kWh	1650 u x 3,061 kW = 5050 kWh
energiekost	0,22 €/kWh	0,22 €/kWh
jaarlijkse energiekost	7304 kWh x 0,22 €/kWh = 1607 €	5050 kWh x 0,22 €/kWh = 1111 €
energiebesparing		7304 kWh/jaar - 5050 kWh/jaar = 2254 kWh/jaar
besparing		495,9 € per jaar

tabel 8 : kosten van de lampvervangingen

lampen	oud	nieuw
levensduur van de halogeenlampen	2000 u	
prijs van een halogeenlamp	1,50 €	
totaal aantal halogeenlampen	2	
jaarlijkse kostprijs voor halogeenlampen	$(1,50 \text{ €/lamp} \times 2 \text{ lampen} \times 2200/\text{jaar}) / 2000 \text{ u} = 3,3 \text{ €/jaar}$	
prijs van een fluorescentielamp	3,65 €	5,80 €
levensduur van de fluorescentielampen	12.000 u	19.000 u
totaal aantal fluorescentielampen	65	68
jaarlijkse kostprijs voor fluorescentielampen	$(3,65 \text{ €/lamp} \times 65 \text{ lampen} \times 2200/\text{jaar}) / 12.000 \text{ u} = 43,5 \text{ €/jaar}$ $(5,80 \text{ €/lamp} \times 68 \text{ lampen} \times 1650/\text{jaar}) / 19.000 \text{ u} = 34,2 \text{ €/jaar}$	
besparing	9,30 €/jaar	

tabel 9 : kostprijs voor lampvervangingen

vervanging	oud	nieuw
kostprijs voor de vervanging van een halogeenlamp	35 €	
kostprijs voor de vervanging van een T5- of T8-lamp	10 €	10 €
totale kostprijs lampvervangingen	$(2200 \text{ u/jaar} \times 65 \text{ lampen} \times 10 \text{ €/lamp}) / 12.000 \text{ u} + (2200 \text{ u/jaar} \times 2 \text{ lampen} \times 35 \text{ €/lamp}) / 2000 \text{ u} = 196 \text{ €/jaar}$ $(1650 \text{ u/jaar} \times 68 \text{ lampen} \times 10 \text{ €/lamp}) / 19.000 \text{ u} = 59 \text{ €/jaar}$	
besparing	137 €/jaar	

Na de relighting wordt de ruimte verlicht met tl-armaturen met elektronische voorschakelapparaten. De elektrische installatie is zo aangepast dat het licht in een doorgang apart geschakeld kan worden.

Daardoor kan in de andere delen de verlichting vaker uitgeschakeld worden, terwijl die in de doorgang blijft werken. Dat levert een aanzienlijke verlaging van het aantal branduren per armatuur op. Vooral die laatste ingreep is verantwoordelijk voor de gerealiseerde besparingen.

We zien dat het elektrische vermogen van de installatie met 8 % is afgenomen, en het jaarlijkse energieverbruik met 30 %.

Er wordt bijna geen besparing gerealiseerd op de aankoop van nieuwe lampen. In de vervanging van een groep lampen in een magazijn op grote hoogte kruipt echter heel wat tijd. De kostprijs daarvan is een stuk groter dan de kostprijs van de lampen zelf.

Voor een T5- en een T8-lamp wordt de kostprijs (bij een groepsvervanging) geschat op 10 euro per lamp.

De halogeenlampen hingen op een erg onbereikbare plaats, waardoor er twee mensen nodig waren om ze te kunnen vervangen en waardoor de vervanging meer tijd in beslag nam. Dat zorgt voor een vrij hoge kostprijs voor de vervanging van de halogeenlampen.

Door de langere levensduur hoeven de T5-lampen minder vaak vervangen te worden.

Acidom vroeg bij de netbeheerder een premie aan voor relighting. Voor de aanvraag van die premie moest een Exceldocument ingevuld worden op basis van een lichtplaningsstudie. Dat resulteerde in een premie van 1095,42 euro.

