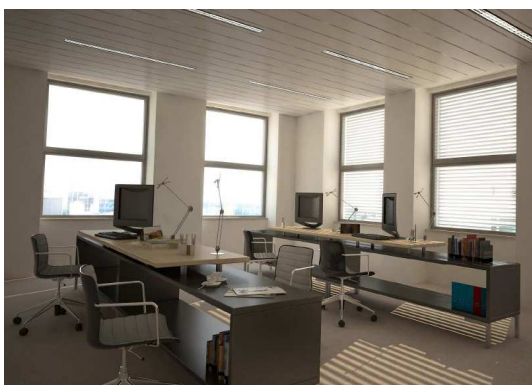


→ Architecten en vaklieden uit de bouwsector

Fiche 2.2: Het ontwerp van kunstmatige verlichting in woningen en kantoren



Voor meer informatie:
<http://www.leefmilieubrussel.be/voorbeeldgebouwen>

→ Architecten en beroepslieden uit de bouwsector



HET ONTWERP VAN KUNSTMATIGE VERLICHTING IN WONINGEN EN KANTOREN

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING	3
BENADERING	4
1. VERLICHTINGSNORMEN	4
1.1. <i>Kantoor of woning?</i>	4
2. INVLOED VAN DE MATERIAALKEUZE	6
2.1. <i>Energieverbruik</i>	6
2.2. <i>Comfort van de gebruikers</i>	8
2.3. <i>Oververhittingsrisico</i>	10
3. RELATIEVE INVLOED VAN HET VERBRUIK DOOR KUNSTMATIGE VERLICHTING	11
4. TECHNISCHE EN PRAKTISCHE OPLOSSINGEN	12
4.1. <i>Algemeen</i>	12
4.2. <i>Woningen</i>	13
4.3. <i>Kantoren</i>	13
4.4. <i>Gemeenschappelijke ruimtes</i>	18
BESLUIT	19

DOELGROEP

Architecten en vaklieden uit de bouwsector



INLEIDING

Ongeacht het type gebouw, is het doel bij het ontwerp van de kunstmatige verlichting om het elektriciteitsverbruik dat ermee samenhangt tot een minimum te beperken.

Om het visuele comfort van de bewoners te garanderen moet in een voldoende en geschikte verlichting worden voorzien. Die verlichting kan worden geboden door daglicht, door kunstmatige verlichting of door een combinatie van beide. Als men streeft naar rationeel energiegebruik (REG), wordt **kunstmatige verlichting uiteraard slechts beschouwd ter aanvulling van natuurlijk licht.**

Het volgende wordt gedaan om het elektriciteitsverbruik van de kunstmatige verlichting te verminderen:

- het geïnstalleerde vermogen verminderen en tegelijkertijd voldoende verlichting garanderen. De keuze zal daarom vallen op het materiaal (lamp, armatuur, ballast) met het beste energierendement;
- de verlichtingstoebereiden aanpassen aan de werkelijke behoefte naargelang van de bezetting en de inval van natuurlijk licht.

Voor meer uitleg over de basisconcepten van natuurlijke verlichting en kunstmatige verlichting, verwijzen we de lezer naar de "Praktische gids voor de duurzame bouw en renovatie"¹, en meer bepaald de volgende fiches:

- ENE 01: "Kies efficiënte elektrische uitrustingen en efficiënte verlichting"
- ENE 06: "Optimaal ontwerpen van vensters"
- CSS 06: "Optimalisatie van het natuurlijk licht"

¹ <http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=2470&langtype=2060>



BENADERING

De kunstmatige verlichting in kantoren verschilt van die in woningen doordat de bezetting en de grootte van de ruimten, de uitgevoerde taken en de gewenstelichtsfeer verschillen voor deze twee soorten gebouwen. Deze bijzonderheden hebben invloed op de toe te passen verlichtingsnormen, de materiaalkeuze en de technische en praktische oplossingen die moeten worden aangebracht.

1. VERLICHTINGSNORMEN

1.1. Kantoor of woning?

Een eerste verschil tussen kantoren en woningen komt al naar voren op het gebied van de normen die worden gebruikt om het systeem van kunstmatige verlichting uit te meten: kantoren zijn als werkplek onderworpen aan een specifieke norm, terwijl er geen normen of officieel documenten bestaan die de verlichtingsgraad in woningen aanbevelen of verplicht stellen.

1.1.1. Kantoren

De norm NBN EN 12464-1: *Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Binnenwerkplekken* beschrijft de verlichtingseisen voor binnenwerkplekken en de omgevende zones a.h.v. verlichtingssterkte en verlichtingskwaliteit.

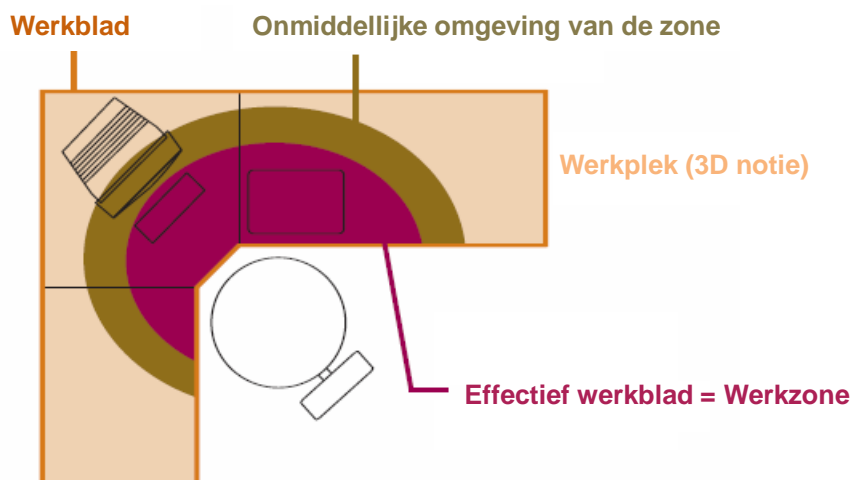
Verlichtingen en uniformiteit

Voor eigenlijke kantooractiviteiten (schrijven, typen, lezen, gegevensverwerking), gelden de volgende voorschriften:

Verlichting van de taak	Verlichting van de onmiddellijke omgeving van de zone
500 lux	300 lux
Uniformiteit > 70%	Uniformiteit > 50%

Zones en referentieoppervlaktes

De *Code van goede praktijk voor binnenverlichting*, uitgegeven door het BIV als referentiedocument ter aanvulling op de norm NBN EN 12464-1, omschrijft het begrip werkplek nauwkeuriger:



(Bron: BIV²)

² Code van goede praktijk voor binnenverlichting, Belgisch Instituut voor de Verlichtingskunde.

