



# Energiezuinige Verlichting voor: **onderwijsinstellingen**



**ZUINIG  
LICHT  
HELDERE  
KEUZE**

Nederland gaat voor een beter klimaat

# Relevante organisaties en instellingen

NSVV	<a href="http://www.nsvv.nl">www.nsvv.nl</a>
Professional Lightning Designer's Association (PLDA)	<a href="http://www.pld-a.org">www.pld-a.org</a>
ISSO	<a href="http://www.isso.nl">www.isso.nl</a>
UNETO-VNI	<a href="http://www.uneto-vni.nl">www.uneto-vni.nl</a>
TVVL	<a href="http://www.tvvl.nl">www.tvvl.nl</a>
Agentschap NL	<a href="http://www.agentschapnl.nl/slimmeenergie/verlichten">www.agentschapnl.nl/slimmeenergie/verlichten</a>
Taskforce Verlichting	<a href="http://www.taskforceverlichting.nl">www.taskforceverlichting.nl</a>

Energiezuinige verlichting in uw onderwijsgebouw zorgt voor

- minder energiekosten
- energiebesparing
- verbeterde werk- en leerprestaties



Voor meer informatie over energie-efficiënte verlichting kunt u ISSO-publicatie 90 'Energie-efficiënte verlichting in en rondom gebouwen' raadplegen. Deze publicatie is te verkrijgen via [www.isso.nl](http://www.isso.nl)





**‘Schoon licht’ is niet alleen beter voor het milieu, maar ook voor uw energierekening. Met energiezuinige verlichting kunt u in sommige gevallen wel meer dan 50% besparen. De extra investeringskosten in energiezuinige verlichting verdient u dus snel terug.**

**Welke systemen zijn er op de markt? Wat zijn de mogelijkheden en hoeveel besparing leveren die op? Deze brochure informeert u over de laatste stand van zaken.**

**Praktische stappenplannen helpen u op weg bij de installatie. En we rekenen af met een hardnekkige mythe: energiezuinige verlichting is namelijk wel degelijk net zo mooi als conventionele. Soms zelfs mooier!**

‘Schoon licht’ staat voor mooie én energiezuinige verlichting. Kijk bij de vervanging van oude verlichting of de aanschaf van nieuwe lampen ook eens naar de milieueffecten. Er is veel keuze aan prettige verlichting die het milieu zo min mogelijk belast. Niet alleen wat betreft de fabricage, het energiegebruik en de levensduur, maar ook door de mogelijkheid van hergebruik en milieuvriendelijke verwerking van afgeschreven materiaal.

3

## Klimaatdoelen

De Nederlandse regering wil de uitstoot van broeikasgassen, met name CO<sub>2</sub>, in 2020 met 30% verminderen vergeleken met 1990. Het tempo van energiebesparing moet in de komende jaren verdubbelen van 1% naar 2% per jaar. Het aandeel duurzame energie van het totale energiegebruik moet verhoogd worden van ongeveer 2% in 2009 naar 20% in 2020. Beperking van het energiegebruik van verlichting kan een belangrijke bijdrage leveren aan het halen van onze klimaatdoelstellingen. .

De volgende aspecten hebben veel effect op uw energierekening en onderhoudskosten:

- geïnstalleerd vermogen;
- schakelmogelijkheden;
- regelbaarheid;
- de aanpassing van plaatselijke verlichtingsniveaus aan de actuele situatie;
- levensduur van lampen.

In uw keuze voor een bepaald verlichtingssysteem kunt u ook andere zaken laten meewegen, bijvoorbeeld een zo klein mogelijke belasting van het milieu door toepassing van recyclebare materialen, en een regeling voor afvoer van lampen aan het eind van hun gebruikstijd. Bij energiezuinige verlichting hoort ook een goed onderhoudsprogramma.

## Waarom is goede verlichting nodig?

De keuze voor een bepaalde vorm van verlichting wordt vaak bepaald door de aanschafkosten en de vereiste minimale verlichtingsniveaus. Maar realiseert u zich ook dat de kwaliteit van de verlichting veel invloed heeft op de leeromgeving en het leerproces?

Bij te weinig licht, of licht van mindere kwaliteit dan daglicht, kunnen mensen zich slechter concentreren en presteren ze minder. Ze voelen zich ook minder prettig. Slecht licht kan een werk- of leeromgeving bovendien minder veilig maken.

Een goede verlichting zorgt voor:

- voldoende licht;
- een goede kleur licht;
- een goede kleurweergave;
- goede helderheidsverhoudingen;
- een goede verdeling van licht in een werkruimte;
- het voorkomen van verblinding.

De kleurweergave-index Ra is een soort rapportcijfer voor de kleurweergave-eigenschappen. Het maximum is 100. De kleurweergave is goed als de kleurweergave-index Ra ten minste 80 bedraagt. Een Ra van 80 tot 90 is 'goed', een Ra van 90 tot 100 'zeer goed'.

U vindt de Ra-code op de lamp. Ook de fabrikant kan u deze gegevens verstrekken.

## Normen voor verlichting in onderwijsgebouwen

Hieronder vindt u een overzicht van de normen voor verlichting van werkplekken.

