

's-Hertogenbosch, 18-08-2015

Kenmerk: 436802-05-not004-pts-LED vs Solartube en PV definitief

Betreft: Gemeentekantoor Wijchen

Naar aanleiding van de notitie duurzaamheid met als kenmerk: 436801-05-rap002-gvl-duurzaamheid en gedateerd op 16 maart 2015 hebben wij van de gemeente Wijchen het verzoek gekregen om op een twee tal punten aanvullend onderzoek te doen naar optimalisatie mogelijkheden ten aanzien van duurzaamheid. Het betreffen de volgende aspecten:

1. Optimalisatie verlichtingsplan;
2. Opnemen van Solartubes
3. Plaatsen van extra PV panelen;

In deze notitie wordt op de onderwerpen dieper ingegaan.

Optimalisatie verlichtingsplan

Het huidige gebouw is voorzien van conventionele TL verlichting.

Het is aan te bevelen om in de kantooromgeving energiezuinigere verlichting toe te passen. In basis zijn voor de gangen en toiletten al energiezuinige LED downlight / spot armaturen opgenomen in het ontwerp. Voor de werkplekken zijn daar momenteel twee duurzame uitvoeringen voor verkrijgbaar te weten TL5 armaturen of LED armaturen. Hieronder zijn de verschillen van de TL5 armaturen en LED armaturen weergegeven met de bijbehorende eigenschappen.

Naast de energiezuinige verlichting kan ook energie worden bespaard door het toepassen van solartubes waardoor daglicht in ruimten wordt gebracht waar normaliter geen daglicht of beperkt daglicht is.

Levensduur

De levensduur van A-merk fabricaten LED armaturen is 50.000 uur met L70. Dit betekent dat de lichtstroom tot 70% mag dalen na 50.000 uur branduren. Met lichtstroom wordt bedoeld de hoeveelheid licht welke een armatuur uitstraalt. Na 50.000 uur mag de lichtstroom niet onder de 70% komen. Het wil niet zeggen dat de lichtstroom ook werkelijk gedaald is tot 70%. In de praktijk zou het hoger kunnen zijn en dat bijvoorbeeld nog 80% van de originele lichtstroom aanwezig is.

Steeds meer armaturen van A merk fabricaten zijn L80 80.000 uur en deze ontwikkeling gaat heel erg snel. Een en ander is afhankelijk van het gekozen armatuur en het fabricaat. Voor dit project is een LED armatuur geselecteerd welke geschikt is voor werkplekverlichting. Dit armatuur heeft een levensduur van 80.000 uur met L80. Na 80.000 uur mag de lichtstroom niet onder de 80% komen.

Om te voorkomen dat een verschil in lichtstroom wordt waargenomen kan gebruik worden gemaakt van constant licht output, afgekort CLO. Hierbij wordt de elektronica (driver) van het LED armatuur zo geprogrammeerd dat het in begin van de levensduur minder stroom geeft waardoor een energiebesparing optreedt en het lumenstroom lager is maar wel voldoet aan de eisen van een werkplek. Gedurende de levensduur wordt de stroom iets verhoogd. Door het verhogen van de stroom neemt de lichtstroom toe en zal de lichtoutput gedurende de levensduur constant blijven. Het grote voordeel van CLO zit hem in het feit dat de verlichtingsinstallatie bij in gebruik name niet over gedimensioneerd hoeft te worden om toch te kunnen garanderen dat we voldoen aan de diverse eisen en wensen aan het eind van de levensduur. Bij TL5 armaturen is over dimensionering wel van toepassing en zal bij aanvang meer licht uit een TL5 armatuur komen dan op einde levensduur.

Door gebruik van CLO krijgt de gebruiker het juiste licht in de juiste hoeveelheid op de juiste plaats. Verminderd energieverbruik bij aanvang levert een kleinere impact op het milieu op, daarnaast zijn ook de operationele kosten lager.

Een standaard TL5 lichtbron van Philips heeft een levensduur van circa 19.000 uur. Een High Efficiency Xtra Eco TL5 lamp van Philips heeft een levensduur van circa 30.000 uur. Deze lichtbronnen zijn circa 2 tot 3 keer zo duur als standaard TL5 lichtbronnen. Ook neemt bij TL5 verlichting de lichtstroom af. Echter zijn dit een aantal procenten en is dit beperkter ten opzichte van de LED armaturen. Een hoogfrequent voorschakelapparaat van een TL5 armatuur heeft een levensduur van 50.000 uur bij 10% uitval. Na deze 50.000 uur valt de verlichting compleet uit en dienen de voorschakelapparaten van het TL5 armatuur te worden vervangen.



