



Agentschap NL
Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Ledoplossingen

voor Openbare Verlichting

>> *Als het gaat om energie en klimaat*



Ledverlichting is een techniek die veel potentie heeft en in de openbare verlichting (OVL)

veel energiebesparing kan opleveren. Agentschap NL coördineerde in 2008 en 2009 de evaluatie

van ruim 40 OVL-ledpilots. De belangrijkste conclusie: het is inmiddels goed mogelijk leds toe

te passen in OVL-systemen en het milieu is er bij gebaat als gemeenten aan de slag gaan met led.

Voordelen led

Uit de geëvalueerde pilots blijkt dat bewoners en verkeersdeelnemers tevreden zijn en de ledverlichting gemiddeld beter beoordelen dan de conventionele verlichting. De evaluatie van de pilots en de resultaten van aanvullend onderzoek maken verder duidelijk dat leds voor OVL belangrijke voordelen bieden ten opzichte van conventionele technieken:

- Leds zijn energiezuinig: er is met leds ten opzichte van bestaande OVL-installaties een energiebesparing haalbaar tot circa 15 % (situatie begin 2010). In sommige gevallen –bijvoorbeeld bij verouderde bestaande verlichting – is een nog grotere besparing mogelijk.
- Ledverlichting is zeer goed regelbaar, zowel wat betreft het aan- en uitschakelen, als het dimmen van de verlichting. Deze regelbaarheid kan een bijdrage leveren aan de energiebesparing.
- Ledverlichting biedt veel keuze in kleurtinten en kleurweergave. Dit resulteert in een breed spectrum aan toepassingsmogelijkheden.
- Ledarmaturen kennen een lange levensduurverwachting. Ze vergen bovendien weinig onderhoud. Wel is er (nog) sprake van hogere investeringskosten dan bij toepassing van conventionele systemen. Die kosten verdienen zich in circa 10 jaar terug door lagere energie- en onderhoudskosten.
- Ledtoepassingen zijn robuust en bestand tegen mechanische trillingen.
- Ledtoepassingen zijn compact qua afmetingen.
- Ledtechnologie biedt ten opzichte van conventionele verlichting extra mogelijkheden voor toepassing in weggeleidingssystemen, bijvoorbeeld via actieve wegmarkering.
- Het is met ledverlichting goed mogelijk het licht nauwkeurig te richten en strooilicht te beperken.

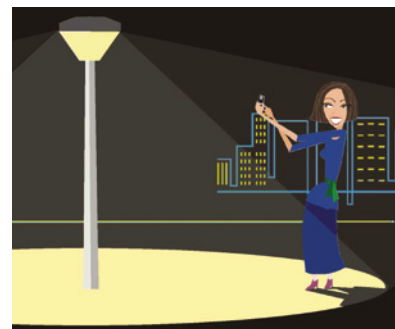
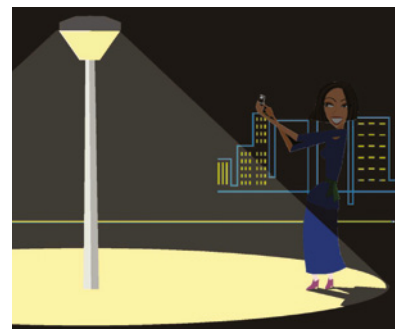
Aandachtspunten

Verscheidene gemeenten hebben inmiddels besloten om ledverlichting op grote schaal in te voeren. Door de snelle ontwikkeling van de techniek en de snel groeiende hoeveelheid kennis van en ervaring met ledtechnologie zullen de voordelen in de toekomst groter worden. Toch is er vaak nog sprake van terughoudendheid om met ledverlichting aan de slag te gaan. Bijvoorbeeld vanwege de vraag of de energiebesparing wel voldoende financieel voordeel oplevert om de investering terug te verdienen; de rendementen verbeteren echter vrijwel continu. Ook de variatie in kwaliteit van de ledarmaturen maakt het voor beheerders van OVL-systemen soms moeilijk om voor ledverlichting

te kiezen. Het is daarom belangrijk het kaf van het koren te scheiden. Daarnaast speelt de vraag of ledverlichting soms niet leidt tot een tekort aan strooilicht, wat ten koste kan gaan van het gevoel van sociale veiligheid; de juiste armatuurkeuze en een goed lichtontwerp kan hier uitkomst bieden. Tenslotte is het de vraag in hoeverre ledarmaturen zijn voorbereid op de toekomst. Modulair opgebouwde armaturen lijken vooralsnog daarbij in het voordeel.