### Verlichting van werkplekken

- NEN-EN 12464-1: Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen
- ISSO-publicatie 83: Een helder licht op werkplekverlichting

### Visuele ergonomie

- NEN 3087: Ergonomie – Visuele ergonomie in relatie tot verlichting – Principes en toepassingen

### Noodverlichting

- NEN 1838: Toegepaste verlichtingstechniek - Noodverlichting

### Energie-efficiënte verlichting

- NEN 2916: Energieprestatie van utiliteitsgebouwen - Bepalingsmethode
- ontwerp NEN 7120: Energieprestatie van gebouwen – Bepalingsmethode (gaat NEN 2916 vervangen)
- NEN-EN 15193: Energieprestatie van gebouwen – Energie-eisen voor verlichting(en)
- ISSO-publicatie 90: Energie-efficiënte verlichting in en rondom gebouwen

**Verlichting is in onderwijsgebouwen verantwoordelijk voor 60 tot 75% van het totale energiegebruik. Er zijn tal van mogelijkheden om energiegebruik en onderhoud te beperken zonder in te leveren op comfort.**

In veel onderwijsgebouwen zijn de armaturen gelijkmatig verdeeld over het plafond, zodat er overal evenveel verlichting is. Er kan zo op elke plaats in de ruimte een bureau, tafel of leermiddel worden geplaatst. Vaak wordt de verlichting centraal of per gebouwvleugel ingeschakeld. Meestal is er ook geen rekening gehouden met invallend daglicht, terwijl dat in ieder geval voor een deel van de dag al voldoende kan zijn om bij te werken. Uw oude verlichting verbruikt dus veel meer energie dan nodig is. Door daglicht te benutten en energiezuinige verlichting toe te passen, kunt u het energiegebruik sterk terugbrengen.

In de meeste schoolgebouwen zijn de klaslokalen aan de gevelkant van veel glas voorzien om zoveel mogelijk daglicht binnen te laten. Het is dus lang niet altijd nodig om ook nog eens de kunstverlichting in te schakelen.

Ook in de gangen brandt kunstverlichting op tijden dat ze niet of nauwelijks worden gebruikt. En vaak is het daglicht dat binnenvalt via de lokalen of daklichten al voldoende. Tot voor kort werden donkere schoolborden gebruikt, waarvoor aanvullende verlichting nodig was. Bij de huidige witte schoolborden is dat al veel minder nodig. Bij toepassing van zogenaamde digiborden is aanvullende verlichting zelfs niet wenselijk.



Sinds de installatie van uw oude armaturen zijn er tal van nieuwe mogelijkheden op de markt gebracht om energiegebruik en onderhoud te beperken zonder comfort in te leveren. Dat kan onder andere door:

- 1 Vervanging van oude TL-verlichting door moderne, hoogfrequente (en energiezuinige) TL-verlichting d.m.v. één van de onderstaande mogelijkheden:
  - a Vervanging oude armaturen met een slecht rendement
  - b Vervang T8-fluorescentielampen door T5-fluorescentielampen
  - c Vervang conventionele voorschakelapparaten door (regelbare) elektronische versies
- 2 Breng reflectoren aan op montagebalken.
- 3 Installeer lichtsensoren voor daglichtafhankelijke lichtregeling.
- 4 Installeer bewegingssensoren voor aanwezigheidsdetectie.
- 5 Installeer tijdsafhankelijk schakelen bij centrale besturing van de verlichting.
- 6 Vervang armaturen met halogeenlampen

## 1 Vervanging van oude TL-verlichting door moderne, hoogfrequente (en energiezuinige) TL-verlichting d.m.v. één van de onderstaande mogelijkheden:

### a Vervanging oude armaturen met een slecht rendement

Bij afgeschreven verlichtingsarmaturen die al meer dan vijftien jaar worden gebruikt, levert vervanging door nieuwe armaturen de meeste besparing op. In een verlaagd systeemplafond is dat relatief eenvoudig. Nieuwe generaties armaturen zijn kleiner, dus ontstaan er bij het verwijderen van de oude armaturen gaten die opgevuld moeten worden. Als er in de nieuwe situatie minder armaturen gebruikt worden, zijn bouwkundige aanpassingen noodzakelijk. Houd er bij het vervangen van opbouwarmaturen rekening mee dat het plafond opnieuw moet worden geschilderd, want dat is rond de armaturen vaak vervuild. Bij de keuze van de nieuwe armaturen kunnen de volgende vragen u helpen.

- Zijn het verlichtingsniveau, de gelijkmatigheid, kleurweergave en maatregelen voor het voorkomen van verblindingshinder uitgevoerd volgens de huidige norm NEN-EN 12464-1?
- Is de lichtverdeling aangepast aan de situatie?
- Past de kwaliteit van de armaturen bij de toegepaste materialen en temperatuurhouding?
- Is het verlichtingsrendement zo hoog mogelijk? Door een optimale lichtverdeling kan vaak worden volstaan met minder lampen of lampen met een geringer vermogen.



- Hoe zit het met de kleur van wanden, plafonds en meubilair? In een lichtgekleurde omgeving is veel minder verlichting nodig dan in een donkere. Is er sprake van luchtafvoer via de armaturen? Houd er dan bij vervanging van armaturen en retrofitsystemen rekening mee dat de lichtstroom van de nieuwe generatie T5-lampen (doorsnede 16 mm) in relatie tot de afgevoerde hoeveelheid lucht kan afwijken van die van oudere generaties fluorescentielampen. Als u toch al een bouwkundige renovatie van plan bent, is het een goed idee om dat te combineren met:
- (hoogfrequente) elektronische voorschakelapparatuur; regelbare voorschakelapparaten die verdere energiebesparing mogelijk maken, bijvoorbeeld door daglichtafhankelijke lichtregeling.

## **b Vervang T8-fluorescentielampen door T5-fluorescentielampen**

Let bij het vervangen van T8-lampen door T5-lampen op:

- De gevolgen voor de lichtverdeling in de ruimte;
- De invloed op de lichtstroom bij luchtafvoer via de armatuur;
- De eventuele verblindingshinder.

Bij T5-lampen is het voorschakelapparaat ingebouwd. U kunt deze lamp dus niet combineren met een algemeen voorschakelapparaat.

## **c Vervang conventionele voorschakelapparaten door (regelbare) elektronische versies**

Door conventionele voorschakelapparaten te vervangen door elektronische, bespaart u ongeveer 20% van het geïnstalleerde vermogen.

