

Lichtberekeningen: "tips and tricks"

Wouter Ryckaert¹ – Catherine Lootens¹ – Peter Hanselaer¹ – Chris Vandendael²

¹ KaHo Sint-Lieven
Laboratorium voor Lichttechnologie,
Groen Licht Vlaanderen,
Gebr. Desmetstraat 1, B-9000 Gent
Wouter.Ryckaert@kahosl.be

² Ecolux N.V.,
Mgr. Van Waeyenberghlaan 34/bus 2, B-3000 Leuven
Info@ecolux.be

ABSTRACT

Lichtberekeningen voor installaties voor binnenverlichting gebeuren aan de hand van specifieke computerprogramma's. De keuze van enkele belangrijke invoergegevens heeft een grote invloed op de uiteindelijke resultaten. Verschillende berekeningsvoorstellen van ontwerpers kunnen pas met elkaar worden vergeleken wanneer dezelfde waarden voor o.a. de behoudsfactor, de reflecties, de werkvlakhoogte, het aantal rasterpunten, de randzone, de pendelhoogte,... worden gebruikt.

Met dit artikel hopen we dat de lezer enkele mogelijke valkuilen herkent die optreden bij het uitvoeren of het vergelijken van verschillende lichtberekeningen

1. INLEIDING

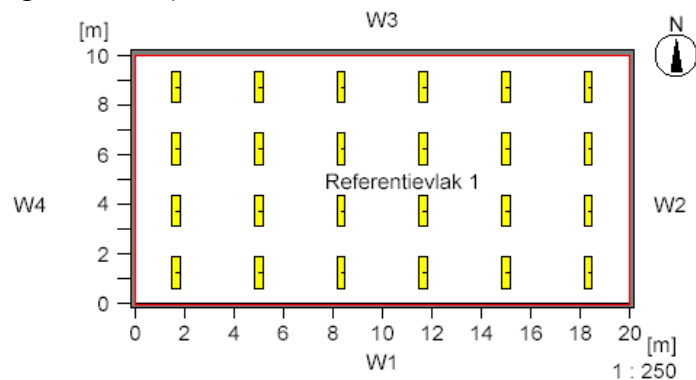
Lichtberekeningen voor installaties voor binnenverlichting gebeuren aan de hand van specifieke computerprogramma's. De keuze van enkele belangrijke ingaveparameters beïnvloedt de uiteindelijke resultaten zoals gemiddelde verlichtingssterkte, gelijkmatigheid en genormaliseerde vermogensdichtheid. De invloed van bepaalde ingaveparameters is van die aard dat een grote variatie in resultaten kan verkregen worden bij een identieke keuze van verlichtingstoestellen en hun plaatsing. Bij het opstellen van een goed bestek is het dan ook noodzakelijk om te vermelden welke lichttechnische gegevens gebruikt 'moeten' worden. Enkel en alleen op deze manier kunnen verschillende berekeningsvoorstellen van (verschillende) fabrikanten/ontwerpers op een eerlijke manier met elkaar worden vergeleken.

Voor een gegeven ruimte waarbij op een welbepaald taakoppervlak een gemiddelde verlichtingssterkte vereist wordt met een vooropgestelde gelijkmatigheid kunnen volgende ingaveparameters het eindresultaat sterk beïnvloeden: het aantal rasterpunten, de behoudsfactor, de werkvlakhoogte, de reflectiecoëfficiënten, de afmetingen van het lokaal en de pendelhoogte.

De invloed van elk van deze parameters wordt besproken aan de hand van een typisch voorbeeld.

2. STANDAARDSITUATIE

Figuur 1 toont de geometrie van het standaardlokaal en de locatie van de armaturen. De ruimte is 20m lang, 10m breed en 3m hoog. In het lokaal zijn 24 armaturen van hetzelfde type aan het plafond bevestigd. Elke armatuur bevat twee T5-fluorescentielampen van 28W. Het armatuurrendement (LOR) bedraagt 83 %. Het systeemvermogen van elke armatuur is 64 W (incl. elektronische ballast); de nominale lichtstroom bedraagt 5200 lm per armatuur.



