

Gelijkwaardigheidsberekeningen

Bouwbesluit

Lichtberekeningen en handreiking

Definitief

Techcomlight BV

Grontmij Nederland B.V.
Amersfoort, 28 november 2011

Verantwoording

Titel : Gelijkwaardigheidsberekeningen Bouwbesluit
Subtitel : Lichtberekeningen en handreiking
Projectnummer : 268990
Referentienummer : RMV-111128-CPR-C1
Revisie :
Datum : 28 november 2011

Auteur(s) : A.R.J. Vos PLDA
E-mail adres : A.R.J. Vos PLDA
Gecontroleerd door : ir. C.P.G. Roelofsen CFM
Paraaf gecontroleerd :
Goedgekeurd door :
Paraaf goedgekeurd :
Contact : Grontmij Nederland B.V.
Computerweg 11-13
3821 AA Amersfoort
Postbus 68
3800 AB Amersfoort
T +31 33 451 14 11
F +31 33 455 87 79
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
2	Het Bouwbesluit.....	5
3	Lichtberekeningen.....	6
4	Berekeningsresultaten.....	7
5	Conclusies.....	8
6	Aanbevelingen.....	10
7	Handreiking rekenmethode.....	11

1 Inleiding

In opdracht van Techcomlight BV zijn lichtberekeningen uitgevoerd om aan te tonen of de zes verschillende Solatube producten al of niet gelijkwaardig zijn ten opzichte van de vereiste raamoppervlakken zoals omschreven in het Bouwbesluit. Voor elke ruimtefunctie geldt hiervoor een minimum eis.

De lichtberekeningen zijn uitgevoerd met berekeningsprogramma Dialux versie 4.9. Voor de acht genoemde ruimtefuncties zijn de verlichtingssterkten voor twee verschillende ruimten berekend in een punt en op een vlak. Dit met een minimaal vereiste raamopening of een Solatube product.

Omdat de Solatube producten niet als daglicht maar als kunstlichtbron worden herkend in de software, kan de daglichtfactor hiervoor niet berekend worden. Dit is niet noodzakelijk omdat de verlichtingssterkten een zuiver toetsmiddel is voor het vergelijken van de onderlinge prestaties.

2 Het Bouwbesluit

In relatie met daglichttoetreding zijn in het Bouwbesluit de volgende acht ruimtefuncties aangegeven:

1 woonfunctie
b andere woonfunctie(niet zijnde woonwagen)
2 bijeenkomstfunctie
<i>ruimte voor spelactiviteiten*</i>
3 celfunctie
<i>ruimte voor dag en nachtverblijf</i>
4 gezondheidszorgfunctie
<i>ruimte voor aan bed gebonden patiënten*</i>
6 kantoorfunctie
7 logiesfunctie
8 onderwijsfunctie*

Functies benoemd in tabel 3.133, het Bouwbesluit

* Gelijkwaardige eisen ten aanzien van de grenswaarden (% en m2).

Hiervoor is dan slechts één berekening nodig voor deze betreffende ruimtefuncties.

Uit de tabel blijkt dat de eisen per ruimte in drie van de acht gevallen gelijk zijn. Deze zijn in rood aangegeven. Hierdoor blijken slechts vijf berekeningen noodzakelijk. In de bijlage is een kopie van de gehele tabel 3.133 uit het Bouwbesluit bijgevoegd. Voor elke ruimtefunctie is een procentueel minimaal raamoppervlak vereist van het betreffende vloeroppervlak. Deze is als volgt voor de twee ruimten berekend:

Berekening vereiste vensteropening volgens het Bouwbesluit							
	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>vloeroppervlak</i>	<i>*percentage daglicht</i>	<i>berekend venster opp.</i>	<i>*m2 minimaal</i>	<i>**hoogte + breedte</i>
Ruimte 3,6 m x 3,6 m							
woon, woonwagen	3,6	3,6	12,96	0,08	1,04	0,5	1,02
woon, andere woonfunctie	3,6	3,6	12,96	0,1	1,30	0,5	1,14
bijeenkomst	3,6	3,6	12,96	0,05	0,65	0,5	0,80
cel, ruimte dag en nachtverblijf	3,6	3,6	12,96	0,03	0,39	0,15	0,62
kantoor	3,6	3,6	12,96	0,025	0,32	0,5	0,57
logie	3,6	3,6	12,96	0,07	0,91	0,35	0,95
Ruimte 5,4 m x 3,6 m							
woon, woonwagen	3,6	5,4	19,44	0,08	1,56	0,5	1,25
woon, andere woonfunctie	3,6	5,4	19,44	0,1	1,94	0,5	1,39
bijeenkomst	3,6	5,4	19,44	0,05	0,97	0,5	0,99
cel, ruimte dag en nachtverblijf	3,6	5,4	19,44	0,03	0,58	0,15	0,76
kantoor	3,6	5,4	19,44	0,025	0,49	0,5	0,70
logie	3,6	5,4	19,44	0,07	1,36	0,35	1,17
<small>* eis Bouwbesluit volgens tabel 3.133</small>							
<small>** vierkant venster</small>							