U kunt eenvoudig nagaan of er in een ruimte conventionele voorschakelapparaten zijn toegepast. Knippert de verlichting enkele malen na inschakeling, dan gaat het om conventionele, draadgewonden voorschakelapparaten. Ook zijn er één of meer zogenaamde starters in de vorm van ronde busjes te zien.

Het vervangen van conventionele voorschakelapparaten door elektronische versies in bestaande armaturen is niet eenvoudig, omdat ook de bedrading moet worden aangepast. Vaak kost het niet eens zo veel meer om de armaturen gewoon helemaal te vervangen.

Regelbare elektronische voorschakelapparaten bieden tal van mogelijkheden voor extra besparingen. De meest eenvoudige is daglichtafhankelijke lichtregeling, die u op elke armatuur afzonderlijk kunt aanbrengen.

Afhankelijk van de verlichtingsinstallatie en of u stuurleidingen aan kunt brengen, zijn er de volgende mogelijkheden:

- Regeling naar een lager niveau als plaatselijk geen mensen aanwezig zijn.
- Regeling naar een constant verlichtingniveau tot de volgende onderhoudsbeurt. De lichtstroom van lampen wordt door veroudering en vervuiling in de loop van de tijd minder. Om een bepaald niveau tot het onderhoudsmoment te kunnen garanderen, is in het begin een hoger niveau nodig. Door in te stellen op het minimale vereiste niveau, wordt vooral in de eerste tijd van een gebruikperiode minder energie gebruikt.
- Plaatselijke instellingsmogelijkheden voor de gebruikers.

Het gebruik van elektronische voorschakelapparaten heeft nog meer voordelen.

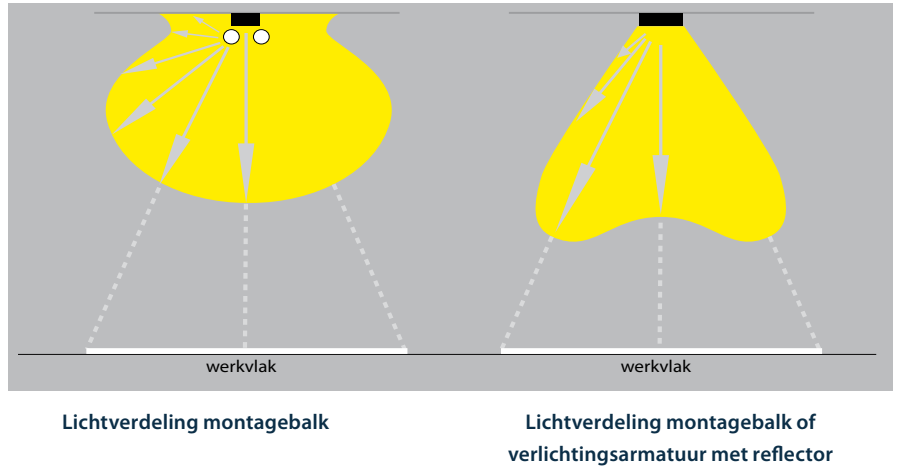
- De levensduur van de lampen wordt verlengd met 30 tot 50%, waardoor het milieu minder wordt belast.
- De lampen starten direct, zijn gemakkelijk dimbaar en worden automatisch uitgeschakeld bij het einde van hun levensduur. Hinderlijk knipperen komt dus niet meer voor.
- De lampen flikkeren niet, vertonen een geringe lichtterugval in de tijd en geven geen bromgeluiden.
- De lampen geven minder warmte af.
- De verlichting is niet gevoelig voor netspanningsvariaties.

## 2. Breng reflectoren aan op montagebalken

Montagebalken zijn bijzonder eenvoudig van opbouw en daardoor erg goedkoop. Helaas gaat er ook veel licht verloren door absorptie in de wanden. Ook wordt er veel licht door ruiten naar andere ruimten of naar buiten gestraald. Omdat de lampen in alle richtingen zichtbaar zijn, voldoen dergelijke armaturen ook niet meer aan de eisen voor het voorkómen van verblindingshinder.

Door reflectoren aan te brengen op de montagebalken, wordt het licht directer naar de plaats van bestemming gestuurd. Soms zijn dan zelfs minder armaturen nodig, of lampen met een geringer vermogen. Dit is in de onderstaande figuur weergegeven.

Lichtverdeling van twee typen armaturen



## 3 Installeer lichtsensoren voor daglichtafhankelijke lichtregeling

Bij voldoende daglicht is kunstmatige verlichting niet, of veel minder, nodig. Door lichtsensoren te installeren in combinatie met regelbare voorschakelapparaten kunt u het energieverbruik dus aanmerkelijk beperken.

Het meest eenvoudig zijn armaturen met een ingebouwde lichtsensor die het optimale lichtniveau ter plekke regelt. Via één sensor kunnen eventueel ook meerdere armaturen tegelijk worden geregeld.

Toepassing lichtsensor voor daglichtafhankelijke lichtregeling



Toepassing combinatie van aanwezigheidssensor met lichtsensor

## 4 Installeer bewegingssensoren voor aanwezigheidsdetectie

Vooraf in kleinere ruimten en ruimten die mensen maar kort gebruiken, blijft het licht vaak branden als er niemand meer is. Dat kunt u voorkomen door bewegingsmelders te installeren.

Het is natuurlijk storend als de verlichting wordt uitgeschakeld terwijl er nog mensen aanwezig zijn. Dat kan gebeuren als de gebruikers van een ruimte een tijdlang niet of nauwelijks bewegen. Let daarom goed op het detectiegebied en op de mogelijkheden om een vertragingstijd in te stellen.