De terugverdientijd voor deze investering bedraagt 12,5 jaar. Dat is behoorlijk, rekening houdend met de gerealiseerde en zeer gewenste comfortverbetering. In de onderstaande grafiek wordt de terugverdientijd geïllustreerd.

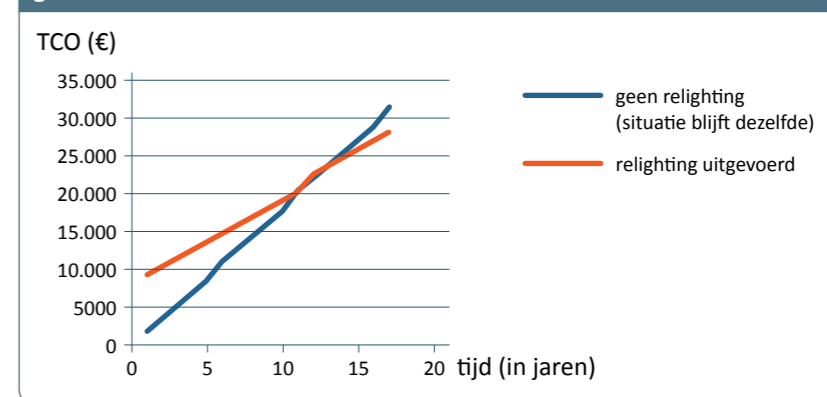
Na de relighting hoeven er pas na elf jaar een eerste keer lampen vervangen te worden. Zonder relighting zou dat elk jaar zijn.

De geschatte levensduur van deze installatie is 50.000 u. Met 1650 branduren/jaar is dat meer dan dertig jaar. We kunnen dus besluiten dat de investering rendabel is.

tabel 10 : investering, premie en terugverdientijd

investering	9140,00 €
premie	1095,42 €
netto-investering	8044,58 €
totale besparing	$495,90 \text{ €/jaar} + 9,30 \text{ €/jaar} + 137,00 \text{ €/jaar} = 642,20 \text{ €/jaar}$
terugverdientijd	12,5 jaar

grafiek 1



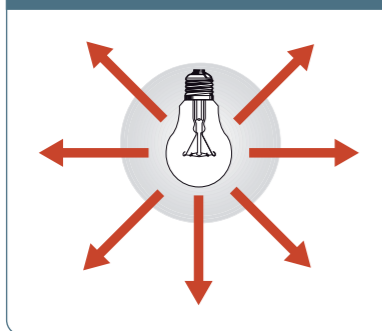
7 Bijlage: begrippenlijst

Lichtstroom of lichtflux

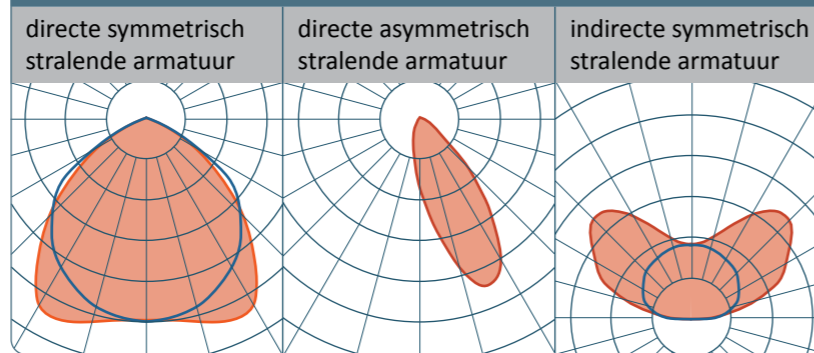
De hoeveelheid licht die een lichtbron uitstraalt, wordt uitgedrukt in lumen (lm). Een halogeenlamp van 20 W produceert bijvoorbeeld 300 lm, maar een compacte fluorescentielamp van 20 W produceert ongeveer 1300 lm. In een compacte fluorescentielamp wordt het elektrische vermogen dus veel efficiënter omgezet in licht. Dat wordt uitgedrukt aan de hand van het lichtrendement, dat een maat is voor de hoeveelheid licht die een lamp uitstraalt, per eenheid vermogen (watt).