Figuur 1: situatieschets; LxBxH = 20m x 10m x 3m

In de standaardsituatie worden de volgende parameters gebruikt:

- Werkvlak en werkvlakhoogte: volledig vloeroppervlak op 0.70 m hoogte
- Onderhoudsfactor (*MF, E: Maintenance Factor*): $MF=0.80$;
- Reflectiecoëfficiënt van het plafond: $\rho_{pl}=0.70$;
- Reflectiecoëfficiënt van de muren: $\rho_{mu}=0.50$;
- Reflectiecoëfficiënt van de vloer: $\rho_{vl}=0.20$;
- Randzone: 0.00 m;
- Aantal rasterpunten: 20 x 10, respectievelijk in de lengte-as en de breedte-as.

De berekeningen (met gemiddeld indirect deel) worden uitgevoerd met het lichtberekeningsprogramma "Relux" [1].

In de standaardsituatie bedraagt de gegarandeerde gemiddelde verlichtingssterkte $E_{gem,fin}$ op het werkvlak (het deel van het lokaal waar het visuele werk wordt uitgevoerd) ongeveer 429 lx. Deze waarde correspondeert met de gemiddelde verlichtingssterkte op het werkvlak net vóór een volgende onderhoudsperiode. De gelijkmatigheid g_1 , gedefinieerd als de verhouding tussen de minimale verlichtingssterkte tot de gemiddelde verlichtingssterkte op het werkvlak telkens net vóór een volgende onderhoudsperiode, bedraagt 0,68.

De genormaliseerde vermogensdichtheid (*NPD, E: Normalised Power Density*), ook wel specifiek vermogen genoemd, bedraagt 1.79 W/(m².100 lx). Hierbij is de *NPD* gedefinieerd als het geïnstalleerde vermogen (inclusief voorschakelapparatuur) gedeeld door het volledige vloeroppervlak en gedeeld door de gemiddelde verlichtingssterkte per 100 lx op het werkvlak.

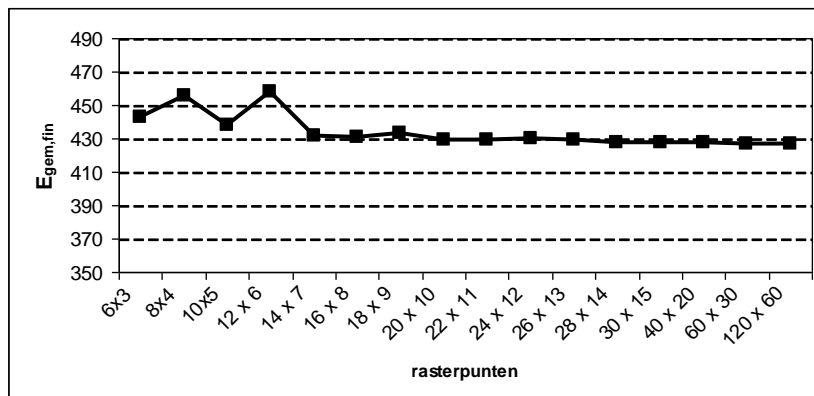
3. RASTERPUNTEN

In Tabel I wordt de verandering van de gemiddelde verlichtingssterkte $E_{gem,fin}$ en van de gelijkmatigheid g_1 weergegeven wanneer het aantal rasterpunten gevarieerd wordt. De overige parameters blijven hierbij onveranderd. De standaard situatie is in vet aangeduid.

De invloed van het aantal rasterpunten op de gemiddelde verlichtingssterkte $E_{gem,fin}$ is in dit voorbeeld niet zodanig groot (zie Figuur 2). Enkel als het aantal rasterpunten zeer klein wordt gekozen kan er een merkbare verandering van de gemiddelde verlichtingssterkte worden waargenomen.

