

GEMEENTE DEVENTER

Over masten en armaturen

Uitvoeringskader openbare verlichting gemeente Deventer 2013-2020

22-1-2013

Colofon

Opdrachtgever	: Gemeente Deventer
Projectbegeleiders	: De heren B. Biesterbos en J. Pluim
Opdrachtnemer	: Infra-lux BV Noord
Auteur	: J. Ottens
Projectnummer	: P120440
Versie	: 1.0
Datum	: 22 Januari 2013

Samenvatting

De gemeente Deventer heeft als doelstelling in 2030 klimaatneutraal te zijn. Als tussenstap wordt gewerkt naar CO2-neutraliteit. Verdere doelen zijn versobering, de inzet van energie-efficiëntie materialen en duurzaam inkopen. Het onderhoud en budgetten worden versoberd. De doelstelling wordt vormgegeven met een duurzaam beleid. Figuur 1 geeft de acties aan die volgen uit de kaderstelling.

People

De gemeente hanteert een sober verlichtingsbeleid. Het huidige verlichtingsniveau is laag maar heeft een goede lichtverdeling waardoor het bijdraagt aan de gewenste veiligheid. Aan vorm en beleving wordt aandacht gegeven met een voornamelijk witte lichtkleur, een warme kleurtemperatuur, een goede kleurweergave en een aan de stadsfunctie aangepaste vorm. Dit is bestaand beleid en wordt in de reguliere vervanging voortgezet.

Planet

Het compenseren van het energieverbruik gebeurt al voor een groot deel met groene stroom, maar kan met projecten als HIER, voor 100% gebeuren. Het armaturenbestand van de gemeente is voor 47% ouder dan 25 jaar en wordt vervangen. Dit wat verouderde, maar al relatief zuinige, bestand maakt het mogelijk om nog 19% energiebesparing te bereiken. Dit door LED technieken te gaan gebruiken, te gaan dimmen en nieuwe armaturen te voorzien van zo mogelijk dimbare elektronische voorschakelapparatuur.
Als materiaal wordt zoveel mogelijk herbruikbaar aluminium of kunststof gebruikt. De openbare verlichting bestaat al grotendeels uit deze grondstoffen. Lichthinder wordt zoveel mogelijk voorkomen.

Profit

De gemeente koopt haar verlichtingsmiddelen duurzaam in en op basis van TCO berekeningen met terugverdientijden die geoptimaliseerd worden met investeringsmomenten en -wijzen. Hiermee zijn LED-technieken al voor een groot deel toepasbaar.

Gezien de leeftijd van het armaturenbestand kan binnen de reguliere vervangingen en bijbehorende budgetten de doelstelling van 19% besparen behaald worden.

Inrichting per gebied

Per gebied worden specifieke eisen gesteld aan toe te passen verlichtingsmiddelen. Natuurgebieden worden in principe niet verlicht of alleen met toepassing van de modernste op de natuur afgestemde verlichtingsmiddelen.

Instandhouding

De instandhouding van het areaal vindt plaats op basis van een vastgestelde servicegraad en met gestandaardiseerde en beheersbare verlichtingsmiddelen. Alleen op specifieke plekken kan daarvan worden afgeweken. Vervanging van masten en armaturen wordt bepaald op basis van kengetallen, de aanwezigheid van rendabele vervangers en incidentele inspecties. De gemeente legt standaard geen eigen net aan.



Figuur 1 van doelstelling naar actie

Inhoud

1 Inleiding 5

Leeswijzer 6

2 Uitgangspunten 7

2.1 Het doel van de openbare verlichting 7

2.2 Bestuurlijke doelstellingen in relatie tot OVL 9

2.3 Randvoorwaarden 10

2.4 Wetgeving 11

3 Analyse 12

3.1 Externe analyse 12

3.2 Interne Analyse 14

3.2.1 Een robuuste beheerorganisatie 14

3.2.2 De openbare verlichtingsinstallatie 14

3.2.3 Eigen voedingsnet 15

3.2.4 Lichtpunthoogten 15

3.2.4 Besparingspotentieel 15

3.2.5 Lichtniveau 16

3.2.6 Besparing door dimmen 17

3.2.7 Indicatieve besparing met LED 18

4 Afwegingskader duurzaamheid 19

4.1 People 20

4.2 Planet 21

4.3 Profit 24

4.4 Conclusie 26

5 Verlichtingseisen per gebied 27

5.1 Verlichtingseisen per gebied 28

5.1.1 Centrum 28

5.1.2 Woonwijk 28

5.1.3 Verkeersgebieden 29

5.1.4 Bedrijventerreinen 29

5.1.5 Parken en begraafplaatsen 29

5.1.6 Fiets- en wandelgebieden 29

5.1.7 Buitengebied 29

5.1.8 Natuurgebieden 29

5.2 Specifieke verlichting 31

5.2.1 Lichtmastreclame 31

5.2.2 Illuminatie 31

6 Overige aspecten 32

6.1 Beheer, onderhoud en realisatie 32

6.2 Raakvlakken 33

6.3 Gemeentelijk net openbare verlichting 34

Bijlagen 35

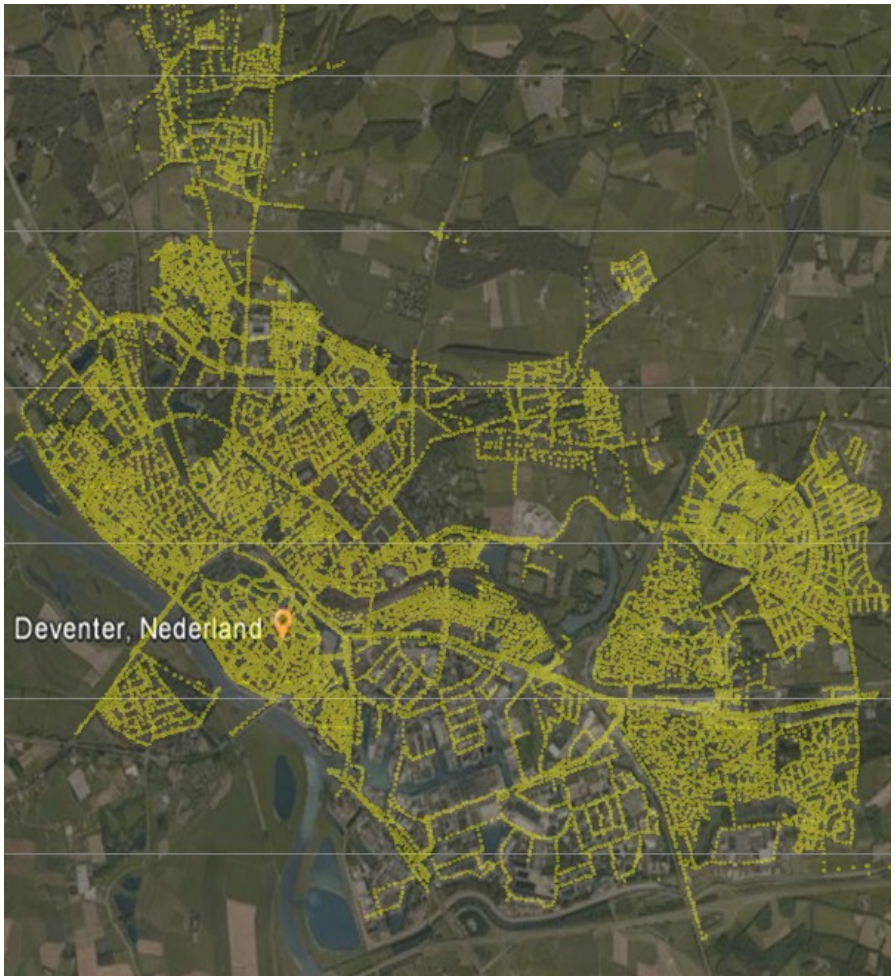
Bijlage 1 Literatuur 36

Bijlage 2 Termen 37

Bijlage 3 Externe ontwikkelingen 38

Bijlage 4 Afbeeldingen 42

Bijlage 5 Rapportage LED it BE 48
1. Inleiding 51
2. Besparingsmogelijkheden 53
3. Verdieping 55
3.1 Minder licht in het buitengebied toepassen 55
3.2 Minder licht in de bebouwde kom toepassen 55
3.3 Dimmen 57
3.4 Toepassen meer efficiënte apparatuur 59
3.5 Lichtbronnen met hoog vermogen in plaats van laag vermogen 61
3.6 Hogere kleurtemperatuur dan 3000K (warm-wit) 62
4. Conclusie en aanbevelingen 62
4.1 Mogelijkheden begroting gemeente Deventer 64



1 Inleiding

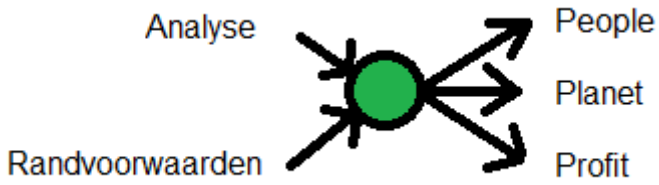
Besparen op verlichting is actueel. Enerzijds is de afgelopen jaren veel werk verricht om energie besparing te bereiken door zuinige verlichting te promoten. Het uitfaseren van de gloeilamp is hiervan een direct gevolg. Hierbij zijn de overheden gevraagd een voorbeeld functie in te nemen. Het nationale coalitieakkoord stelt concrete doelstellingen zoals het jaarlijks 2% energie besparen en het gebruik van minimaal 20% groene stroom en 30% vermindering uitstoot broeikasgassen in 2020.

Anderzijds heeft de gemeente de opdracht om efficiënt om te gaan met de budgetten. Duurzame materialen doen hun intrede waarmee de openbare verlichting goedkoper wordt. De installatie wordt zuiniger en vergt minder onderhoud. Hier is vaak wel een investering voor nodig.

Openbare verlichting draagt bij aan een veilige en aangename gemeente Deventer. Dat stelt ook eisen aan de verlichting.

In het uitvoeringskader is vastgelegd hoe de gemeente Deventer deze soms tegenstrijdige eisen afweegt en kiest voor de optie die in het belang is van haar burgers.

Het uitvoeringskader en de bestuurlijke besluitvorming vormen de voorwaarden voor beheer en realisatie. Voorbeelden zijn de prestatie-eisen die gesteld worden aan beheer, vaststellen van randvoorwaarden zoals wetgeving, energiebesparing en efficiëntie, omgaan met ontwikkelingen en het vaststellen van de gemeentelijke kwaliteitsnormen voor verlichting.



Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de doelstellingen van verlichting, de bestuurlijke doelstellingen, de wetgeving en richtlijnen met de daaruit volgende randvoorwaarden voor de openbare verlichting te Deventer vastgelegd.

Hoofdstuk 3 geeft een analyse van de externe ontwikkelingen zoals LED en duurzaamheid en analyseert de huidige toestand van het areaal en voorgaand beleid

Op basis van de uitgangspunten en analyse ontstaat in hoofdstuk 4 het afwegingskader voor de duurzaamheidsaspecten: people, planet en profit.

Ieder gebied heeft specifieke functies Het centrum heeft een andere functie en is daarom anders ingericht dan een woonwijk. Hoofdstuk 5 geeft de nadere bijzonderheden in beleid per gebied weer.

Naast de keuze voor duurzame middelen en inrichting moet de verlichting in stand worden gehouden en worden gevoed. Hoofdstuk 6 beschrijft deze overige aspecten.



2 Uitgangspunten

2.1 Het doel van de openbare verlichting

Openbare verlichting heeft tot doel de openbare ruimte zodanig te verlichten dat haar gebruikers deze ruimte veilig en comfortabel kunnen gebruiken. Hierin zijn drie doelen te onderscheiden.

Sociaal veilig

De verlichting draagt bij aan een positief veiligheidsgevoel van de mensen. De verlichting zorgt dat de omgeving en andere personen goed en tijdig waarneembaar zijn. De bijdrage bestaat uit het voorkomen van donkere plaatsen door de omgeving gelijkmatig te verlichten en het helder verlichten van de omgeving waarbij deze goed en waarheidsgetrouw zichtbaar wordt. Andere disciplines dragen ook bij zoals onderhoud groenvoorzieningen en een veilige inrichting. De gemeente Deventer voorziet in dit uitgangspunt met wit licht in de straat waarmee kleuren goed worden onderscheiden en het beleid om donkere plekken onder de richtlijn te voorkomen door een goede lichtverdeling.

Verkeersveilig

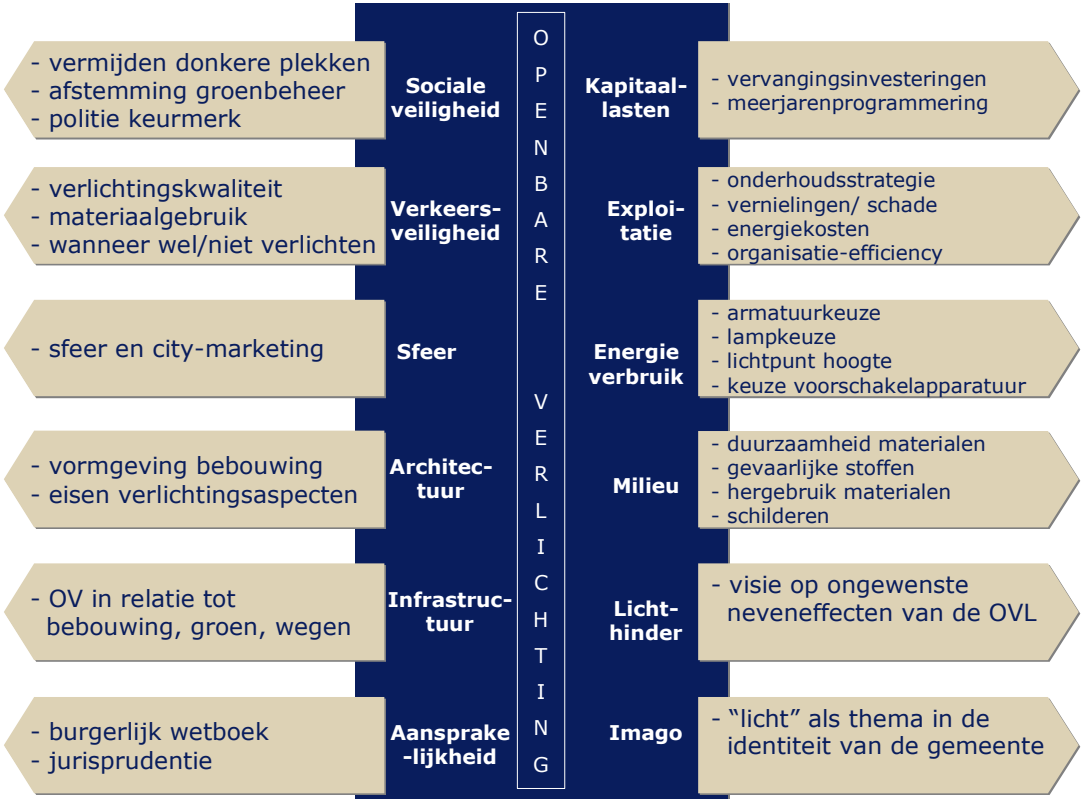
Openbare verlichting draagt bij aan verkeersveiligheid en verkeersgeleiding. Goed geplaatste verlichting zorgt dat ook bij duisternis het verloop van de weg, de kruispunten, zijwegen en rotondes, de medeweggebruikers en eventuele obstakels goed zichtbaar zijn. Hierbij is de functie en de verkeersintensiteit van de te verlichten weg bepalend voor de toe te passen verlichting. Daarbij sluit de gemeente Deventer haar verlichting aan bij de wegen-categorisering in het kader van het zogeheten Duurzaam Veilig-principe. Hierdoor is de functie van de

verschillende soorten wegen ook in de avond- en nachturen nog beter herkenbaar.