Hoe hoger het lichtrendement, hoe beter de lamp het opgenomen elektrische vermogen omzet in licht.

figuur 40: lichtstroom of lichtflux



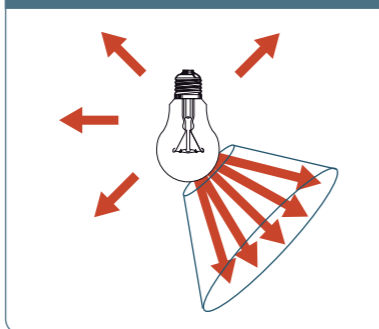
figuur 42: polaire diagrammen



Lichtsterkte

Een lichtbron straalt meestal licht uit in verschillende richtingen. De lichtsterkte is een maat voor de hoeveelheid licht die in een bepaalde richting wordt uitgestraald. Het is gedefinieerd als de lichtstroom per ruimtehoek, uitgestraald in een bepaalde richting. Lichtsterkte wordt uitgedrukt in candela, afgekort als cd.

figuur 41: lichtsterkte



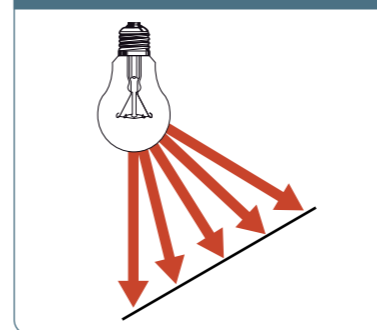
Een verlichtingstoestel bevat meestal een optiek om het licht te verspreiden. Zo bestaat de optiek van een fluorescentiearmatuur meestal uit een reflector en lamellen; een ledarmatuur bevat meestal lenzen. De manier waarop de armatuur het licht verspreidt, wordt aangegeven met het polaire diagram van de lichtsterkte. Daarop is te zien hoe het licht in de verschillende richtingen wordt gestuurd. Die diagrammen worden opgenomen in de technische fiches van product-catalogen.

Verlichtingssterkte

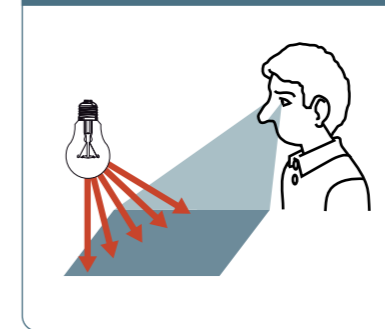
Als we een bepaalde taak moeten uitvoeren (lezen, schrijven, handwerk...), hebben we voldoende licht nodig op het taakoppervlak.

De verlichtingssterkte die op een bepaalde plaats aanwezig is, wordt uitgedrukt in lux (lx) en is gedefinieerd als de lichtstroom per m² die op die plaats invalt. Dat hangt onder meer af van de oriëntatie van het oppervlak ten opzichte van de lamp. Op een zonnige zomerdag kan de verlichting wel 100.000 lx bedragen. Voor een bureau en een schoolbord is een waarde van 500 lx geen overbodige luxe.

figuur 43: verlichtingssterkte



figuur 44: luminantie

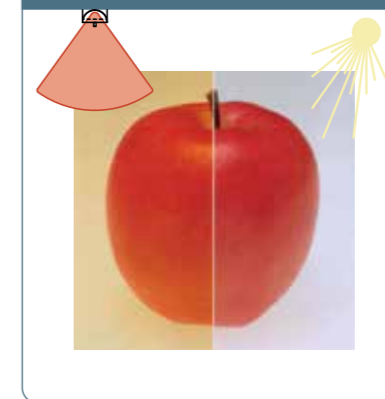


luminantie en kleur krijgen. Dat luminantie- en kleurcontrast is belangrijk voor een goede leesbaarheid of een goed contrast.

