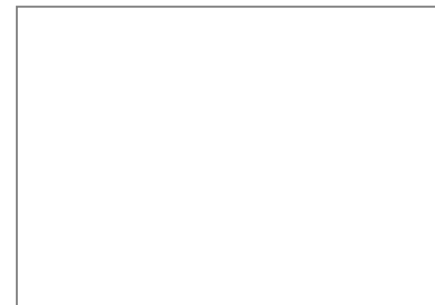
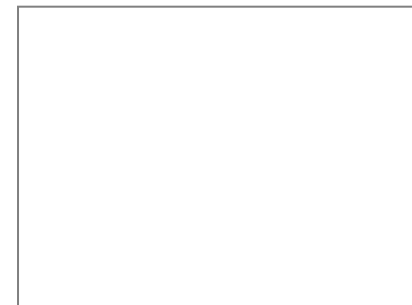




100% **Schoonlicht** in Scholen

PRESTATIE EISEN



Inhoudsopgave

1. **Het belang van daglicht in het onderwijs**
2. **Schoonlicht, definitie**
3. **Daglicht**
 - 3.1 Daglichtambitie
 - 3.2 Verlichtingeisen en functies
 - 3.3 Referenties
4. **Besparingsopties**
5. **Prestatie-eisen**
 - 5.1 Prestatie-eisen op basis van PvE Frisse scholen

Literatuurlijst

Opdrachtgever: Dhr. H. Korbee, AgentschapNL
Voorzitter: Dhr. P. Elemans, Stichting Living Daylights
Daglicht: Dhr. T. Haartsen, Climatic Design Consult
Kunstlicht: Dhr. R. Visser, Rienk Visser Lichtontwerp en -advies.
Onderwijs: Dhr. L. Heijnders, Service Centrum Scholenbouw
Communicatie: Dhr. D. Teeuwen / H. Elsendoorn, Communication Concert

Stichting Living Daylights
Bemurde weerd OZ3514 AP Utrecht

Living Daylights



Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties

1. Belang van licht in het onderwijs

Maatschappelijke ontwikkelingen

Krimp overspoelt Nederland en ook het primaire onderwijs. Landelijk zal een terugloop van het aantal leerlingen gaan plaatsvinden met bijna 7% tussen 2006 en 2040. Door deze ontwikkeling is de verwachting dat een efficiëntieslag zal plaatsvinden -en al plaats vindt- door fusies op bestuurlijk niveau. Daarnaast is de verwachting dat de concurrentie positie van scholen zal worden vergroot door aandacht voor meer onderwijskwaliteit en betere binnenmilieu- en leeromstandigheden. Een ouder kiest behalve voor een onderwijsconcept sneller voor een frisse school dan voor een bedompte. Naast een goede kwaliteit van verse lucht, de juiste temperatuur en een goede akoestiek is een goede daglichtkwaliteit van grote waarde. Waarom?.....

A. Betere leerprestaties met veel Schoonlicht

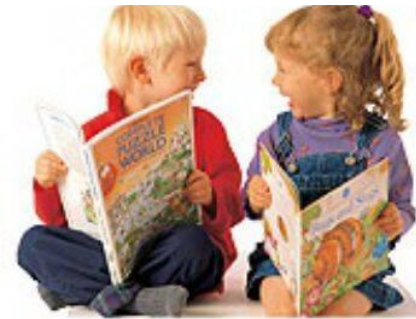
Wereldwijd is uit onderzoek gebleken dat natuurlijk daglicht een positieve bijdrage heeft op concentratie, gedrag, aandacht, welbevinden, motivatie en leerprestaties. De Heschong Mahone Group bijvoorbeeld onderzocht 20.000 leerlingen in Amerika (waar soms in in pandige ruimten les wordt gegeven) en constateerde een significante verbetering in concentratie en leerprestaties. In betere daglichtconditie's stegen de leerprestaties met 11 tot 18%. Andere onderzoeken, bijvoorbeeld die van Philips in samenwerking met Universiteit Twente, geven een soortgelijke uitkomst.

B. Minder ziekteverzuim met Schoonlicht

Bij een aantal van de uitgevoerde onderzoeken over de invloed van licht op de gezondheid is ook gebleken dat daglicht bevorderend is voor het welzijn en kan zorgen voor minder ziekteverzuim. Het gemiddelde landelijke percentage van 6% kan dus door voldoende daglichttoetreding worden verlaagd.

C. Minder energiegebruik met Schoonlicht

Een efficiënte daglichttoetreding en een energie-efficiënte kunstverlichting die bovendien daglichtafhankelijk kan worden geregeld, kan een besparing op het energiegebruik opleveren die aanzienlijk is.



2. Schoonlicht, definitie

Licht is met de luchtkwaliteit, de warmte huishouding en de geluidskwaliteit een belangrijk onderdeel van het totaal aan binnenklimaat.