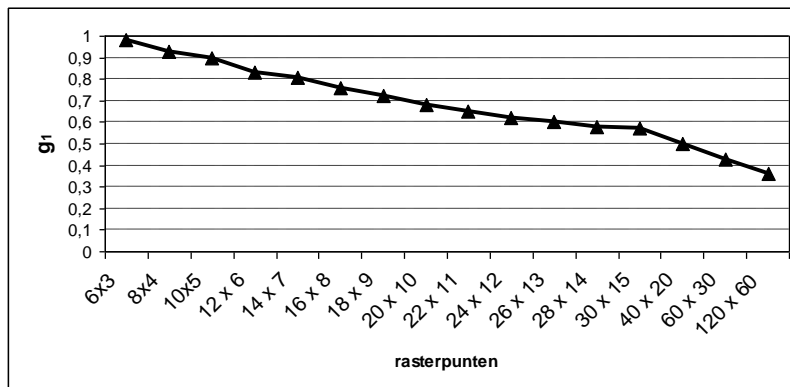
Tabel I: Invloed van het aantal rasterpunten

# punten	$E_{gem,fin}$ [lx]	g_1 [.]	# punten	$E_{gem,fin}$ [lx]	g_1 [.]
6 x 3	443	0.98	26 x 13	429	0.60
8 x 4	456	0.93	28 x 14	428	0.58
10 x 5	438	0.90	30 x 15	428	0.57
12 x 6	458	0.83	...		
14 x 7	432	0.81	40 x 20	428	0.50
16 x 8	431	0.76	...		
18 x 9	433	0.72	60 x 30	427	0.43
20 x 10	429	0.68	...		
22 x 11	429	0.65	120 x 60	427	0.36
24 x 12	430	0.62			



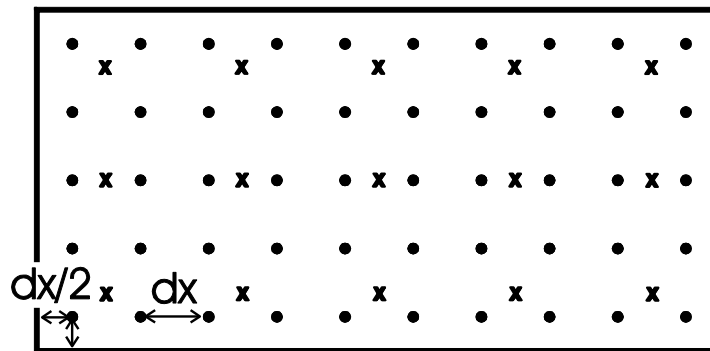
Figuur 2: Invloed van het aantal rasterpunten op $E_{gem,fin}$

De invloed van het aantal rasterpunten op de gelijkmatigheid g_1 daarentegen is aanzienlijk (zie Figuur 3). Hoe lager het aantal rasterpunten dat gekozen wordt, hoe hoger de gelijkmatigheid.



Figuur 3: Invloed van het aantal rasterpunten op g_1

Wanneer er minder rasterpunten worden gekozen, zijn de rasterpunten over het algemeen verder verwijderd van de wanden. Dit is duidelijk te zien in Figuur 4, waar er is overgaan van 50 rasterpunten (10 x 5, bolletjes) naar 15 rasterpunten (5 x 3, kruisjes).



Figuur 4: Rasterpunten: halve rasterbreedte van de rand; • : 10 x 5 ptn; x : 5 x 3 ptn

De minimale waarde(n) van de verlichtingssterkte zijn meestal (ook in dit voorbeeld) te vinden nabij de wanden. Bijgevolg zal de optredende minimale waarde van de verlichtingssterkte $E_{min,fin}$ groter zijn naarmate er minder rasterpunten worden gekozen. Daarom stijgt schijnbaar de gelijkmatigheid g_1 naarmate er minder rasterpunten worden genomen (de gemiddelde verlichtingssterkte $E_{gem,fin}$ verandert immers nauwelijks, Figuur 2).

Om realistische waarden te bekomen, dient een voldoende groot aantal rasterpunten gekozen te worden. Vanaf een minimaal aantal rasterpunten convergeert de gemiddelde verlichtingssterkte (Figuur 2); de gelijkmatigheid convergeert in dit voorbeeld echter niet (Figuur 3). In de praktijk wordt vaak gekozen voor één rasterpunt per meter voor grotere afmetingen. Voor de keuze van het aantal rasterpunten verwijzen we o.a. naar de norm [2].