## 5 Installeer tijdsafhankelijk schakelen bij centrale besturing van de verlichting

Als de verlichting centraal bediend kan worden, kunt u de verlichting bijvoorbeeld bij het begin van de lunchpauze of aan het einde van de werkdag uitschakelen door middel van een zogenaamde veegpuls. Een veegpuls is een tijdelijke netonderbreking. De verlichting kan plaatselijk weer worden ingeschakeld. In de praktijk is gebleken dat zo'n uitschakeling van de verlichting door de gebruikers van de ruimten alleen wordt geaccepteerd als dit op vaste tijdstippen gebeurt.



## 6 Vervang armaturen met halogeenlampen

Bij oude armaturen met halogeenlampen is het zinvol om na te gaan wat de mogelijkheden zijn om het energiegebruik en de kosten van het onderhoud aanzienlijk te beperken. Afhankelijk van de toepassing, de bestaande armatuur en uw eventuele wens om de verlichting te kunnen dimmen, kunnen compacte fluorescentielampen, metaal-halogenidelampen of leds worden toegepast.

### Belangrijk bij retrofit oplossingen

Retrofit houdt in dat lampen zonder hulpmiddelen vervangen worden door een ander type, dus een gloeilamp door een spaarlamp of een ledlamp met dezelfde lampvoet. Ook de vervanging van een fluorescentielamp door een ledbuis met dezelfde lengte-maat en lampvoeten is een retrofitoplossing. In het algemeen zijn retrofitoplossingen alleen mogelijk bij conventionele voorschakelapparaten.

Het vervangen van T8-lampen door T5-lampen hebben we hiervoor al behandeld. Let bij de vervanging van T8-lampen door ledbuizen op:

- de lichtverdeling in de ruimte. Het licht is bij ledbuizen meestal sterk naar onderen gericht;
- de afwijkende lichtstroom;
- de kleurweergave. De huidige ledbuizen hebben vaak beduidend slechtere kleurweergave-eigenschappen dan de standaard fluorescentielampen;
- de Power Quality (in het bijzonder de cos-phi en harmonischen).

### Invloed van energiezuinige verlichting op de energieprestatie

Als u nog geen uitgewerkt lichtplan heeft, worden bij de bepaling van de energieprestatie van uw gebouw voor verlichting de volgende forfaitaire waarden aangehouden.

- Een specifiek elektriciteitsverbruik van 40 kWh/m<sup>2</sup> per jaar volgens NEN 2916
- Een geïnstalleerd vermogen van 16 W/m<sup>2</sup> volgens Ontwerp NEN 7120.

Bij een goed lichtontwerp kunnen die waarden echter beduidend lager uitvallen. Voor het bepalen van het werkelijk geïnstalleerd vermogen kunnen bovendien, afhankelijk van de toegepaste soort regeling(en), bepaalde reductiefactoren worden aangehouden. Deze zijn opgenomen in de onderstaande tabel voor de zogenaamde daglichtzone en de kunstlichtzone.

De bepalingsmethode van deze zones zijn opgenomen in de normen voor bepaling van de energieprestatie.

Omschrijving regeling	$F_{D;dagl}$	$F_{D;kunstl}$
Veegpulsschakeling in combinatie met daglichtschakeling of -regeling	0,55	0,7
Daglichtschakeling of -regeling	0,6	0,8
Veegpulsschakeling	0,75	0,75
Vertrekschakeling	0,9	0,9
Vertrekschakeling met mogelijkheid om gevelzone afzonderlijk aan- of uit te schakelen	0,75	0,9
Centraal aan/uit	1,0	1,0

*Factor voor het schakel-/regelsysteem bij toepassing van het werkelijk geïnstalleerd vermogen volgens NEN 2916 en Ontwerp NEN 7120, afhankelijk van het soort regeling*



## Stappenplan Schoon Licht in bestaande bouw

Het Stappenplan Schoon Licht in bestaande bouw helpt u om alle mogelijkheden van energiezuinige verlichting zo goed mogelijk te benutten.

### Stap 1: Analyse uitgangssituatie

- Bereken het jaarlijkse energiegebruik van de verlichting op basis van het geïnstalleerde vermogen en het aantal branduren.
- Onderzoek de staat van onderhoud.
- Analyseer de elektriciteitskosten en de onderhoudskosten.
- Informeer naar klachten en/of wensen met betrekking tot de verlichting.
- Informeer bij Agentschap NL naar een uitgebreidere energiescan.

### Stap 2: Onderzoek mogelijkheden

- Stel de voorwaarden vast: soort verlichting, verlichtingsniveau, regelmogelijkheden e.d.
- Bepaal welke aanpassingen verlichtingstechnisch, onderhoudstechnisch, kostentechnisch en energetisch het meest interessant zijn.
- Informeer bij Agentschap NL naar subsidiemogelijkheden.

### Stap 3: Beslissen

- Breng verslag uit aan de directie en noem raakvlakken met het algemene bedrijfsbeleid, zoals kwaliteitsverhoging, verbetering werkomstandigheden en kostenreductie.
- Stel een budget vast voor de aanpassing van de verlichting.
- Informeer de gebruikers van het gebouw en betrek ze bij de voorbereiding van de plannen.

### Stap 4: Uitwerking plannen

- Maak een technische projectbeschrijving met werktekeningen.
- Maak gebruik van de actuele subsidieregelingen. Deze worden elk jaar aangepast.
- Loop met de adviseur en installateur alle ruimten door en controleer de plannen op montage- en maataspecten.
- Neem alle aanpassingen in de revisietekening op.

### Stap 5: Afspraken over uitvoering

- Maak een draaiboek waarin alle aspecten met betrekking tot levering en uitvoering duidelijk omschreven staan.
- Ga uit van een gefaseerde oplevering.
- Plan voldoende tijd in om de toegepaste regelingen in bedrijf te kunnen nemen.