100% Schoonlicht ontstaat door de volgende drie ontwerpuitgangspunten aan te houden:

A. Maximaliseren efficiëntie daglichttoetreding

Maximaal gebruik van daglicht: Een daglicht autonomie van 70%. Gemiddeld is dan op jaarbasis 70% van de tijd geen kunstverlichting nodig. (daglichtfactor minimaal 3%) Dit is alleen mogelijk bij zoveel mogelijk onbelemmerde daglichttoetreding en beperking van de warmte-uitstraling 's nachts. Daglichttoetreding uiteraard wel zonder nadelige warmte-instraling en verblinding.

B. Minimaliseren energiegebruik

Door vervangen van armaturen met conventionele voorschakelapparatuur door armaturen met elektronische, hoogfrequente (HF)-voorschakelapparatuur is een besparing mogelijk met circa 40%. Door toepassing van armaturen voorzien van regelbare hoogfrequente voorschakel apparaten in combinatie met een daglichtafhankelijke lichtregeling en bewegingsmelders kan dit oplopen tot meer dan 75%.

C. Duurzame energiebronnen

Om een energieneutrale kunstverlichting te realiseren moet de elektrische energie die uit het net wordt opgenomen worden gecompenseerd door eigen stroomopwekking. Dit kan in de vorm van PV-cellen en/of windenergie. Beide vragen om bouwkundige voorzieningen op het dak of naast het gebouw die een langdurige en probleemloze energieopwekking mogelijk maken.



Wat is Schoonlicht?

- Mooi
- Functioneel
- Duurzaam: Zuinig , lampen zonder giftig cadmium
- Goedkoper in gebruik
- Gezond: bevordert welzijn en leerprestaties



3. Daglicht

3.1 Daglichtambitie

Licht is gezond

Behalve voor de uitvoering van visuele taken, vervult licht ook een belangrijke rol bij de gezondheid van kinderen en volwassenen. Dit is het zogenaamd biologisch effect van licht. Dit blijkt uit grootschalige, medisch-wetenschappelijke onderzoeken met proefpersonen van de afgelopen 25 jaar.

Vooraf relatief hoge lichtniveaus op het oog sturen:

- de biologische klok en daarmee ons dag- en nachtritme. Onderstaande grafiek illustreert het verloop van waakzaamheid, activiteitsniveau en de lichaamstemperatuur over de dag;
- de stemming. Korte grijze dagen 's winters kunnen winterdepressie veroorzaken (SAD: Seasonal Affective Disorder) of winterblues, een lichtere vorm hiervan;
- de alertheid en activiteit. Nachtploegen bijvoorbeeld werken effectiever met minder faalkosten bij zeer hoge lichtniveaus.

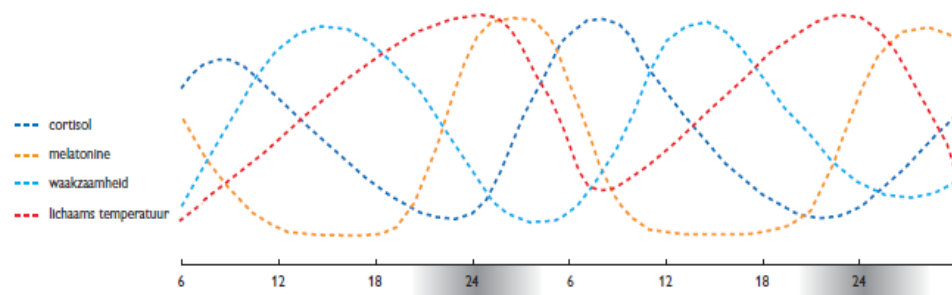
Absentiepercentages verminderen in het algemeen bij hoge lichtniveaus. Tevens blijkt dat *variatie in verlichtingsomstandigheden* het activeringsniveau van leerlingen en leraren ten goede komen.

Daglicht doet het goed

Belangrijk voordeel van gebruik van veel en goed daglicht is dat de lichtkleur varieert over de dag en zorgt voor een natuurlijke afstemming van het activiteitsniveau over de dag, maar ook aansluit op het natuurlijk verloop van lichtintensiteiten over de seizoenen. Zo is het koele en relatief blauwe opwekkende ochtendlicht bevorderlijk voor de alertheid en concentratie terwijl het warmere avondlicht een ontspannende en rustgevende werking heeft.

Daglichtambitie

Creëer, om een zo natuurlijk mogelijk verloop van het licht over de dag en het seizoen te volgen, met gedurende een groot deel van de tijd bovengenoemde positieve effecten, een ruime daglichttoetreding. Daartoe is het gewenst dat ook verder van de gevel afgelegen plekken in leslokalen een daglichtfactor van tenminste 3% krijgen en een zo groot mogelijk deel van de lokalen een daglichtfactor van 5% of meer. Laat zowel leerlingen als leraren minimaal 30 minuten per dag in het volle daglicht buiten verblijven.