Leefbaarheid

Verlichting bevordert de herkenbaarheid, geeft sfeer en benadrukt zo nodig het specifieke karakter van de openbare ruimte. Vooral in winkel- en uitgaansgebieden speelt dit doel van de openbare verlichting tijdens de avonduren een belangrijke rol. Het aanlichten van markante punten en gebieden draagt ook bij aan de aantrekkelijkheid van de gemeente. De gemeente betracht buiten deze specifieke gebieden een sober en terughoudend beleid gezien de energiebesparingsdoelstelling. Herkenbaarheid en sfeer wordt door de gemeente bevorderd door de verlichting in te passen binnen een gebied.

Openbare verlichting heeft zoals tot nu toe al genoemd, relaties met de beleidsrichtingen verkeer, energie, groen, onderhoud en inrichting. In figuur 2 zijn de raakvlakken beschreven waar verlichting mee te maken heeft. Deze nota gaat daarop in.



Figuur 2 aandachtspunten openbare verlichting

2.2 Bestuurlijke doelstellingen in relatie tot OVL

De volgende bestuurlijke doelstellingen met gevolgen voor de openbare verlichting zijn beschreven in het collegeprogramma 2010-2014:

Veiligheid:

“Verschillende ontwikkelingen vragen de komende jaren om een versterkte inzet en regie van de gemeente op het terrein van openbare orde en veiligheid. Camerabewaking en toezicht door agenten moeten elkaar versterken. Zichtbare aanwezigheid van politie, wijkagent en toezicht is van groot belang”.

Duurzaamheid:

“We streven naar een duurzaam Deventer. De visie Duurzaam Deventer vertalen we in een uitvoeringsprogramma, waarbij onder andere aandacht is voor minder en verantwoord energiegebruik en duurzaam bouwen. Minimaal handhaven we de doelstelling van Duurzaam Deventer Dichterbij”.

Investeringsbeleid:

“Zoals blijkt uit het programma wil het college de komende jaren op allerlei terreinen investeren. Echter ook Deventer ontkomt niet aan noodzakelijke bezuinigingen. Al in 2011 bezuinigen we op de eigen organisatie en bedrijfsvoering. In het najaar van 2010 starten we de zoektocht naar bredere bezuinigingsmogelijkheden, waarover de raad bij de begroting van 2012 een besluit neemt”.

Programma Deventer bezinnigt

Het onderhoud van wegen en groen gaat voor de hele gemeente naar het onderhoudsniveau sober. Eerder werden Binnenstad en Vijfhoek op een hoger niveau onderhouden. De wensenbudgetten per wijk verdwijnen. Hiervoor in de plaats komt een breed inzetbaar maar kleiner budget voor wijkenbeheerders om toch op dringende wensen van bewoners in te kunnen spelen (BES 7).



Visie Duurzaam Deventer

Onze ambitie is dat Deventer in 2030 klimaatneutraal is. Toegespitst op energie betekent dat heel Deventer is overgeschakeld op duurzame energiebronnen en per saldo geen CO2 toevoegt aan de atmosfeer. Daarbij tellen we uiteraard ook het verkeer mee. Het restje CO2-uitstoot in 2030 wordt gecompenseerd door een surplus aan duurzaam opgewekte energie in Deventer. Het opwekken van duurzame energie binnen de gemeentegrenzen eventueel in samenwerking met omliggende gemeenten, is dus cruciaal voor een klimaatneutraal Deventer.

	CO_2	Overige broei-kasgassen	Compensatie maatregelen
CO_2-neutraal	√	—	√
Energieneutraal	√	—	—
Klimaatneutraal	√	√	√

Tabel 1 Klimaatneutraal houdt meer in dan alleen CO2-neutraal

.

Onze ambitie is te realiseren met de volgende stappen in het achterhoofd:

- ten eerste door allereerst de vraag naar energie te beperken;
- ten tweede de benodigde energie duurzaam op te wekken;
- ten derde door inzet van zeer energie-efficiënte technieken.

Onze energie-inkoop is nu al 100 % groen. Maar als we duurzame energie zelf kunnen opwekken, doen we dat.

Openbare verlichting is al zuiniger geworden, maar het kan nog beter. De OVL-beheerder krijgt uiteindelijk als prestatie-eis om de openbare verlichting CO2-neutraal te maken.

Als gemeentelijk bedrijf kopen we waar mogelijk duurzaam in. Dat breiden we uit totdat 100% van de ingekochte producten en diensten voldoet aan de duurzame inkoopcriteria.

Uitvoeringsagenda duurzaamheid

Korte termijn acties: gerichte toepassing inkoopbeleid; in 2015 is 75 % van de inkoop duurzaam.

Urgente gebieden storingen en aanrijdingen OVL

Kernwinkelgebied; Duivengang en Treurnietgang; De Brink; Grote Overstraat; Kleine Overstraat; Omgeving Bergkerk; Prinsenplaats; Roggestraat; Geert Grotestraat; Waltorenpad; Schoolpleinen Hagenportschool, Brinkpoortschool en de Hovenschool; Burseplein; Polstraat t.h.v. Tactus; voor- en achterzijde stationsomgeving; Vogeleiland en locaties met geldautomaten.

2.3 Randvoorwaarden

De doelstellingen en afspraken houden voor de openbare verlichting het volgende in:

1. de gemeente is in 2030 klimaatneutraal. Dit houdt in dat het energieverbruik van de verlichting zelf opgewekt en/of gecompenseerd moet worden en de klimaatbelasting van de ingekochte producten gecompenseerd moet worden. Dit laatste kan door de fabrikant gebeuren of door de gemeente zelf;
2. versoberen onderhoud van de gebieden Binnenstad en Vijfhoek. Het onderhoud openbare verlichting dient ook op deze locaties op het sobere niveau plaats te vinden. In het onderhoudsbestek OVL 2012-2015 is beschreven dat in verband met veiligheidsrisico's en hangjeugd een aantal locaties ten aanzien van storingen en schades wel een urgente behandeling krijgen, zie kader;
3. verdwijnen wensenbudget wijken. Hierdoor kunnen specifieke wensen van burgers (voor OVL zijn dat verplaatsingen, snelle reparaties, iets andere armaturen e.d.) niet op wijkniveau gehonoreerd worden. Wensen dienen gemeentelijk geprioriteerd te worden;
4. CO2-neutrale openbare verlichting. Deze voorwaarde wordt al gedekt door voorwaarde 1 maar is een goede tussenstap. Door het gebruik van groene energie is hier al voor 75% aan voldaan. Dit percentage is namelijk de klimaatbelasting die ontstaat door het branden van de lamp (energieverbruik). De overige 25% wordt veroorzaakt door het productie- en afvalproces van lichtmasten, armaturen en lampen. Deze 25% moet nog gecompenseerd worden;
5. inzet van zeer energie-efficiënte technieken. Deze voorwaarde zorgt uiteindelijk mede voor het bereiken van de doelstellingen door het beperken van het energieverbruik.

6. duurzaam inkopen. Op termijn moet dat 100% worden maar in 2015 reeds 75%. Duurzaam inkopen van openbare verlichting houdt een aantal minimumeisen in:
    - nieuwe installatie dienen minimaal energielabel D te hebben;
    - lampen moeten dimbaar zijn, hierdoor kunnen lage druk natrium lampen (SOX) niet meer toegepast worden in nieuwe installaties;
    - pas efficiënte reclameverlichting toe.

   Daarnaast wordt gunningscriteria genoemd: duurzaam ontwerpen OVL. Dit houdt in: reductie lichtvervuiling (lichtuitstraling naar boven), duurzame productie (toepassing gerecyclede grondstoffen en mogelijkheden hergebruik)
   sociale aspecten: bevorderen sociale mensenrechten en internationale arbeidsnormen, Social Return (arbeidsparticipatie).
7. verbeteren veiligheid door onder andere inzet camerabewaking op bedrijventerreinen. Op de locaties waar camerabewaking gaat plaatsvinden dient in overleg met de politie afstemming met het type verlichting plaats te vinden. Het lichtniveau en verdeling moet voldoende zijn evenals de mate van kleurherkenning.

2.4 Wetgeving

Aansprakelijkheid van de wegbeheerder

In 1992 is de laatste versie van het Burgerlijk Wetboek verschenen. Hierin staat onder meer, dat de wegbeheerder aansprakelijk is voor optredende schade aan personen of zaken. Dit geldt echter alleen, wanneer de weg, inclusief de openbare verlichting, niet voldoet aan de eisen die men daaraan in de gegeven omstandigheden mag stellen.

Wettelijk is niet vastgelegd aan welke kwaliteit de openbare verlichting moet voldoen. Wanneer echter de weg overdag geen gevaar oplevert, maar ‘s nachts wel door ondeugdelijke verlichting, kan de gemeente aansprakelijk gesteld worden.

Wanneer eenmaal is vastgesteld dat de schade het gevolg is van een gebrek aan de weg of de weguitrusting, loopt de wegbeheerder risico.

Gesteld mag worden, dat wanneer de wegbeheerder kan aantonen dat de weg in goede staat van onderhoud verkeerd en er regelmatig onderhoud wordt gepleegd dat is afgestemd op de gebruikte materialen, het risico om aansprakelijk gesteld te worden minimaal is en de weg veilig gebruikt kan worden.

Verlichtingskwaliteit

Nederland kent geen wettelijke bepalingen omtrent de verlichtingskwaliteit. De NSVV heeft echter wel richtlijnen opgesteld die door veel gemeenten als norm wordt gehanteerd. Deze zijn verwoord in de ROVL2011 die nu als richtlijn door de lichtontwerpers en beleidsmakers wordt gebruikt. De lichtniveaus wijken niet veel af van de vorige richtlijn, maar zijn nu gedifferentieerd in tijd, verkeers- en gebruikersintensiteiten (dimmen en licht op maat). De kwaliteitseisen hebben onder andere betrekking op de verlichtingssterkte en de gelijkmatigheid van de verlichting.

Voor de woongebieden is het Politiekeurmerk Veilig Wonen een steeds belangrijker handvat bij de inrichting van nieuwbouwlocaties. Voor bestaande bouw kan hantering van deze norm verregaande (financiële) consequenties hebben indien het Keurmerk tot beleid wordt verheven. Het PKVW richt zich primair op sociale veiligheid.

De NPR, ROVL en het Politie Keurmerk Veilig Wonen hebben geen wettelijke status, maar Justitie hanteert op dit moment als enig houvast de ROVL bij de toetsing van de aansprakelijkheidsstelling van de wegbeheerder. De landelijke tendens is dan ook om deze richtlijnen tot norm te verklaren voor het ontwerpen, beheren en onderhouden van de openbare verlichtingsinstallatie.



bron bathmen.net

3 Analyse

De volgende interne en externe ontwikkelingen spelen bij de kadervorming een grote rol. De belangrijkste zijn genoemd, het hele scala is beschreven in bijlage 3.

3.1 Externe analyse

Duurzaamheid en dan vooral energiebesparing, krijgt steeds meer aandacht en wordt vanuit Rijkswege gestimuleerd. In Deventer is hier aandacht aan besteed in het milieubeleid. Duurzaam inkopen is een onderdeel van het Rijksbeleid waar nagenoeg ieder gemeente zich aan heeft geconformeerd. Dit houdt in dat nieuwe openbare verlichting moet voldoen aan het nieuwe installatielabel D, dimbaar moet zijn en reclameverlichting efficiënter is. Dit heeft tot gevolg dat lage druk natrium lampen (SOX) niet meer als nieuwe installatie toegepast kan worden. Dit heeft gevolgen voor de renovatie van de ontsluitingswegen, hiervoor is Deventer op zoek naar goede vervangers. Energiebesparing gaat Deventer voortzetten met als uitgangspunt CO2 neutraal in 2015 en klimaatneutraal in 2030, uiteraard tegen betaalbare investeringen. In paragraaf 3.2.6 is beschreven hoe ver Deventer hiermee kan gaan.

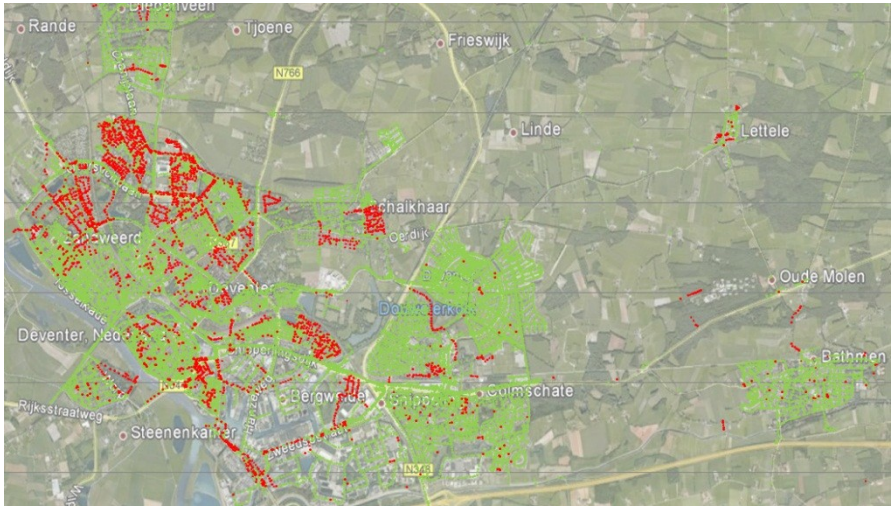
De LED-techniek begint volwassen te worden. Veel fabrikanten komen met een tweede generatie armaturen die rechtstreeks kunnen concurreren met conventionele tegenhangers. De extra investeringskosten kunnen tegenwoordig binnen de levensduur worden terugverdiend. Voordeel van LED is dat het niet nuttig gebruikte strooilicht is beperkt waardoor volstaan kan worden met minder lampvermogen bij, tegenwoordig, een vergelijkbare lampefficiëntie. Deventer onderzoekt deze techniek.

Naast de LED-techniek blijft ook de gasontladingslamp interessant. Deze lampen krijgen een steeds langere levensduur. Bepaalde typen hoge druk natrium (SON) en compacte fluorescentie (PLL) lampen gaan nu minimaal 12 jaar mee (bij 4.000 branduren per jaar). Dit is net zo lang als bepaalde typen en veel duurdere LED-modules die als lamp in de oude armaturen kunnen worden geplaatst. Nieuw gebouwde LED armaturen gaan volgens opgave fabrikant langer mee, tot wel 20 jaar.