De armaturen moeten daarom boven de werkzones worden geplaatst en de verlichting moet strikt voldoen aan de comfortcriteria in de norm NBN EN 12464-1 om het geïnstalleerde vermogen te beperken. Voor een energetisch goed ontworpen verlichtingsinstallatie, zou het totale geïnstalleerde vermogen in kantoren (inclusief stroomverlies van de ballasten) niet groter mogen zijn dan 10 W/m² en 2W/100lux/m².

Verblindings

De norm NBN EN 12464-1 preciseert ook de eisen op het gebied van de directe verblindingswaarde (UGR). Die waarde moet tussen 10 (weinig verblindings) en 30 (sterke verblindings) liggen, afhankelijk van de ruimte of de taak.

De norm bepaalt ook de grenzen van gemiddelde lichtsterkte van de armaturen afhankelijk van de aanwezigheid van beeldschermen (zie "Armaturen").

1.1.2. Woningen

De problematiek van woningverlichting is redelijk complex doordat de voorkeuren van de bewoners sterk uiteenlopen afhankelijk van zowel objectieve en meetbare omstandigheden (meer verlichting nodig voor oudere personen) als van sociaal-culturele en subjectieve omstandigheden (voorkeur voor een type armatuur, voor een kleurtemperatuur, ...). Hierdoor en door het gebrek aan normen, hebben architecten en bewoners moeite met het installeren van een efficiënte, comfortabele en esthetische verlichting in woningen.

De Belgische norm NBN 3N 12464-1 kan echter aan woningen worden aangepast. De niveaus die hieronder worden voorgesteld kunnen vrij worden aangepast aan de voorkeuren en behoeften.

Verlichtingen

Ruimte en activiteit	Gemiddelde verlichting
Hal en gangen	
Hal	100
Gang en overloop	50 – 100
Trap	100
Sanitaire ruimten	
Omgevingsverlichting	200
Verlichting van de spiegel en wastafel	300 – 500
Toiletten	100
Keuken	
Omgevingsverlichting	200 – 300
Verlichting van het aanrecht	300 – 500
Woonkamer	
Zitplaats	50 – 200
Lezen	300
Eetkamer	
Algemene verlichting	100
Verlichting van de tafel	100 – 300

Slaapkamers	
Algemene verlichting	100 – 200
Leeszone (bedhoofd)	300
Berging, wasplaats, kelder, garage, ...	
Algemene verlichting	50 – 100
Werkzone (strijken, klussen, ...)	300

Aanbevolen gemiddelde verlichting (Bron: Minergibat - Eclós³)

Verblinding

Het is redelijk moeilijk om UGR-waarden aan te bevelen die in woonruimtes moeten worden nageleefd. Een maximale UGR van 22 voor leefruimtes en van 28 voor andere ruimtes zijn redelijke waarden.

2. INVLOED VAN DE MATERIAALKEUZE

Bepaalde verlichtingsbronnen en bepaalde armaturen zijn efficiënter dan andere. Bovendien bieden ze niet allemaal hetzelfde comfortniveau of dezelfde esthetische waarde.

Daarom is het belangrijk om, ongeacht de bezetting van het gebouw, **efficiënt materiaal voor kunstverlichting te kiezen**. De keuze-elementen van dit materiaal worden in dit hoofdstuk beschreven en wij verwijzen ook naar de fiche ENE01 van de “Praktische gids voor de duurzame bouw en renovatie” [Kies efficiënte elektrische uitrustingen en efficiënte verlichting](#).

Deze keuze zal echter worden aangepast aan ieder type ruimte om zo het comfort van de bewoners te garanderen en tegelijkertijd het toekomstige verbruik te minimaliseren. Deze bijzonderheden worden beschreven in het hoofdstuk [Technische en praktische oplossingen](#) voor kantoren en woningen.

2.1. Energieverbruik

Lampen

- Het gebruik van lampen met een lichtefficiëntie (verhouding tussen het vermogen van de lamp en de lichtstroom) van minder dan 80 lm/W wordt afgeraden.
- Voor een efficiënte verlichting moet de voorkeur uitgaan naar fluorescentielampen met een afzonderlijke elektronische ballast (rechte of ronde buizen, of compacte fluorescentielampen). In een tweede fase komen compacte fluorescentielampen met interne ballast in aanmerking.

Gloeilampen en halogeenlampen worden afgeraden vanwege de beperkte lichtefficiëntie. Indien er absoluut halogeenlampen moeten worden gebruikt, gaat men voor lampen met infraroodafdekking (IRC – Infra-red coating), die een hoger rendement hebben dan de klassieke halogeenlampen en gloeilampen.



Compacte fluorescentielamp (Bron: énergie + version 6)

- Kies fluorescentielampen met een hoog rendement (T8 of T5). Zij bieden een lichtstroom die ongeveer 10% tot 20% hoger is dan die van normale buislampen (T12) voor hetzelfde geïnstalleerde vermogen. Zo is het mogelijk om het aantal armaturen en ballasten in een ruimte te verminderen.

Fluorescentielamp T5 (Bron: énergie + version 6)



³ B. Roisin, A. Deneyer, M. Bodart, P. D'Herdt : *Guide pratique et technique à l'éclairage des logements*, Minergibat - Eclós, 2009.

- Voor plaatselijke verlichting zal de keuze gaan naar compacte fluorescentielampen of metaaldamphalogenenlampen (bijvoorbeeld voor decorinrichting).
- Indien in bepaalde zones in de ruimte decoratieve verlichting moet komen, zijn compacte fluorescentielampen (lampen van het type "downlight") of metaaljordidelampen met keramische brander (voor constante verlichting) aanbevolen.

SCHEIKUNDIGESTRAAT

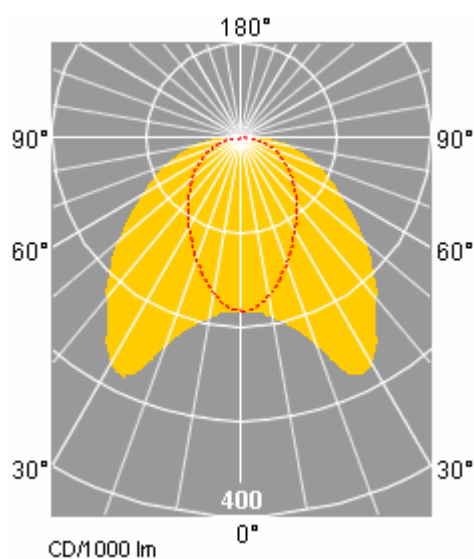
Door spaarlampen te installeren kan in dit project het geïnstalleerde vermogen met factor drie worden verminderd, dat wil zeggen 2.000 W vermogen. Dit is een besparing van ongeveer 4.000 kWh per jaar voor een jaarlijkse functionele verlichtingsduur van 2.000 uur.

Voor meer informatie betreffende het Scheikundigestraat-project, zie de fiche van het **VOORBEELDGEBOUWPROJECT nr. 108 (2009)**.