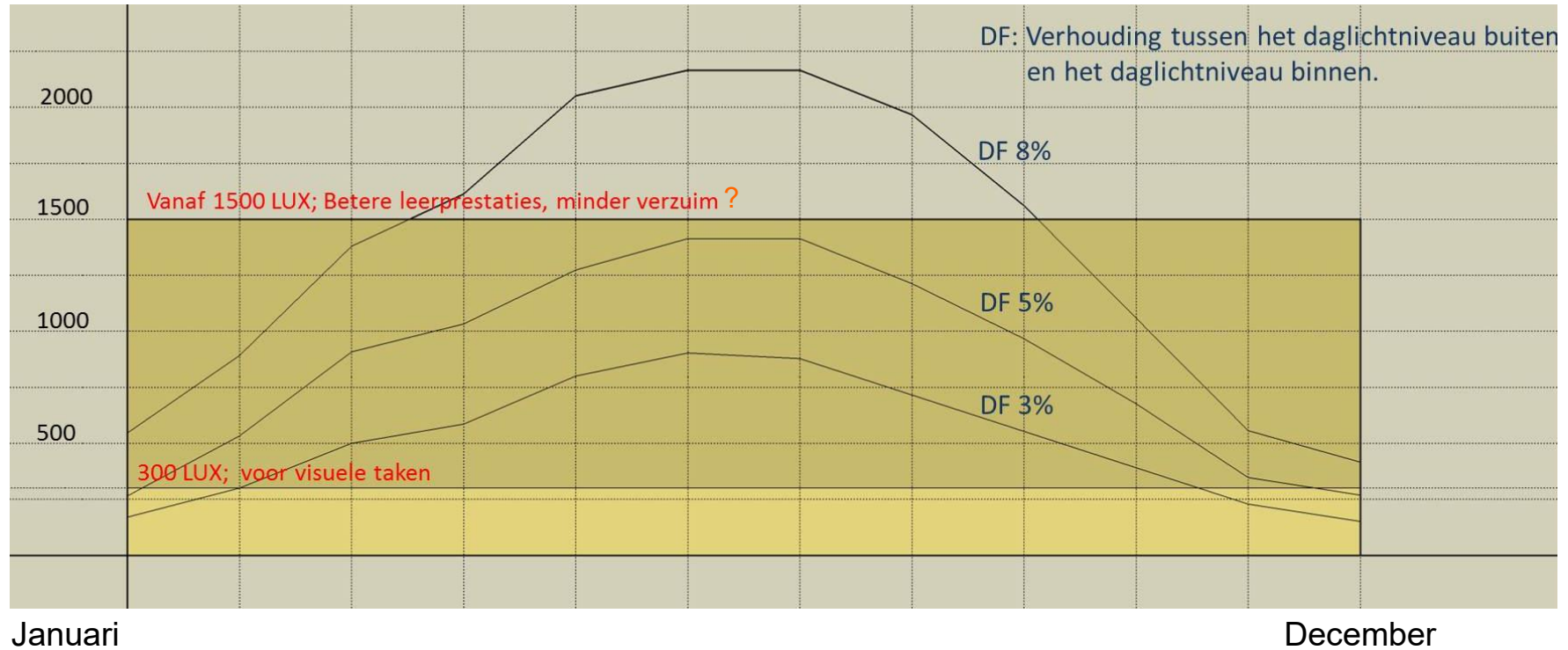
De afbeelding toont hoe daglicht onze lichaamsprocessen stuurt

Concretisering daglichtambitie in de bouwopgave

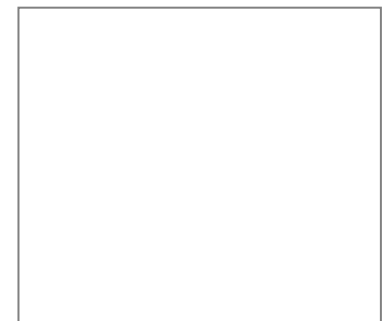
Streef in het midden van de lokalen daglichtfactoren in de klasse goed (B) 5% of zeer goed (A) 8% na volgens het Programma van Eisen Frisse Scholen.

Laat de ontwerpers in hun afweging bij de realisering van een zo groot mogelijke oppervlakte met hoge daglichtfactoren rekening houden met:

- het gebruik van lichtwering bij de toepassing van digiboards e.d.;
- beperking warmtetransmissieverliezen in de winter en
- zonwering in de zomer.



Verloop gemiddelde verlichtingssterkte op
horizontaal vlak per maand, afhankelijk van
daglichtfactor



3.2 Verlichtingeisen en functies

Naast de daglichtambitie gelden de wettelijke kaders die onderstaand zijn weergegeven.

Alle aangegeven waarden zijn praktijkverlichting sterkten (minimaal aanwezige gemiddelde verlichtingssterkte) conform NEN-EN 12464-1: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen.