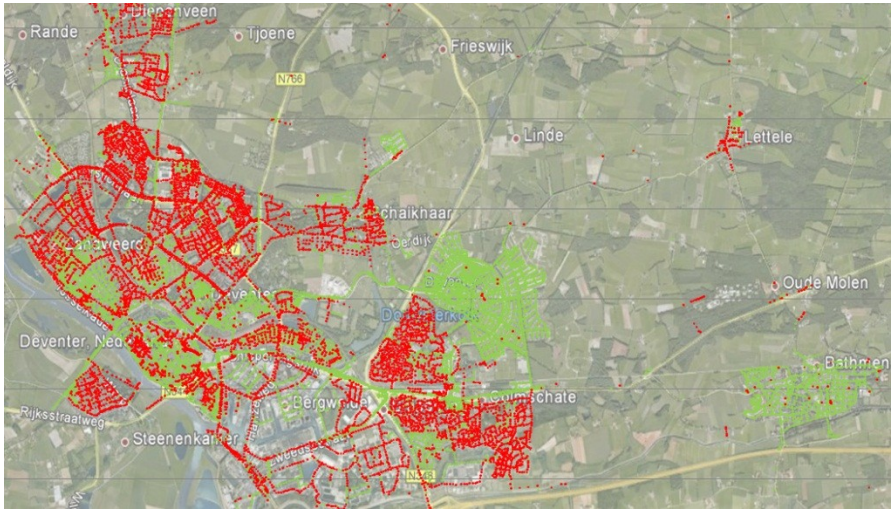
De Richtlijnen voor Openbare verlichting: ROVL2011, vervangt de NPR13201. De nieuwe richtlijn houdt veel meer rekening met het gebruik van de weg. Zo kan dimmen en zelfs het in de stille uren van de nacht uitschakelen van de verlichting onderbouwd worden. Ook stelt de richtlijn nadere eisen aan de lichtverdeling en -niveaus, vooral ten behoeve van LED-verlichting.

Een andere trend is het niet meer massaal en continu verlichten van de wegen in het buitengebied. Technieken als goede passieve markeringen, actieve markering en dynamische verlichting worden steeds meer toegepast. Led-spots in het wegdek die bochten zichtbaar maken en/of rotondes, licht op fietspaden dat pas op aanvraag aangaat, gedetecteerde voetgangers in woonwijken die het lichtniveau tijdelijk omhoog laten gaan en snelwegen die ’s nachts uitgaan of op een laag pitje branden zijn voorbeelden van deze technieken. Deventer heeft veel buitengebied en onderzoekt de mogelijkheden bij gelegenheid. In Deventer zijn in het buitengebied voornamelijk de kruispunten verlicht.





Figuur 2 lichtmasten: rood is ouder dan 40 jaar



Figuur 3 armaturen: rood is ouder dan 25 jaar

3.2 Interne Analyse

3.2.1 Een robuuste beheerorganisatie

Deventer kent een gemeentelijke organisatie die voldoende en actief beheer pleegt. De gemeente kent een beheergroep die grote zeggenschap heeft aangaande het beheer openbare ruimte. Nieuwe voorstellen of projecten worden getoetst aan opgestelde programma's van eisen zoals dit uitvoeringskader, waarop advies wordt uitgebracht aan de betreffende projectmanager.

3.2.2 De openbare verlichtingsinstallatie

Lichtmasten

Deventer heeft ongeveer 18.500 lichtmasten. Deze zijn relatief jong. Ongeveer 85% van de lichtmasten is jonger dan 40 jaar. De overige 15% kan getest (stabiliteit) of vervangen worden vanuit het meerjaren onderhoudsprogramma (MJOP). De gemiddelde leeftijd is 20 jaar. Deventer kent voornamelijk aluminium lichtmasten. De levensverwachting hiervan is ongeveer 40 jaar.

Materiaal	aantal
aluminium	17984
staal	1045
hout	7
kunststof	33
overige objecten	1378
objecten	20447

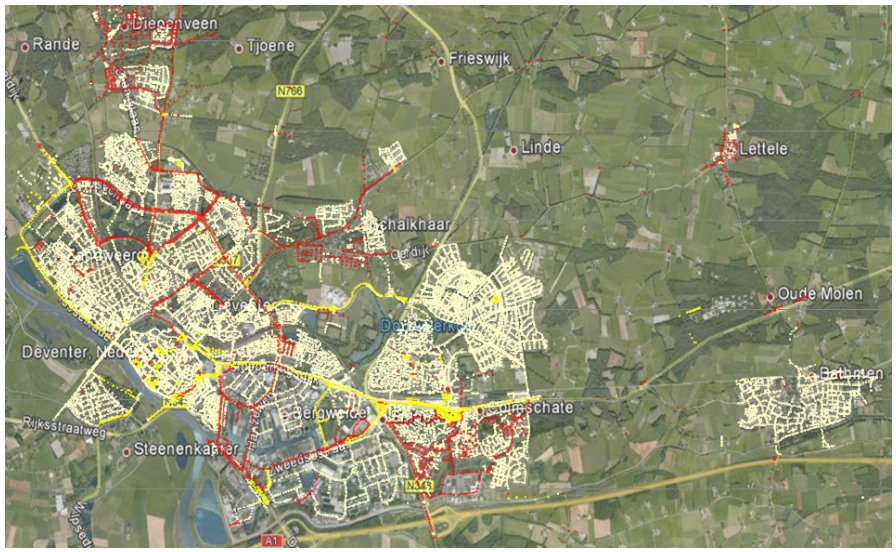
Armaturen

Het armaturen bestand bedraagt 18.680 stuks. Hiervan is 47% ouder dan 25 jaar en economisch afgeschreven. De gemiddelde leeftijd is 19 jaar. Voor een groot deel kan dit bekostigd worden uit de beschikbare reguliere middelen.

Lampen

Uit het lampenbestand blijkt dat Deventer maar liefst 75% compacte fluorescentielampen heeft (PL-achtigen). Dit zijn zuinige lampen met een goede prijs/kwaliteit verhouding. Daarnaast zijn er nog 14% lagedruk en 6% hogedruk natrium lampen (SOX en SON). De lagedruk natrium lampen zijn duur en hebben een korte levensduur. Hoewel ze erg zuinig zijn, is het rendabeler om deze op

termijn te vervangen door hogedruk natrium, metaalhalogeen of (na onderzoek) LED. Dit zelfde geldt voor de hogedruk natrium lampen met lage vermogens.



Figuur 4 lichtkleuren Deventer (rood is lagedruk natrium SOX; geel is hoge druk natrium SON en wit is fluorescentie en metaalhalogeen PL/TL en CPO/CDO/CDM)

Familie	Code	Lamp	Lichtkleur	Percentage
Compact fluorescent	PLL		wit	75%
lage druk natrium	SOX		oranje-geel	14%
hoge druk natrium	SON		goud-geel	6%
metaalhalogeen	CDO/CPO/CDM		wit	4%

Figuur 5 Overzicht aanwezige lampen Deventer

Deventer heeft de natrium lampen (SOX en SON) voornamelijk op de ontsluitingswegen aangebracht, zie figuur 5 rood en geel. Enkele kernen zoals Diepenveen en Schalkhaar hebben nog veel lagedruk natrium lampen (rood). Deze zijn, gezien de slechte kleurherkenning, steeds minder gewenst in woonstraten.

Voorschakelapparatuur

Een beperkt aantal van de armaturen (10%) is voorzien van een elektronisch voorschakelapparaat (EVSA). Met een EVSA is 10% energiebesparing mogelijk ten opzichte van een conventioneel voorschakelapparaat.

3.2.3 Eigen voedingsnet

Deventer kent een klein eigen ondergronds voedingsnet ter hoogte van de Kazernestraat en Verzetslaan (Boreelplein). Hiervoor is installatie-verantwoordelijkheid geregeld in de zin van de NEN 3140. Een medewerker van team voorbereiding is aangewezen als installatieverantwoordelijke. De werkverantwoordelijkheid is per vakdiscipline (zoals OVL, parkeren en gemalen) verdeeld over de diverse functionarissen. De aannemer, die het onderhoud aan het net verricht, levert de operationele verantwoordelijke en vakbekwame personen.

3.2.4 Lichtpunthoogten

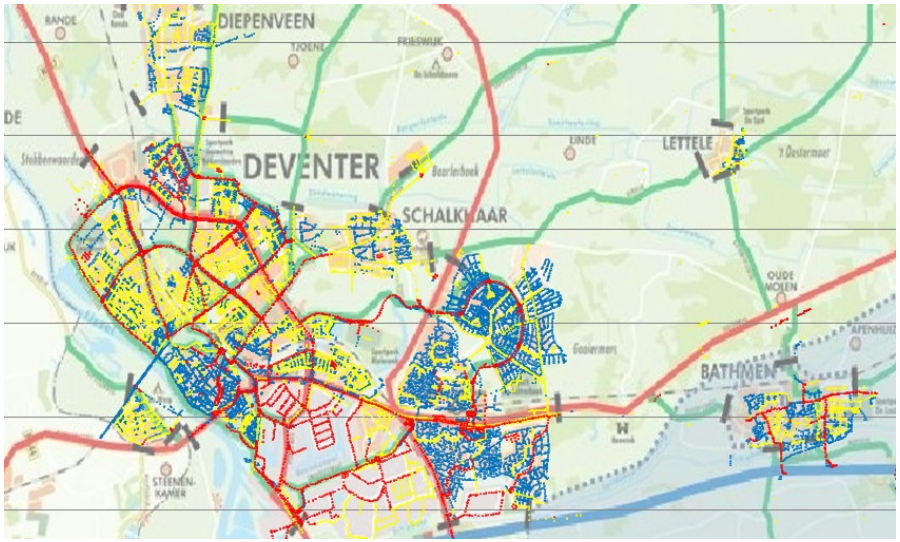
Deventer kent het volgende beleid ten aanzien van lichtpunthoogten. In figuur 8 is de lichtpunthoogte zichtbaar gemaakt. Rood is de lichtpunthoogte meer dan 6 meter, geel is 6 meter en blauw 4 meter. In een aantal woonwijken is of 4 meter of 6 meter gebruikt. Dit is helemaal afhankelijk van de toenmalig gehanteerde stedenbouwkundige structuur. De verkeersontsluitingswegen zijn uniform aangelegd met lichtpunthoogten hoger dan 6 meter.

3.2.4 Besparingspotentieel

Met behulp van de door AgentschapNL ter beschikking gestelde hulpmiddel Zicht op Licht, is respectievelijk het energielabel van de OVL-installatie berekend en het mogelijke besparingspotentieel. Uit de scan komen de volgende punten:



Figuur 6 Lichtberekening de Worp, blauw is weinig licht, geel is meer licht ter hoogte van de lichtmasten. De bijgevoegde armaturen staan in de betreffende straten.



Figuur 7 Overzicht lichtpunthoogten op de wegencategoriseringskaart (blauw is t/m 4 meter; geel is t/m 6 meter en rood is hoger dan 6 meter

- het maximale besparingspotentieel met conventionele technieken is 19%. De gemeente heeft de afgelopen jaren namelijk al veel geïnvesteerd in besparende maatregelen zoals PLL-lampen. Met LED is een nog grotere besparing mogelijk, zie paragraaf 3.2.7.
- de grootste besparing kan worden bereikt door het vervangen van verouderde armaturen. Te overwegen valt het vervroegd vervangen na 20 jaar wegens economische veroudering.
- een verdere flinke besparing kan worden bereikt door de hoge druk natrium lampen (SON) te gaan dimmen in combinatie met het vervangen van conventionele voorschakelapparaten (VSA) door dimbare elektronische typen (EVSA).

De armaturen met lagedruk natrium lampen (SOX) kunnen worden vervangen door armaturen met hogedruk natrium lampen (SON). Hiermee wordt niet direct op energie bezuinigd, maar wel op onderhoud omdat de SON lampen goedkoper zijn en twee tot vier maal langer meegaan.

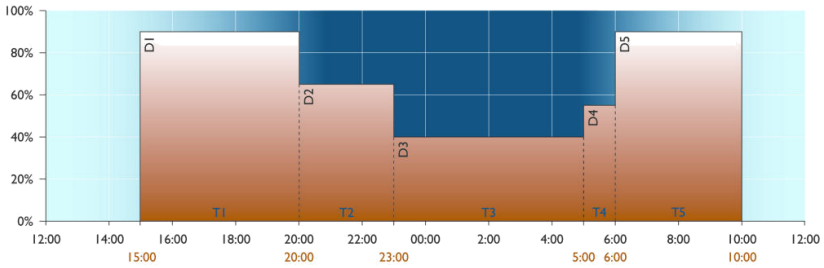
3.2.5 Lichtniveau

Het lichtniveau van de gemeente Deventer voldoet niet overal aan de meest recente richtlijnen zoals de ROVL2011.

In de wijk “de Hoven” (de Worp) is het huidige lichtniveau op basis van de bestaande armaturen berekend. Zie figuur 7: weinig geel betekent een laag lichtniveau. Het gemiddelde verlichtingsniveau in de woonstraten is 2 lux waar volgens de ROVL 3 lux nodig is. De lichtverdelingen (gelijkmatigheid) is wel voldoende. De verlichting op de Twelloseweg voldoet.

De installatie in “de Hoven” (de Worp) is redelijk modern (zie inzet met groene stippen) en representatief voor de woonstraten en buurtontsluitingen in Deventer.





Figuur 8 Voorbeeld van een ontsluitingsweg waarop dimmen waarschijnlijk mogelijk is, met een voorbeeld van een dimprofiel

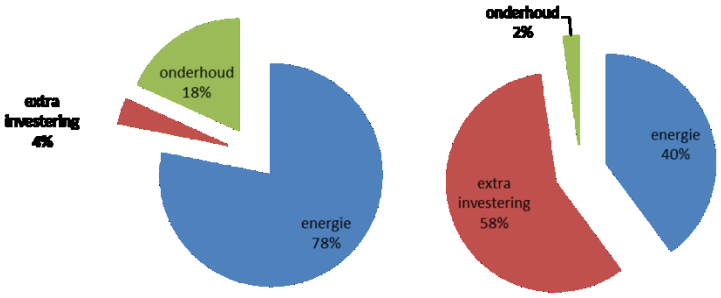
3.2.6 Besparing door dimmen

Het is mogelijk om de PLL, SON en SOX armaturen, die de komende jaren 20 jaar oud worden of inmiddels zijn, te vervangen door dimbare exemplaren. De ROVL2011 maakt het mogelijk om gedurende rustige momenten te verlichten volgens een lagere lichtklasse. Met een dimmer die in het armatuur gebouwd wordt, kan statisch (volgens een vast patroon) gedimd worden. Een andere technische mogelijkheid is het dimmen via een ader van het voedingsnet. Dit wordt dan als schakeldraad gebruikt. De netbeheerder dient de voedingskast daarvoor aan te passen. In de armaturen komt een goedkopere[1] dimmer die voorziet in één dimniveau (50%). Hiermee is geen dimprofiel met meerdere niveaus op te stellen. Nadeel is dat voor verkeerswegen meerdere dimniveaus wenselijk zijn en dit systeem daar niet in voorziet. Voor woonstraten is het prima geschikt. De investeringskosten hiervan zijn afhankelijk van de medewerking netbeheerder en een prijsopgave van de ombouw van de voedingskast. Verder moet de kabel voorzien zijn van een vrij te maken ader voor het dimsignaal.