Aanbevelingen

- Bezoek (proef)projecten van andere gemeenten en provincies. Van ervaring van anderen kunt u leren.
- Doe ervaring op met ledverlichting door het opzetten van (proef)projecten. Het is goed om daarbij eisen te stellen aan de producten. Vraag naar alle productgegevens en product- en levensduurgaranties.
- Wees kritisch richting leveranciers. Niet met alle aanbieders van ledverlichting zijn goede ervaringen opgedaan. Vraag naar de ervaring van de aanbieder met OVL en vraag OVL-beheerders (van andere gemeenten) of ze tevreden zijn.
- Laat als onderdeel van het (proef)project een nieuw lichtontwerp maken. Zorg er als opdrachtgever voor dat de lichttechnische eisen vooraf goed zijn overwogen en nauwkeurig zijn gedefinieerd. Het gaat daarbij ondermeer om eisen op het gebied van 'lichtkleur', lichtniveau en hoeveelheid gewenst strooilicht.



Led: de technologie

De afkorting 'led' staat voor 'light emitting diode'. Led genereert licht op basis van halfgeleider-technologie, een wezenlijk andere techniek dan verlichting op basis van verhitting van een gloeidraad of gasontlading. De specifieke kenmerken van de ledtechnologie zijn van invloed op een aantal voor OVL-systemen relevante aspecten, zoals energieverbruik, levensduur en kleurweergave.

Energieverbruik

Kleurtemperatuur en rendement

Hoeveel energie ledverlichting kan besparen ten opzichte van conventionele OVL-systemen, is ondermeer afhankelijk van het rendement. Dit wordt deels bepaald door de kleurtemperatuur (uitgedrukt in Kelvin): hoe hoger de kleurtemperatuur, hoe 'koeler' het licht, hoe hoger het rendement en hoe groter de energiebesparing. Op het gebied van kleurtemperatuur biedt de ledtechnologie een grote mate van bewegingsvrijheid.

Minder lumen nodig voor zelfde lichtniveau

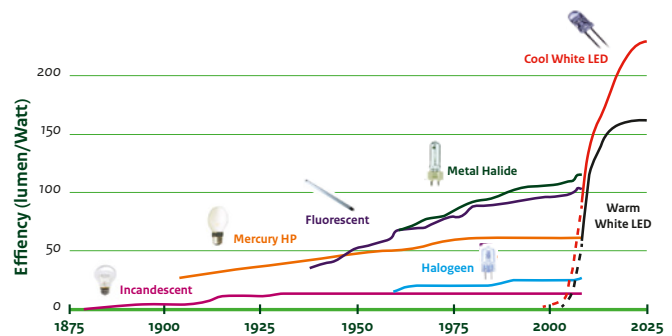
Met het oog op het energieverbruik van een OVL-installatie is ook van belang dat de totale hoeveelheid licht (uitgedrukt in lumen) van een ledlichtbron in vergelijking met conventionele OVL-verlichting minder groot hoeft te zijn om een bepaald lichtniveau te bereiken. De reden hiervan is dat ledlicht goed te richten is.

Besparing

Met een optimaal ontwerp is het mogelijk met ledverlichting een besparing te realiseren van 10 - 15% ten opzichte van conventionele OVL-systemen (situatie begin 2010). De 'lichtwedloop' is echter nog lang geen gelopen race; de rendementen verbeteren vrijwel continu. Ook nu al is – wanneer ledverlichting sterk verouderde bestaande verlichting vervangt – een energiebesparing mogelijk tot 30%.

Levensduur

Ledverlichting kent een lange levensduurverwachting. De opgaven variëren van 50.000 tot 100.000 branduren waarbij de lichtterugval niet meer dan 30% bedraagt. Overigens gaat het hier om theoretische of geëxtrapoleerde waarden, omdat de producten nog niet oud genoeg zijn om ze volledig getest te kunnen hebben. De prestaties van led's zijn wel sterk afhankelijk van de warmtehuishouding in het armatuur; warmte heeft een negatieve invloed op de prestatie. Daarnaast speelt ook de levensduur van de driver (voorschakelapparaat) een rol.