We moeten er eveneens op wijzen dat in berekeningsprogramma's niet alleen het aantal rasterpunten dient gekozen te worden maar ook dat er al dan niet een halve rasterbreedte moet worden ingevoerd bij het bepalen van het eerste rasterpunt. Aangezien we in dit voorbeeld de volledige ruimte (zonder randzone) beschouwen, is ervoor gekozen om een halve rasterbreedte in te voeren bij het vastleggen van het eerste rasterpunt, zoals getoond in Figuur 4. Het eerste rasterpunt ligt op een afstand $dx/2$ van de wand. Het heeft immers weinig zin om de horizontale verlichtingssterkte te bepalen op de rand van het berekeningsvlak en de wanden.

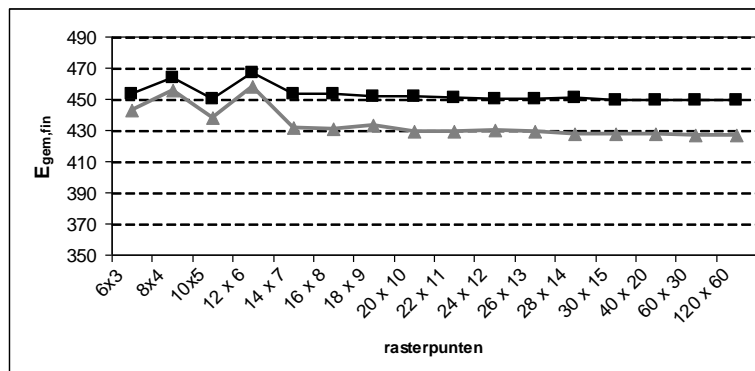
4. RANDZONE

Een andere manier om de resultaten artificieel te beïnvloeden is het invoeren van een randzone. Vertrekkende van de standaard situatie (geen randzone) werd een randzone van 50 cm ingevoerd, waardoor het werkvlak verkleint. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in Tabel II, Figuur 5 en Figuur 6.

Tabel II: Invloed van de randzone en aantal rasterpunten

# punten	$E_{gem,fin}$ [lx]	g_1 [.]	# punten	$E_{gem,fin}$ [lx]	g_1 [.]
6 x 3	453	0.99	26 x 13	450	0.78
8 x 4	464	0.90	28 x 14	451	0.79
10 x 5	450	0.87	30 x 15	449	0.76
12 x 6	467	0.90	...		
14 x 7	453	0.84	40 x 20	449	0.77
16 x 8	453	0.83	...		
18 x 9	452	0.83	60 x 30	449	0.72
20 x 10	452	0.80	...		
22 x 11	451	0.81	120 x 60	449	0.70
24 x 12	450	0.78			

De gemiddelde verlichtingssterkte $E_{gem,fin}$ stijgt doorgaans naarmate de randzone groter wordt en dit omdat de plaatsen dicht bij de wanden (net daar waar de verlichtingssterkte veelal het laagst is) niet worden meegerekend bij de bepaling van de gemiddelde verlichtingssterkte.



Figuur 5: Invloed randzone (0.5 m) en invloed van het aantal rasterpunten op $E_{gem,fin}$
zwart: met randzone; grijs: zonder randzone

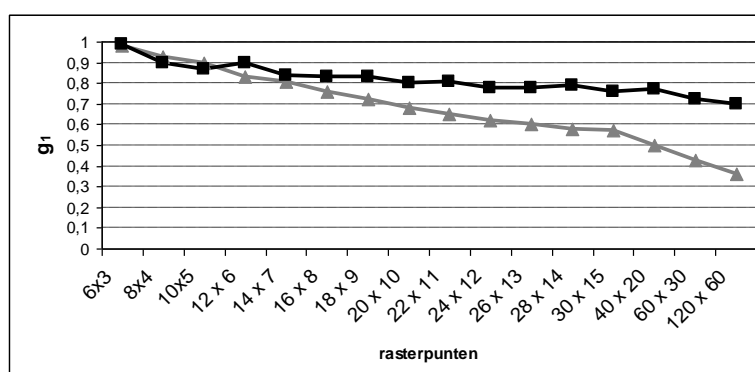
In dit voorbeeld stijgt de gemiddelde verlichtingssterkte met ongeveer 5%. Dit verschil in gemiddelde verlichtingssterkte kan evenwel belangrijk zijn voor het behalen van het maximaal toegestane specifiek vermogen (NPD). De NPD wordt vaak gebruikt als beoordelingscriterium voor de energie-efficiëntie van een verlichtingsinstallatie en bij het toekennen van premies. Zo steunt het premiestelsel dat kadert in het REG-actieplan van de distributienetbeheerders op dit criterium en maximale waarden van $2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot 100 \text{ lx})$ voor kantoren en $2.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot 100 \text{ lx})$ voor zwembaden en sporthallen worden voorgesteld (hierbij wordt er steeds gedeeld door de volledige vloeroppervlakte).