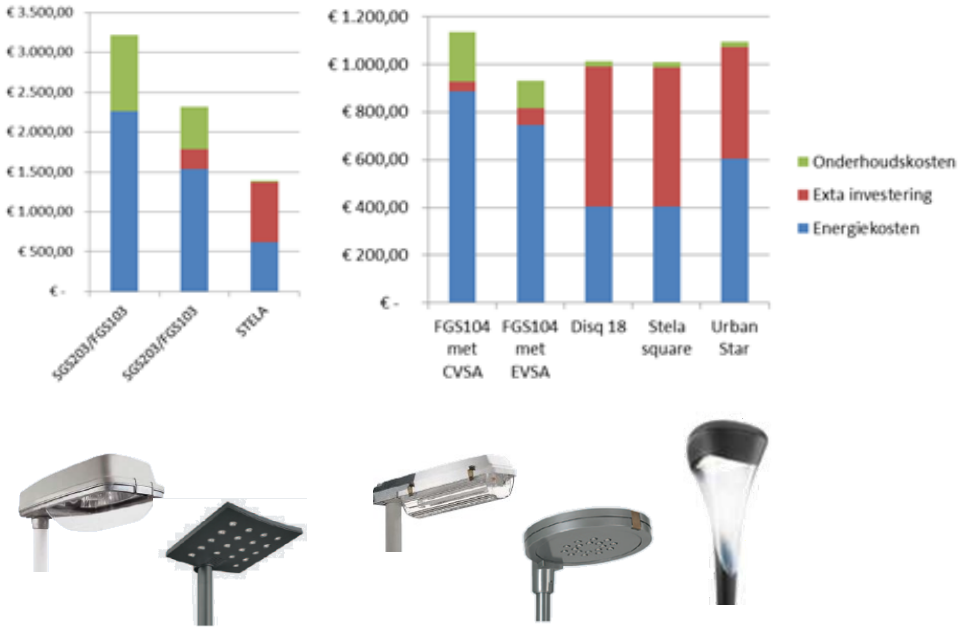
Het in te stellen dimprofiel, zie figuur 8, is vooral afhankelijk van de verkeersintensiteit. Zakt deze gedurende de nacht dan kan gedimd worden. Vaak is dit een vast profiel[2] en goed te bepalen op basis van bestaande verkeersgegevens. Door dimmen zakt alleen het lichtniveau, de lichtverdeling (gelijkmatigheid) blijft intact.

[1] Betreft een zg. SDK unit.

[2] Een vast profiel houdt in dat het repeterend is. Omstreeks 8 uur en 18 uur is het spits met veel verkeer. In het weekend is het ’s morgens een uur later wat drukker. Met de verkeersgegevens is een goede universeel geldende intensiteitsgrafiek per tijdseenheid samen te stellen. Hierop wordt dan het dimmen gebaseerd. In woonstraten kan vaak gewerkt worden met 1 dimniveau. Op verkeerswegen zijn meerdere niveaus wenselijk.



Figuur 10 Verschil in kostenstructuur PLL 36W (links) en LED 20W (rechts)



Figuur 9 TCO vergelijkingen voor LED proef in de Worp

3.2.7 Indicatieve besparing met LED

Op basis van de Led-pilot in de wijk “de Worp” is met behulp van TCO-berekeningen het besparingspotentieel met LED berekend.
De TCO berekening is gemaakt van Led-armaturen die op dezelfde mastafstanden in de Worp geplaatst kunnen worden en minimaal de huidige verlichtingssterkten halen.

In tabel 2 is de besparing per lamptype gegeven en geëxtrapoleerd naar alle lampen van dat type in Deventer. In de praktijk zal dat niet altijd zo gaan omdat iedere verlichtingssituatie anders kan zijn door andere wegprofielen, veel uitritten, bomen en parkeervakken, etc.

Huidige lamp	Nieuwe lamp	Besparing per jaar	Armaturen in Deventer ouder dan 20 jaar	Extrapolatie besparing
PLL 36W	LED 20W	€ 28,-	2688	€ 75.300
PLL 24W	LED 10W	€ 24,-	1366	€ 32.800
SONT70W	LED 44W	€ 108,-	130	€ 14.000
Totaal				€ 122.100
Meer-investering				€ 1.198.000
Terugverdientijd				13 jaar

Tabel 2 Indicatief overzicht besparingen en extrapolatie naar alle armaturen van hetzelfde type

Uit figuur 9 blijkt dat de grote besparingen met name bereikt worden door de hogere vermogens (in dit geval SONT70). Bij de lagere vermogens is de hoge investering in LED de oorzaak dat de totale kosten tijdens de levensduur (TCO) ten opzichte van de huidige installatie wel lager zijn, maar dat conventionele oplossingen zoals een elektronisch voorschakelapparaat ook lagere totale kosten veroorzaken. Naar verwachting zal de prijs van de Led-armaturen de komende jaren afnemen en de energieprijzen toenemen. De verhoudingen worden dan steeds gunstiger voor Led.
Gemiddeld genomen is de terugverdientijd 13 jaar en daarmee ruimschoots binnen de levensduur van de armaturen.



4 Afwegingskader duurzaamheid

Deventer zet in op kaderstellingen die recht doen aan de efficiëntie- en duurzaamheids-opdracht. De opdracht is het realiseren van een klimaat neutrale gemeente in 2030. Voor duurzame verlichting zijn op basis van de duurzaamheidsspeerpunten: people, planet en profit, de volgende randvoorwaarden van kracht.

People:

- veiligheid en kwaliteit voor de weggebruiker;
- bij onderhoud aandacht voor arbeidsparticipatie.

Planet:

- zelf opwekken en/of compenseren van duurzame energie voor de verlichting;
- in 2015 dient het energieverbruik CO2 neutraal te zijn;
- verminderen of compensatie van de milieubelasting van het OVL-materiaal zoals masten en behuizingen;
- versoberen verlichting en het onderhoud;
- gebruik van efficiëntere verlichting.

Profit:

- energiebesparing door efficiëntere materialen;
- onderhoudsbesparing door verlenging levensduur en versobering;
- minder materiaalgebruik door versobering en verlenging levensduur.

Met het onderdeel “profit” is het mogelijk om de maatregelen en investeringen die nodig zijn voor nieuwe materialen deels of geheel terug te verdienen. Van belang zijn dan de mogelijke terugverdientijden, afschrijftermijnen en gehanteerde rente voor kapitaallasten.

In de volgende paragrafen worden deze aspecten nader toegelicht en als kader vastgesteld.

4.1 People

Kwaliteit en veiligheid

De gemeente Deventer maakt op basis van de doelstellingen klimaatneutraliteit per gebied een afweging ten aanzien van de richtlijnen en onderhoud openbare verlichting. Uitgangspunt is voldoende bij te dragen aan een veilige openbare omgeving voor de weggebruiker.

De gemeente zet in op het zorgen voor “licht op maat”. Met behulp van de nieuwe richtlijnen ROVL 2011 en de specifieke kenmerken van het gebied worden per gebied de te hanteren lichtniveaus vastgesteld. Vooral de behoefte aan licht gedurende het tijdverloop in de nacht is van belang. Waar mogelijk wordt sober verlicht en gekeken naar technische mogelijkheden zoals dimmen en beschikbare lampvermogens.

Omdat dit al in een gevorderd stadium is kan dit bij het vervangen van armaturen doorgezet worden. Uitgangspunt hierbij is dat de mastposities zoveel mogelijk gehandhaafd blijven. Alleen bij groot onderhoud wegen en aansluitend op in- of uitbreidingen kunnen zo nodig nieuwe mastposities worden bepaald.

De openbare verlichting wordt gebaseerd op de ROVL2011 met als uitgangspunt: “licht op maat” en een sober verlichtingsbeleid.

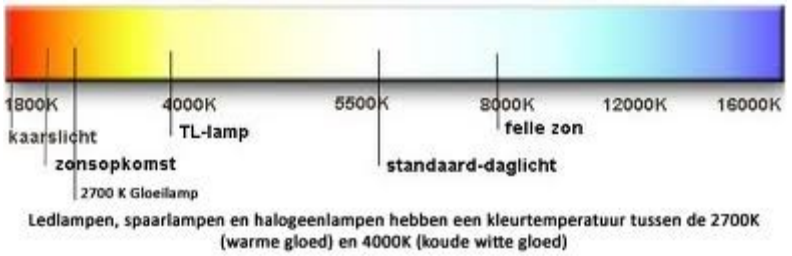
Nieuwe gebieden dienen te voldoen aan het politie keurmerk veilig wonen (PKVW) . Hierbij wordt minimaal voldaan aan de eisen van de ROVL2011 met additionele eisen voor kleurherkenning.

De openbare verlichting in nieuwe gebieden voldoet aan de verlichtingseisen van het Politie Keurmerk Veilig Wonen.

Kleur en beleving

In Nederland is de inwoner gewend aan een warme lichtkleur. In de zuidelijke landen wil men graag juist koele kleuren. De lichtkleur wordt uitgedrukt in Kelvin, zie figuur 12. In Deventer is men gewend aan 3000K in straten waaraan gewoond wordt. Led-verlichting is in 3000K helaas minder zuinig dan in 4000K, een wat koelere kleur. Vooralsnog blijft 3000K van kracht als eis. In straten zonder aanwoning wordt maximaal 4000K toegepast.

De lagere kleurtemperaturen kunnen met wit en geel licht worden bereikt waardoor ook hogedruk natrium verlichting (SONT) met goud-geellicht en 2000K nog toepasbaar is.



Figuur 11 Kleurtemperatuur (bron: Olino)

In natuurgebieden is het mogelijk om lampen of armaturen te gebruiken die zijn afgestemd op met name de fauna. Bij passages van vleermuizen kan bijvoorbeeld de amberkleurige led-lamp worden gebruikt.

Van belang is ook de kleurweergave (Ra). Hiermee kunnen personen en voertuigen eerder en beter worden waargenomen. In wijken waar sociale controle van belang is en in verkeersgebieden waar zwak verkeer het snelverkeer kruist, is een Ra die hoger is dan 30 een voorwaarde.

De te hanteren kleurtemperatuur bij bewoning is 3000K en de kleurweergave is groter dan 30. Zonder aanwoning mag de kleurtemperatuur 4000K zijn.

Vorm en beleving



In specifieke gebieden zoals het centrum is vormgeving van belang voor de beleving van de openbare ruimte. Het is zaak de vorm van de lichtmasten en armaturen en de lichtkleur integraal in een stedelijk ontwerp mee te nemen.

In woonwijken worden vaak lage masten gebruikt met kegelvormige armaturen. In de oudere wijken staan nog vaak hogere lichtmasten. De hoogte van de mast is ook afhankelijk van de wegprofielbreedte.
Met hogere lichtmasten zijn vaak grotere mastafstanden mogelijk, maar de hoogte heeft als nadeel dat er meer licht in de slaapkamerramen komt. Nieuwe armaturen maken het mogelijk om ook grotere mastafstanden te realiseren met lagere masten.

Bij renovaties of natuurlijke momenten zoals groot onderhoud wegen of stadsvernieuwing wordt bekeken of het uniform maken van lichtpunthoogten in woonwijken mogelijk is. Langs de (buurt)ontsluitingswegen worden altijd hogere lichtmasten gebruikt.

4.2 Planet

Groene stroom

De gemeente continueert het gebruik van groene energie voor openbare verlichting. Hiermee werkt aan de gemeente meetbaar aan de reductie van CO2 uitstoot. Hiermee voldoet de gemeentelijke verlichting al voor 95% aan de CO2 neutraliteitseis voor 2015. De resterende 5% kan de gemeente compenseren.

Voor klimaatneutraliteit is meer nodig. De gemeente dient dan de gehele CO2 uitstoot te compenseren of voorkomen, maar ook de uitstoot van de andere broeikasgassen. Zaak is om dan zo min mogelijk energie te gebruiken.

De gemeente gebruikt 100% groene stroom voor OVL.

Energiebesparende mogelijkheden conventioneel

De gemeente zet minimaal in op de resterende 19% energiebesparing, te realiseren gedurende de komende tijd. Hiervoor wordt onderzocht of een vervangingstermijn van 20 jaar van de armaturen binnen het beschikbare budget mogelijk is. Deze vervroegde vervanging zorgt voor 12% energiebesparing.

Dimmen van de hogere vermogens hoge druk natrium (SONT) en PLL lampen, zorgt voor 6% energiebesparing. Aanbevolen wordt om dit uit te voeren tussen 23:00 en 6:00 uur met 50% dimmen.

De overige 1% energiebesparing kan, indien passend binnen het budget, worden behaald door het vervangen van conventionele VSA's door EVSA's bij armaturen met lage druk natrium lampen (SOX-E).

Dimmen van de lagere vermogens wordt niet toegepast. Een 24 watt lamp dimmen kan niet worden terugverdiend binnen de levensduur van de componenten.

De regulier te vervangen SOX en SON armaturen (hogere vermogens) worden vervangen door SONT-armaturen waarvan de lampen een langere levensduur hebben en gedimd kunnen worden.

Waar mogelijk worden armaturen die vervangen worden, voorzien van een elektronisch voorschakelapparaat (EVSA).

Energiebesparing door: zo mogelijk vervangen van armaturen na 20 jaar door efficiëntere typen, dimmen van de SONT- armaturen en nieuwe armaturen voorzien van minimaal een elektronisch voorschakelapparaat.

Energiebesparende mogelijkheden LED

De LED-techniek begint volwassen te worden. De licht/energie verhouding tussen PLL[3] en LED is nu vergelijkbaar. LED is nu ten opzichte van PLL energiezuiniger omdat LED-licht beter op de weg te richten is. Dit kan tot wel 40% energiebesparing zorgen. Uiteraard moet niet alleen de rijbaan en het trottoir verlicht worden. Ook voetgangers en fietsers moeten herkenbaar zijn. Hiervoor stelt de ROVL2011 eisen. Daarnaast levert de langere levensduur van een LED-lamp een onderhoudsbesparing op. Dit kan meer zijn dan de energiebesparing omdat geen groepsremplace nodig is.

Uit de analyse van de Led-proef in de wijk “de Worp”, blijkt dat Led voor hogere vermogens direct interessant is. Voor lagere vermogens kan het terugverdienen van de meer-investeringen wat langer duren of zelfs niet mogelijk zijn als het huidige armatuur op die bepaalde positie al zuinig is (zoals dimmen en een EVSA).

Energiebesparing door toepassen LED bij huidige lampvermogens vanaf 70W, bij armaturen voorzien van een conventioneel voorschakelapparaat. Bij iedere voorgenomen vervanging berekenen wat de meest voordelige oplossing is. Dit is afhankelijk van het moment en wijze van investeren.

Duurzaamheidsaspecten van materialen

De openbare verlichtingsinstallaties maken gebruik van de volgende materialen:

- Kunststof voor armatuurbehuizingen, lichtkappen cq. lenzen[4], mastvoethulzen en maaibeschermers, en via een recente ontwikkeling, hele lichtmasten;
- Gehard glas voor de lichtkap en lampen;
- Aluminium voor armatuurbehuizingen en lichtmasten;
- Staal voor lichtmasten;
- Koper, aluminium en kunststof voor kabels;
- Hout voor lichtmasten, vaak in combinatie met staal;
- Zware metalen zoals zink voor het thermisch verzinken van stalen lichtmasten;
- Overige stoffen en metalen in kleinere hoeveelheden voor coatings en elektronica.