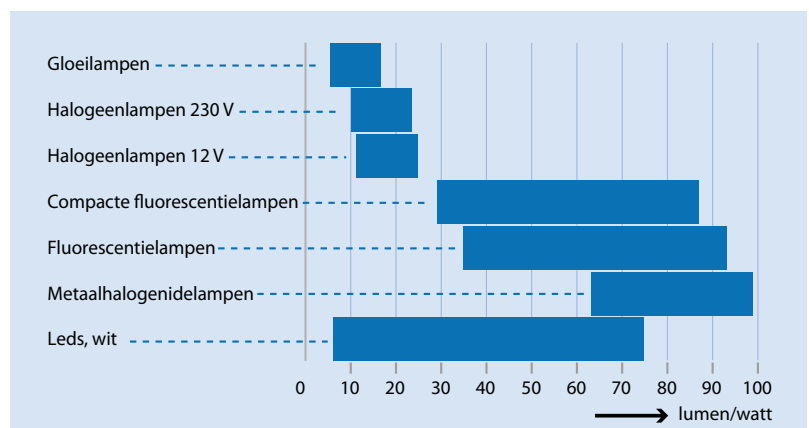
### Stap 6: Evaluatie project

- Controleer of alles goed is ingeregeld en functioneert conform de opdracht. Tevens is het raadzaam om verlichtingssterkten en gelijkmatigheid te (laten) controleren.
- Rapporteer aan de directie.

## Lamprendement van diverse typen lichtbronnen

De bandbreedtes in dit overzicht zijn bepaald door het lampvermogen. In het algemeen geldt: hoe hoger het lampvermogen, des te hoger het rendement.

Bij de aangegeven waarden is geen rekening gehouden met het opgenomen vermogen door transformator, voorschakelapparaat of driver.





## Schoon Licht in de praktijk: ROC Friese Poort in Sneek

Met de opening van een nieuw gebouw in Sneek in september 2008 voltooidde het ROC Friese Poort een masterplan waarbij de vier locaties van de onderwijsinstelling werden verbouwd of onderdak vonden in nieuwbouw. “In Sneek staat nu een school die qua energiezuinigheid tot de top in Nederland behoort”, zegt Jaap van Bruggen, Hoofd Facilitair Beleid van ROC Friese Poort.

Uiteraard kwam ook de te installeren verlichting aan de orde toen het programma van eisen voor het gebouw in Sneek werd opgesteld. Van Bruggen: “Op alle gebieden proberen we altijd het beste te bereiken dat bij een functie past. Het is niet zo dat we vanuit een ideële gedachte direct energiebesparende verlichting wilden toepassen. Nee, het is meer een zaak van boerenverstand. Wat goed is voor energiebesparing is ook goed voor ons, financieel gezien. De gebouwen zijn ons eigendom, dus dragen we de exploitatielasten. Daarom kijken we niet alleen naar de initiële kosten. Een installatie schrijven we in vijftien jaar af. Dan kijk je over die periode naar alle kosten, inclusief het energieverbruik.”

Bij de aanbesteding werd niet alleen gekeken naar de financiële kant. “Per ruimte en functie is bekeken wat de meest ideale verlichting volgens onze normen zou zijn. Daarna konden de partijen uit de markt laten weten of dat inderdaad het beste was wat er bedacht kon worden. Ze mochten met alternatieven komen en kregen daar punten voor, naast die voor de financiële inschrijving. Die uitkomst bepaalde de winnaar. De goedkoopste hoefde dat dus niet te zijn, dat kon ook degene zijn met de beste ideeën.”

In de leslokalen en de kantoorruimten is energiezuinige, hoogfrequente verlichting aangebracht. Er werd gekozen voor langwerpige,

diepe armaturen met één buis, die zijn aangebracht in de systeemplafonds. Aan de raamkanten zijn ze voorzien van daglichtsensoren die per ruimte zijn in te stellen. Ook zijn er aanwezigheidsmelders geplaatst, behalve in de ruimten waar dit gevaar zou kunnen opleveren. Daar zit gewoon een ouderwetse lichtknop. “Als je aan een draaibank staat, moet het licht niet plotseling uitgaan”, zegt Van Bruggen. “Er is steeds gekeken naar de meest ideale verhouding tussen het aantal lumen en het aantal verbruikte watts in combinatie met de armaturen. We hebben ook naar ledverlichting gekeken maar toen we het lichtontwerp maakten, was dat nog geen volwaardig alternatief. Bij nieuwe plannen komt die verlichting zeker weer aan de orde.”

In de lokalen en kantoorruimten wordt een besparing bereikt van vijftig procent ten opzichte van traditionele verlichting. In de andere ruimten in het schoolgebouw, zoals de gangen en het hoge atrium dat is voorzien van diepstralers aan het plafond, is de energiezuinigheid van de verlichting niet het belangrijkste uitgangspunt geweest. “Daar hebben we in de eerste plaats gekozen voor de esthetica en de beleving van de ruimten boven energiebesparing”, zegt Van Bruggen.

De 240 medewerkers van de locatie Sneek werden vóór de opening in kleine groepjes door het gebouw rondgeleid. Van Bruggen: “Daarbij is de techniek en dus ook de verlichting aan de orde gekomen. Ik heb ze verteld dat ze niet naar een lichtknopje in de lokalen hoefden te zoeken en dat het licht soms uit kan gaan als gevolg van de hoeveelheid daglicht. In het begin is dat even wennen, maar na een tijdje is het gewoon. Zo wen je ook aan dat enkele geval dat je even met je arm moet zwaaien als het licht automatisch is uitgegaan. Bovendien is iedereen ontvankelijk voor het milieuargument. Daar is gelukkig een breed maatschappelijk draagvlak voor.”