Evolutie en verwachtingen rendementen van witte lichtbronnen

Kleurweergave

Een goede kleurweergave is in de OVL ondermeer van belang voor gezichtsherkenning en daarmee voor het gevoel van sociale veiligheid. Door enerzijds menging van rood, groen en blauw licht en anderzijds door het gebruik van fluorescentiepoeders kunnen leds in verschillende kleuren en lichttinten worden uitgevoerd. Lichtbronnen met een zogenoemd discontinu spectrum, zoals led en gasontladingslampen, kunnen echter per definitie niet alle kleuren natuurgetrouw weergeven. Het is daarom belangrijk bij het maken van een lichtontwerp voor OVL-installaties gebruik te maken van de laatste inzichten en testmethodes om de kleurweergave te karakteriseren.

Stand van zaken begin 2010

De ontwikkeling van de ledtechnologie heeft sinds het uitvoeren van de geëvalueerde pilots niet stilgestaan. Dit betekent bijvoorbeeld dat er nu reeds producten op de markt zijn met een nog beter rendement en daarmee grotere energiebesparingsmogelijkheden. Naar verwachting zullen het rendement en de beschikbare vermogens nog verder verbeteren. Ook kan door verdere ontwikkeling van de drivers van de armaturen de netstroomvervuiling – de zogeheten powerfactor – worden verbeterd. Tevens kan dan de soms optredende piekstroom bij aan- en uitschakelen van de verlichting worden teruggedrongen.

Toepassing van leds in OVL-systemen

Pas sinds kort wordt led op grotere schaal toegepast voor OVL en begint het gebruik van ledsystemen voor zowel verblijfsgebieden als verkeerswegen aantrekkelijk te worden. Er zijn op dit moment globaal gesproken drie vormen van ledverlichting: 'puntbronnen', 'strips' en 'leds in spiegeloptiek'. Onderstaande tabel geeft op hoofdlijnen de kenmerken, voordelen en eigenschappen van de verschillende typen weer.

Lichttechnische aspecten

Aandacht voor strooilicht

Bij ledverlichting kan de hoeveelheid licht die op de weg valt niet zondermeer als maatstaf voor sociale veiligheid dienen. Met led is het mogelijk het licht heel precies te richten waarbij er veel minder strooilicht is dan bij conventionele systemen. Dit kan resulteren in mindere zichtbaarheid van verticale objecten zoals verkeersborden, bomen en gevels, en heeft daarmee invloed op de beleving van de openbare ruimte. In de eisen die gesteld worden aan het lichtontwerp zal dit aspect daarom een belangrijke rol moeten spelen: veel nadrukkelijker dan bij conventionele systemen moet de aandacht in het lichtontwerp en de keuze voor een bepaald ledsysteem uitgaan naar het realiseren van voldoende strooilicht ten behoeve van de sociale veiligheid.

Kleurtemperatuur

Om de acceptatie van een ledinstallatie te vergroten, is het van belang in het lichtontwerp en bij de keuze voor een bepaald systeem ruime aandacht te besteden aan de kleurtemperatuur. Daarbij geldt: hoe hoger de kleurtemperatuur, hoe 'koeler' het licht en hoe energiezuiniger de verlichting. Vooral in woongebieden dient de kleurtemperatuur echter – ondanks de grotere besparingsmogelijkheden – niet te hoog te zijn, omdat gebruikers van de openbare ruimte het koele licht als minder aangenaam kunnen ervaren.

Total Cost of Ownership

Tot slot spelen de beheeraspecten een rol bij de keuze voor een bepaald type OVL-systeem. Om een goede afweging te kunnen maken is het zinvol alle aan het systeem gerelateerde kosten in kaart te brengen: de Total Cost of Ownership (TCO) wordt bepaald door de kosten voor aanschaf, de energiekosten, de onderhoudskosten en

(aan het eind van de levensduur) de sloop- en verwijderingskosten. Per systeem en per situatie zullen deze kosten verschillen. Voor een juist beeld is het van belang om bij de aanschaf de juiste armaturen en systemen met elkaar te vergelijken, om bij de energiekosten niet alleen de lichtbron maar ook de randapparatuur mee te nemen en om bij de onderhouds- en sloopkosten ook zaken als vervanging, reiniging en afvoer in de berekening te betrekken.