De recyclebaarheid van deze materialen is over het algemeen goed. Aluminium en kunststoffen zijn 100% recyclebaar. Staal degradeert enigszins maar is voor andere producten en als legering dan nog heel goed bruikbaar. Zink e.d. is te verwijderen van lichtmasten en her te gebruiken. Als een verzinkte lichtmast echter niet gecoat is (poedercoat, dcc of natlak), dan zal een groot deel van de

[3] PLL is compacte fluorescentieverlichting, vergelijkbaar met een korte, dubbele TL-buis met wit licht. Dit is de meest zuinige lichtbron met laag vermogen en massaal toegepast in de Nederlandse woonstraten. LED geeft ook wit licht met een iets afwijkende kleurindruk. LED is nu net zo zuinig als PLL maar nog niet zo zuinig als de natriumlampen SON en SOX (respectievelijk goudgeel en oranje-geel licht). Deze natriumlampen worden vooral op verkeerswegen toegepast met hoge vermogens. LED is beter te richten op de weg waardoor minder vermogen nodig is. De zichtbaarheid van hoge verkeersdeelnemers zoals fietsers verslechtert daardoor echter. De richtlijn van de NSvV, de ROVL2011, stelt eisen aan de zichtbaarheid waardoor LED ook iets meer zogenaamd strooilicht moet hebben.

[4] Een lichtkap is het lichtdoorlatende deel van het armatuur. Een lens is een recente ontwikkeling voor Led-armaturen. De Led is dan geplaatst op het armatuur achter een lensje.

zinklaag in het milieu verdwijnen. Voor dakgoten e.d. zijn hier tegenwoordig grenzen aan gesteld.

Lampen moeten als chemisch afval worden verwijderd en kunnen deels gerecycled worden. De productie van aluminium is het meest milieubelastend door de elektrolyse die nodig is om het te scheiden van bauxiet. Hier staat tegenover dat het niet altijd nodig is om aluminium te smelten voor verdere of nader verwerking (getrokken mast) en dat het bijzonder goed recyclebaar is.

Het gebruik van houten lichtmasten is uit CO2-belastend oogpunt de beste keuze. De boom heeft zelf al een groot deel van de CO2 uitstoot voor de productie gecompenseerd. Een houten lichtmast is tegenwoordig een duur product met een bewerkelijke productie.

Een aantal LCA-analyses geven aan dat als de productie van aluminium en staal geheel wordt meegenomen in de analyse, staal de beste keuze is ten opzichte van aluminium. Wordt een deel van de productie meegenomen in de keuze omdat het deel recycling mee gaat wegen, dan is de keuze vaak om het even.

De levensduur van de verschillende materialen loopt nogal uiteen. Aluminium is bovengronds redelijk ongevoelig voor corrosie. Sterker nog, door corrosie wordt het materiaal beschermd. Maar op maaiveld is het gevoelig voor schade van borstelmachines en moet het beschermd worden door een prijsverhogende maaiveldbeschermer. Onder het maaiveld is het gevoelig voor zwerfstromen en zouten. Een beschermhuls (kunststof HDPE) of andere afsluitende bedekking die het materiaal afsluit van de omgeving is een sterk levensverlengende maar prijsverhogende optie. Tegenwoordig kunnen aluminium lichtmasten 40 jaar in orde blijven en beschermde masten langer.

Thermisch verzinkt staal dient na 15 jaar geschilderd te worden omdat de zinklaag verdwijnt. Bij het mastluikje en op het maaiveld ontstaat ook vaak corrosie. Met regelmatig schilderen kan dit beperkt blijven. De levensduur is tegenwoordig ook tussen 40 en 50 jaar.

Armaturen zijn technisch vaak nog lang bruikbaar. Over het algemeen wordt 20 tot 25 jaar aangehouden. Nieuwe producten zijn veel efficiënter waardoor het rendabel is om na 20 jaar reeds een armatuur te vervangen.

De kosten voor een gecoate thermisch verzinkte stalen lichtmast en een kale, deels beschermde aluminium lichtmast ontlopen elkaar niet veel. Een en ander hangt ook af van het kortingspercentage bij aanbestedingen. Hout en kunststof voor lichtmasten is duurder.

Deventer maakt grootschalig gebruik van aluminium lichtmasten. Afhankelijk van de grondgesteldheid worden extra beschermhulzen toegepast. Een maaiveldbeschermer wordt altijd toegepast.

In armaturen wordt zowel kunststof als aluminium gebruikt. De gemeente zet dit gebruik dan ook voort. Het coaten van aluminium is wat meer milieubelastend dan het coaten van staal omdat een primer moet worden gebruikt. Alleen voor de plus-gebieden, zoals het centrum worden gecoate lichtmasten toegepast.

Met inspecties kan de gemeente het bestand gecontroleerd laten verouderen.

Compensatiemaatregelen

Tegenwoordig zijn er diverse initiatieven van fabrikanten of maatschappelijke instanties zoals het initiatief “Hier”, waarmee de milieu belasting van de productie gecompenseerd kan worden. Aanbevolen wordt om na te gaan of de beoogde fabrikant hier in mee gaat. Dit onderwerp kan ook als selectie- of gunningscriterium bij aanbestedingen worden gebruikt. Wordt hierin niet voorzien dan neemt de gemeente maatregelen.



Deventer maakt gebruik van, bij voorkeur niet gecoate, aluminium lichtmasten met compensatiemaatregelen. Met inspecties kan de gemeente het bestand gecontroleerd laten verouderen.

Beschermklassen

Om de armaturen en lampen minder gevoelig te laten zijn voor vocht, water en stoten of trillingen zijn de zogenaamde IP- en IK klassen van belang.



Alle armaturen dienen minimaal IP-65 te zijn. Hiermee zijn ze voldoende stof- en waterdicht. Voor decoratieve armaturen in het centrum kan een uitzondering worden gemaakt naar IP-54.

De armaturen in tunnels en op vandalisme gevoelige plaatsen dient minimaal slagvastheid IK-10 te hebben.

Minimaal IP-65 en IK-10 toepassen

Lichthinder

De gemeente past geen of afgeschermde openbare verlichting toe uit het oogpunt van lichtvervuiling indien dit uit het oogpunt van verkeersveiligheid en sociale veiligheid kan.

De gemeente Deventer volgt hiermee de Flora- en Faunawet dat verstorend licht beperkt dan wel voorkomen dient te worden. Direct licht naar boven wordt zoveel mogelijk beperkt.

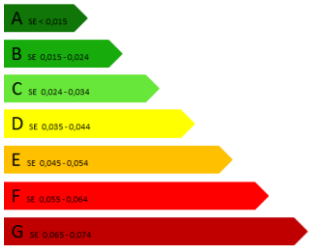
Uitgangspunt bedrijfsinterne milieuzorg

De gemeente streeft er naar om ook in het kader van de openbare verlichting verdere invulling te geven aan GeBIM.

4.3 Profit

Duurzaam inkopen

De gemeente heeft zich geconformeerd aan het door de rijksoverheid geïnitieerde beleid duurzaam inkopen. Dit houdt voor de openbare verlichting in, dat bij renovaties de lage druk natriumlamp (SOX) niet meer wordt gebruikt en nieuwe installaties minimaal energielabel D hebben. De nieuwe armaturen in combinatie met de posities op straat kunnen tegenwoordig zonder problemen voldoen aan label D.



Het energielabel D is regulier haalbaar, label C is streefbaar. De ontwikkelingen gaan zo snel dat in de looptijd van dit kader de eis bijgesteld wordt.

Het beschreven beleid in deze nota is erop gericht om de SOX-lamp uit te faseren. Het duurzaam inkopen verloopt goed en wordt iedere twee jaar gemeten door de Rijksoverheid en gepubliceerd in een monitor.

Deventer past bij natuurlijke vervangingen de duurzaam inkopen voorwaarden toe.

TCO

Aanbevolen wordt om bij de renovatieplannen een berekening van de investeringskosten, kosten voor onderhoud en voor afvoer op te stellen, een zogenaamde TCO berekening, zie ook paragraaf 4.2. Uit TCO-berekeningen blijkt dat, bij de wat hogere vermogens vanaf 36 watt, binnen 10 jaar de meer-investering in LED is terugverdiend. Zie ook de analyse in paragraaf 3.2.7. Na de Led-pilot in de wijk “de Worp” worden actuele TCO-berekeningen opgesteld.

Als de meerkosten van het armatuur binnen 10 jaar zijn terugverdient en van een aantoonbare kwaliteit is, kan deze worden ingezet. Bij een terugverdientijd tussen 10 en 15 jaar is een nadere overweging op zijn plaats. Omdat het bij LED belangrijk is per locatie te beoordelen of het mogelijk is, is een universele vervanger niet zonder meer te bepalen. Een vergelijk tussen armaturen voor verkeerswegen komt al snel uit op meerprijzen van € 300,- tot € 400,-. In de kwaliteitscatalogus OVL worden een aantal LED-armaturen beschreven.

LED met aantoonbare kwaliteit toepassen bij een mogelijk investeringsmoment en investeringswijze.

Het Intergemeentelijk overleg openbare verlichting (IGOV), heeft een rapport opgesteld waarmee de kwaliteit van LED-armaturen kan worden vastgesteld. Aanbevolen wordt om deze te gebruiken bij het kiezen van mogelijke LED-vervangers voor conventionele verlichting.

Financiën en subsidiemogelijkheden

De openbare verlichtingsinstallatie wordt de komende jaren conform de beschreven inzichten vernieuwd. Hierbij is het huidige budget kaderstellend. Dit zal tot gevolg hebben dat de financiële afweging in de duurzaamheidscriteria “people - planet - profit” een grote rol speelt. In de paragraaf LED-TCO is hier al een aanzet tot gedaan. Bij iedere te maken investering is het noodzakelijk het sociale en milieubelang opnieuw af te wegen tegen de te maken kosten.

De organisatie bouwt de kapitaallasten af. De middelen die vrijvallen worden toegevoegd aan het budget voor groot-onderhoud. In principe is er daarna geen ruimte meer voor nieuwe investeringen op basis van afschrijving en rente.

Momenteel is de verlichtingsinstallatie van Bathmen historisch gekoppeld aan een lease-constructie. In mei 2013 wordt dit areaal eigendom van de gemeente Deventer.

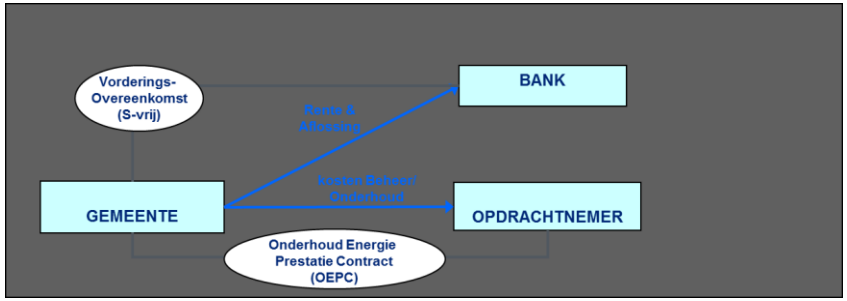
Financieringsregeling BNG

Momenteel wordt door de Bank Nederlandse Gemeenten (BNG) in samenwerking met AgentschapNL, gewerkt aan een financieringsregeling voor energiebesparende maatregelen voor openbare verlichting. De constructie van de regeling komt erop neer dat de energiebesparing de rente van de lening minimaal compenseert zodat de kosten niet meer bedragen dan kosten voor conventionele verlichting. De looptijd van de regeling duurt tussen 8 en 12 jaar, afhankelijk van de maatregelen.

De lening wordt betrokken bij de BNG die een contract aangaat met een opdrachtnemer, bijvoorbeeld een aannemer, voor de installatie van de nieuwe systemen. De gemeente gaat een energieprestatiecontract (OEPC) aan met de opdrachtnemer. Na oplevering betaalt de gemeente rente en aflossing aan de BNG en de kosten voor beheer en onderhoud aan de opdrachtnemer. In het OEPC is garantie ingebouwd dat de gemeente niet geconfronteerd wordt met extra kosten als onverhoopt de energiebesparing niet wordt gehaald.

Deze regeling is nog in opbouw, de BNG zoekt naar projecten van meer dan € 500.000,-.

Aanbevolen wordt om de financieringsregelingen voor Deventer nader te onderzoeken.



Figuur 12 Structuur financieringsregeling na oplevering maatregelen

Green deals



De rijksoverheid heeft het concept “green deals” bedacht. Hiermee wordt beoogd bij ieder specifiek duurzaam project speciale afspraken te maken over investeringen, kapitaalvoorziening en besparingen. De overheid denkt hier actief mee en kan partijen bij elkaar brengen en wellicht financiering aanbieden. Momenteel wordt vanuit de in 2012 voortgezette taskforce verlichting, gewerkt aan mogelijke “green deals” voor openbare verlichting. In de loop van 2012 komt hierover meer duidelijkheid.
Leveranciers komen in combinatie met aannemers inmiddels ook vergelijkbare Green deals. De gemeente maakt hier inmiddels gebruik van.

4.4 Conclusie

People
De gemeente hanteert een sober verlichtingsbeleid. Aan vorm en beleving wordt aandacht gegeven met een warme kleurtemperatuur, een goede kleurweergave en een aan de stadsfunctie aangepaste vorm. Dit is bestaand beleid en wordt in de reguliere vervanging voortgezet.

Planet
Het compenseren van het energieverbruik gebeurt al voor een groot deel met groene stroom, maar kan met projecten als HIER, voor 100% gebeuren. Het armaturenbestand van de gemeente is voor 47% ouder dan 25 jaar en wordt vervangen. Dit wat verouderde, maar al relatief zuinige, bestand maakt het mogelijk om nog 19% energiebesparing te bereiken door LED technieken te gaan gebruiken, te gaan dimmen en nieuwe armaturen te voorzien van zo mogelijk dimbare elektronische voorschakelapparatuur.
Als materiaal wordt zoveel mogelijk herbruikbaar aluminium of kunststof gebruikt. De openbare verlichting bestaat al grotendeels uit deze grondstoffen.
Lichthinder wordt zoveel mogelijk voorkomen.

Profit
De gemeente koopt haar verlichtingsmiddelen duurzaam in en op basis van TCO berekeningen met terugverdientijden die geoptimaliseerd worden met investeringsmomenten en -wijzen. Hiermee zijn LED-technieken al voor een groot deel toepasbaar.

Gezien de leeftijd van het armaturenbestand kan binnen de reguliere vervangingen en bijbehorende budgetten de doelstelling van 19% besparen behaald worden.

Met deze maatregelen helpt de openbare verlichting de gemeente voor een groot deel op weg naar een klimaatneutrale gemeente.