Door het invoeren van een randzone blijven het geïnstalleerd vermogen en het vloeroppervlak onveranderd terwijl de gemiddelde verlichtingssterkte (schijnbaar) stijgt waardoor de NPD daalt.

Het eisen dat alle berekeningen gebeuren met dezelfde randzone (breedte) en oppervlakte is uiterst belangrijk om resultaten met elkaar te vergelijken. Veelal wordt het werken zonder randzone aangeraden en voorgeschreven.

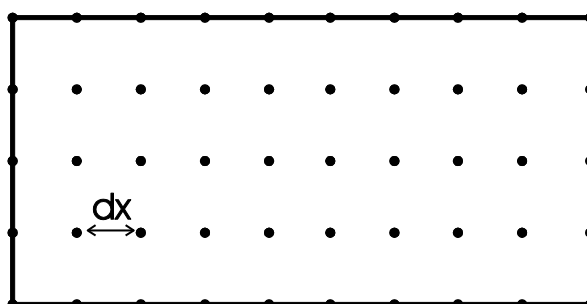
Zoals reeds vermeld wordt bij de berekening van de genormaliseerde vermogensdichtheid het volledige vloeroppervlak van de te verlichten ruimte als basis genomen. Met deze methode is het echter onmogelijk om de verlichting van winkelrekken, stapelrekken in opslagruimtes en muuroppervlakken te beoordelen. Meestal zit men voor dergelijke verlichtingsprojecten ver boven de vooropgestelde grens. Een alternatief, eenvoudig en gebruiksvriendelijk criterium voor niet-standaard taakoppervlakken is voorgesteld in [3] en [4]. Daarbij wordt een variabele streefwaarde voor de NPD voorgesteld die kan gebruikt worden als beoordelingscriterium voor de energie-efficiëntie van een verlichtingsinstallatie.

Zoals besproken in de vorige paragraaf daalt de gelijkmatigheid naarmate er meer rasterpunten worden gekozen (Figuur 6). De invloed van het aantal rasterpunten is in de situatie met randzone minder uitgesproken. Dit komt omdat er geen berekeningspunten voorkomen in de nabijheid van de wanden (randzone van 0.5 m).



Figuur 6: Invloed randzone (0.5 m) en invloed van het aantal rasterpunten op g_1
 zwart: met randzone; grijs: zonder randzone

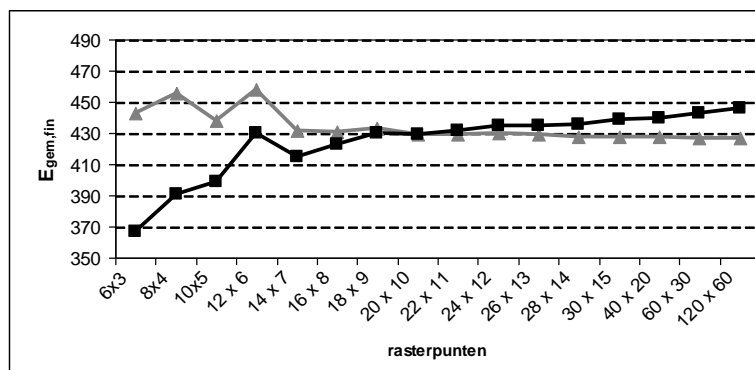
Zoals ook reeds aangehaald is de plaats van het eerste rasterpunt belangrijk (het al dan niet invoeren van een halve rasterbreedte). Waar in Figuur 4 de minimale afstand tussen een rasterpunt en de rand van een berekeningsvlak een halve rasterbreedte ($dx/2$ en $dy/2$) bedraagt, liggen bepaalde rasterpunten op de rand van het berekeningsvlak wanneer er geen halve rasterbreedte wordt ingevoerd, zoals getoond in Figuur 7.