De aangegeven waarden dienen te worden gerealiseerd met daglicht, kunstlicht of een combinatie van beide.

Verlichtingseisen	Lux	Soort licht
A. Lezen, rekenen	300	Zijlicht van rechts
B. Computeren	300	Diffuus zijlicht. Geen tegenlicht of licht van achter
C. Drama, toneel	0-300	Regelbaar daglicht
D. Kringgesprekken	300	--
E. Zelfstandig werken	300	Zijlicht
F. Donkere borden	300	Verticaal
G. Witte borden	300	Verticaal
H. Digiborden	100	Geen direct zonlicht
I. Docentenkamers	300	--
J. Entree	200	--
K. Circulatiegebieden, gangen	100	--
L. Trappen	150	--
M. Gemeenschapsruimten / aula	200	--
N. Gymnastiekzalen	300	Geen direct zonlicht

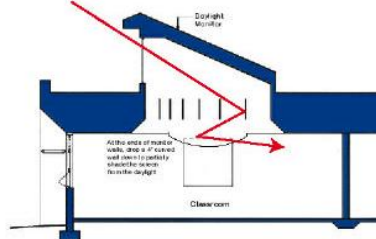


3.3 Referenties



Een oplossing op basis van een bovenlicht met lichtbaffles. Deze oplossing is afgestemd op de daglichtniveau's die voorkomen in landen op de breedtegraad van Spanje liggen.

www.innovativedesign.net

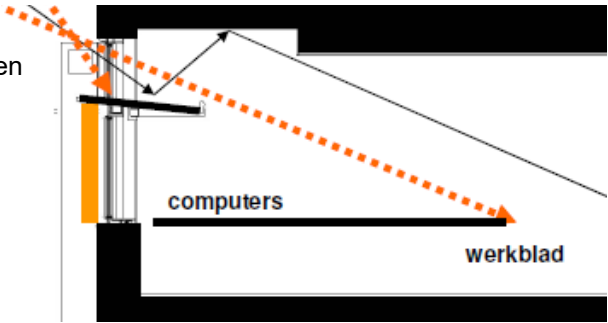


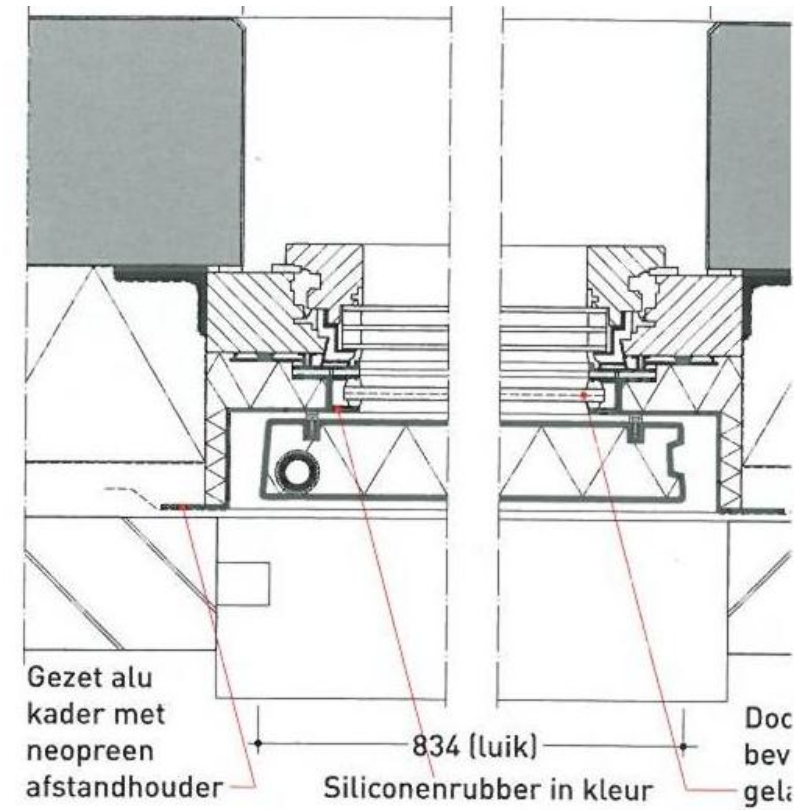
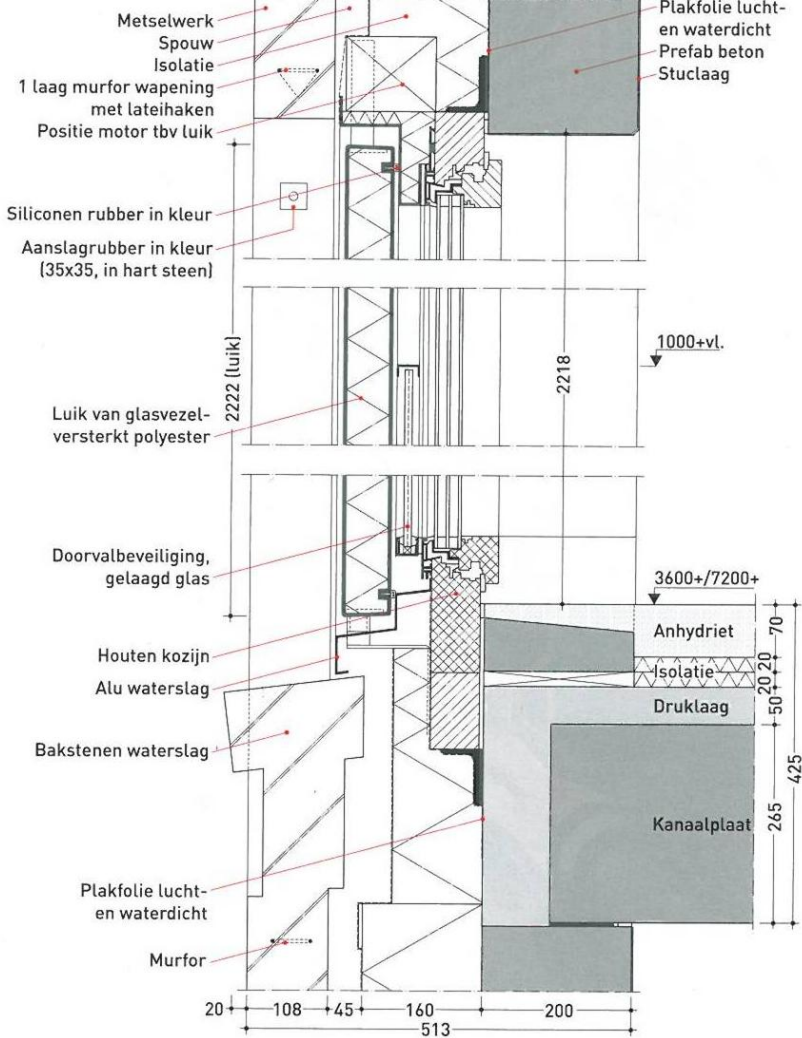
Voorbeeld van een hedendaagse daglichtschool in Ohio, Verenigde Staten. Innovative design