		A	B	C
	wegtype	functioneel	funct/deco	decoratief
1	wandelpromenade			
2	winkelstraat			
3	verkeersweg bibeko			
4	verkeersweg bubeko			
5	achterpaden			
6	woonstraat			
7	buurtontsluitingsweg			
8	solitair fiets/voetpad			



Tabel 3 Nader in te vullen armaturen per categorie wegtype/armatuurfunctie

Gebieden	wegtypen	gebruik	verkeers-veiligheid	sociale veiligheid	aantrek-kelijkheid	type verlichting
Centrum	wandelpromenade	voetgangers	o	xxx	xxx	decoratief
	winkelstraat	gemengd	xx	xx	xxx	decoratief
	verkeersweg bibeko	gemotoriseerd	xxx	x	xxx	funct/deco
Woonwijk	achterpaden	vtg/fietsers	o	xxx	x	functioneel
	woonstraat	gemengd	x	xxx	x	funct/deco
	buurtontsluitingsweg	gemengd	xx	xxx	x	funct/deco
Fiets- en wandelgebied	solitair fiets/voetpad	vtg/fietsers	xx	xx	o	functioneel
	recreatief pad	vtg/fietsers	xx	xx	o	nvt
Verkeersgebied	verkeersweg bibeko	gemotoriseerd	xxx	o	x	functioneel
	verkeersweg bubeko	gemotoriseerd	xxx	o	o	functioneel
Bedrijventerrein	buurtontsluitingsweg	gemengd	xx	xx	x	functioneel
Parken en begraafplaats	solitair fiets/voetpad	vtg/fietsers	xx	xx	xx	funct/deco
	recreatieve paden/wegen	gemengd	xx	xx	xx	nvt
Natuurgebied bubeko	solitair fiets/voetpad	vtg/fietsers	xx	xx	o	functioneel
	verkeersweg	gemengd	xx	xx	o	functioneel
	recreatieve paden/wegen	gemengd	xx	xx	o	nvt
Buitengebied	buurtontsluitingsweg	gemengd	xx	x	o	functioneel
	verkeersweg bubeko	gemotoriseerd	xxx	o	o	functioneel

Tabel 4 Overzicht categorie indeling openbare verlichting

5 Verlichtingseisen per gebied

De openbare verlichting is afhankelijk van de eisen die gesteld worden aan de verkeersveiligheid van een gebied, maar ook aan de sociale veiligheid en vormgeving van een gebied. Alle aspecten zijn bepalend voor de vormgeving van de verlichtingsinstallatie, zoals weergegeven in tabel 4.

Voor een voldoende bijdrage aan de verkeers- en sociale veiligheid dient de openbare verlichting per gebied te voldoen aan de ROVL2011 en indien van toepassing het Politie Keurmerk Veilig Wonen. Dit bepaalt al voor een deel de vormgeving van een armatuur en lichtpunthoogte.

De gemeente hanteert een wegcategorisering op basis van duurzaam veilig. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in stroomwegen (zoals de A1), ontsluitingswegen en erftoegangswegen, zie figuur 13. Verder wordt per wegtype onderscheid gemaakt tussen binnen (bibeko) en buiten (bubeko) de bebouwde kom. De ontwerpeisen voor de openbare verlichting houden deels rekening met deze verkeersfuncties maar dienen ook rekening te houden met de sociale veiligheid en aantrekkelijkheid. Het typische gebruik van de weg is daardoor belangrijker dan zuiver de verkeerskundige functie. Gemeend is dan ook om een andere indeling aan te houden voor de te onderscheiden gebieden.

Hiervoor is gekeken naar welke wegtypen per gebied voorkomen. Hiervan is het gebruik bepaald en de functie waaraan de openbare verlichting voornamelijk bijdraagt. Op basis van de functie en het gebied is de vormgeving van de verlichting bepaald. In het centrum zijn op de wandelpromenade voornamelijk de sociale veiligheid en het uiterlijk van de verlichting van belang. Met een decoratief armatuur dient dan het verlichtingsniveau conform de ROVL 2011

gerealiseerd te worden. Dit is tegenwoordig heel goed mogelijk zonder de lichtmasten dicht bij elkaar te zetten.

Uit de tabel ontstaan een aantal verlichtingscategorieën. Bijvoorbeeld categorie 1C: een wandelpromenade met decoratieve verlichting. Hier kan een standaardarmatuur en lichtmast voor gekozen worden. De hoogte van de lichtmast en de sterkte van de lamp is nu alleen nog afhankelijk van de profiel(weg)breedte. De armatuurkeuze is dan voor hetzelfde armatuurtype met verschillende lampvermogens of voor twee of drie andere (vergelijkbare) armatuurtypen voor de verschillende masthoogten.

Op basis van deze analyse ontstaan voor Deventer tien categorieën met daarin 1 tot maximaal 3 armaturen en masten. In de kwaliteitscatalogus wordt de verlichting per categorie beschreven.

5.1 Verlichtingseisen per gebied

In de volgende paragrafen zijn per gebied de eisen voor verlichting beschreven.

5.1.1 Centrum

In de (buurt)centra en op een klein aantal bijzondere locaties kan worden afgeweken van de standaardlichtpunten. De decoratieve vormgeving moet passen bij de sfeer van de kern en is te bepalen in samenwerking met de stedenbouwkundige. Zie de eisen welke vermeld staan in het beeldkwaliteitsplan binnenstad “Kwaliteit voor ogen”. Kleurtemperatuur maximaal 3000K en Ra hoger dan 30.

5.1.2 Woonwijk

Woonstraten

In de woonstraten en buurtontsluitingswegen streeft de gemeente een licht gevarieerd beeld met functioneel/decoratieve armaturen na en kale aluminium lichtmasten. Voor de armaturen op lage masten is de kegelvorm leidend met wit licht. De kleur van de lichtmasten per deelgebied uniform houden. Lichthinder in huizen wordt zoveel mogelijk voorkomen door lichtmasten slim te plaatsen en/of voorzieningen in het armatuur te treffen. De kleurtemperatuur is maximaal 3000K en de Ra hoger dan 30.

Achterpaden

De woningbouwvereniging of de vereniging van eigenaren zorgt zelf voor de investering en het onderhoud van de verlichting van de achterpaden. De gemeente onderhoudt en beheert de verlichting in de gemeentelijke achterpaden. Ook hier is aandacht voor lichthinder in woonhuizen.

In de woonstraten en achterpaden is de lichtpunthoogte 4 meter en in de buurtontsluitingswegen (met aanwoning) of brede woonstraten 6 meter. Kleurindruk wit en maximaal 3000K en de Ra hoger dan 30.



Figuur 13 Verlichtingssoorten per wegcategorie
witte stippen: PLL of LED
gele stippen: hogedruknatrium (SONT)
blauwe stippen: lagedruknatrium (SOX)
rode weg: stroomwegen
groene weg: ontsluitingswegen
witte wegen: erftoegangswegen

5.1.3 Verkeersgebieden

De ontsluitingswegen binnen de bebouwde kom worden zoveel mogelijk uniform voorzien van functionele lichtpunten. Aluminium lichtmasten en armaturen met een kleurindruk wit of geel wordt toegepast met een kleurtemperatuur van maximaal 4000K. De Ra is hoger dan 30 binnen de bebouwde kom. De lichtpunthoogte is minimaal 8 meter.

De ontsluitingswegen buiten de bebouwde kom blijven voorzien van de bestaande (oriëntatie)verlichting. Deze functionele verlichting bestaat voornamelijk uit het verlichten van kruispunten en gevaarlijke bochten. De masten zijn van aluminium. De Ra mag 0 zijn (lagedruknatrium).

Voor het bepalen van de functie verkeersgebied ten aanzien van verlichting wordt verwezen naar het rapport Herijking Nota Hoofdwegenstructuur, 24 januari 2007.

Momenteel is de kleur van de verlichting op de ontsluitingswegen, zie figuur 13, niet eenduidig. De blauwe stippen representeert de lagedruk natrium verlichting (SOX, oranje-geel) en de gele stippen hogedruk natrium (SON, goud-geel). Nieuwe verlichting wordt zoveel mogelijk helder geel of wit.

5.1.4 Bedrijventerreinen

Bedrijventerreinen worden functioneel ingericht met aluminium lichtmasten en functionele opschuifarmaturen. De vormgeving kan in overleg met de projectontwikkelaar worden vastgesteld om te passen bij de vormgeving en karakter van de bedrijven. De verlichting wordt afgestemd op het gebruik van het terrein. Dit kan met dimmen of uitschakelen gebeuren. Vooral afgesloten terreinen worden in relatie met de beveiligingsmogelijkheden, zeer terughoudend verlicht na een nader af te spreken tijdstip.

De lichtpunthoogte, van deze over het algemeen buurtontsluitingswegen, is 6 meter. De kleurtemperatuur is maximaal 4000K en de Ra beter dan 30. Dit houdt in dat lagedruknatrium niet meer wordt toegepast.

5.1.5 Parken en begraafplaatsen

Nieuwe aanleg wordt in principe niet verlicht omdat het ’s nachts verlichten van gebieden waar weinig tot geen sociale controle is, zorgt voor schijnveiligheid. Bestaande verlichting wordt om 23:00 uitgeschakeld wegens het voorkomen van schijnveiligheid, het verminderen van lichtvervuiling, energieverbruik en het bevorderen van de natuurontwikkeling. Alleen bij doorgaande fietsroutes wordt functioneel/decoratieve verlichting geplaatst. De lichtpunthoogte is 4 meter.

5.1.6 Fiets- en wandelgebieden

De gemeente stelt specifieke eisen aan de fietsgebieden in Deventer. Dit is vastgelegd in het fietsbeleidsplan: Deventer fietst 2010-2015. Hierin is vastgelegd dat alle fietstunnels, fietsbruggen en doorgaande fietspaden door parken worden verlicht. Buiten de bebouwde kom betreft het voornamelijk recreatieve routes. Om schijnveiligheid te voorkomen worden recreatieve wegen en paden niet verlicht. De kleurtemperatuur is maximaal 4000K en de RA beter dan 30.

5.1.7 Buitengebied

De wegen buiten de bebouwde kom blijven voorzien van de bestaande functionele (oriëntatie)verlichting, zie verkeersgebieden buiten de bebouwde kom.

5.1.8 Natuurgebieden

De beschermde natuurgebieden rondom Deventer worden in principe verlicht conform de Flora en Faunawetgeving. Veel gebruikte doorgaande routes worden van oriëntatieverlichting voorzien, waarbij zoveel mogelijk rekening gehouden wordt met de bestaande fauna. Voor vleermuizen is bijvoorbeeld een amberkleurige led lamp ontwikkeld in samenwerking met de universiteit te Wageningen.

In de Visie Duurzaam Deventer (Raadsbesluit juni 2009) is ecologie één der speerpunten. Daarmee is besloten dat ecologie véél meer dan daarvoor aandacht krijgt én bevorderd en beschermd wordt. Hiernaast is de Natuurbeschermingswet, die de bescherming van natuurgebieden regelt (Natura

2000-gebieden, Ecologische Hoofdstructuur) en de Flora- en faunawet, die de bescherming van soorten regelt (bv. vleermuizen, uilen, marterachtigen) actueel. Met betrekking tot de wettelijke bescherming van flora en fauna staat meestal het voorkomen en beperken van schade aan de natuur voorop. Als dat het geval is kan door de rechter uitgesproken worden dat de lichtbron aangepast of zelfs verwijderd moet worden. Ecologie is één der aspecten van duurzaamheid waarbij nog een flinke slag gemaakt kan worden.

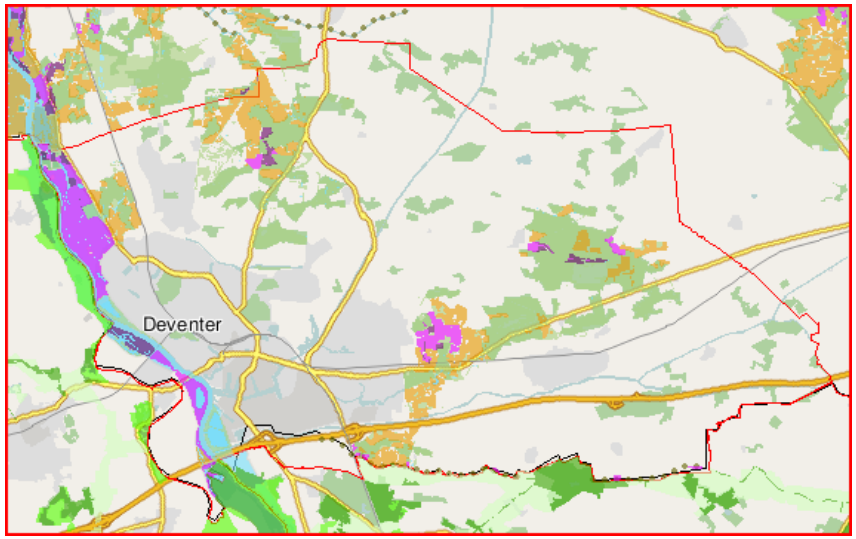
Een aantal diersoorten mijden daglicht en kunstmatige verlichting. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om vleermuizen, uilen, das, boommarter etc. Indien het normale gedrag en/of de ecologie van deze soorten negatief wordt beïnvloed is er sprake van lichtverstoring. Met name in het geval van vleermuizen is dat aan de orde.

Aan de verlichting zelf kan, indien ecologie een rol speelt, de volgende voorwaarden gesteld worden:

- zo weinig mogelijk verlichting;
- verstrooiingsarm;
- naar de weg gericht;
- lage masten;
- amberkleurige verlichting toepassen bij hot-spots.

Er zijn diverse gebieden aangewezen waarbij de natuur meer voorrang krijgt dan in andere gebieden. Deze staan in bijgaande kaart aangegeven. Voorgesteld wordt maatregelen aan de openbare verlichting te nemen in deze gebieden waardoor lichtverstoring wordt teruggedrongen en/of voorkomen.

Buiten de hierboven genoemde gebieden kunnen andere gebieden en/of locaties van belang zijn voor vleermuizen en andere nacht-actieve dieren. Er is geen gemeente breed onderzoek gedaan naar deze diergroepen.



Figuur 14 gebieden waarin de natuur voorrang heeft

De volgende locaties, de hot-spots, zijn reeds op voorhand bekend: Worpplantsoen, Rijsterborgherpark, Oude Begraafplaats, Nieuwe Plantsoen, Park Brabant, Douwelerkolk, Overijssels Kanaal, Langenbergerveld, Gooikersdijk, “bat-over” bij Siemelinksweg, overal waar winterverblijfplaatsen voor vleermuizen zijn zoals in Zuid-Loo, Eikendal, Ulebelt, Douwelerkolk, Borgele, spoorbrug bij Brinkgreverweg én voorgenomen vleermuisverblijfplaatsen zoals in het nieuwe gemeentehuis en bij het station.

In het transitie- of vervangingsplan zullen bovenstaande locaties een plaats krijgen.



Figuur 15 IJsselfront verlicht

5.2 Specifieke verlichting

5.2.1 Lichtmastreclame

De gemeente staat lichtmastreclame toe, echter uitsluitend op door de gemeente aangewezen lichtmasten van 6 meter en hoger. De lichtmast moet in staat zijn om de verlichte reclamebak te dragen in verband met de windbelasting.