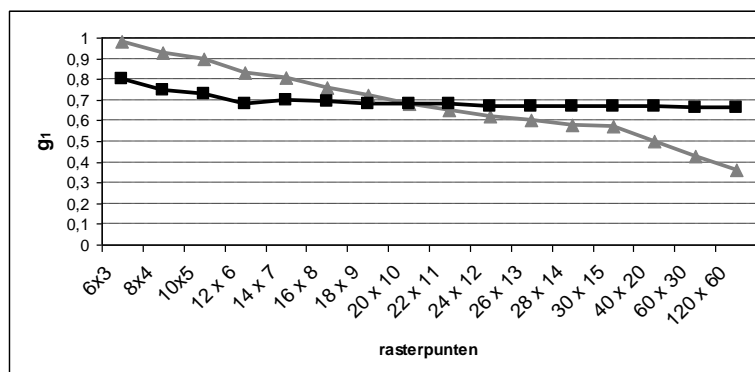
Figuur 7: Rasterpunten zonder halve rasterbreedte

Wanneer we de berekeningen herhalen (standaardsituatie mét randzone van 0.5 m) maar deze keer met de plaatsing van de rasterpunten zoals in Figuur 7, bekomen we de resultaten zoals getoond in Figuur 8 en Figuur 9.

Door het al of niet invoeren van halve rasterbreedtes, verandert de positie van de berekeningspunten t.o.v. het werkvlak (al of niet met randzone) waardoor andere resultaten bekomen worden. We merken op dat in deze situatie de gemiddelde verlichtingssterkte $E_{gem,fin}$ lager kan zijn voor de berekening met randzone in vergelijking met de situatie zonder randzone (zo ook voor de gelijkmatigheid g_1).



Figuur 8: Invloed randzone (0.5 m) en invloed van het aantal rasterpunten op $E_{gem,fin}$
 zwart: met randzone; grijs: zonder randzone
 Rasterpunten van het berekeningsvlak *zonder* halve rasterbreedte



Figuur 9: Invloed randzone (0.5 m) en invloed van het aantal rasterpunten op g_1
 zwart: met randzone; grijs: zonder randzone
 Rasterpunten van het berekeningsvlak *zonder* halve rasterbreedte

De praktijk moet uitwijzen of al dan niet een halve rasterbreedte moet ingevoerd worden. In de praktijk wordt meestal gekozen voor een plaatsing van de rasterpunten zoals in Figuur 4 (met halve rasterbreedte). Merk op dat de afstand van de wand tot het eerste rasterpunt in dat geval gelijk is aan de breedte van de randzone plus $dx/2$ (i.e. halve rasterbreedte). Dit betekent dat bij het invoeren van een randzone van 50cm het eerste rasterpunt verder dan 50cm verwijderd is van de wanden.

5. BEHOUDSFACTOR

Telkens een lichtberekening dient uitgevoerd te worden moet een waarde voor de behoudsfactor (MF) gekozen worden. De behoudsfactor houdt o.a. rekening met de vermindering van de lichtstroom van de lampen, met de daling van het armatuurrendement (LOR), met de vervuiling van het lokaal,...

Door een juiste inschatting van de behoudsfactor wordt gegarandeerd dat de gemiddelde verlichtingssterkte minstens gelijk blijft aan de streefwaarde $E_{gem,fin}$ en dit gedurende de werkingsperiode voorafgaand aan een onderhoudsbeurt.

Zoals weergegeven in Tabel III is er een evenredigheid tussen de behoudsfactor MF en de gemiddelde verlichtingssterkte $E_{gem,fin}$: wanneer de behoudsfactor met 10% verhoogd wordt, stijgt de gemiddelde verlichtingssterkte eveneens met 10%. De gelijkmatigheid g_1 blijft ongewijzigd.

Het komt er dus op neer om een goede, correcte inschatting te maken van de behoudsfactor (zie daarvoor [5]). Bij het vergelijken van verschillende lichtberekeningen dient uiteraard dezelfde behoudsfactor gekozen te worden. Indien dit niet het geval is, kan een eenvoudige omrekening (lineair verband) toegepast worden.