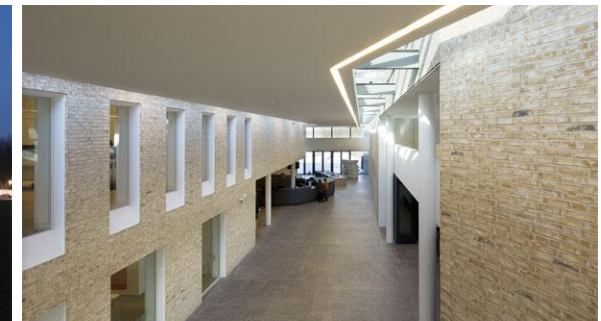
Wel het licht en niet de warmte.

Hollandse bovenlichten met een combinatie van lichtplanken en zonwering, om daglicht binnen te brengen zonder de warmtelast.
 De lichtplankaan de buitenzijde weerkaatst de zomerzon.
 De lichtplank aan de binnenzijde weert de laagstaande winterzon van het de werktafels.
www.lichtopbinnenklimaat.nl





Een oplossing met geïsoleerde luiken die de thermische verliezen als gevolg van de nachtelijke uitstraling structureel verminderen



Voorbeeld van een geïsoleerd luik. Gemeentehuis Bronckhorst. Atelier PRO

4. Besparingsopties

Als basis geldt een optimaal daglichtontwerp. Pas daarna dient gezocht te worden naar een aanvulling met een optimale energie zuinige kunstverlichting.

A. Keuze verlichtingssysteem

Bij de aanschaf van LED-verlichting voor lesruimten is niet alleen de lichtopbrengst belangrijk, maar ook de trillingsfrequentie (flicker) van de armaturen. Goedkopere LED-armaturen hebben vaak een lage frequentie, wat kan zorgen voor vermoeide ogen, hoofdpijn en concentratieproblemen bij leerlingen en docenten. Dit is eenvoudig te testen met de camera van een mobiele telefoon. Verschijnen er golvende strepen of flikkeringen in beeld? Dan is de frequentie te laag. Kwalitatieve LED-armaturen geven een stabiel, flikkervrij beeld en dragen bij aan een comfortabele en gezonde leeromgeving

B. Daglichtregeling

Extra besparing door toepassing van daglichtafhankelijke regeling (alleen geschikt voor de laatste twee situaties) waardoor het energieverbruik kan worden gereduceerd met wel 60%.