Praktijkervaringen lichtbeleving en -techniek

Beleving

Bij de keuze voor een ledsysteem is het van groot belang de wensen en ervaringen van de gebruikers van de openbare ruimte mee te nemen. In de onderzochte pilots zijn belevingsonderzoeken gehouden onder bewoners / verkeersdeelnemers en zijn ook de uitkomsten van belevingsonderzoeken bij andere pilot-installaties meegenomen. En hoewel er verschillen zaten in de beleving en de resultaten als indicatief beschouwd moeten worden, zijn de bewoners en verkeersdeelnemers over het algemeen tevreden met ledverlichting. In de pilots beoordeelden zij de ledverlichting gemiddeld beter dan de conventionele verlichting.

Techniek

In samenwerking met gemeenten is vastgesteld aan welke verlichtingseisen de pilot-installatie moest voldoen zodat het verlichtingsontwerp daarop kon worden bepaald. In een aantal gevallen zijn de lichttechnische aspecten van de pilot-installaties via praktijkmetingen in kaart gebracht. Bovendien zijn begin 2009 door het Van Swinden Laboratorium controlemetingen uitgevoerd, waarbij naast elektrische en lichttechnische metingen ook is gekeken naar de gevoeligheid voor netspanning, omgevingstemperatuur en wind. Met een gemeten efficiëntie (de lichtstroom uit het armatuur ten opzichte van het systeemvermogen) van tussen de 35 en 73 lm/W lijken de resultaten nog niet echt spectaculair. Voor conventionele systemen als een compact-fluorescentie- en een hogedruk natrium-systeem is dit respectievelijk circa 60 lm/W en circa 75 lm/W. Voor energiebesparings-berekeningen is echter ook het uiteindelijke lichtontwerp van belang. Dat houdt rekening met de hoeveelheid nuttig licht dat op de te verlichten weg valt. Daarin scoort ledverlichting beter dan conventionele systemen.

Verlichtingsvorm	Kenmerk	Voordeel / eigenschap
Led: puntbronnen 	Leds zijn voorzien van optiek (lens eventueel gecombineerd met spiegel).	Lichtbundels zijn heel nauwkeurig te definiëren, waardoor maximale beperking van strooilicht mogelijk wordt.
Led: strips 	Leds worden als blauwe led op een strip geplaatst die is gemonteerd in een kunststof behuizing, voorzien van fluorescentiemateriaal. Hierdoor ontstaat dus een soort lineaire lichtbron met compacte afmetingen.	Door grotere oppervlak minder verblinding. Worden als module geleverd en daardoor toepasbaar in bestaande armaturen.
Led: in spiegeloptiek 	Afzonderlijke leds zijn, al of niet geclusterd, geplaatst in een spiegeloptiek waarmee het licht gericht wordt.	Goede lichtsturing mogelijk. Door spiegel wellicht wat lager rendement dan de puntbron.

Conclusies

Hoe verhoudt het lichtbeeld van ledverlichting zich tot conventionele verlichting?

Wanneer ledverlichting wordt toegepast is er – in situaties waarin de behoefte aan sociale veiligheid een rol speelt – speciale aandacht nodig voor het lichtontwerp om voldoende strooilicht te waarborgen. Hoewel de OVL-kwaliteitsrichtlijnen (NPR) geen minimale hoeveelheid strooilicht voorschrijven, moet hier bij ledinstallaties in sommige situaties toch rekening mee worden gehouden.

Hoe verhouden de elektrotechnische eigenschappen van led zich tot conventionele verlichting?

De aansturing van leds vindt plaats langs elektronische weg. Goed ontworpen drivers kunnen netvervuiling (piekbelastingen op het stroomnet) binnen de perken houden. Aandachtspunten zijn de levensduur en de kwaliteit van de drivers.

Hoe ervaren gebruikers de nieuwe verlichting ten opzichte van de oude verlichting?

De ervaringen met ledverlichting wisselen sterk, afhankelijk van het toegepaste type. Uit de pilots blijkt dat de gebruikers van de openbare ruimte de overgang naar ledverlichting doorgaans goed accepteren. Zij beoordelen de ledverlichting gemiddeld beter dan de conventionele verlichting.

Is de grootschalige invoering van ledverlichting haalbaar en zinvol op korte termijn?