Tabel III: Invloed van de behoudsfactor (MF)

MF	$E_{gem,fin}$ [lx]	g_1 [.]
0.50	268	0.58
0.60	322	0.58
0.70	375	0.58
0.80	429	0.58
0.90	483	0.58
1.00	536	0.58

6. REFLECTIEWAARDEN

Voor een correcte lichtstudie is het uiteraard belangrijk dat de afmetingen van het lokaal, de werkvlakhoogte en de pendelhoogte of montagehoogte van de armaturen correct worden ingegeven.

Bovendien is het zeer belangrijk om reflectiewaarden realistisch in te schatten en om er op te letten dat dezelfde reflectiewaarden gebruikt zijn bij een vergelijking van verschillende lichtberekeningen. In Tabel IV worden de gemiddelde verlichtingssterkte en gelijkmatigheid weergegeven voor verschillende reflectiewaarden van plafond, muur en vloer. De overige parameters zijn identiek als bij de standaard situatie.

De afhankelijkheid van de reflectiewaarden is aanzienlijk. Zo zal voor grote vloeroppervlakken én directe verlichting de invloed van de reflectiewaarde van de vloer op de uiteindelijke waarde van de berekende gemiddelde verlichtingssterkte zeer groot zijn. Immers, een zeer groot percentage van de uitgezonden lichtstroom komt eerst op de vloer terecht. Na opeenvolgende reflecties via de wanden en het plafond kan een lichtstraal opnieuw op het vloeroppervlak terecht komen. Zo kan de gemiddelde verlichtingssterkte $E_{gem,fin}$ van 429 lx verhoogd worden tot meer dan 500 lx door enkel en alleen de reflectiewaarde van het vloeroppervlak te verhogen van 20% naar 50%. De invloed van de reflectiewaarde van de vloer op de gelijkmatigheid is in dit voorbeeld te verwaarlozen.

Tabel IV: Invloed van reflectiewaarden

ρ_{pl}	ρ_{mu}	ρ_{vl}	$E_{gem,fin} [lx]$	$g_1 [.]$	
70	50	20	429	0.69	Standardsituatie
70	50	50	507	0.68	
70	50	70	572	0.68	
70	70	20	448	0.73	
20	20	20	390	0.66	
50	50	50	468	0.69	
70	70	70	631	0.74	
80	80	80	837	0.79	
85	85	85	1040	0.82	
90	90	90	1320	0.85	

Wanneer de reflectiewaarde van de wanden verhoogd wordt van 50% naar 70%, stijgt zowel de gemiddelde verlichtingssterkte (minder absorptie in het lokaal) alsook de gelijkmatigheid. Omdat de wanden meer reflecteren zal voornamelijk in de buurt van de wanden de verlichtingssterkte stijgen. De laagste waarden van de verlichtingssterkte, terug te vinden nabij de wanden, stijgen waardoor de gelijkmatigheid verhoogt (de gemiddelde verlichtingssterkte stijgt in dit voorbeeld in mindere mate dan de minimale verlichtingssterkte).

In de marge vermelden we dat voor de berekeningen bij aanwezigheid van hoge reflectiewaarden (>70%) best gekozen wordt voor een berekeningsmethode met hoog indirect deel in plaats van gemiddeld indirect deel. Er worden dan meer interreflecties in rekening gebracht zodat de nauwkeurigheid stijgt. Dit is voornamelijk van belang bij indirecte verlichting.

Het is duidelijk dat bij het vergelijken van verschillende lichtberekeningen dezelfde reflectiewaarden moeten gekozen worden en dat de reflectiewaarden zo goed mogelijk worden ingeschat volgens de realiteit !

Ook de impact van het meubilair kan een belangrijke invloed hebben op de resultaten. Ze schermen in vele gevallen een belangrijk deel van de vloer af! De impact van het meubilair wordt hier verder niet besproken maar het is belangrijk dat lichtberekeningen allemaal hetzelfde meubilair (zelfde afmetingen, zelfde reflectiecoëfficiënten, zelfde plaatsing in ruimte) gebruiken.