Armaturen

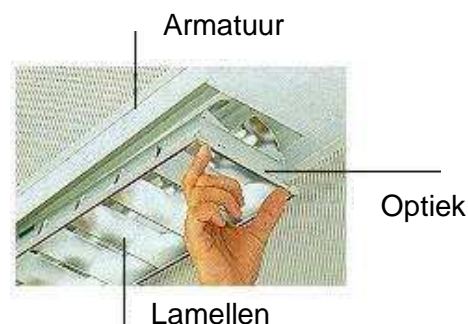
- De voorkeur wordt gegeven aan direct licht boven indirect licht met een aandeel van maximaal 50% aan indirect licht.

In de catalogi wordt de lichtverdeling van een lamp weergegeven aan de hand van een pooldiagram, met een ononderbroken lijn voor de lichtverdeling die loodrecht op de lampen staat en een stippelijntje in de as van de lampen (Bron: Energie+⁴)



- De armaturen zijn uitgerust met efficiënte aluminium optieken.

(Bron: Energie+)



- De onderdelen van de armatuur zijn gemakkelijk toegankelijk voor het onderhoud (toegang tot de elektrische onderdelen, demontage van de optieken, ...).
- De toestellen werken ook met spaarlampen (zie hierboven) en zijn uitgerust met een verliesarm voorschakelapparaat (zie hieronder).

Randapparaten

- De ballasten (voorschakelapparaten) moeten van het elektronische type zijn (klasse A), indien die bestaan voor het gekozen lampvermogen. Ze verbruiken gemiddeld 10% tot 20% minder energie dan conventionele magnetische ballasten, verlengen de levensduur van de lampen (tot het dubbele), hebben geen

⁴ Energie+, version 6, *Conception et rénovation des bâtiments tertiaires*, Service Public de Wallonie, DGO4, Département de l'Energie et du Bâtiment Durable, 2009.


knipperprobleem en, voor zover ze dimbaar zijn, bieden ze de mogelijkheid om rekening te houden met de inval van natuurlijk licht.

- De vermogensfactor van een verlichtingscircuit is minstens:
 - 0,95 met elektronische ballasten
 - 0,90 met magnetische ballasten.

2.2. Comfort van de gebruikers

Lampen

- Voor bepaalde taken waarbij het herkennen van kleuren belangrijk is, wordt rekening gehouden met de kleurweergave-index (IRC of Ra), vastgelegd in de norm NBN EN 12464-1 afhankelijk van de taak of de ruimte.
- Fluorescente lampen (tl-buizen of compacte lampen) zijn van het type 830 of 840 (kleurtemperatuur tussen 3.000 en 4.000 K, kleurweergave-index hoger dan 80).

Internationale kleurcode	Code	IRC- kleurweergave-index	Kleurtemperatuur (lichttint)
 Internationale kleurweergave Internationale lichttint	825	82 à 85	2500K <i>oranjewit</i>
	827	82 à 85	2700K <i>zeer warm wit</i>
	830	82 à 85	3000K <i>warm wit</i>
	840	82 à 85	4000K <i>daglicht</i>
	930	92 à 98	3000K <i>warm wit</i>
	940	92 à 98	4000K <i>daglicht</i>

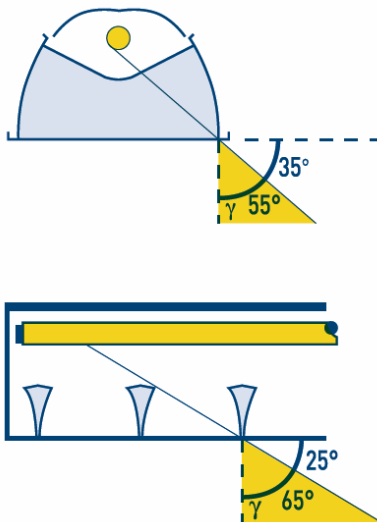
(Bron: ODID⁵) (Bron: ODID)

Armaturen

- Om verblinding te voorkomen:
 - voor een direct licht in ruimtes zonder beeldschermen, moeten open lampen uitgerust zijn met lamellen, met een minimale afscherphoek afhankelijk van de lichtsterkte van de lamp zoals aangegeven in de onderstaande tabel:

Lichtsterkte van de lamp [kCd/m ²]	Maximale afscherphoek
20 tot 50	75°
50 tot 500	70°
≥ 500	60°

⁵ I. Van Steenberghe, Binnenverlichting in bedrijven. De praktijk, ODID, 2010.



Dwarse en overlangse afschermingshoeken (Bron: ETAP. Ter illustratie)

- voor indirect licht in ruimtes met beeldschermen, hebben de lampen de volgende kenmerken:

Voor elevatiehoeken van meer dan 65°			
Soorten schermen volgens ISO 9241-7	I	II	III
Schermkwaliteit	Goed	Gemiddeld	Slecht
Gemiddelde lichtsterkte van armaturen die weerkaatst worden in het scherm	$\leq 1000 \text{ Cd/m}^2$		$\leq 200 \text{ Cd/m}^2$

(Bron: Energie+)

Science Montoyer

In dit renovatieproject van kantoren zijn sfeersimulaties uitgevoerd om een idee te geven van het visuele binnencomfort.

Tijdens dit soort simulatie kan het aandeel van kunstmatige verlichting ten opzichte van de natuurlijke verlichting goed worden beoordeeld. In deze simulaties worden de reflectiecoëfficiënten van muren, vloeren en plafonds, het type armatuur en de geometrische afmetingen van de ruimte nauwkeurig uitgetekend.

Deze simulaties bieden echter geen berekende waarden zoals de blootstelling op de werkplek in lux, enz. Wel wordt aangetoond in welke mate de lichtsterkte alleen het visuele comfort niet kan bepalen.



Simulatie binnensfeer – modelkantoor 3e verdieping (Bron: ARTE POLIS)



Simulatie binnensfeer – patio (Bron: ARTE POLIS)

Voor meer informatie betreffende het Science Montoyer-project, zie de fiche van het **VOORBEELDGEBOUWPROJECT nr. 107 (2009)**.

2.3. Oververhittingsrisico

Lampen geven warmte af

Bijna alle elektrische energie die kunstmatige verlichting verbruikt, wordt afgegeven in de vorm van warmte in de binnensfeer, door straling, convectie of geleiding. Slechts een fractie van die energie wordt in licht omgezet. Afhankelijk van het soort lamp, verschilt de verhouding van de verschillende aandelen. Een halogeenlamp zet bijvoorbeeld slechts 15% van de verbruikte stroom om in licht! Daarom is het van wezenlijk belang dat men rekening houdt met die verhouding, om te grote temperatuurstijgingen te vermijden, vooral in kantoren.