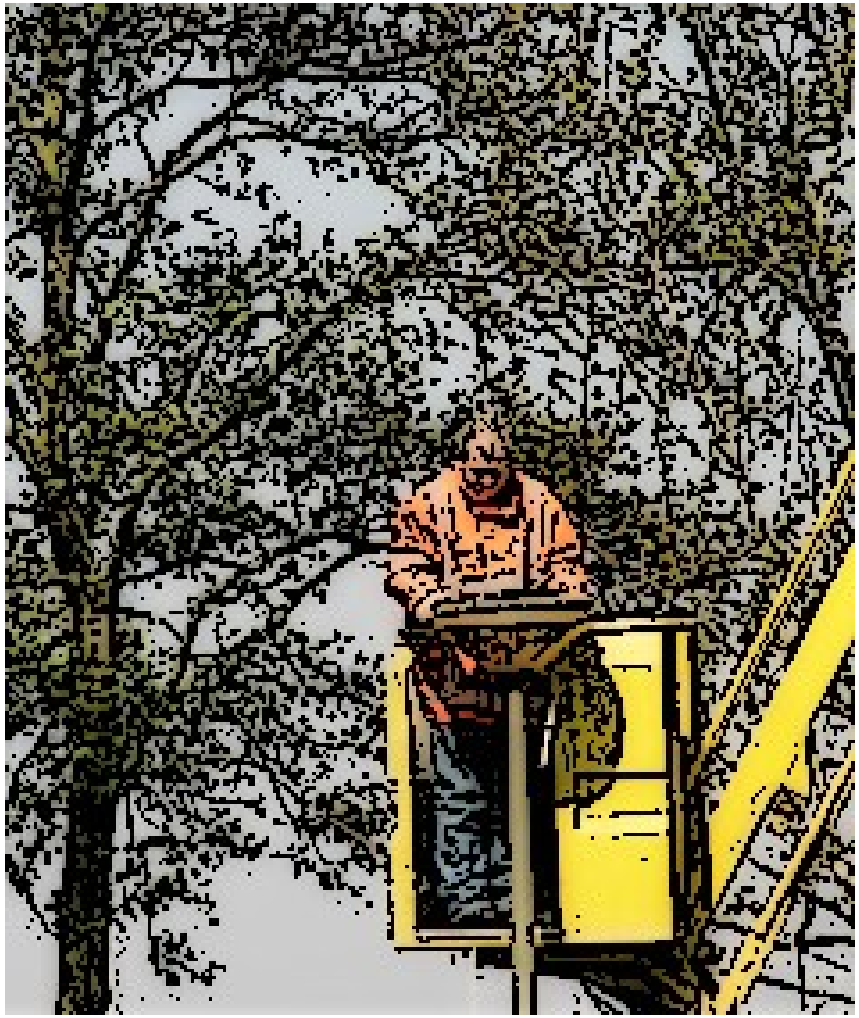
5.2.2 Illuminatie

De gemeente heeft een illuminatieplan opgesteld voor haar markante punten en gebieden, zoals het IJsselfront.

In het plan wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van LED-armaturen. Deze richten het licht veel beter waardoor minder lichtvervuiling ontstaat.

Voor het ontwerpen van illuminatie zijn de vigerende richtlijnen Lichthinder van de NSvV van toepassing.

De gemeente vindt verlichting van markante punten van grote meerwaarde voor de aantrekkelijkheid van de stad en breidt het aantal plekken waar dat gebeurt graag uit. Dit gebeurt zodanig dat het milieu er zo min mogelijk onder lijdt en omwonenden er geen last van hebben.



6 Overige aspecten

6.1 Beheer, onderhoud en realisatie

In de volgende paragrafen is de kaderstelling voor beheer, onderhoud en realisatie beschreven.

Algemeen

Voor beleid en contractbeheer is voldoende menscapaciteit. Toezicht wordt uitgevoerd door een civieltechnische toezichthouder, vaak in combinatie met andere werken. Het reguliere beheer en uitvoering onderhoud is uitbesteed via een bestek. Mocht specifiek toezicht voor verlichting nodig zijn dan wordt dat ingehuurd.

Om goed te beheren is een compleet beheerbestand noodzakelijk. Dit is nu het geval met het gemeentelijke beheer- en klachtenmanagement-systeem.

Om het bestand in orde te houden is het nodig om de komende beleidsperiode gedurende de groepsremplace een inventarisatie van het lichtpunt uit te voeren. Hierbij hoort ook een goede inspectie van de toestand van de masten, armaturen en ophangbeugels.

Inventarisatie lichtpunt tijdens groepsremplace.

De gemeente heeft van alle lichtmasten de positie vastgelegd in een GIS applicatie. Mutaties worden continu bijgehouden.

Posities lichtmasten inmeten bij plaatsing.

Voor een goed beheer zijn gestandaardiseerde typen masten en armaturen nodig. Aanbevolen wordt om in te zetten op een zo beheersbaar aantal lampen, armaturen en lichtmasten. Hiervoor is een kwaliteitscatalogus opgesteld die samen met het uitvoeringskader vastgesteld wordt. In paragraaf 4.7 worden masten en armaturen per gebied benoemd.

Gestandaardiseerde lichtpunten met een programma van eisen.

De gemeente heeft haar installatieverantwoordelijkheid geregeld voor zowel het eigen ondergrondse als het bovengrondse deel van de openbare verlichting.

Instandhouding

De bestaande servicegraad voldoet goed. Deze kan worden voortgezet. Dit houdt het volgende in.

Op basis van een prestatiecontract zorgt de aannemer voor de instandhouding. De eisen zijn zodanig dat niet meer dan 2% van de verlichting gedurende 2 weken gelijktijdig uit kan zijn en cumulatief maximaal 7,8% per jaar. De gemeente dient deze eis zelf te controleren met het beheersysteem.
De aannemer regelt de uitvoering zelf. Als randvoorwaarde is gesteld dat binnen de contractperiode minimaal 1 preventieve lampvervanging (groepsremplace) en twee schouwrondes per jaar op hoofdwegen uitgevoerd moet worden.

Het projectmatige onderhoud zoals het (ver)plaatsen en verwijderen van lichtmasten met een maximale som van € 10.000,-, wordt eveneens door de aannemer uitgevoerd, mits niet ondergebracht in andere projecten. Grotere projecten worden aanbesteed.

Handhaven servicegraad.

Vervanging van masten en armaturen

Momenteel wordt voor de armaturen een economische levensduur van 25 jaar gehanteerd. Per armatuurtype wordt overwogen om deze na 20 jaar al te vervangen door een zuiniger type met minder onderhoud.

Voor LED-armaturen die een vaste combinatie zijn van led-module en behuizing dient vooralsnog de opgave van de fabrikant, 15 of 20 jaar, te worden aangehouden.

De lichtmasten worden incidenteel geïnspecteerd met behulp van een stabilisatietest. Maar worden vooralsnog na 40 jaar vervangen.

Armaturen worden in geval van een zuinige vervanger na 20 jaar vervangen; masten na 40 jaar.

6.2 Raakvlakken

Programma van eisen Openbare ruimte

PVE Openbare ruimte

De gemeente Deventer kent een programma van eisen voor de inrichting van de openbare ruimte. Hier is een website voor ontwikkeld: pveopenbareruimte.deventer.nl.

De op de website pveopenbareruimte.deventer.nl gepubliceerde eisen zijn van toepassing.

Afstemming groen

Bij nieuwe plannen worden het plaatsen van lichtmasten in een zo vroeg mogelijk stadium afgestemd op het bomen en struiken ontwerp. Dit om tijdens het groeien van de bomen niet voor verassingen te komen staan. Met groenonderhoud worden afspraken gemaakt om in voorkomende gevallen ad hoc

hinderend groen te snoeien of om andere oplossingen te vinden, zoals langere uithouders.

Inrichting nieuwe gebieden

Bij nieuwe plannen en herinrichtingen wordt in een vroeg stadium de positie van lichtmasten en de toe te passen armaturen in het plan besproken. Hierbij is het advies van de gemeentelijke beheergroep verplicht. De geactualiseerde kwaliteitscatalogus OVL ondersteunt bij de keuze.

Het beleid is erop gericht het bestand beheersbaar te houden. Indien afgeweken wordt van de standaard komen in principe de meerkosten voor onderhoud en vervanging ten laste van het betreffende project. In het betreffende project moet ruimte gevonden worden voor de meerkosten. Het college van B&W besluit over dit acres.

Nieuwe ontwikkelingen in de openbare verlichting worden vooral bij gebiedsontwikkelingen meegenomen.

Nieuwe inrichting heeft al uitgangspunt de standaardmaterialen. Nieuw materiaal wordt in overleg en na goedkeuring toegepast.

6.3 Gemeentelijk net openbare verlichting

De gemeente past bij herstructurering, nieuwbouw en herinrichting geen aanleg van een eigen voedingsnet toe. Hiertoe zijn volgende afwegingen van belang.

Van het voedingsnet openbare verlichting is 99% in eigendom en beheer bij de plaatselijke netbeheerder. De scheiding tussen het eigendom van de gemeente en de netbeheerder betreft het aansluitkastje in de lichtmast. Het kastje is nog van de netbeheerder.

De gemeente betaalt voor het aansluiten van een lichtmast een eenmalig gereguleerd aansluittarief. Daarnaast betaalt de gemeente gereguleerde transporttarieven aan de netbeheerder voor de volgende leveringen en diensten:

- jaarlijkse vergoeding voor het instandhouden van de aansluiting;
- een vergoeding voor de meetdienst (kilowattuurmeter);
- de capaciteitsvergoeding voor het transport, de hoogte is afhankelijk van de gezekerde waarde van de lichtmast of groep lichtmasten;
- vergoeding Tennet (doorbelasting voor levering hoogspanning).

De regulatie vindt plaats door de Energiekamer, tegenwoordig onderdeel van de NMA. Jaarlijks worden de tarieven van de netbeheerders beoordeeld op prijs/kwaliteit verhouding en op basis daarvan gekort of verhoogd.

Naast deze kosten betaalt de gemeente aan een energieleverancier voor de levering van energie en de energiebelasting REB.

De gemeente kan besluiten tot het leggen van een klein gemeentelijk kabelnet openbare verlichting. Redenen kunnen zijn de kosten voor het jaarlijks af- en aansluiten van lichtmasten op de Grote Kerkhof en de Nieuwe markt in verband met de kermis.

De gemeente legt alleen in uitzonderlijke gevallen een eigen net aan.

Bijlagen

1. Literatuur
2. Termen en begrippen
3. Externe ontwikkelingen
4. Afbeeldingen
5. Rapportage Led it BE

Bijlage 1 Literatuur

Model Beleidsplan, NSvV, commissie openbare verlichting, 2007

Macrolabel, AgentschapNL en NSvV, J. Ottens, 2010

Zicht op Licht, AgentschapNL en NSvV, 2011

Milieubeleidsplan gemeente Deventer

Bijlage 2 Termen

NSvV Nederlandse Vereniging voor Verlichtingskunde, zie www.nsvv.nl.

NPR13201 Nederlandse praktijkrichtlijn voor het bepalen van de lichtniveaus in Nederland.

ROVL2011 Richtlijn Openbare verlichting 2011, opgesteld door een werkgroep vanuit de NSvV en ondersteund door AgentschapNL en de Taskforce Openbare Verlichting. Vervangt de NPR13201.

PKVW Politie keurmerk Veilig Wonen. Een door de overheid aanbevolen keurmerk voor het veilig inrichten van de openbare en private ruimte. Openbare verlichting is een onderdeel waarvan de eisen nagenoeg hetzelfde zijn als de ROVL2011.

SON Lamptype hoge druk natrium. Voor hogere vermogens volgens het principe gasontlading, met een kleurindruk goudgeel. Zuinige, relatief goedkope lamp van 100-120 lm/W. Lange levensduur.

PLL Lamptype compact fluorescentie. Voor lage tot gemiddelde vermogens volgens het principe gasontlading en lichtkleuromzetting door fosforpoeders. Kleurindruk wit. Zuinige en goedkope lamp van 80-100 lm/W. Lange levensduur.

LED Lamptype halfgeleider. Voor lage tot inmiddels hoge vermogens. Kleurindruk wit. Efficiëntie varieert afhankelijk van type (monochromatisch) tot kleurtemperatuur; 60 – 110 Lm/W. Kostprijs vrij hoog, maar daarvoor wel steeds efficiëntere LED-typen. Zeer lange levensduur.

SOX Lamptype lage druk natrium. Voor alle vermogens volgens het principe gasontlading, met een kleurindruk oranje-geel. Efficiëntie varieert afhankelijk van systeemvermogen: 63 lm/W tot het zeer zuinige 180 Lm/W. Kostprijs is hoog met een korte levensduur.

Retrofit Een armatuur dat lijkt op bestaande conventionele armaturen maar dan uitgerust met LED techniek of een andere vooruitstrevende techniek.

CVSA conventioneel voorschakelapparaat, benodigd om de lamp te laten branden. Gebaseerd op een spoel. De levensduur betreft de leeftijd van het armatuur.

EVSA Elektronisch voorschakelapparaat, is 10-15% energiezuiniger dan de CVSA. De levensduur betreft 15 jaar.

TCO Total Costs of Ownership. Betreft alle kosten gedurende de levensduur van het apparaat zoals: investering, onderhoud, energie en afvoer.

IGOV Inter Gemeentelijk Overleg openbare Verlichting. Een inmiddels grote groep van gemeenten die periodiek vergaderen over allerlei aspecten openbare verlichting en raakvlakken.

Bijlage 3 Externe ontwikkelingen

Aansprakelijkheid van de wegbeheerder

In 1992 is de laatste versie van het Burgerlijk Wetboek verschenen. Hierin staat onder meer, dat de wegbeheerder aansprakelijk is voor optredende schade aan personen of zaken. Dit geldt echter alleen, wanneer de weg, inclusief de openbare verlichting, niet voldoet aan de eisen die men daaraan in de gegeven omstandigheden mag stellen.

Wettelijk is niet vastgelegd aan welke kwaliteit de openbare verlichting moet voldoen. Wanneer echter de weg overdag geen gevaar oplevert, maar 's nachts wel door ondeugdelijke verlichting, kan de gemeente aansprakelijk gesteld worden.

Wanneer eenmaal is vastgesteld dat de schade het gevolg is van een gebrek aan de weg of de weguitrusting, loopt de wegbeheerder risico.



Gesteld mag worden, dat wanneer de wegbeheerder kan aantonen dat de weg in goede staat van onderhoud verkeerd en er regelmatig onderhoud wordt gepleegd dat is afgestemd op de gebruikte materialen, het risico om aansprakelijk gesteld te worden minimaal is en de weg veilig gebruikt kan worden.

Inmiddels bestaat er alleen jurisprudentie over het ontbreken van verlichting op logische plekken, zoals in een bocht, en over uitval van verlichting. Dit laatste is tot nu steeds op basis van een regelmatig onderhoudsschema afgedaan. Er is geen jurisprudentie aangaande een te laag lichtniveau.

Verlichtingskwaliteit

Nederland kent geen wettelijke bepalingen omtrent de verlichtingskwaliteit. De NSVV heeft echter wel richtlijnen opgesteld die door veel gemeenten als norm wordt gehanteerd. Deze zijn verwoord in de Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR13201-1 van 2002. De NPR is afgeleid van de Europese Norm EN13201.

Inmiddels is de ROVL2011 verschenen die nu als richtlijn door de lichtontwerpers en beleidsmakers wordt gebruikt. De lichtniveaus wijken niet veel af van de NPR, maar zijn nu gedifferentieerd in tijd, verkeers- en gebruikersintensiteiten. Verder wordt nu onderscheidt gemaakt op gebied van 50 km/u wegen. De NPR beschouwt deze wegen altijd als verkeerswegen. De ROVL maakt nu onderscheidt tussen verblijfsgebieden en verkeerswegen.

Beide richtlijnen richten zich op de kwaliteit van de verlichting. De kwaliteitseisen hebben onder andere betrekking op de verlichtingssterkte en de gelijkmatigheid van de verlichting. De gemeente is verantwoordelijk voor de verlichting van de openbare ruimten.