Energiezuinigheid en CO2 reductie

LED armaturen hebben een hoge lumen/watt verhouding waardoor zeer efficiënt met de energie wordt omgegaan. De lumen/watt verhouding van het TL5 armatuur welke voor dit project is geselecteerd is 76 lumen/watt. Het geselecteerde LED armatuur voor dit project heeft een lumen/Watt verhouding van 105 lumen/Watt.

Indien CLO wordt toegepast wordt nog meer energie gereduceerd. Indien TL5 verlichting wordt vervangen door LED armaturen is de reductie minder echter de ontwikkelingen van de diverse fabrikanten gaat zeer snel en de lumen/watt verhouding zal voor LED armaturen de komende jaren aanzienlijk stijgen waardoor de verschillen tussen TL5 armaturen en LED armaturen groter wordt.

Door de energiezuinigheid van LED armaturen resulteert het in een reductie van het stroomverbruik en dus een reductie van CO2 opwekking.

Onderhoud

Door de lange levensduur van LED armaturen van 50.000 en zelfs 80.000 uur of meer is minder onderhoud aan de armaturen nodig. Na het verstrijken van de tijd dient te worden bekeken of de LED armaturen nog voldoen aan de van toepassing zijnde eisen of dat deze vervangen dienen te worden door nieuwe armaturen. Doordat LED robuust zijn hebben deze geen last van trillingen en gaan de LED lichtbronnen niet stuk. Lichtbronnen hoeven niet vervangen te worden. Door de grote ontwikkeling in LED armaturen wordt de levensduur van LED armaturen steeds langer waardoor onderhoud in vervanging steeds lager wordt. Daarnaast worden LED armaturen ook steeds goedkoper.

Bij TL5 armaturen dient de lichtbron te worden vervangen na 19.000 uur voor een standaard lamp of na 30.000 uur bij een High Efficiency Xtra Eco TL5 lamp. Een voorschakelapparaat (de elektronica van een TL5 armatuur, afkort met VSA) dient na 50.000 uur te worden vervangen. Bij een TL5 armatuur dienen componenten sneller te worden vervangen dan ten opzichte van een LED armatuur. Na de vervanging van deze componenten heeft een TL5 armatuur een tweede leven. Zowel de LED armatuur als de TL5 armatuur dient eens in de zoveel tijd te worden gereinigd. Hoe vaker deze wordt gereinigd des te meer wordt de lichtstroom optimaal benut. Reinigen van de armaturen is evenredig in tijd en wordt verder buiten beschouwing gelaten.

Het veelvuldig schakelen van TL5 verlichting is nadelig voor de levensduur van een TL5 lichtbron. Een LED lichtbron is voor het schakelen niet gevoelig en heeft geen negatieve gevolgen voor de levensduur.

Beleving

Door de technische hogeschool van Lund is een studie gedaan naar verlichting met traditionele TL5 lichtbron versus een LED lichtbron. Bij de test zijn twee gelijkwaardige kantoorruimtes gebouwd waarbij in beide gevallen direct boven de werkplek en aanvullend omgevingslicht op de wanden was gepland. Het resultaat van deze test was dat bij de LED verlichting een omgevingslicht van 100cd/m² opgevat werd als lichter en prettiger dan bij TL5 verlichting. Indien het lichtniveau werd opgevoerd bleef dit zo tot 300cd/m². In deze praktijktest komt naar voren dat LED verlichting als prettiger wordt ervaren dan TL5 verlichting.

Straling

LED armaturen geven een beperkte hoeveelheid warmte af. De warmte van LED armaturen komt niet van de lichtbron maar van de achterzijde van het armatuur. Daar waar het licht van een LED armatuur vandaan komt is feitelijk geen warmte afgifte. Bij inbouwarmaturen is dit boven het verlaagd plafond en niet in de verblijfsruimte zelf. Indien de warmte aan de achterzijde van een LED armatuur niet goed weg kan en de warmtehuishouding van een LED armatuur dus niet goed is zal dit de levensduur van het armatuur doen afnemen. Van belang is dat LED armaturen van een A-merk fabricaat worden geselecteerd.