3 Lichtberekeningen

Om een betrouwbare en nauwkeurige analyse te kunnen doen is het van belang dat de berekeningsresultaten onderling goed te vergelijken zijn. Allereerst zijn de uitgangspunten vastgesteld op basis van een veel voorkomende en dus modale situatie.

De uitgangspunten voor de lichtberekeningen zijn als volgt:

- Locatie centraal in Nederland: Utrecht.*
- Tijd: 21 april om 14.00 uur.*
- Lichtstroom Solatube producten: volgens Solatube lichtstroomtabel:

maand	Solatube 160-DS	Solatube 290-DS	Solatube 330 DS-C	Solatube 750 DS-C	Solatube 330 DS-O	Solatube 750 DS-O
Halfjr gemiddelde	430	865	1842	1101	2323	1501

Gecorrigeerd naar (gemiddeld) bewolkt hemeltype

- Twee ruimten: Vierkante ruimte van 3,6 m x 3,6 m; Rechthoekige ruimte van 5,4 m x 3,6 m.
- Hoogte 2,7 m.
- Verticaal vensterglas; thermisch, dubbele beglazing.
- Positie venster in de gevel: in het midden met een hoogte 0,8 m vanaf vloerniveau; reële en praktische situatie met zichtbaarheid naar buiten; vierkant van vorm.
- Positie Solatube producten in het plafond: in het midden.
- Randzonde vanuit binnengevel: 0,6 m
- Reflectiefactoren: wanden 0,5; vloer 0,2; plafond; 0,7.
- Behoudfactor (depreciatie): 0,9.
- Werkvlakhoogte 0,75 m.

**Tijd en locatie van belang voor het vergelijken van verlichtingssterkten.*

In totaal zijn vijf verschillende situaties berekend, waarbij elke situatie bestaat uit:

- Twee soorten ruimten: 3,6m x 3,6m en 5,4m x 3,6m.
Elk voorzien van een venster in de gevel gerelateerd aan de in het Bouwbesluit vereiste oppervlakten.
- Lichtberekeningen van alle zes Solatube producten in de twee verschillende ruimten.
- Voor elke voornoemde situatie is op het werkvlak het volgende berekend:
 - De gemiddelde verlichtingssterkte.
 - De verlichtingssterkte in een punt in het midden van de ruimte.
 Voor de volledigheid zijn bij de vensterberekeningen de daglichtfactoren berekend.
 - De gemiddelde daglichtfactor.*
 - De daglichtfactor in een punt in het midden van de ruimte*

**Zelfde positie als voor de verlichtingssterkten*

4 Berekeningsresultaten

In de bijlage zijn de berekeningsresultaten bijgevoegd van de twee verschillende ruimten. De relevante berekeningsresultaten zijn elk apart opgenomen in een tabel:

Berekeningsresultaten												
3,6 m x 3,6 m	ruimtefuncties benoemd volgens het Bouwbesluit tabel 3.133						Solatube producten					
	(1a) woon	(1b) andere woon	(2,4,8) bijeenkomst	(3) cel	(6) kantoor	(7) logies	160-DS	290-DS	330 DS-C	750 DS-C	330 DS-O	750 DS-O
Egem (lux)	165	213	92	48	39	140	30	59	125	74	157	101
Epunt (lux)	124	172	71	34	26	105	46	91	186	110	237	146
Dq punt (%)	0,72	0,99	0,41	0,2	0,15	0,61						
Dgem (%)	0,95	1,23	0,53	0,28	0,22	0,81						

Berekeningsresultaten												
3,6 m x 3,6 m	ruimtefuncties benoemd volgens het Bouwbesluit tabel 3.133						Solatube producten					
	(1a) woon	(1b) andere woon	(2,4,8) bijeenkomst	(3) cel	(6) kantoor	(7) logies	160-DS	290-DS	330 DS-C	750 DS-C	330 DS-O	750 DS-O
Egem (lux)	165	213	92	48	39	140	30	59	125	74	157	101
Epunt (lux)	124	172	71	34	26	105	46	91	186	110	237	146
Dq punt (%)	0,72	0,99	0,41	0,2	0,15	0,61						
Dgem (%)	0,95	1,23	0,53	0,28	0,22	0,81						