Aan de hand van twee kenmerken kan het juiste type lamp worden gekozen:

- het rendement van de lampen: deel van de hoeveelheid energie dat in licht wordt omgezet. Door de efficiëntie van het systeem te verhogen, kan het geïnstalleerde vermogen en zo het aandeel van warmte, worden beperkt;
- de samenstelling van het emissiespectrum: er moet voor lampen worden gekozen waarvan het spectrum een klein deel infrarode warmte-energie bevat ten opzichte van het nuttige deel lichtenergie.

Om die redenen wordt het verlichtingssysteem bij voorkeur met fluorescentiebuizen uitgevoerd, om een te sterke warmtetoevoer te vermijden.

Leds verwarmen aanzienlijk minder dan de meeste andere verlichtingssystemen... maar ze verwarmen toch! Bovendien vermindert de efficiëntie van led-lampen bij oververhitting tijdelijk of zelfs definitief indien de oververhitting te lang duurt⁶.

De ballasten dragen ook bij tot de warmteproductie van de elektrische installatie door het verlies dat ze veroorzaken. Het verlies bedraagt tussen 5% en 20% van het vermogen van de lamp. Door elektronische ballasten (klasse A) te gebruiken, kan dat verlies aanzienlijk worden verminderd.

Veroorzaken de lampen oververhitting?

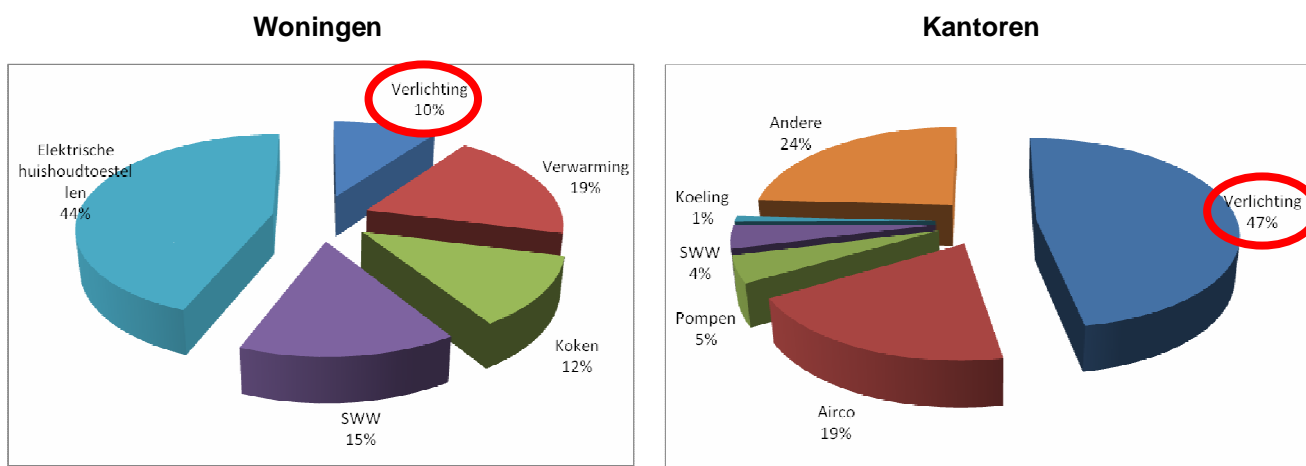
Voor kantoren en voor woningen geldt dat kunstmatige verlichting niet de enige warmtebron is die oververhitting veroorzaakt. Toch draagt verlichting er in kantoren sterk toe bij. Bij woningen is dit een stuk minder.

- Kantoren: men mag ervan uitgaan dat de oppervlakte ongeveer 12 m² bedraagt per persoon in een landschapskantoor. Met een verlichting van 10 W/m² is het vermogen per werkplek dus 120 W, oftewel een hoger vermogen dan door het lichaam zelf wordt afgegeven (80 W) en ongeveer hetzelfde als dat van de kantoorapparatuur.
- Woningen: het verlichtingsvermogen in woningen is zwakker dan in kantoren. Bovendien wordt in tegenstelling tot de kantoren, de verlichting meestal pas aan het einde van de dag aangezet, dat wil zeggen vanaf het moment dat de buitentemperatuur begint af te nemen. De warmteafgifte door verlichting kan dan ook worden tegengegaan door natuurlijke ventilatie, voor zover het vermogen aan de zwakke kant blijft. Daarom is het eveneens van essentieel belang om het rendement van de lampen in de woning te optimaliseren.

Tot slot moet nog worden opgemerkt dat kunstmatige verlichting nooit mag worden beschouwd als verwarmingsbron om de eigenlijke warmteproductie te vervangen!

3. RELATIEVE INVLOED VAN HET VERBRUIK DOOR KUNSTMATIGE VERLICHTING

Het aandeel van kunstmatige verlichting in het totale elektriciteitsverbruik van een gebouw is in kantoren veel hoger dan in woningen. De verklaring is vooral dat de verlichtingsniveaus (en daarmee het verbruik) hoger zijn in kantoren en dat het aandeel van elektrische huishoudapparatuur (vergeleken met de verlichting) in woningen groter is.



Verdeling van het huishoudelijke elektriciteitsverbruik (Bron: IEW⁷)

Verdeling van het elektriciteitsverbruik in kantoren en administratieve gebouwen (Bron: Laborelec⁸)

In de woningsector verschillen de energiebehoeften sterk en vertegenwoordigt verlichting, na de

In de kantoorsector vertegenwoordigt kunstmatige verlichting gemiddeld 30 tot 50% van de totale

⁶ L'éclairage LED – Théorie et pratique, Colasse.



huishoudapparatuur, een groot deel van het elektriciteitsverbruik van een gezin. In België vertegenwoordigt het verbruik van huishoudelijke verlichting tussen 8 en 20% van het elektriciteitsverbruik van een gemiddeld gezin.

Er wordt geschat dat bijna 85% van de lampen die in woningen worden gebruikt, energievretend zijn. Een efficiënte en goed uitgedachte installatie zou het huishoudelijk verbruik daarom gemakkelijk kunnen beperken tot een derde of zelfs de helft zonder hier een aanzienlijk groter budget voor uit te trekken dan voor een klassieke verlichtingsinstallatie.

elektriciteitsrekening.

Aangezien meer dan 75% van de kantoorverlichting nog inefficiënt is en 90% van de kosten voor verlichting toe te schrijven zijn aan het gebruik zelf (stroomverbruik en onderhoudskosten), is het besparingspotentieel enorm.

4. TECHNISCHE EN PRAKTISCHE OPLOSSINGEN

4.1. Algemeen

In woningen is de keuze voor een verlichtingssysteem voornamelijk gebaseerd op subjectieve esthetische criteria, terwijl de belangrijkste keuzecriteria voor toepassingen in de tertiaire sector functioneel, economisch en milieugericht zijn. De gebruikte armaturen en lampen verschillen daarom ook.