Een TL5 armatuur heeft ook een beperkte warmteafgifte. Echter komt deze warmteafgifte van zowel de lamp als het VSA. De uiteinden van een TL5 lamp zijn qua temperatuur met de hand aan te raken maar wel warm. De warmtelast komt hierdoor ook in de verblijfsruimte. De TL5 armaturen, van A-merk fabrikanten, gebruiken de reflector om de temperatuur in de reflector te houden zodat in deze reflector een constante temperatuur ontstaat van 35 graden Celsius. Dit is de ideale werktemperatuur van een TL5 lamp waarbij de lamp optimaal functioneert.

Door gebruik te maken van LED armaturen is er ook geen straling van ultraviolet licht welke wel aanwezig is in reguliere TL5 armaturen.

In een Briefadvies "Gezondheidsrisico's van leds" opgesteld door de Gezondheidsraad met kenmerk: U-8303/EvV/tvdk/789-B1 en datum 27 januari 2015 wordt gesteld dat door het blauwere licht in verlichting, smartphones, tablets en beeldschermen mogelijk ook risico's voor de gezondheid voren zoals verstoring

van de biologische klok en oogschade. In dit rapport betreft het alle bronnen welke licht uitstralen middels LED technologie.

De Nederlandse Licht Associatie heeft in februari 2015 op het bovenstaande briefadvies van de gezondheidsraad gereageerd.

In het briefadvies van de Gezondheidsraad wordt gepleit om onderzoek te doen naar eventuele negatieve gevolgen van het langdurig kijken naar LED lichtbronnen als schermen/devices. Deze lichtbronnen kunnen niet een op een vergeleken worden met het gebruik van LED-lampen voor algemene verlichting. Zo heeft het licht in een scherm gemiddeld een hogere lichttemperatuur (6000 Kelvin of meer = helder wit licht) en kijkt men langdurig en rechtstreeks naar een scherm (lichtbron). Dit in tegenstelling tot LED-lampen voor algemeen gebruik waar men in principe niet naar kijkt.

LED lampen zijn niet schadelijker dan andere lichtbronnen. Licht is een belangrijke hulp bij onze dagelijkse activiteiten en kan positieve invloed hebben op hoe wij ons voelen. Elke lichtbron heeft schadelijke gevolgen bij overexposure, te vergelijken met te lang in de zon zitten of langere tijd rechtstreeks in een lichtbron kijken. Het gebruik (exposure) van licht in schermen is van een andere orde.

LED-lampen zijn veilig voor gebruik door consumenten. In Europa zijn deze lampen onderworpen aan EU-richtlijnen en alle LED-lampen van ELC-ondernemingen voldoen aan deze richtlijnen. Dit verzekert dat hun producten veilig te gebruiken zijn en geen invloed hebben op de gezondheid van consumenten. Dit betekent dat blootstelling aan het licht van een LED-lamp even veilig is als de blootstelling aan natuurlijke verlichtingsomstandigheden – zoals wandelen in de open lucht – of aan willekeurig welke normale kunstlichtbron.

Evenals alle andere lichtbronnen produceren ook LED-lampen een kleine hoeveelheid blauw licht. Dat is echter maar een kleine fractie van het aandeel blauw in natuurlijk daglicht, en niet meer dan wat er voorkomt in licht van andere lichtbronnen zoals gloeilampen, halogeen- en spaarlampen of fluorescentielampen. Ter vergelijking: de dagelijkse blootstelling aan blauw licht op een zomerse dag is minstens 1.000 maal sterker dan bij kunstlicht het geval is.

De ondernemingen die lid zijn van de ELC voldoen aan alle relevante wetgeving om te verzekeren dat hun producten geen negatieve invloed hebben op de gezondheid van consumenten. Deze wetgeving omvat de CE-markering, de Algemene Richtlijn Productveiligheid en de Richtlijn voor bescherming van werknemers tegen de risico's die verband houden met fysische agentia (kunstmatige optische straling).

Snelle responstijd

LED armaturen hebben geen 'opwarmtijd' nodig zoals bij een TL5 armatuur. Een TL5 armatuur dient eerst op te warmen voordat deze de volle lichtsterkte kan leveren. Hoe kouder de omgeving is des te langer het duurt voordat een TL5 armatuur zijn volledige lichtsterkte kan geven. In koude ruimten als een koelcel dient aanvullende maatregelen worden genomen om de volledige lichtsterkte te benutten of te worden geaccepteerd dat de volledige lichtsterkte niet optimaal benut wordt. De responstijd zal bij aanvang van de werkzaamheden in de ochtend of na de lunchpauze duidelijk zichtbaar zijn. Na een aantal minuten geeft de TL5 lamp de volledige lichtsterkte.