Ja, technisch gesproken (zowel als het gaat om licht- en elektrotechnische aspecten als belevingsaspecten) zijn er geen belemmeringen om ledsystemen toe te passen binnen de OVL. De kosten voor het gebruik van ledverlichting zijn laag. Wel is er (nog) sprake van hogere investeringskosten dan bij toepassing van conventionele systemen. Deze investeringskosten verdienen zich in circa 10 jaar terug door lagere energie- en onderhoudskosten. Deze terugverdientijd is echter ook afhankelijk van de energietarieven die per gemeente verschillen. De ledtechnologie is nog

volop in ontwikkeling en dat vraagt om de afweging of het zinvol is nu over te gaan tot het toepassen van leds of te wachten tot de techniek is doorontwikkeld. Nu al biedt led echter in uiteenlopende situaties substantiële voordelen. Bovendien kan de toepassing van modulair opgebouwde armaturen uitkomst bieden. Bij toekomstige betere 'ledprestaties' is het dan mogelijk met beperkte extra kosten het armatuur up-to-date te brengen.

Aanbevelingen

Op basis van de evaluatie van de pilots worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Doe ervaring op met ledverlichting door het opzetten van (proef)projecten. Het is goed om daarbij eisen te stellen aan de producten. Vraag naar alle productgegevens en product- en levensduurgaranties.
- Wees kritisch richting leverancier. Niet met alle aanbieders van ledverlichting zijn goede ervaringen opgedaan. Vraag naar de ervaring van de aanbieder met OVL en vraag OVL-beheerders (van andere gemeenten) of ze tevreden zijn.
- Laat als onderdeel van het (proef)project een nieuw lichtontwerp maken. Zorg er als opdrachtgever voor dat de lichttechnische eisen vooraf goed zijn overwogen en nauwkeurig zijn gedefinieerd. Het gaat daarbij ondermeer om eisen op het gebied van 'lichtkleur', lichtniveau en hoeveelheid gewenst strooilicht.

Aan de slag!

De toepassing van leds in OVL-systemen biedt vandaag de dag al vele voordelen en op grond hiervan hebben verscheidene gemeenten, zoals Eindhoven, Breda, Assen en Tilburg inmiddels besloten om ledverlichting op grote schaal in te voeren. Kies ook voor de toekomst: elk nieuw ledproject draagt bij aan een versnelling van de introductie van deze technologie. Een technologie die niet alleen voor de toekomst veelbelovend is, maar in veel situaties ook vandaag al voordelen biedt zoals in de tabel is te zien.

Toepasbaarheid OVL led in de openbare ruimte

Toepassingen	2009			2015		
	Niveau	Besparing	Onderhoud	Niveau	Besparing	Onderhoud
Woongebieden	+	-/+	+	++	++	+
Fietspaden	+	-/+	+	+	++	+
Verkeerswegen	-	--	++	+	+	++
Stadscentra	-	--	-	+	+	-
Oriëntatie	+	-	+	+	+	+
Illuminatie	++	++	++	++	++	++

De beoordeling is gerelateerd aan de conventionele verlichting. Verklaring:

- ++ = heel geschikt, heel goed, heel goed toepasbaar, heel veel profijt
- + = geschikt, goed, goed toepasbaar, veel profijt
- /+ = geen verbetering
- = minder geschikt, weinig besparing, weinig voordeel
- = nadelig

De Taskforce Verlichting voert activiteiten uit om energie-efficiënte verlichting in Nederland de standaard te laten worden. In de Taskforce Verlichting zijn verschillende partijen vertegenwoordigd die actief zijn op het gebied van verlichting voor de sectoren utiliteitsbouw, openbare verlichting en de huishoudelijke verlichting.



Dit is een publicatie in opdracht van de Taskforce Verlichting:

Agentschap NL
NL Energie en Klimaat
Croeselaan 15
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0) 88 602 92 00
E openbareverlichting@agentschapnl.nl
www.agentschapnl.nl/openbareverlichting

© Agentschap NL | september 2010
Publicatie-nr. 2TFVL1017

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld kan Agentschap NL geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten.

Agentschap NL is een agentschap van het ministerie van Economische Zaken. Agentschap NL voert beleid uit voor diverse ministeries als het gaat om duurzaamheid, innovatie en internationaal. Agentschap NL is hét aanspreekpunt voor bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Voor informatie en advies, financiering, netwerken en wet- en regelgeving.

De divisie NL Energie en Klimaat versterkt de samenleving door te werken aan de energie- en klimaatoplossingen van de toekomst.