In de twee gevallen kunnen besparingen worden gerealiseerd door de tijd dat de lichten branden en de lichtstroom aan te passen aan de werkelijke bezetting en de effectieve verlichtingsbehoeften. Die besparingen zullen echter veel groter zijn in kantoorgebouwen aangezien het elektriciteitsverbruik voor kunstmatige verlichting er ongeveer 40% uitmaakt van het totale elektriciteitsverbruik, terwijl dit deel in woongebouwen slechts 15% is.

Het verlichtingssysteem moet daarom de volgende mogelijkheden bieden:

- het uitschakelen van de kunstmatige verlichting zodra er voldoende natuurlijke verlichting voorhanden is;
- het verminderen van de lichtstroom als de natuurlijke verlichting deels aan de verlichtingsbehoefte kan voldoen;
- het doven van de verlichting in een ruimte wanneer die niet wordt gebruikt.

Op het vlak van de sturing van de verlichting is een aantal overwegingen zowel op kantoren als op woningen van toepassing:

- in iedere ruimte beschikken over minstens een aan- en uitschakelaar;
- in privélokalen (in tegenstelling tot openbare ruimtes of doorgangen) de bediening van de lichten toegankelijk laten voor de gebruikers. In openbare ruimtes of doorgangen is manuele bediening voorbehouden voor de beheerder. Deze eisen zijn niet van toepassing als het aan- en uitschakelen van de lichten wordt geregeld door aanwezigheidsdetectie.
- alle lampen aan de buitenkant van het gebouw bedienen met schakelaars die zijn uitgerust met controlelampjes. Deze bediening regelen met een schemersensor, met mogelijkheid tot beperking met een schakelklok.

De Vrièrestraat

In deze individuele huisvesting biedt een hoofdschakelaar naast de uitgang de mogelijkheid om alle verlichtingscircuits in het gebouw uit te schakelen.

Voor meer informatie betreffende het De Vrièrestraat-project, zie de fiche van het **VOORBEELDGEBOUWPROJECT nr. 044 (2008)**.

⁷ *Sortie du nucléaire – Une chance à saisir !*, Inter-Environnement Wallonie, 2007.

⁸ M. Vanden Bosch, *L'URE en éclairage intérieur – Partie 1*, Laborelec, 2008.



In de praktijk verloopt de sturing in woningen voornamelijk manueel (door de bewoners), behalve in gemeenschappelijke ruimtes (trappen, parkings, ...). In kantoren moet idealiter echter ook een geautomatiseerd beheer van de kunstmatige verlichting worden voorzien, die op de verschillende plekken van een lokaal rekening houdt met het natuurlijke verlichtingspotentieel en met de menselijke aanwezigheid.

4.2. Woningen

In woningen kiezen de bewoners gewoonlijk zelf hun verlichtingstoestellen, voornamelijk op basis van esthetische criteria in plaats van gebaseerd op criteria van energierendement. Voor zover als mogelijk zou het daarom verstandig zijn om de ruimtes (zeker in huurwoningen) vooraf uit te rusten met goed presterende toestellen met een speciale fitting waarin ALLEEN spaarlampen passen, zodat de toekomstige bewoners niet kunnen raken aan de efficiëntie van het geïnstalleerde systeem.

Espoir

In dit project is het de bedoeling dat de architect samenkomt met de toekomstige eigenaars van de woningen om hun aandacht te vestigen op de lampenkeuze. Hierbij wordt in ieder geval aangeraden om lampen van het type "Energie A" te gebruiken.

Voor meer informatie betreffende het Espoir-project, zie de fiche van het **VOORBEELDGEBOUWPROJECT nr. 0060 (2008)**.

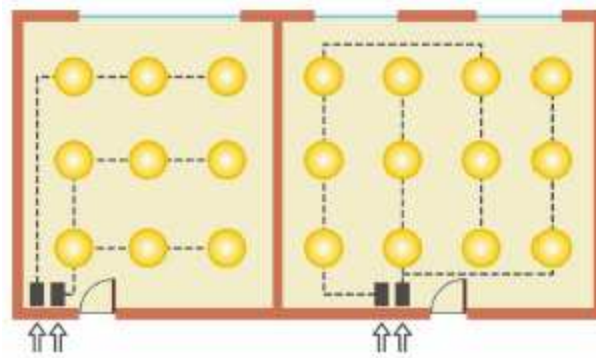
Er zijn vele lampen en armaturen verkrijgbaar. Het is niet gemakkelijk om de combinatie van armaturen en lampen te vinden waarmee de gewenste verlichting zo efficiënt mogelijk wordt bereikt. Bovendien hangt een armatuur over het algemeen altijd samen met een bepaald soort lamp. Aangezien de lampentechnologie de belangrijkste factor is die de efficiëntie van een verlichtingsinstallatie beïnvloedt, volgen hier armatuursuggesties die **het best mogelijke energierendement** garanderen zonder af te doen aan het visuele comfort:

- Plafondlamp: kies armaturen die zijn uitgerust met fluorescente lampen met externe ballast. Het gebruik van lampen met externe ballasten verplicht feitelijk het gebruik van lampen met goede lichtefficiëntie. De onderdelen zijn van elkaar gescheiden, dus kan de lamp onafhankelijk van de ballast worden vervangen, wat interessant is aangezien de levensduur van de lichtbron korter is dan die van de ballast.
- Kroonluchter of hanglamp: door een armatuur te kiezen met een schroeflampvoet (E27 of E14), kunnen spaarlampen worden gebruikt, aangezien compacte fluorescentielampen op de markt verkrijgbaar zijn die het esthetische en decoratieve effect (vlam- of bolvorm) behouden.
- Muurlamp: kies armaturen waarin compacte fluorescentielampen met externe ballasten kunnen worden geplaatst. Omdat de lamp vaak niet zichtbaar is, kunnen beter open compacte buislampen worden gebruikt dan bollampen.
- Spot: kies efficiënte compacte fluorescentielampen, die langzaamaan op de markt verschijnen.
- Downlight (spot met optiek): kies compacte fluorescentielampen met externe ballast, die al behoorlijk efficiënt zijn.
- Langwerpige armaturen: kies een verlichtingstoestel dat is uitgerust met (sowieso) efficiënte tl-buizen en een elektronische ballast, aangezien het rendement 10% tot 20% hoger is dan voor dezelfde armaturen met magnetische ballast.
- (Indirect) verlichtingstoestel op een voet: dit type verlichtingstoestel in ieder geval vermijden, aangezien het vermogen heel hoog blijft.
- Tafellamp (bureaulamp of bedlampje): kies armaturen die zijn uitgerust met compacte fluorescentielampen met externe ballast.
- Decoratieve armatuur: kies compacte fluorescentielampen.

4.3. Kantoren

- In ruimtes waar verschillende verlichtingsniveaus vereist zijn, afhankelijk van de activiteit, wordt de verlichtingsbediening zo verdeeld dat het aantal brandende lampen kan worden aangepast.