## BESPARINGSMOGELIJKHEDEN OP VERLICHTING IN NIEUWBOUW

**Bij nieuwe gebouwen is het veel gemakkelijker om schone verlichting te realiseren dan in bestaande gebouwen. De eerste en belangrijkste tip: maak zo veel mogelijk gebruik van daglicht.**

Waar u verder voor kunt kiezen:

- armaturen met een optimale lichtverdeling voor de gegeven situatie;
- armaturen met een hoog rendement;
- energie-efficiënte lampen met lange levensduur;
- energie-efficiënte voorschakelapparaten;
- efficiënte schakelmogelijkheden (centraal en lokaal);
- automatische of individuele lichtregeling;
- lichtmanagementsysteem of koppeling aan het gebouwbeheersysteem.

## Stappenplan Schoon Licht in nieuwbouw

Het Stappenplan Schoon Licht in nieuwbouw helpt u om alle mogelijkheden van energiezuinige verlichting zo goed mogelijk te benutten.

### Stap 1: Projectdefinitie → vaststellen randvoorwaarden

- Omschrijf samen met opdrachtgever en architect het doel van de verlichting, met het oog op het ruimtelijke concept en het gebruik van de ruimten in het gebouw.
- Verzamel de criteria voor licht en architectuur, verlichtingstechniek, ergonomie en milieu, richtlijnen, aanbevelingen, ervaringscijfers en gegevens van andere onderwijsgebouwen.
- Stel een verlichtingsinstallatie voor met efficiënte en duurzame lichtbronnen, een zo gering mogelijk geïnstalleerd vermogen en met adequate schakel- en regelsystemen.

### Stap 2: Structuurplan → daglicht in combinatie met kunstlicht

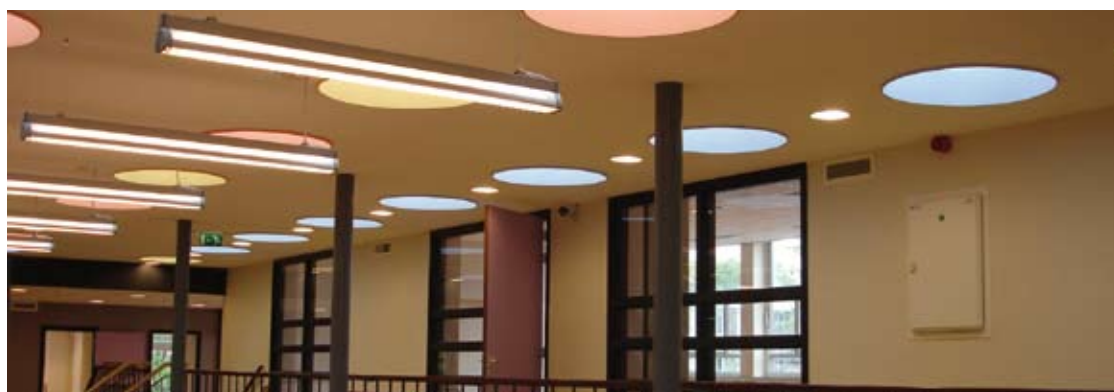
- Ga na welke ontwerpvrijheid er is betreffende het glaspercentage in de gevel en de lichtdoorlaatbaarheid.
- Let op het voorkomen van te hoge helderheidsverhoudingen en verblindingshinder door kunstverlichting en binnenvallend daglicht.
- Deel de ruimten in het gebouw in op basis van de hoeveelheid daglicht die binnenvalt. Situeer vast bezette werkplekken bij voorkeur zo dicht mogelijk bij het raam.
- Onderzoek in hoeverre met indirecte verlichting, plafond-, werkplek- en accentverlichting aan de lichttechnische eisen kan worden voldaan en welk verlichtingssysteem het beste aansluit bij de gekozen zonering en de gewenste ambiance.

### Stap 3: Voorlopig ontwerp → optimalisering kunstlichtontwerp

- Geef aan hoe men zoveel mogelijk van daglichttoetreding via dak en/of gevel gebruik kan maken.
- Geef het belang aan van een zo licht mogelijk interieur.
- Maak een voorselectie van lichtbronnen op basis van functie, kleurweergave en kleurindruk en kies vervolgens die met het hoogste rendement. Dit geldt ook voor de eventueel benodigde transformatoren, voorschakelapparaten en drivers. Ga hierbij ook zoveel mogelijk uit van regelbare versies.
- Selecteer armaturen op basis van de, voor de gegeven situaties, meest gunstige lichtverdeling, afscherming tegen verblindingshinder en de ambiance. Kies vervolgens voor armaturen met het hoogste verlichtingsrendement.

### Stap 4: Definitie ontwerp → optimalisering regeling van de verlichting

- Leg de toe te passen armaturen en lampen vast, inclusief de wijze waarop is voldaan aan de eisen met betrekking tot kleurweergave, kleurtemperatuur en voorkomen van verblindingshinder.
- Leg mogelijkheden vast voor schakelen en/of lichtregeling bij afwezigheid van personen.
- Leg mogelijkheden vast voor schakelen en/of regelen op basis van daglicht.
- Leg mogelijkheden vast voor het individueel regelen van de verlichting op locatie.
- Leg de resultaten vast van de berekeningen die van toepassing zijn en van eventueel gewenste proefopstellingen.
- Maak een overzicht van de investerings- en exploitatiekosten.



# KOSTEN EN BATEN VAN ENERGIEZUINIGE VERLICHTING

Met energiezuinige verlichting kunt u in sommige gevallen wel meer dan 50% besparen. De extra investeringskosten verdient u dus snel terug. We zetten de kosten en de baten van de diverse maatregelen voor u op een rijtje, inclusief een rekenvoorbeeld.

In bestaande situaties zijn de kosten voor de verlichting opgebouwd uit:

- afschrijving van de armaturen;
- energiekosten;
- kosten voor onderhoud en beheer.