Berekeningsresultaten												
5,4 m x 3,6 m	ruimtefuncties benoemd volgens het Bouwbesluit tabel 3.133						Solatube producten					
	(1a) woon	(1b) andere woon	(2,4,8) bijeenkomst	(3) cel	(6) kantoor	(7) logies	160-DS	290-DS	330 DS-C	750 DS-C	330 DS-O	750 DS-O
Egem (lux)	164	206	96	41	41	141	22	59	92	55	115	75
Epunt (lux)	82	114	41	18	18	73	45	44	180	107	230	141
Dq punt (%)	0,48	0,66	0,24	0,2	0,1	0,42						
Dgem (%)	0,94	1,19	0,56	0,24	0,23	0,81						

Berekeningsresultaten												
5,4 m x 3,6 m	ruimtefuncties benoemd volgens het Bouwbesluit tabel 3.133						Solatube producten					
	(1a) woon	(1b) andere woon	(2,4,8) bijeenkomst	(3) cel	(6) kantoor	(7) logies	160-DS	290-DS	330 DS-C	750 DS-C	330 DS-O	750 DS-O
Egem (lux)	164	206	96	41	41	141	22	59	92	55	115	75
Epunt (lux)	82	114	41	18	18	73	45	44	180	107	230	141
Dq punt (%)	0,48	0,66	0,24	0,2	0,1	0,42						
Dgem (%)	0,94	1,19	0,56	0,24	0,23	0,81						

5 Conclusies

Op basis van de berekende verlichtingssterkten in de verschillende ruimten, met een venster in de gevel of Solatube producten in het plafond, is na te gaan wat beter presteert.

Vergelijking vensteropening versus Solatube producten per ruimtelfunctie						
3,6 m x 3,6 m	(1a) woon	(1b) andere woon	(2,4,8) bijeenkomst	(3) cel	(6) kantoor	(7) logies
bij Egem						
160 DS	-	-	-	-	-	-
290 DS	-	-	-	x	x	-
330 DS-C	-	-	x	x	x	-
750 DS-C	-	-	-	x	x	-
330 DS-O	-	-	x	x	x	x
750 DS-O	-	-	x	x	x	-
bij Epunt						
160 DS	-	-	-	x	x	-
290 DS	-	-	x	x	x	-
330 DS-C	x	x	x	x	x	x
750 DS-C	-	-	x	x	x	x
330 DS-O	x	x	x	x	x	x
750 DS-O	x	-	x	x	x	x
-Solatube producten onder de waarde vergeleken bij vensterlicht						
X Solatube producten boven de waarde vergeleken bij vensterlicht						

Vergelijking vensteropening versus Solatube producten per ruimtelfunctie						
5,4 m x 3,6 m	(1a) woon	(1b) andere woon	(2,4,8) bijeenkomst	(3) cel	(6) kantoor	(7) logies
bij Egem						
160 DS	-	-	-	-	-	-
290 DS	-	-	-	x	x	-
330 DS-C	-	-	-	x	x	-
750 DS-C	-	-	-	x	x	-
330 DS-O	-	-	x	x	x	-
750 DS-O	-	-	-	x	x	-
bij E in punt						
160 DS	-	-	x	x	x	-
290 DS	-	-	x	x	x	-
330 DS-C	x	x	x	x	x	x
750 DS-C	x	-	x	x	x	x
330 DS-O	x	x	x	x	x	x
750 DS-O	x	x	x	x	x	x
-Solatube producten onder de waarde vergeleken bij vensterlicht						
X Solatube producten boven de waarde vergeleken bij vensterlicht						

Uit de resultaten blijkt dat voor de verschillende ruimtelfuncties:

In een ruimte van 3,6 m bij 3,6 m:

- De gemiddelde verlichtingssterkte op het werkvlak in 38% van de gevallen hoger is bij gebruik van Solatube producten.
- De verlichtingssterkte in een punt in het midden van de ruimte op werkvlakhoogte in 72% van de gevallen hoger is.

In een ruimte van 5,4 m bij 3,6 m:

- de gemiddelde verlichtingssterkte op het werkvlak in 30% van de gevallen hoger is bij gebruik van Solatube producten.
- de verlichtingssterkte in een punt in het midden van de ruimte op werkvlakhoogte in 80% van de gevallen hoger is.