Verdeling van het verlichtingscircuit in twee onafhankelijke circuits (Bron: Architecture et climat).

Mundo-B

In dit gebouw zijn de kantoorverdiepingen onderverdeeld in bepaalde zones die elk over een eigen schakelaar beschikken: iedere zone kan afzonderlijk worden verlicht of niet, afhankelijk van de bezetting (een zone heeft gemiddeld een oppervlakte van 40 tot 50 m², voor 5 of 6 werkposten). Zo hoeven de ruimtes die niet worden gebruikt ook niet te worden verlicht.

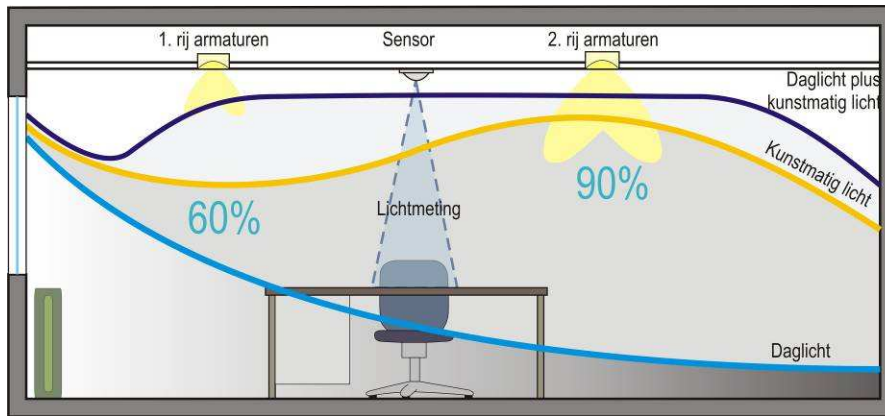
Voor meer informatie betreffende het Mundo-B-project, zie de fiche van het **VOORBEELDGEBOUWPROJECT nr. 067 (2008)**.

- Een extra verlichtingsbediening voorzien (die bijvoorbeeld 1 op de 3 lampen bedient) voor secundaire activiteiten (bewaking, onderhoud, ...).
- In iedere ruimte een afzonderlijke bediening voorzien van de lamparmaturen het dichtst bij de vensters. Deze aanbeveling is ook van toepassing op ruimtes uitgerust met twee lampen die zich op verschillende afstanden van de vensters bevinden.



Principe van zoneverdeling afhankelijk van de beschikbaarheid van natuurlijke verlichting (Bron: Architecture et Climat).

- In ruimtes die beschikken over natuurlijke verlichting, **regelt u de lichtstroom van de lampen die zich het dichtst bij de vensters bevinden, naargelang van de inval van natuurlijk licht**. Het is ook aan te bevelen de lampen van de aangrenzende rij zo af te stellen dat de verlichting over het oppervlak van de ruimte niet wordt "onderbroken". De combinatie met een systeem dat de elektrische voeding van de lampen onderbreekt wanneer de ruimte niet wordt gebruikt, is nodig om te voorkomen dat de lampen 's avonds automatisch weer gaan branden.



Beheerprincipes afhankelijk van het daglicht (Bron: Matriciel)

Mundo-B

In dit project worden rijen lampen in de buurt van vensters uitgerust met lichtgevoelige dimmers; het gaat om dimbare elektronische ballasten die worden geregeld door foto-gevoelige cellen: wanneer de natuurlijke verlichting toeneemt, neemt de kunstmatige verlichting automatisch af om een constant verlichtingsniveau te behouden. Dit systeem is bedoeld om het verbruik te verminderen in ruimtes die het grootste deel van de tijd voldoende natuurlijk licht krijgen.

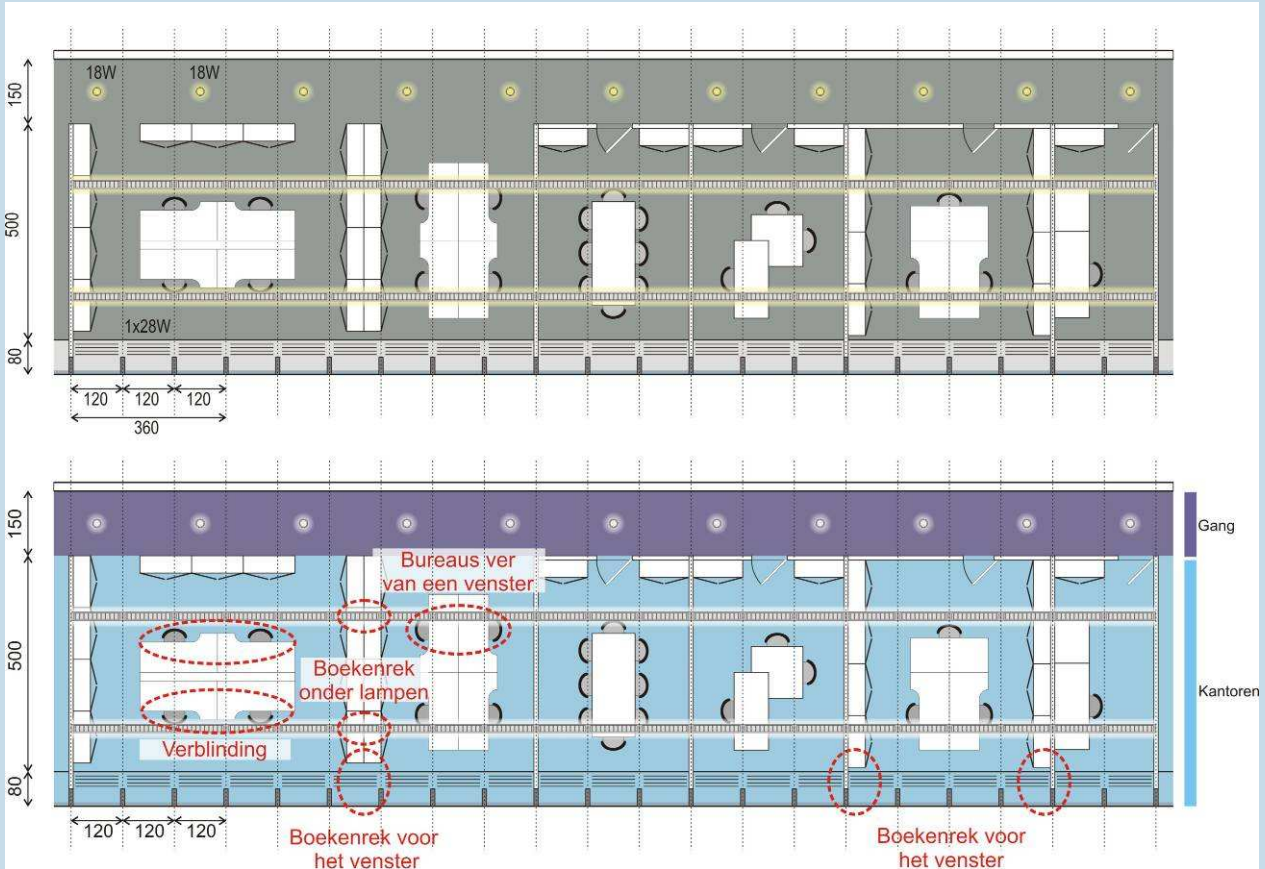


Maximalisering van natuurlijk licht (Bron: Leefmilieu Brussel - BIM)