Aanschafprijs

De aanschafprijs van LED verlichting is circa 2 maal hoger dan die van de reguliere TL5 verlichting. Een en ander is sterk afhankelijk van het gekozen verlichtingsarmatuur welke in het lichtplan wordt geïmplementeerd.

De meer investering om de werkplekken uit te voeren met LED armaturen ten opzichte van TL5 armaturen is circa € 35.000,00

Besparing van energie

De besparing van elektriciteit bij het toepassen van LED armaturen ten opzichte van TL5 armaturen is hieronder weergegeven.

Uitgangspunten LED verlichting

Economische levensduur	30	jaar	
Branduren verlichting per jaar:	2.500	h	
Verbruik TL5-armatuur:	58	W	
Verbruik LED-armatuur:	50	W	
Levensduur/branduur TL5-lichtbron:	19.000	h	
Vervangingstijd VSA van TL5 armatuur	50.000	h	(10% vervangen)
Levensduur/branduur LED-armatuur:	80.000	h	
Vervangingstijd driver van LED armatuur	100.000	h	(10% vervangen)
Energieprijs:	0,12	€/kWh	
Totaal aantal armaturen in project:			
is van toepassing voor zowel TL5 als LED	150	stuks	

Berekening reductie elektraverbruik LED verlichting

Elektra besparing LED verlichting (58W – 50W) x 2.500 h x 150 st = 3.000.000 Wh / jaar.
Energiekosten besparing LED verlichting 3000 kWh x € 0,12 = € 360,00 / jaar.

Vervangingstijd (levensduur) van lichtbron TL5: 19000 h / 2500 h/j = 7,6 / jaar.
Kosten vervangen lichtbron TL5: €12,00 inclusief arbeid.
Kosten per jaar vervanging 150 st lichtbron TL5: 150 x €12,00/7.6 €237,00 / jaar.

Vervangingstijd (levensduur) van VSA TL5: 50.000 h / 2500 h/j = 20 / jaar.
Kosten vervangen VSA TL5 : €50,00 inclusief arbeid.
Kosten per jaar vervangen 15st (10%) VSA TL5: 15 x €50,00 / 20 j = €37,50 / jaar.

Vervangingstijd (levensduur) van driver LED: 100.000 h / 2500 h/j = 40 / jaar.
Kosten vervangen driver LED : €150,00 inclusief arbeid.
Kosten per jaar vervangen 15st (10%) driver LED: 15 x €150,00 / 40 j = €56,25 / jaar.

Totaal besparing energie bij toepassing LED €360,00 / jaar.
Totaal besparing t.g.v. vervangingskosten TL5 lichtbron €237,00 / jaar.
Totaal meerkosten uitval driver t.o.v. VSA € 18,75 / jaar
Totaal besparing €578,25 / jaar.

Terugverdientijd

De terugverdientijd is €35000 / €578,25 / j=60 jaar.

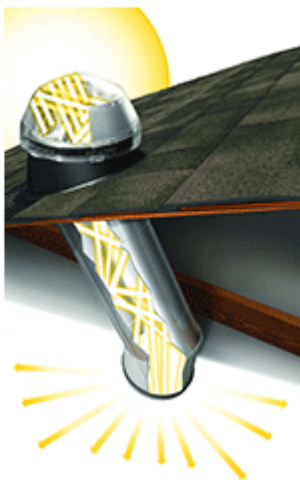
Doordat de economische levensduur van 30 jaar van de installaties is het vervangen van preventief vervangen van lichtbronnen, VSA's en drivers opgenomen. Het vervangen van de armaturen is hierin niet in opgenomen. Na de levensduur van 30 jaar zal bij aanschaf geen TL5 verlichting meer leverbaar zijn en zal verlichting bestaan uit LED verlichting of een opvolger van LED verlichting.

Door de jaren ontwikkeling van de afgelopen jaren heeft LED verlichting een enorme toevlucht genomen. Diverse gerenommeerde A-merk fabrikanten geven aan dat binnen nu en circa 5 jaar geen downlight (spot armatuur met spaarlamp) en TL5 armaturen meer zullen produceren. Deze fabrikanten gaan alleen nog LED armaturen produceren. Door het toepassen van A-merk fabricaten verlichtingsarmaturen, zowel LED armaturen als TL5 armaturen, wordt een goede kwaliteit van verlichting gegarandeerd. De fabricaten leveren LED armaturen van dezelfde kwaliteit lichtuitstraling als TL5 armaturen. Indien het juiste armatuur geselecteerd wordt voor de juiste toepassing en op de juiste manier in een lichtplan geïmplementeerd wordt zijn er geen negatieve invloeden door het toepassen van LED armaturen.