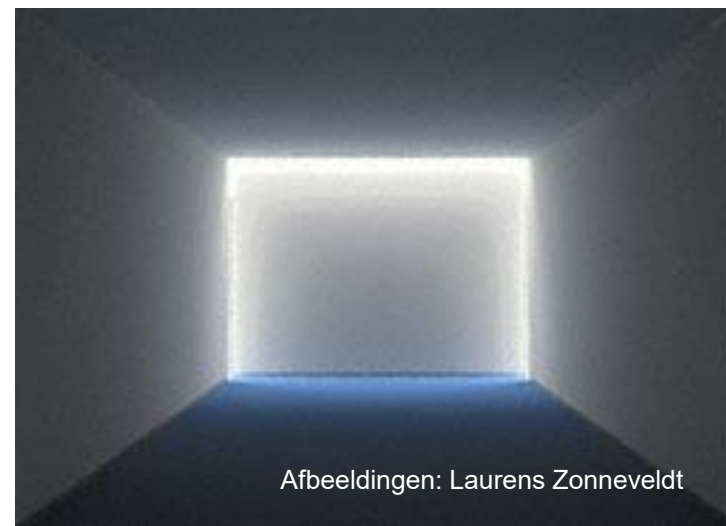
C. Bewegingssensoren

Door toepassing van bewegingssensoren wordt voorkomen dat de verlichting blijft branden wanneer niemand in een bepaalde ruimte aanwezig is. Hierdoor is, uiteraard afhankelijk van de omstandigheden, een totale reductie van het energieverbruik met zo'n 75% mogelijk.

D. Energieneutrale kunstverlichting

Om een energieneutrale kunstverlichting te realiseren moet de elektrische energie die uit het net wordt opgenomen worden gecompenseerd door eigen stroomopwekking. Dit kan in de vorm van bijvoorbeeld photo-voltaïsche cellen (PV-cellen).





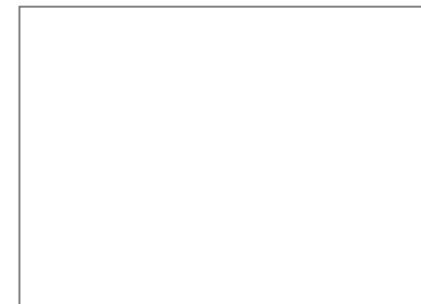
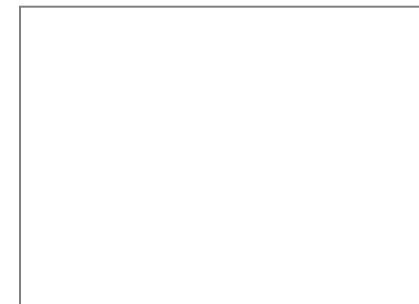
Afbeeldingen: Laurens Zonneveldt

5. Prestatie-eisen

Prestatie-eisen voor 100% Schoonlicht zijn ingebed in het programma van eisen voor frisse scholen¹.

De vette teksten op de navolgende bladzijden geven aan met welke aanvullingen tevens wordt voldaan aan de eisen voor 100% Schoonlicht.

¹AgentschapNL, Programma van Eisen Frisse Scholen; www.agentschap.nl/content/programma-van-eisen-frisse-scholen



THEMA	KLASSE C – ACCEPTABEL	KLASSE B – GOED extra t.o.v. klasse C	KLASSE A – ZEER GOED extra t.o.v. klasse B
Beperking warmtelast in de zomer	- Op zonbelaste gevels (zuid, oost en west) is buitenzonering of zonwerende beglazing met een zontoetredingsfactor (ZTA) $\leq 0,4$ en een lichttoetredingsfactor (LTA) $\geq 0,6$. Toelichting - Waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van de actieve thermische massa van het gebouw (zomernachtventilatie, steenachtige binnenwanden of thermisch open plafonds).	100% Schoonlicht	100% Schoonlicht: - Buitenzonwering met ZTA < 0,15.
Daglicht - lokalen	- De daglichtfactor op het werkvlak in het midden van groepsruimtes is minimaal 3%. - Glas is blank of grijsgetint. De lichttoetredingsfactor (LTA-waarde) van het glas is minimaal 0,60. - Het percentage glas in de gevel van groepsruimten is minimaal 30%. 100% Schoonlicht.	- De daglichtfactor op het werkvlak in het midden van groepsruimtes is minimaal 5%. - Glas is blank of grijsgetint. De lichttoetredingsfactor (LTA-waarde) van het glas is minimaal 0,75. 100% Schoonlicht.	- De daglichtfactor op het werkvlak in het midden van groepsruimtes is minimaal 8%. 100% Schoonlicht.
Kleurweergave beglazing			100% Schoonlicht: - De kleurweergave-index (Ra) voor doorzicht is >95. - De kleurweergave-index (Ra) van binnenkomend licht is >95. Toelichting - Glas is blank/neutraal.
Helderheidwering	- Bij aanwezigheid van digitale schoolborden is in de groepsruimten (ook aan de noordzijde) helderheidwering aanwezig, waarmee hinderlijk tegenlicht en hinderlijke reflecties worden voorkomen. - De helderheidwering wordt zodanig geselecteerd dat luminantieverhoudingen ('contrasten' in het gezichtsveld) tussen taak (bijv. schrift), directe omgeving (bijv. tafelblad) en periferie (bijv. raam) maximaal 1:10:30 (taak:directe omgeving:periferie) bedragen. - Bij het gebruik van de helderheidswering blijft enig uitzicht naar buiten mogelijk. - Luminantieverhouding visuele taak en periferie bij voorkeur niet meer dan 1:30 en maximaal 1:40 conform NEN 3087. 100% Schoonlicht.	- In de groepsruimten (ook aan de noordzijde) is helderheidwering aanwezig, waarmee hinderlijk tegenlicht en hinderlijke reflecties worden voorkomen. Bij het gebruik van de helderheidswering blijft enig uitzicht naar buiten mogelijk. - De helderheidwering wordt zodanig geselecteerd dat luminantieverhoudingen ('contrasten' in het gezichtsveld) tussen taak (bijv. schrift), directe omgeving (bijv. tafelblad) en periferie (bijv. raam) maximaal 1:3:10 (taak:directe omgeving:periferie) bedragen. 100% Schoonlicht.	100% Schoonlicht.