Bij vervanging van alleen de lampen zijn bij de afweging voor energiezuinigere verlichting alleen de meerkosten ten opzichte van de al toegepaste lichtbronnen van belang. Deze kunnen met name voor ledbuizen beduidend hoger zijn.

Bij het aanbrengen van reflectoren en het vervangen van voorschakelapparaten of van armaturen komen bovenop de aanschafkosten ook nog de kosten voor montage.

Voor regelbare voorschakelapparaten en van licht- en bewegingssensoren is vaak ook extra bekabeling nodig.

Voor het bepalen van de kosten van energiegebruik en onderhoud in onderwijsgebouwen kunt u uitgaan van een gemiddelde brandduur van 1600 uur overdag en 300 uur 's avonds. Uiteraard kan dat per soort onderwijsinstelling sterk verschillen.

	Basisonderwijs		Algemeen vormend onderwijs		LBO, MBO, HBO		WO	
	Dag	Avond	Dag	Avond	Dag	Avond	Dag	Avond
Hal, gang	1600	100	2000	250	2000	600	2500	600
Leslokaal, collegezaal	1250	100	1250	500	1250	500	1300	500
Leslokaal, techniek			800	500	800	500		
Gymzaal	875		1650	350	1650	350		
Bibliotheek	240		600		600		1800	
Kantine, mensa			600	160	600	160	1200	400

Overzicht gemiddelde branduren van schoolverlichting in de praktijk

Houd bij renovatie ook rekening met eventuele kosten voor het milieuvriendelijk afvoeren van lampen, armaturen en installatiemateriaal. Lampen en armaturen kunnen meestal gratis worden ingeleverd.

Maatregel	Besparingspercentage
Veegpulsschakeling	30%
Daglichtafhankelijk schakelen	20%
Daglichtafhankelijke lichtregeling	25 - 40% In gevelzone tot 70%
Aanwezigheidsdetectie	10-30% In magazijnen tot 80%
Lichtmanagementsysteem met alle hiervoor genoemde faciliteiten	tot 70%
Bouwkundige voorzieningen om optimaal gebruik te kunnen maken van de toegepaste energiereducerende schakel- en regelsystemen	tot 80%

## Mogelijke besparingen per maatregel

Nevenstaandstaand schema geeft per maatregel een globaal overzicht van de mogelijke besparingen op energiegebruik bij de toepassing van energiezuinige verlichting. Verderop vindt u een rekenvoorbeeld.

Wilt u de kosten en baten voor uw eigen gebouw precies berekenen? Maak dan gebruik van de Verlichtingsscan van Agentschap NL op [www.agentschapnl.nl/slimmeenergie/verlichten](http://www.agentschapnl.nl/slimmeenergie/verlichten).

## Rekenvoorbeeld: renovatie van een onderwijsgebouw van 2300 m<sup>2</sup>

Uitgangspunt is een leslokaaloppervlak van 1500 m<sup>2</sup> (25 lokalen à 60 m<sup>2</sup>), en verkeerszones en overige ruimten van 800 m<sup>2</sup>. De verlichtingssterkte in de leslokalen is 300 lux.

Aantal armaturen	250 stuks
Opgenomen vermogen per armatuur	140 W
Totaal geïnstalleerd vermogen	35 kW
Bedrijfsuren per jaar	1.750 uur
Energiegebruik per jaar	61.250 kWh
Energiekosten per jaar (1 kWh = € 0,20)	12.250 €

### Bestaande situatie

Voor de renovatie zijn de leslokalen voorzien van 250 armaturen met twee fluorescentielampen van 58W met een doorsnede van 26 mm (T8) en conventionele voorschakelapparaten. Het opgenomen vermogen per armatuur is 140W. Het totaal geïnstalleerd vermogen voor de leslokalen in het hele gebouw is 35kW.

Aantal armaturen	250 stuks
Opgenomen vermogen per armatuur	54 W
Aantal bordarmaturen	50 stuks
Opgenomen vermogen per bordarmatuur	38 W
Totaal geïnstalleerd vermogen	15,4 kW
Bedrijfsuren per jaar	1.750 uur
Energiegebruik per jaar	26.950 kWh
Energiekosten per jaar (1 kWh = € 0,20)	5.390 €

### Nieuwe situatie met standaardoplossing

De armaturen worden vervangen door nieuwe met een beter rendement. Elke armatuur is voorzien van een lamp van 49W met een doorsnede van 16mm (T5) in combinatie met elektronische voorschakelapparatuur. De armaturen zijn voorzien van reflectoren en een lamellenafscherming. Ze hebben een zeer hoog rendement. Voor de bordverlichting zorgen twee armaturen 1 x 35W met een asymmetrische lichtverdeling. Inclusief voorschakelapparatuur is het opgenomen vermogen per armatuur voor de lokaalverlichting 54W en die voor de bordverlichting 38W. Het totaal geïnstalleerd vermogen voor de leslokalen in het hele gebouw is 15,4kW.

De jaarlijkse besparing op energiekosten bedraagt € 6.860.

Aantal armaturen	250 stuks
Opgenomen vermogen per armatuur	54 W
Totaal geïnstalleerd vermogen	13,5 kW
Energiebesparing door daglichtafhankelijke regeling	30 %
Aantal bordarmaturen	50 stuks
Opgenomen vermogen per bordarmatuur	38 W
Bedrijfsuren per jaar	1.750 uur
Energiegebruik per jaar	19.863 kWh
Energiekosten per jaar (1 kWh = € 0,20)	3.973 €

### Voordeel daglichtafhankelijke lichtregeling

Door gebruik te maken van binnenvallend daglicht kan het elektriciteitsverbruik verder dalen. De armaturen worden voorzien van dimbare voorschakelapparatuur en een ingebouwde lichtsensoren. Hiermee is een besparing op het elektriciteitsgebruik mogelijk van 25 tot 40%. De exacte besparing is onder meer afhankelijk van de beglazing en eventuele belemmeringen rondom een gebouw. De daglichtafhankelijke regeling wordt alleen toegepast op de lokaalverlichting.