Een kantoorgebouw als het gemeentekantoor van Wijchen welke voorzien zijn van LED armaturen geeft ook voor de buitenwereld aan dat de gemeente Wijchen duurzaamheid hoog in het vaandel heeft staan en dat de gemeente Wijchen graag wil bijdragen aan een duurzame leefklimaat. De extra investering in het toepassen van LED verlichting bij de werkplekken zal nooit terugverdiend worden door het energieverbruik en onderhoud. Indien gekozen wordt voor LED verlichting is dit vanwege de duurzame uitstraling en niet vanwege economisch oogpunt.

Solartubes

Het is mogelijk om, met behoud van de basis van de bestaande constructie, extra daglicht in het gemeentekantoor Wijchen te brengen. Middels een Solatube / lichtbuis (kleine lichtkoepel) wordt het opgevangen daglicht nagenoeg zonder lichtverlies getransporteerd naar de gewenste ruimte. Hierbij wordt geen warmte naar binnen gehaald, maar alleen het daglicht. Overdag is er dus daglicht op elke plek onder het dak door het daglichtsysteem. Bij duister / avond is het mogelijk om de daglichtbuis te voorzien van een LED armatuur. Deze verlichting in de daglichtbuis wordt aangeschakeld op basis van aanwezigheid en daglicht. Het armatuur in de daglichtbuis brand dus alleen wanneer er iemand aanwezig is terwijl het buiten donker is.



De elektrische energie die per cocon wordt gebruikt is circa 70W. Bij 2500 branduren per jaar is dit circa 175kWh besparing per jaar per cocon.

Bij het toepassen van 40 solartubes bij cocons levert dit een besparing op van 7000kWh

De financiële besparing is $7000\text{kWh} \times €0,12 = €840,00$

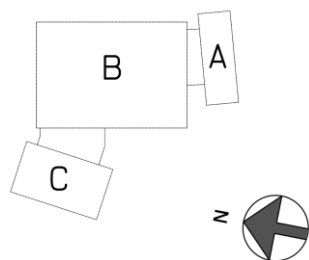
De investering van 40 solartubes is € 800,00 per stuk wat resulteert in een totale investering van €32000,00.

De terugverdientijd van deze solartubes is circa 38 jaar.

PV panelen

Op basis van de eerste duurzaamheidsnotitie is gekozen voor toepassing van PV panelen op het dak van het gemeentekantoor. De gemeente heeft er voor gekozen om deze duurzaamheidsoptie mee te nemen in de verdere uitwerking van het definitief ontwerp. In deze eerste duurzaamheidsnotitie zijn in het totaal 146 PV panelen aangebracht. De investering hiervan is €51.000,00 en levert per jaar 30.879 kWh op.

Aanvullend is de vraag gekomen of het mogelijk is om nog meer PV panelen te plaatsen op het gemeentekantoor en wat hiervan de extra investering, energie oplevering en terugverdientijd van is. Het gehele dak is opnieuw ingedeeld met PV panelen om een optimalisatie te creëren. Het gemeentekantoor is op te delen in 3 bouwdelen te weten bouwdeel A, bouwdeel B en bouwdeel C. Onderstaand is een weergave gegeven van de plattegrond met de betreffende bouwdelen.



Bouwdeel A

Op bouwdeel A worden 50 stuks PV panelen aangebracht op het hellende dak. De hellingshoek van het dak is 45 graden. De panelen wijken 15 graden af van de zuidoriëntatie. De maximale opbrengst van de PV panelen is hiermee 98%.

Bouwdeel B

Op bouwdeel B worden 62 stuks PV panelen aangebracht op het platte dak. Onder deze PV panelen dient een frame te worden aangebracht waarop de PV panelen worden bevestigd. De meest ideale hoek van deze frame dient 38 graden te zijn ten opzichte van het dak. De frames met PV panelen wijken 12 en 15 graden af van de zuidoriëntatie. De maximale opbrengst van de PV panelen is hiermee 99%.

Bouwdeel B-C

Op bouwdeel B-C worden 27 stuks PV panelen aangebracht op het platte dak. Onder deze PV panelen dient een frame te worden aangebracht waarop de PV panelen worden bevestigd. De meest ideale hoek van deze frame dient 38 graden te zijn ten opzichte van het dak. De frames met PV panelen wijken 12 en 15 graden af van de zuidoriëntatie. De maximale opbrengst van de PV panelen is hiermee 99%.