- Een **aanwezigheidsdetectiesysteem** installeren, dat niet kan worden geprogrammeerd en de verlichting uitschakelt bij afwezigheid in lokalen die minder intensief worden gebruikt.
- **Automatische uitschakeling** van de installatie moet mogelijk zijn (via een centraal beheerssysteem), volgens een dienstregeling met mogelijke plaatselijke afwijkingen en terugkeer naar de automatische modus na een bepaalde tijd. Om veiligheidsredenen is het uitgesloten dat de installatie wordt uitgeschakeld zonder de mogelijkheid om ze opnieuw te starten.
- De voorkeur geven aan een **beredeneerde flexibiliteit** voor de scheiding van de zones in landschapkantoren.

VOORBEELD VAN BEREDENEERDE FLEXIBILITEIT

- Om een **volledige flexibiliteit** te behouden voor de scheiding van zones, gebruikt men een systeem van armaturen in lijn, zodat de kantoorverdieping naar wens anders kan worden ingedeeld zonder dat het verlichtingssysteem moet worden aangepast.

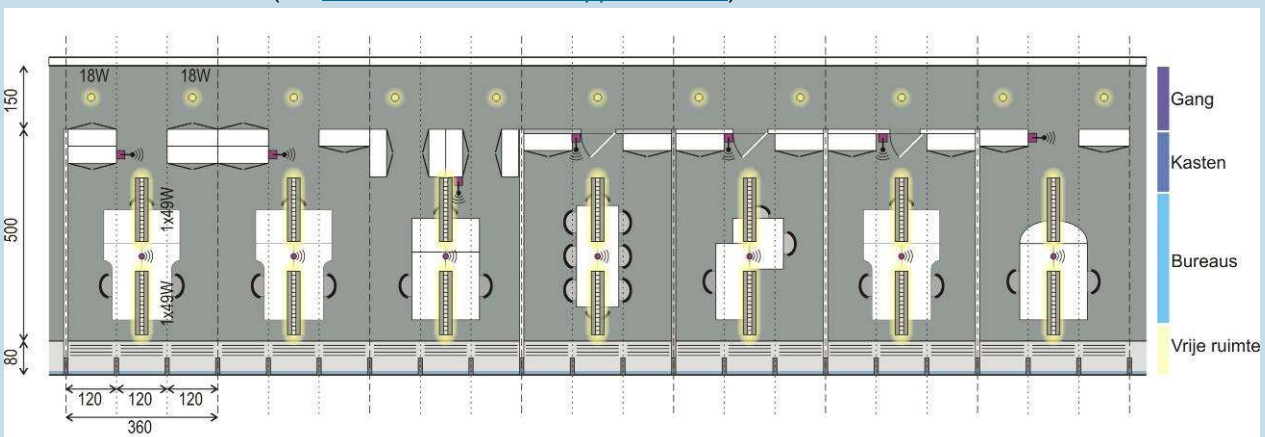


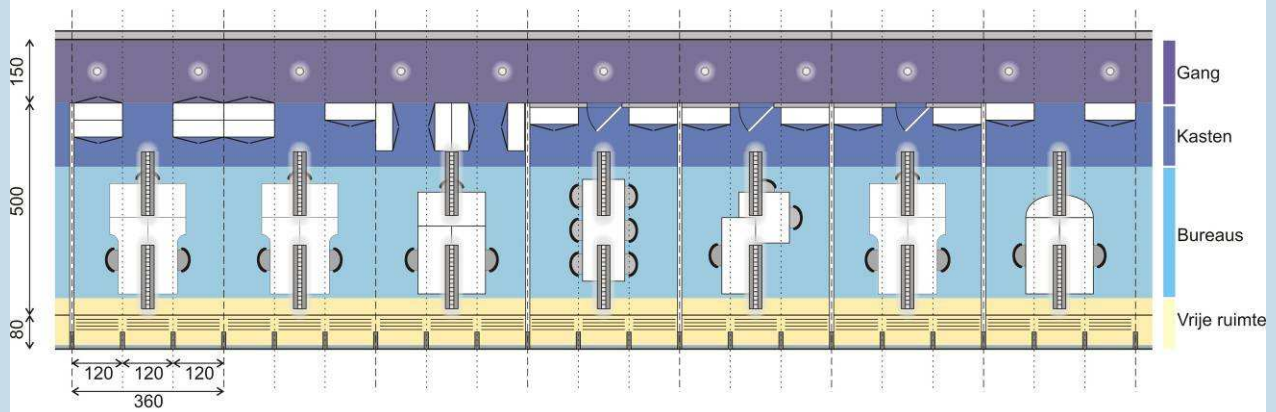
(Bron: Matriciel)

Hoewel deze oplossing eenvoudig en efficiënt lijkt, leidt ze vaak tot onsamenvangende situaties. Veel lampen verlichten nutteloos de bovenkant van boekenrekken. De boekenrekken staan voor de ramen en krijgen onnodig natuurlijk licht, ten koste van de werkplekken. Veel van de bureaus zijn verwijderd van het venster. De bureaus staan soms met de rug of recht naar het venster toe, wat oncomfortabel kan zijn door de verblinding...

Op het gebied van kunstmatige verlichting resulteert een totale flexibiliteit gecombineerd met een uniforme verlichting in een geïnstalleerd vermogen van ongeveer 10 W/m².

- Als men de zone-indeling **beredeneerd flexibel** houdt, kunnen individuele lampen gebruikt worden, direct boven de werkzones (zie [Referentiezones en -oppervlakken](#)).