De meerkosten bedragen € 45 per armatuur, dus totaal € 11.250.

Uitgaande van 30% energiebesparing zullen de elektriciteitskosten ten opzichte van de oorspronkelijke situatie dalen met € 8.277 per jaar.

### Aanwezigheidsdetectie

Veel ruimten worden overdag niet permanent gebruikt. Bewegingsmelders brengen het elektriciteitsgebruik nog verder terug met 10 tot 30%. In combinatie met daglichtafhankelijke lichtregeling kan de besparing op het elektriciteitsverbruik oplopen tot 70%.

De meerkosten voor het aanbrengen van de daglichtregeling en de bewegingsmelders bedragen circa € 20.000.

Uitgaande van 60% energiebesparing zullen de elektriciteitskosten ten opzichte van de oorspronkelijke situatie dalen met € 10.094 per jaar.

Aantal armaturen	250 stuks
Opgenomen vermogen per armatuur	54 W
Aantal bordarmaturen	50 stuks
Opgenomen vermogen per bordarmatuur	38 W
Totaal geïnstalleerd vermogen	15,4 kW
Energiebesparing door daglichtafhankelijke en aanwezigheidsregeling	60 %
Bedrijfsuren per jaar	1.750 uur
Energiegebruik per jaar	10.780 kWh
Energiekosten per jaar (1 kWh = € 0,20)	2.156 €

Door het lagere opgenomen vermogen van de armaturen wordt er ook minder warmte aan de ruimte afgegeven. In de berekeningen is geen rekening gehouden met een reductie van de koelenergie voor de klimaatinstallatie.

#### Beperking kosten onderhoud

De levensduur van de nieuwe T5-lampen in combinatie met elektronische voorschakelapparatuur is ongeveer tweemaal zo hoog als die van de lampen in de oude situatie. De kosten van het verwisselen van lampen gaan ook met een factor 2 omlaag.

## Belastingvoordeel voor energiezuinige verlichting



#### De Energie Investerings Aftrek (EIA)

Onderwijsinstellingen die vennootschapsbelasting betalen en investeren in energiezuinige verlichting en bedieningsmogelijkheden, kunnen gebruik maken van de Energie Investerings Aftrek (EIA). U betaalt een lager bedrag aan inkomsten- of vennootschapsbelasting, omdat de investeringskosten grotendeels aftrekbaar zijn. Mooi voor het milieu, en mooi meegenomen voor u!

Meer informatie over de EIA vindt u op [www.agentschapnl.nl](http://www.agentschapnl.nl).

#### De Milieu Investerings Aftrek (MIA) en VAMIL

De MIA en VAMIL zijn fiscale aftrekregelingen voor ondernemers die investeren in milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen die voorkomen op de Milieulijst. De MIA biedt de mogelijkheid tot 40% van het investeringsbedrag in mindering te brengen op de fiscale winst. Het percentage van de aftrek is afhankelijk van de milieueffecten en de gangbaarheid van het bedrijfsmiddel. De VAMIL biedt een liquiditeits- en rentevoordeel. Ondernemers die VAMIL voor een bedrijfsmiddel toepassen mogen dit bedrijfsmiddel willekeurig ofwel vrij afschrijven.

Meer informatie over de MIA- en VAMIL-regeling vindt u op [www.agentschapnl.nl](http://www.agentschapnl.nl).

In de ISSO-publicatie 90 is meer informatie te vinden over de subsidiemogelijkheden (zie [www.ISSO.nl](http://www.ISSO.nl)).

### Afvalinzameling oude lampen

Bij het vervangen van verlichting is het van belang om de vrijkomende oude verlichtingsbronnen en de armaturen op de juiste wijze af te voeren. De Nederlandse Vereniging Metaelectro Producten (NVMP) zamelt voor de Stichting LightRec Nederland deze verlichtingsbronnen en armaturen in. LightRec is door de producenten en importeurs van verlichting opgericht om de inzameling en recycling van afgedankte lampen en armaturen te regelen. Aanbieders als installateurs, gebouwbeheerders, schoonmaakbedrijven, facility managers, sloopbedrijven en eigenaren en huurders van utiliteitsgebouwen kunnen deze gratis laten ophalen. NVMP levert daarvoor inzamelmiddelen als containers voor TL-buizen en (spaar)lampen en box-pallets voor armaturen. Hiermee worden de kosten van inzameling door de afvalverwijderaar bespaard. Via fijnmazige inzameling van deze materialen wordt het de aanbieders zo gemakkelijk mogelijk gemaakt. Het milieudoel is evident. Van deze materialen kan meer dan 90 % worden hergebruikt. Meer informatie is te vinden op de websites van LightRec en NVMP ([www.lightrec.nl](http://www.lightrec.nl), [www.nvmp.nl](http://www.nvmp.nl)).

Deze brochure is gerealiseerd in het kader van de Taskforce Verlichting.

## Energiezuinige verlichting voor Onderwijsinstellingen

**Er zijn nog vier brochures over  
energiezuinige verlichting voor:**

**Detailhandel**

**Industriegebouwen**

**Kantoorgebouwen**

**Zorgsectorinstellingen**

De brochures zijn gratis te bestellen via [www.postbus51.nl](http://www.postbus51.nl)



[www.isso.nl](http://www.isso.nl)



Agentschap NL  
Ministerie van Volkshuisvesting,  
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

[www.agentschapnl.nl/slimmeenergie/verlichten](http://www.agentschapnl.nl/slimmeenergie/verlichten)



[www.uneto-vni.nl](http://www.uneto-vni.nl)



[www.nsvv.nl](http://www.nsvv.nl)