Uit de lichtberekeningen is te concluderen dat op basis van de voornoemde uitgangspunten, als het gaat om de gemiddelde verlichtingssterkte op het werkvlak, de Solatube producten in gemiddeld meer dan 30% van de berekende situaties beter presteert dan de minimaal vereiste vensteropening.

Voor de uitkomsten van de lichtberekeningen in een punt in het midden van de ruimten blijken de Solatube producten gemiddeld meer dan 70% beter te presteren.

6 Aanbevelingen

Voor het juist uitvoeren van lichtberekeningen en verantwoord toetsen van de gelijkwaardigheid van vensterglas en Solatube producten binnen de vereisten van het Bouwbesluit is een handreiking wenselijk. Dit voor ontwerpers en toetsende instanties. De handreiking geeft beknopt de volgende werkmethode aan om te komen tot toetsbare gegevens.

7 Handreiking rekenmethode

Om de verschillen en overeenkomsten ten aanzien van het invallend daglicht te kunnen bepalen is het berekenen van de verlichtingssterkten een betrouwbaar toetsmiddel.

Inmiddels is er vrij beschikbare software die daglichtberekeningen relatief eenvoudig kunnen uitvoeren, onder andere: Dialux en Relux.

Een ruimte wordt ingevoerd en voorzien van de aanwezige reflectiefactoren van wanden, vloer en plafond. Het gewenste glasoppervlak wordt in de gevel aanbracht. Echter niet kleiner dan de vereiste openingen zoals aangegeven in het Bouwbesluit. In verband met maximale zichtbaarheid in combinatie met een maximale lichtinval, wordt uitgegaan van een vierkant glasoppervlak, 0,8 m vanaf de vloer. Dit is een modaal voorkomend en dus een reële en praktische vensterhoogte.

De exacte GPS-positie en datum voorzien van tijdstip 14.00 uur, worden ingevoerd. De berekeningen worden uitgevoerd met een bewolkt hemeltype. Deze wordt dan ook geselecteerd*.

*Voor de berekening van de daglichtfactor is het tijdstip niet relevant. Omdat de verlichtingssterkte wordt berekend is dat in dit geval wel van belang.

Er wordt een berekeningsvlak ingevoerd met een randzone van 0,6 m op een hoogte van 0,75 m. Tevens wordt een berekeningspunt aangebracht in het hart van de ruimte; ook op een hoogte van 0,75 m.

De ruimte wordt gekopieerd en het vensterglas wordt verwijderd. In het plafond worden een of meerdere van de Solatube producten geplaatst. Voor elk type is een gemeten datafile (eulmdat-file) beschikbaar. Deze wordt door de betreffende programma's herkend als een kunstlichtbron. De lichtstroom van de datafiles dient te worden aangepast aan het tijdstip namelijk: het betreffende maandgemiddelde. Afhankelijk van de maand geven de producten meer of minder licht door het invallende daglicht. Hiervoor is een tabel ontwikkeld die door Techcomlight BV ter beschikking wordt gesteld.

	Gemiddelde lichtstromen per maand bewolkte hemel						
<i>maand</i>	<i>Solatube 160-DS</i>	<i>Solatube 290-DS</i>	<i>Solatube 330-DS-C</i>	<i>Solatube 750-DS-C</i>	<i>Solatube 330-DS-O</i>	<i>Solatube 750-DS-O</i>	
Januari	130	261	556	332	701	453	
Februari	187	377	803	480	1012	654	
Maart	274	551	1173	701	1479	956	<i>lente</i>
April	360	725	1544	922	1947	1258	
Mei	433	870	1853	1107	2336	1509	
Juni	476	957	2038	1218	2570	1660	<i>zomer</i>
Juli	505	1015	2161	1291	2725	1761	
Augustus	461	928	1976	1181	2492	1610	
September	346	696	1482	885	1869	1208	<i>herfst</i>
Oktober	260	522	1112	664	1402	906	
November	144	290	618	369	779	503	
December	101	203	432	258	545	352	<i>winter</i>
jaargem.:	306	616	1312	784	1655	1069	
halfjaar gem.: apr-sept	430	865	1842	1101	2323	1501	

*Lichtstromen afgeleid van afwisselend hemeltype met een gemiddeld berekende omrekenfactor van 0,3.

De lichtberekeningen worden uitgevoerd waarna de uitkomsten van de berekeningsvlakken en punten met elkaar kunnen worden vergeleken.

Tevens zijn er 3D-renderingen beschikbaar die een indicatie geven van de effecten van het licht in de betreffende ruimte bij de verschillende opties.