7. EEN GOED BESTEK

In de vorige paragrafen werden enkele vrijheidsgraden besproken die het resultaat van lichtberekeningen beïnvloeden. Eens men bewust is van de parameters die het resultaat van een lichtberekening kunnen beïnvloeden, kan men hiermee rekening houden door een juiste en volledige studie-/prijsaanvraag te eisen.

In het bestek is het nodig om het werkvlak zo nauwkeurig mogelijk te omschrijven. Schat volgende lichttechnische gegevens zo goed mogelijk in en vermeld de waarden bij het eindresultaat:

- Correcte lokaalafmetingen: b.v. L: 10.3m – B: 7.45 m – H: 2.78 m
- Behoudsfactor: b.v. 0.80
- Reflectiewaarden: b.v. Plafond: 50% – Wand 40% – Vloer 15%
- Werkvlakhoogte: b.v. 0.75 m
- Pendelhoogte: b.v. 2 m
- Lichtmeetpunten: b.v. 7x11 punten, met halve rasterbreedte

- Randzone: b.v. 0,00 m
- Lichttechnische armatuur coördinaten (stralingspatroon, LOR, lichtstroom, vermogen inclusief voorschakelapparatuur, lamptype, kleurweergave en kleurtemperatuur)
- Samenvatting van de resultaten evenals een vermelding van de ingevoerde lichttechnische gegevens. Dit hoeft geen dik dossier te zijn, een samenvatting op één pagina is mogelijk !
- Inplantingcoördinaten van de armaturen
- Een tabel van de punt/punt resultaten

Als deze noodzakelijke lichttechnische gegevens niet worden vermeld is een eerlijke vergelijking tussen verschillende lichtberekeningen niet mogelijk en worden appels met peren vergeleken.

Vervolgens is het noodzakelijk dat de werken goed worden opgevolgd [6]. Al te vaak gebeurt het dat armaturen worden geplaatst die niet overeenkomen met deze die beschreven worden in de lichtstudie of dat er achteraf bijkomende armaturen worden bijgeplaatst. Het is ook belangrijk dat bij de lichtberekening rekening wordt gehouden met de mogelijke plaatsing van de armaturen (vaak bepaald door de locatie van de kabelgoten). De inplantingcoördinaten van de lichtberekening moeten overeenstemmen met de fysische inplanting van de armaturen.

Afwijkingen van de offerte zorgen ervoor dat de uitgewerkte lichtberekeningen dan ook niet in overeenstemming zijn met het bestek (hetgeen sowieso een niet conforme inschrijving wordt).

8. BESLUIT

Lichtberekeningen voor installaties voor binnenverlichting gebeuren aan de hand van specifieke computerprogramma's. De keuze van enkele belangrijke ingaveparameters heeft een grote invloed op de uiteindelijke resultaten. Verschillende berekeningsvoorstellen van ontwerpers kunnen pas met elkaar worden vergeleken wanneer dezelfde waarden voor o.a. de behoudsfactor, de reflectiewaarden, de werkvlakhoogte, het aantal rasterpunten, de randzone, de pendelhoogte en de afmetingen van het lokaal worden gebruikt.

In een goed bestek zal een waarde voor elk van deze lichttechnische gegevens vermeld worden.

Met dit artikel hopen we dat de lezer enkele mogelijke valkuilen herkent die kunnen optreden bij het uitvoeren of het vergelijken van verschillende lichtberekeningen.

9. REFERENTIES

[1] Relux, <http://www.relux.biz>

[2] NBN EN 12193 : 'Licht en verlichting – Verlichting van sportinstallaties'

[3] '*Power density targets for efficiënt lighting of interior task areas*', P. Hanselaer, C. Lootens, W. R. Ryckaert, G. Deconinck and P. Rombauts, *Lighting Research and Technology*, Vol. 39, No. 2, pp. 171-184, 2007

[4] '*Op zoek naar criteria voor energie-efficiënt verlichten*', P. Hanselaer en C. Lootens, *Proceedings Passiefhuis-symposium, PHH 2006*

[5] '*De onderhoudsfactor van verlichtingsinstallaties*', Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB), A. Deneyer, 2006, www.wtcb.be

[6] '*Commissie van energiezuinige gebouwen*', A. Vanherreweghe, *Proceedings Passiefhuis-symposium, PHH 2005*