THEMA	KLASSE C – ACCEPTABEL	KLASSE B – GOED extra t.o.v. klasse C	KLASSE A – ZEER GOED extra t.o.v. klasse B
Kunstlicht	- Kunstverlichting in de groepsruimten voldoet aan de eisen uit NEN-EN 12464-1: - De verlichtingssterkte door kunstlicht is op werkvlakniveau minimaal 300 lux. De gemiddelde verlichtingssterkte is 300 lux met een gelijkmatigheid van 0,7. - De UGR_L (waarde voor de beperking van de 'verblindingshinder') van de in de groepsruimten toegepaste armaturen is <19. - De kleurweergave-index (R_a) van de verlichting is minimaal 80 of vergelijkbaar. 100% Schoonlicht.	- De verlichtingssterkte door kunstlicht is op werkvlakniveau minimaal 500 lux. - Indien geen digitale schoolborden worden toegepast zijn er speciale (apart schakelbare) armaturen waarmee een verlichtingssterkte van 500 lux (verticaal) op het schoolbord wordt behaald. 100% Schoonlicht.	- De verlichtingssterkte door kunstlicht op het werkblad van leerlingen is minimaal 500 lux. - Werkplekken voor docenten hebben persoonlijke voorzieningen voor taakverlichting, met een verlichtingssterkte van minimaal 750 lux op het werkblad. - De UGR_L (waarde voor de beperking van de 'verblindingshinder') van de in lokalen toegepaste armaturen is <16. 100% Schoonlicht.
Individuele regelbaarheid	- Het licht kan in elke ruimte afzonderlijk aan- of uitgeschakeld worden. - De helderheidwering kan per groepsruimte worden bediend.	Kunstverlichting in groepsruimten is beperkt regelbaar: de verlichting is bijvoorbeeld in delen aan- of uit te schakelen of dimbaar.	- Kunstverlichting in groepsruimten is dimbaar en in delen aan en uit te schakelen. 100% Schoonlicht: met afwezigheidsschakeling.
Energiezuinige verlichting	- In ruimten waar leestaken worden verricht is daglicht aanwezig (groepsruimten, werkplekken etc.) - De verlichting heeft een lichtopbrengst van minimaal 55 lm/W. - Algemene ruimten, toiletten etc. hebben een veegschakeling. - Verlichtingsarmaturen hebben hoogfrequente voorschakelapparatuur.	- De daglichttoetreding is optimaal. Zie hiervoor de eisen bij visueel comfort. - De toiletten zijn voorzien van aanwezigheidsdetectie voor de verlichting. - De regeling is afgestemd op de hoeveelheid daglicht (bijv. daglichtafhankelijke regeling). - Het gehele gebouw is voorzien van een veegschakeling. 100% Schoonlicht: De lichtbron incl. voorschakelapparaat (VSA) heeft een lichtopbrengst van minimaal 75 lm/W.	- In het gehele gebouw is aanwezigheidsdetectie. In de groepsruimten kan deze worden overruled. - De verlichting is dimbaar. 100% Schoonlicht: De lichtbron incl. VSA heeft, in lokalen, een lichtopbrengst van minimaal 90 lm/W. Het armatuurrendement bedraagt minimaal 85%.
Isolatie van de dichte gebouwschil	- De gevel, de begane grondvloer en het dak hebben een R_c-waarde (isolatiewaarde) van minimaal 3,5 m²K/W. 100% Schoonlicht. Toelichting <i>Naast een prestatie-eis voor het gehele gebouw wordt aan het casco een zwaardere eis gesteld dan in het Bouwbesluit. De levensduur van het casco is namelijk veel groter dan die van de installaties.</i>	- Het dak heeft een R_c-waarde van minimaal 5,0 m²K/W. 100% Schoonlicht. Toelichting <i>Het dak is eenvoudiger te isoleren dan andere bouwdelen.</i> <i>In klasse B moet deze kans worden benut.</i>	- De gevel, de begane grondvloer en het dak hebben een R_c-waarde (isolatiewaarde) van minimaal 5,0 m²K/W. 100% Schoonlicht. Toelichting <i>Bij een zeer hoge energieprestatie hoort een maximale inzet op energiebesparing.</i>