Kleurweergave-index

De mate waarin kleuren getrouw worden weergegeven, wordt aangegeven door de kleurweergave-index van de lichtbron, een getal tussen 0 en 100. Als de waarde hoger is dan 80, kunnen we spreken van een redelijke kleurweergave. Als het van belang is om kleuren echt goed te kunnen beoordelen, kan beter geselecteerd worden voor een waarde van minstens 90.

figuur 45: kleurweergave onder twee verschillende lichtbronnen



Luminantie

Elk voorwerp heeft een zekere kleur en een zekere helderheid of luminantie. De gloeidraad van een gloeilamp heeft een zeer hoge luminantie, het schermje van een gsm heeft een eerder lage luminantie.

Voorwerpen waarop licht invalt, reflecteren een deel van dat licht. Op die manier krijgen die voorwerpen een helderheid en luminantie. Een schoolbord wordt verlicht door het licht dat door de ramen binnenvalt of door kunstlicht. Het bord en het krijt reflecteren verschillend, waardoor bord en krijt een andere

Kleurtemperatuur

Wit licht kan veel tinten hebben: rozig wit, gelig wit of eerder blauwig wit licht. Rode tinten associëren we meestal met gezelligheid en warmte, terwijl blauwe tinten eerder koel en kil overkomen. De tinten worden weergegeven met de kleurtemperatuur, uitgedrukt in kelvin (K): hoe lager de waarde, hoe meer de rode tint overweegt. Een hoge waarde wijst op eerder blauwig wit. In de volgende tabel geven we enkele typische waarden en de omschrijving ervan.

tabel 11

kleurtemperatuur	omschrijving
lager dan 3300 K	warm wit
tussen 3300 K en 5300 K	neutraal wit
hoger dan 5300 K	koel daglicht

Kleurcode op lamp

De kleurweergave-index en de kleurtemperatuur kunnen op sommige lampen makkelijk worden afgelezen.

figuur 46: kleurcode op tl-lampen



In figuur 46 zien we een opschrift van een tl-lamp. Het elektrische vermogen bedraagt 14 W. Daarnaast wordt het getal 840 vermeld. Het cijfer 8 geeft aan dat de kleurweergave tussen 80 en 90 ligt. Het cijfer 40 betekent dat de kleurtemperatuur ongeveer 4000 K bedraagt (neutraal wit).

UGR (Unified Glare Rating)

Lichtbronnen (armaturen, lampen, reflectie...) kunnen verblindend zijn. Daarmee bedoelen we dat ze een hinderlijk of onbehaaglijk gevoel kunnen veroorzaken. Vaak treedt er verblinding op als de heldere gebieden omgeven zijn door donkere gebieden. Zo kan een naakte bureaulamp in een donkere ruimte zeer verblindend zijn. Door die lamp af te schermen, wordt het werkvlak verlicht zonder verblindend te zijn voor de waarnemer. Belangrijke factoren die een rol spelen in de verblinding, zijn de luminantie (helderheid), de positie en de grootte van de lichtbron en de luminantie van de achtergrond.

Om de onaangename of oncomfortabele verblinding van een armatuur te beschrijven wordt vaak de unified glare rating (UGR) gebruikt. Hoe hoger de onaangename verblinding, hoe hoger de UGR-waarde. Armaturen met een UGR van minder dan 19 worden als niet-verblindend beschouwd, maar afhankelijk van de toepassing worden verschillende maximale waarden gehanteerd :

tabel 12 : toepassingen	
UGR	toepassing
28	verkeersruimten, gangen
25	archiefruimten, trappen, liften
22	balieruimten
19	normale kantoorwerkzaamheden
16	technisch tekenen, CAD-stations

Verlichtingsraster en randzone

De verlichtingssterkte is meestal niet gelijk in elk punt van een ruimte. Er zijn plaatsen met meer licht (bijvoorbeeld onder een verlichtingstoestel) en plaatsen met minder licht (bijvoorbeeld dicht bij muren).

figuur 47 : verlichtingsraster

374	540	517	548	404
464	637	621	642	488
494	713	667	719	534
450	626	616	634	487
354	507	477	515	382

Een verlichtingsraster van 5 op 5 waar op 25 punten de verlichtingssterkte berekend is. De minimale verlichtingssterkte bedraagt 354 lux, de gemiddelde verlichtingssterkte 536 lux en de uniformiteit is gelijk aan $354/536=0,66$.