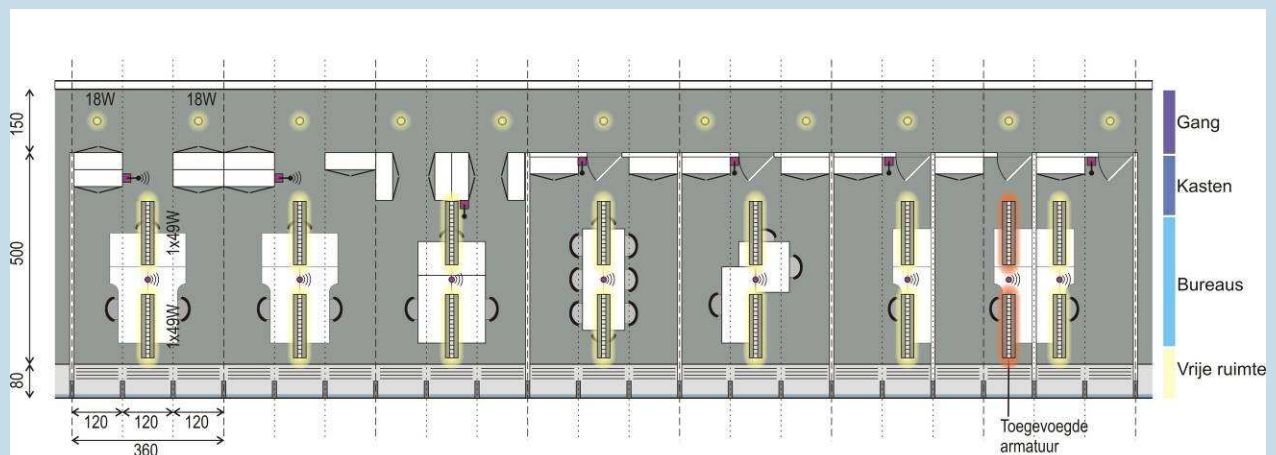
(Bron: Matriciel)

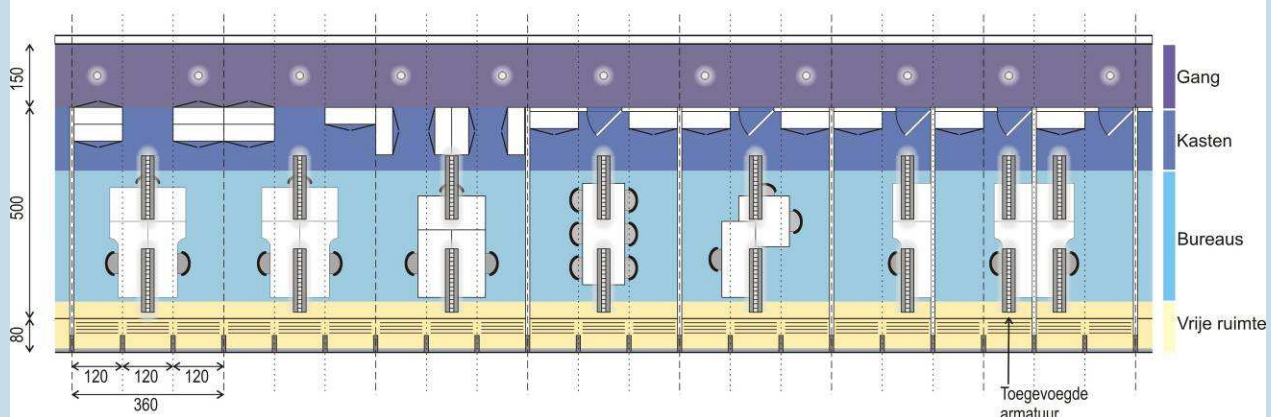
Het begrip **beredeneerde flexibiliteit** berust op twee principes:

- **Ritme:** niet voor elke module een armatuur voorzien, maar wel een armatuur voor elke 2 of 3 modules, zodat de meest verlichte zones en de enigszins minder verlichte zones worden afgewisseld.
- **Opstelling:** ontwerp de binneninrichting op basis van de kwaliteit van de natuurlijke verlichting. Het lijkt logisch om de bureaus noch te dicht bij het venster te plaatsen (verblinding), noch te ver (want te donker). De kasten worden bij voorkeur achter in de ruimte geplaatst om de bureaus de betere plekken te geven.

Met de plaats van de verlichting kan het geïnstalleerde vermogen drastisch worden verminderd, steeds in overeenstemming met de norm NBN EN 12464-1. In deze configuratie daalt het geïnstalleerd vermogen tot ongeveer 6 W/m^2 .

Deze “**beredeneerde flexibiliteit**” belet niet dat men overschakelt van drie naar twee modules voor de bureaus, door armaturen toe te voegen, zonder dat de bestaande armaturen moeten worden verplaatst.





(Bron: Matriciel)

Het onderliggende principe is om de verlichting aan te passen aan de lokale lichtomstandigheden (vergaderruimten, individuele kantoren, ...), in plaats van de verlichting te bepalen op basis van individuele gevallen, zoals meestal het geval is, waardoor ze veel te zwaar wordt uitgemeten.

4.4. Gemeenschappelijke ruimtes

- In de gangen:
 - kan een **timer** worden overwogen als een ruimte slechts af en toe wordt gebruikt. Een ideale installatieconfiguratie is de combinatie van een timer met een elektronische ballast (met voorverwarming) en fluorescentielampen.
 - is een **aanwezigheidsdetector** (bij voorkeur met dubbele detectietechnologie) nuttig als de aanwezigheidstijden langer zijn. De configuratie is vergelijkbaar met die van een timer. De detectors zijn van het type passief infrarood. Ze worden gebruikt om de verlichting automatisch uit te schakelen, in combinatie met manuele schakelaars.
 - wordt het gebruik van **schakelklokken** aanbevolen voor een algemene uitschakeling buiten de aanwezigheidstijden. Zij bedienen het uitschakelen van de lampen in de gemeenschappelijke ruimtes tijdens de uren dat het gebouw niet wordt gebruikt.
- Voor bepaalde specifieke toepassingen zoals de bewegwijzering van gemeenschappelijke zones en trappenhuisen, kunnen led-lampen worden gebruikt. Weet wel dat dit type lamp vooralsnog niet voldoende licht kan bieden om te voldoen aan de behoefte van een algemene binnenverlichting.

BESLUIT

Zowel voor kantoorgebouwen als voor huishoudelijke toepassingen moet kunstmatige verlichting slechts als aanvulling op natuurlijke verlichting worden beschouwd.

Het elektriciteitsverbruik van de kunstmatige verlichting kan in hoge mate worden beperkt in woningen en kantoren. In de tertiaire sector zullen de besparingen het grootst zijn.

Zonder afbreuk te doen aan het visuele comfort van de gebruikers kunnen besparingen worden gerealiseerd door:

- **efficiënt materiaal** (lampen, armaturen en ballasten) te kiezen;
- de lichtstroom van de kunstmatige verlichting **te regelen afhankelijk van de inval van natuurlijk licht**;
- de tijd dat de kunstmatige verlichting brandt, af te stellen volgens de werkelijke aanwezigheid van de gebruiker.

INFO



02 775 75 75
www.leefmilieubrussel.be

Redactie: MATRIciel

Leescomité: Leefmilieu Brussel – BIM

Verantwoordelijke uitgevers: J.-P. Hannequart & E. Schamp – Gulledele 100 – 1200 Brussel