THEMA	KLASSE C – ACCEPTABEL	KLASSE B – GOED extra t.o.v. klasse C	KLASSE A – ZEER GOED extra t.o.v. klasse B
Isolatie van pui en beglazing	De beglazing heeft een U-waarde (warmtegeleiding) van maximaal 1,2 W/m²K (HR++).		100% Schoonlicht: - De pui hebben een gemiddelde U-waarde van maximaal 0,8 W/m²K. <i>Toelichting</i> - U-waarde pui te realiseren door bijvoorbeeld het sluiten van (rol)luiken 's nachts en/of in het weekeinde.
Elektriciteitsgebruik verlichting	100% Schoonlicht: - Elektriciteitsgebruik voor verlichting < 5 kWh/m² per jaar. <i>Toelichting</i> - Op basis van 1200 branduren per jaar.	100% Schoonlicht: - Elektriciteitsgebruik voor verlichting < 4 kWh/m² per jaar. <i>Toelichting</i> - Op basis van 1200 branduren per jaar.	100% Schoonlicht: - Elektriciteitsgebruik voor verlichting < 5 kWh/m² per jaar. <i>Toelichting</i> - Op basis van 1200 branduren per jaar.
Duurzame elektriciteitsopwekking op weg naar 100% Schoonlicht	100% groen licht: - Voor alle thema's moet aan de voorwaarden van 100% Schoonlicht worden voldaan, maar in plaats van elektriciteitsopwekking op eigen perceel groene stroom inkopen ter grootte van het elektriciteitsgebruik voor verlichting.	50% Schoonlicht: - Voor alle thema's moet aan de voorwaarden van 100% Schoonlicht worden voldaan, maar de hoeveelheid opgewekte energie met PV-panelen en/of windmolens op eigen perceel bedraagt minimaal 50% van het elektriciteitsgebruik voor verlichting. Voor de overige 50% van het elektriciteitsverbruik voor verlichting groene stroom inkopen.	100% Schoonlicht: - Elektriciteitsopwekking met PV-panelen en/of windmolen op eigen perceel even groot als het elektriciteitsgebruik voor verlichting.

Literatuurlijst

Verlichting algemeen en duurzaamheid.

- Energiezuinige verlichting voor scholen, Agentschap NL , 2010.
- Toolbox binnenklimaat onderwijs, Stichting Living Daylights / TU/e.
- Guidelines for Environmental Design in Schools, Building Bulletin 87, 2nd Edition Version 1 (May 2003).
- Guide for Daylighting Schools, Lighting Design Center, Developed by Innovative Design, Administered by Rensselaer Polytechnic Institute, 2004.
- Verlichting voor onderwijsinstellingen, Praktijkdocument NSVV, 2004.
- Licht en gezondheid voor werkenden, Aanbeveling NSVV, 2003.
- Energy Performance of Daylit Schools in North Carolina, Michael Nicklas, Gary Bailey, Innovative Design (NC, USA).
- Daylighting Ohio's Schools, PowerPoint presentation Mike Nicklas, FAIA, Innovative Design (NC, USA).
- Designing Better Learning Environments, Innovative Design (NC, USA).

Verlichting in relatie tot concentratie, prestatie, welbevinden en gezondheid.

- Beter licht – hogere cijfers? Philips en Universitätsklinik Hamburg, 2008.
- Literatuurstudie scholen en kindercentra – Binnenmilieu, gezondheid en leerprestaties, Dr. A. Meijer, Dr. Ir. E. Hasselaar en Ing. C.A.M. Snepvangers, TU Delft, 2007.
- Daylighting in Schools, An Investigation into the Relationship between Daylighting and Human Performance, The Pacific Gas and Electric Company, onderzoek Heschong Mahone Group, 1999.
- Voel je goed en leer beter met SchoolVision, Philips, 2010.
- Literatuuronderzoek gebouwgebonden gezondheid, comfort, productiviteit en ziekteverzuim in relatie tot energiegebruik, ir. A.C. Boerstra, drs. J.L. Leijten en drs. L. Haans, SenterNovem, 2006.
- Windows and Classrooms: A Study of Student Performance and the Indoor Environment, California Energy Commission, 2003.
- Werkverlichting: Visuele en biologische effecten, Ir. W.J.M. van Bommel en Ir. G.J. van den Beld, Philips Lighting, Nederland 2004.