De minimale verlichtingssterkte is de laagste verlichtingssterkte die berekend is in het rooster en bevindt zich meestal in de hoek van de ruimte. Om een algemeen oordeel te vellen over de verlichting, wordt meestal de gemiddelde verlichtingssterkte berekend over alle punten van het rooster. Die gemiddelde waarde moet altijd boven de aanbevolen verlichtingssterkte of praktijkverlichtingssterkte liggen conform de norm NEN-EN 12464-1. Die praktijkverlichtingssterkte is afhankelijk van het type ruimte en de taak of activiteit die in die ruimte plaatsvindt (gang, lift, ziekenverblijf, toiletruimte, kantoor waar gegevens verwerkt worden, kantoor waar aan technisch tekenen gedaan wordt, receptiebalie, klaslokaal...).

Daarom wordt vaak een gemiddelde verlichtingssterkte berekend door een aantal punten volgens een rooster in de ruimte te kiezen. Soms wordt rekening gehouden met een randzone. Een randzone is een zone die niet meegerekend wordt en ook niet mee opgenomen wordt bij het uitzetten van een verlichtingsraster. Een randzone is bijvoorbeeld te beantwoorden nabij een muur waar kasten staan.

Voorzichtigheid is echter geboden bij de keuze van de randzone omdat de gemiddelde verlichtingssterkte en de gelijkmatigheid er sterk door beïnvloed kunnen worden.

Gelijkmatigheid of uniformiteit

Naast de minimale en de gemiddelde verlichtingssterkte wordt vaak ook de uniformiteit berekend. Zo kan vermeden worden dat bepaalde plaatsen in de ruimte te fel belicht zijn en andere plaatsen juist te donker.

De uniformiteit is gelijk aan de verhouding tussen de laagste en de gemiddelde verlichtingssterkte in de ruimte.

Conform de norm NEN-EN 12464-1 is de uniformiteit tussen 0,4 en 0,7 in het taakgebied, terwijl er voor de directe omgeving en de achtergrond een waarde geldt van respectievelijk minimaal 0,4 en 0,1.

Behoudsfactor

De verlichtingssterkte in een ruimte vermindert in de tijd doordat de lampen en de armaturen verouderen en doordat de wanden van de ruimte vuil worden. Het is echter de bedoeling dat de aanbevolen verlichtingssterkte gedurende de hele werkingsperiode wordt gegarandeerd.

Daarom wordt bij de installatie een behoudsfactor in rekening gebracht, die de achteruitgang aangeeft tot het voorziene onderhoud. Bij de installatie zal de verlichtingssterkte dus hoger zijn dan de aanbevolen verlichtingssterkte.

Gewoonlijk wordt er een standaardwaarde gebruikt voor de behoudsfactor en blijft een gedetailleerde berekening achterwege.

8 Meer informatie

Vlaamse overheid :

www.energiesparen.be (energiezuinige technieken)

www.subsidi databank.be (overzicht van alle subsidies voor de ondernemer)

www.agentschapondernemen.be/energiescan (gratis energiescan door gespecialiseerd extern bureau via Agentschap Ondernemen)

www.kmo-portefeuille.be (opleiding en advies)

Netbeheerders (voor premies) :

www.eandis.be

www.infrax.be

Verlichting en daglicht, energiezuinige technieken :

www.wtcb.be (laboratorium Licht en Gebouw)

www.groenlichtvlaanderen.be

www.lrc.rpi.edu

www.technology-box.be

www.milieukoopwijzer.be

www.topten.be

www.energysavingtrust.org.uk/Electricity/Lighting

www.leonardo-energy.org

www.lightingeurope.org/library

Regelgeving :

www.vlaanderen.be/publicaties (zoek naar : 'Help de gloeilamp verdwijnt')

www.wtcb.be (zoek naar : 'Het einde van de gloeilamp')

Verlichting evolueert snel. Op de website van verlichtings- en armatuurfabrikanten vindt u informatie over nieuwe producten en onder andere de stand van zaken op het vlak van ledverlichting.