Bouwdeel C

Op bouwdeel C worden 49 stuks PV panelen aangebracht op het hellende dak. De hellingshoek van het dak is 43 graden. De panelen wijken 84 graden af van de zuidoriëntatie. De maximale opbrengst van de PV panelen is hiermee 81%.

In het totaal worden 188 PV panelen aangebracht op de diverse daken van het gemeentekantoor Wijchen. In de eerste duurzaamheidsnotitie waren dit 146 stuks. In totaal worden 42 extra PV panelen voorzien

De investering van de PV panelen is per bouwdeel hieronder weergegeven.

Bouwdeel A

50 stuks PV panelen op hellend dak: € 16.000,00

Bouwdeel B

62 stuks PV panelen op vlak dak met frame: € 23.500,00

Bouwdeel B-C

27 stuks PV panelen op vlak dak met frame: € 10.250,00

Bouwdeel C

49 stuks a PV panelen op hellend dak: € 15.500,00

In totaal investering van de drie bouwdelen opgeteld is € 65.250,00

De extra investering is € 65.250,00 – € 51.000,00 = €14.250,00

De levensduur van deze panelen is circa 20 jaar en dienen jaarlijks te worden gereinigd. Een en ander is afhankelijk van de aanwezige vervuiling van de PV panelen.

In het totaal leveren de PV panelen

Bouwdeel A

50 stuks PV panelen op hellend dak: $50 \text{ stuks} \times 255\text{Wp} \times 98\% = 12.495\text{Wp}$

Bouwdeel B

62 stuks a PV panelen op vlak dak met frame: $62 \text{ stuks} \times 255\text{Wp} \times 99\% = 15.652\text{Wp}$

Bouwdeel B-C

27 stuks a PV panelen op vlak dak met frame: $27 \text{ stuks} \times 255\text{Wp} \times 99\% = 6.816\text{Wp}$

Bouwdeel C

49 stuks a PV panelen op hellend dak: $49 \text{ stuks} \times 255\text{Wp} \times 81\% = 10.121\text{Wp}$

In totaal leveren de drie bouwdelen opgeteld 45.084Wp

Het extra geleverde vermogen is $45.084\text{WP} - 34.310\text{WP} = 10.774\text{Wp}$

In de eerste duurzaamheidsnotitie werd door 146 PV panelen 30.879 kWh/jaar opgewekt

Door het toevoegen van 42 extra PV panelen en het toepassen van verbeterde PV panelen wordt in totaal 40.575kwh/jaar per jaar opgewekt.

In totaal wordt door het aanbrengen van 42 extra PV panelen 9696kWh/jaar extra energie opgewekt.

Dit levert een besparing op van $9696\text{kWh} \times €0.12 = €1.163,00$ per jaar.

De terugverdientijd van deze extra PV panelen is 14 jaar wat overeenkomt met de eerste duurzaamheidsnotitie.

Als aanvulling op de PV panelen op de daken wordt nog voorgesteld om PV-cellen op te nemen in het glasdak van de vide.

Door toevoeging van deze PV cellen wordt van binnenuit ook goed zichtbaar dat er op het dak PV cellen worden geplaatst. De extra PV cellen leveren tevens extra elektriciteit. Daarnaast is de dichtheid van de PV cellen versus glas zodanig gekozen dat er voldoende daglicht komt op de 1^e verdieping, zodat daar arbo waardige werkplekken kunnen worden gerealiseerd. Anderzijds verminderen de PV cellen de directe zoninstraling waardoor er geen overvloedige warmte naar binnen komt in de vide als gevolg van zonlicht instraling.



De dichtheid van de PV-cellen in het glas is zo gekozen dat er een glasdak (inclusief PV-cellen) resulteert met een doorlaatfactor van de zonnewarmte (ZTA-waarde) van 0,53.

De pv-cellen hebben een oppervlak van ca. 10 x 10 cm, de totale glasplaat (per oppervlak PV-cel) een oppervlak 26 x 26 cm. Per PV-cel wordt er ca. 3,8 Wp opgewekt.

Totaal worden er in het glasdak 630 PV-cellen opgenomen.

De meer-investering van PV cellen in het glas is geraamd op ca. €10.000,-

Het totaal aan geleverd vermogen bedraagt 2097 kWh/jaar. Dit levert een besparing op van $2097 \text{ kWh} \times € 0.12 = € 251,64$ per jaar, wat neerkomt op een terugverdientijd voor de duur van circa. 39 jaar.

Einde notitie.