Aspecten aangaande het dimmen van verlichting, avond/nachtschakeling of het wel of niet verlichten van een weg behoren niet tot het bereik van de NPR, maar zijn beleidsmatige aspecten en liggen op het vlak van de wegbeheerder. De ROVL2011 geeft hier meer houvast in de vorm van handreikingen voor beleid.

Voor de woongebieden is het Politiekeurmerk Veilig Wonen een steeds belangrijker handvat bij de inrichting van nieuwbouwlocaties. Voor bestaande bouw kan hantering van deze norm verregaande (financiële) consequenties hebben indien het Keurmerk tot beleid wordt verheven. Het PKVW richt zich primair op sociale veiligheid.

De NPR, ROVL en het Politie Keurmerk Veilig Wonen hebben op zich geen wettelijke status, maar Justitie hanteert op dit moment als enig houvast de NPR/ROVL bij de toetsing van de aansprakelijkheidsstelling van de wegbeheerder.

De landelijke tendens is dan ook om deze richtlijnen tot norm te verklaren voor het ontwerpen, beheren en onderhouden van de openbare verlichtingsinstallatie.

Duurzaamheid, energiebesparing, CO2-reductie

Aan energiebesparing en daarmee samenhangend CO2-reductie wordt maatschappelijk steeds meer belang gehecht. Zie de reeds gestelde randvoorwaarden in Deventer: 2% energiebezuiniging.

De openbare verlichting is, gelet op de totale energieconsumptie, een belangrijk onderdeel waarop energie bespaard kan worden. Dit komt doordat de openbare verlichting verantwoordelijk is voor een significant deel van de gemeentelijke energierekening. Dit is 30 tot 40% van het totale gemeentelijke energieverbruik aan gas en elektriciteit.

Door het voortschrijden van technieken zoals LED en kleinere gasontladingslampen zijn de besparingsmogelijkheden er volop. Met het besparen van energie wordt tegelijkertijd ook de CO2 uitstoot gereduceerd. Ook bij de inkoop van materialen en aanbestedingen speelt duurzaamheid in de vorm van het gebruik van levensduur, schadelijke stoffen, recyclebaarheid en energiegebruik bij de productie van materialen een steeds grotere rol.

Veiligheid

De laatste jaren is het gevoel van veiligheid voor de burger een steeds belangrijker thema geworden. De openbare verlichting draagt hier voor een belangrijk deel aan bij. Zo kan cameratoezicht bijvoorbeeld pas goed werken wanneer er adequate verlichting is. Het doel sociale veiligheid heeft daarom een groter belang gekregen. Er is meer maatschappelijke aandacht gekomen voor veiligheidsvraagstukken.

Het gaat hier dan vooral om de fysieke veiligheid van burgers. Daarnaast wordt de overheid vaker aansprakelijk gesteld voor geleden schade. Het opstellen van een beleidsnota waarin aandacht is besteed aan veiligheidsaspecten, is een belangrijke voorwaarde om de aansprakelijkheidsrisico's voor de gemeente te verminderen.

Beeldkwaliteit (het straatbeeld)

Tegenwoordig wordt naast functionaliteit ook de esthetische kwaliteit van de verlichtingsmiddelen steeds belangrijker. Daarnaast speelt de voorbeeldfunctie van de overheid een rol. Door te zorgen voor een schone en mooie openbare ruimte zet de overheid burgers aan tot een fatsoenlijk en ordentelijk gebruik van deze openbare ruimte.

Lichthinder

Ook 'te veel licht' is een groeiend punt van discussie
Het uitgangspunt dat optimaal verlichten gelijk staat met zo veel mogelijk verlichten, is maatschappelijk verlaten. Lichthinder en lichtvervuiling moeten worden voorkomen. Het strikt toepassen van de NSVV normen voorkomt dat er onnodig veel verlichting wordt geplaatst.

Duurzaam inkopen

In 2010 is het project duurzaam inkopen, dat in gang gezet is door het ministerie van VROM en door AgentschapNL is vormgegeven van start gegaan. Voor een groot aantal productgroepen zijn duurzaamheidscriteria opgesteld. De duurzaamheidscriteria voor het inkopen van openbare verlichting zijn: minimaal energielabel D, dimbare verlichting en efficiëntere reclameverlichting.

Energielabel OVL

Energielabeling ondersteunt hierbij. Op basis van Europese criteria is een installatielabel ontwikkeld dat het opgenomen vermogen per hoeveelheid verlichting en oppervlakte classificeert. Hiervoor is inmiddels een handleiding verschenen. Inmiddels is ook een zogenaamd Macrolabel ontwikkeld waarmee het label voor een hele gemeente is te bepalen.

Dit moet in samenhang worden bekeken met de recentelijk uitgebracht nieuwste versie van de kengetallen openbare verlichting, om het op de juiste waarde te schatten.

Taskforce verlichting

Op 26 mei 2008 is het eindrapport van de "Taskforce Verlichting" verschenen. Daarin worden diverse mogelijkheden aangedragen om energiezuinige verlichting gemeengoed te laten worden en lichtvervuiling te beperken. Voor openbare verlichting zijn een aantal acties beschreven zoals: gemeenten uitnodigen om een voortrekkersrol te spelen voor wat betreft maatregelen, het uitfaseren van hoge druk kwik lampen, opstellen van inkoopcriteria, kennisontwikkeling en bevordering, pragmatisch omgaan met richtlijnen, donkertebeleid, LED-ontwikkeling en het opstellen van labels voor energieverbruik.

Lampen met langere levensduren

De laatste jaren komen steeds meer lampen in de handel die veel langer meegaan dat de bestaande lampen. Voorbeelden zijn:

- compacte fluorescentielampen van Philips en Auralight, respectievelijk de PLL XTRA (7 jaar) en de Unique waarbij Auralight een brandgarantie geeft van 12 jaar (48.000 uur).
- Hoge druk natrium lampen van Auralight: de serie Sodinette met een levensduur van 8 jaar (32.000 uur)

De prijzen van deze lampen zijn afgestemd op de langere levensduur. Het wordt daarom aangeraden een prijsvergelijk te maken met bestaande lampen. De meerkosten kunnen dan tegen het milieubelang worden afgewogen.

Nederlands klimaatbeleid ten aanzien van de openbare verlichting

Nederland dient in 2020 één van de schoonste en energiezuinigste landen in Europa te zijn. Daarvoor zijn afspraken gemaakt in het coalitieakkoord van het huidige kabinet. Dit is vastgelegd in het werkprogramma "Nieuwe energie voor het klimaat van het project Schoon en Zuinig". Dit programma wordt in samenwerking met 7 ministeries uitgevoerd. Het kabinet wil dit bereiken door bestaande maatregelen via de inzet van beleidsinstrumenten te effectueren en via het maken van afspraken met sectoren. Verder bevordert ze innovaties en zal op Europees niveau zoveel mogelijk invloed uitoefenen.

De in het programma beschreven doelen zijn:

- CO2 reductie 30% in 2020 t.o.v. 1990;
- Tempo energiereductie van 1% naar 2% per jaar;
- Aandeel duurzame energie in 2020 20% t.o.v. 2% nu;
- Principe: "de vervuiler betaalt".

Ten aanzien van materiaalgebruik richt het beleid zich op

- Grondstoffen en materialen langer en efficiënter gebruiken (dematerialisatie);
- Verminderen van uitstoot (bijvoorbeeld schadelijke gassen en afval) bij de productie en consumptie van grondstoffen;
- Beschermen van ecosystemen.

Europa

In Europees verband is gewerkt aan richtlijnen voor "ecodesign" van verlichtingsmiddelen. Deze Europese richtlijn 2005/32/EG is op 13 april van kracht geworden in de Verordening (EG) nr. 245/2009. Hieruit volgen een aantal voorwaarden voor nieuwe verlichtingsmiddelen:

- Oplopende rendementseisen voor fluorescentie- en gasontladingslampen (lumen/watt verhouding) en voor voorschakelapparaten
- Kleurweergave-index (Ra) fluorescentielampen minimaal 80;
- Lichtterugval fluorescentielampen maximaal 10% en hogedruknatriumlampen: maximaal 15% bij 16.000 branduren (4 jaar);
- Uitval maximaal 10% bij 16.000 branduren bovenstaande lampen;
- Metaaldamplampen (CDO, CPO, CDM) maximaal 20% uitval en 20% lichtterugval bij 12.000 branduren (3 jaar).

Deze eisen zijn alleen te behalen met elektronische voorschakelapparatuur en met armaturen die voldoende stof- en waterdicht zijn. Dit zal tot gevolg hebben

dat de nieuwste lampen en armaturen energiezuiniger zijn en langer meegaan. Overigens is het zo dat de meeste in Nederland verkochte moderne lampen en elektronische voorschakelapparatuur al aan deze eisen voldoen. Bepaalde lamptypen voor decoratieve doeleinden voldoen hier niet aan en zullen of worden aangepast of verdwijnen.

Energiebezuiniging in relatie tot verkeersintensiteiten

In Nederland zijn momenteel een aantal projecten uitgevoerd of in uitvoering waarin de verkeersintensiteit gekoppeld wordt aan de openbare verlichting. Is er weinig verkeer dan mag het licht uit of op een laag niveau branden. Bij veel verkeer gaat het lichtniveau omhoog. Het gebruik van dynamische markering (met LED-armaturen in de wegas) wordt daarmee gecombineerd.

Dynamische markering

Het markeren van het wegverloop van verkeerswegen in buitengebieden is een echte trend aan het worden. Een aantal projecten is hiermee al uitgevoerd (Noord-Holland, Houten en Ede). Hiervoor worden in de wegas of aan de wegkanten LED-armaturen aangebracht. Dit komt ten goede aan de verkeersveiligheid vanwege de zichtbaarheid van het wegverloop, de natuur is erbij gebaat en er wordt een grote bezuiniging op energieverbruik bereikt.

LED-armaturen

Tegenwoordig zijn de LED-armaturen al gemeengoed aan het worden. Deze kleine halfgeleiderlichtbronnen hebben een lange levensduur. Het is een veelbelovende technologie die op dit moment al energie bespaard. Door hun kleine afmetingen is het uitgestraalde licht goed te sturen en kunnen ze concurreren met de conventionele lampsoorten. De eerste snelweg (A44) en tunnels (Vlaketunnel, Heijnenoord) zijn reeds voorzien van LED-armaturen voor hoge vermogens. Ten opzichte van deze conventionele armaturen is er weinig strooilicht. Dat is een voordeel, omdat dit de lichthinder tegen gaat maar kan ook een nadeel zijn omdat het gebied achter de mast minder licht krijgt dan gebruikelijk, waardoor het ruimtelijk effect in de straat vermindert. De in 2011 uitgebrachte ROVL2011 stelt hier grenzen aan.

Dimmen

Lokaal dimmen is een goede mogelijkheid om energie te besparen. Met een vrij lage investering kan gedurende enkele uren in de nacht het lichtniveau gedimd worden. Om deze dimmers te laten werken dient het armatuur voorzien te zijn van een elektronisch en dimbaar elektronisch voorschakelapparaat (EVSA). Alle nieuwe armaturen met voor dimmen geschikte lampen kunnen voorzien worden van een dergelijk EVSA. Binnen de NPR en het PKM zijn er beperkt mogelijkheden om dit toe te staan.

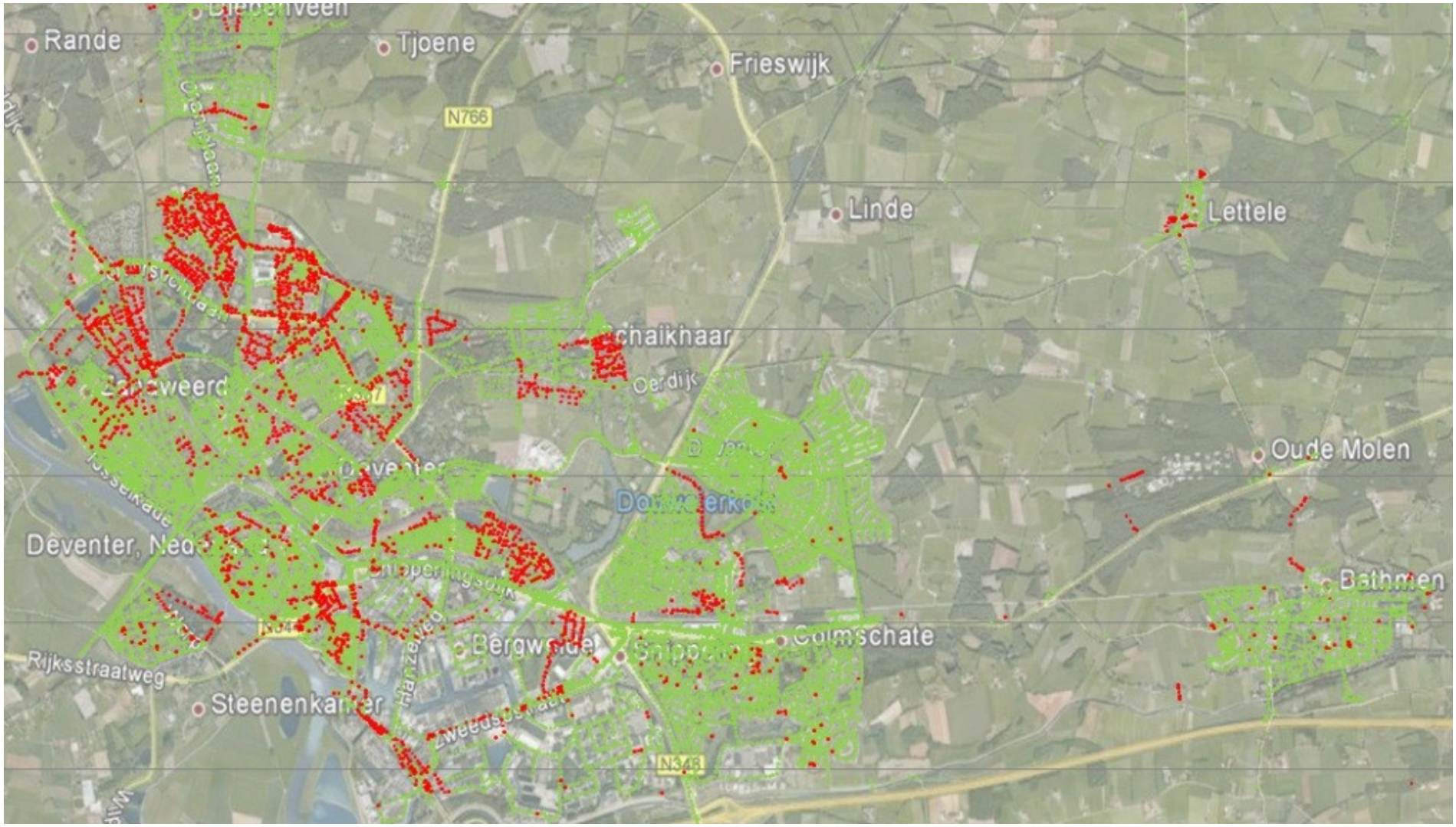
Kleurherkenning en mesopisch zien

De bestaande richtlijnen houden geen rekening met het effect van de lichtkleuren.

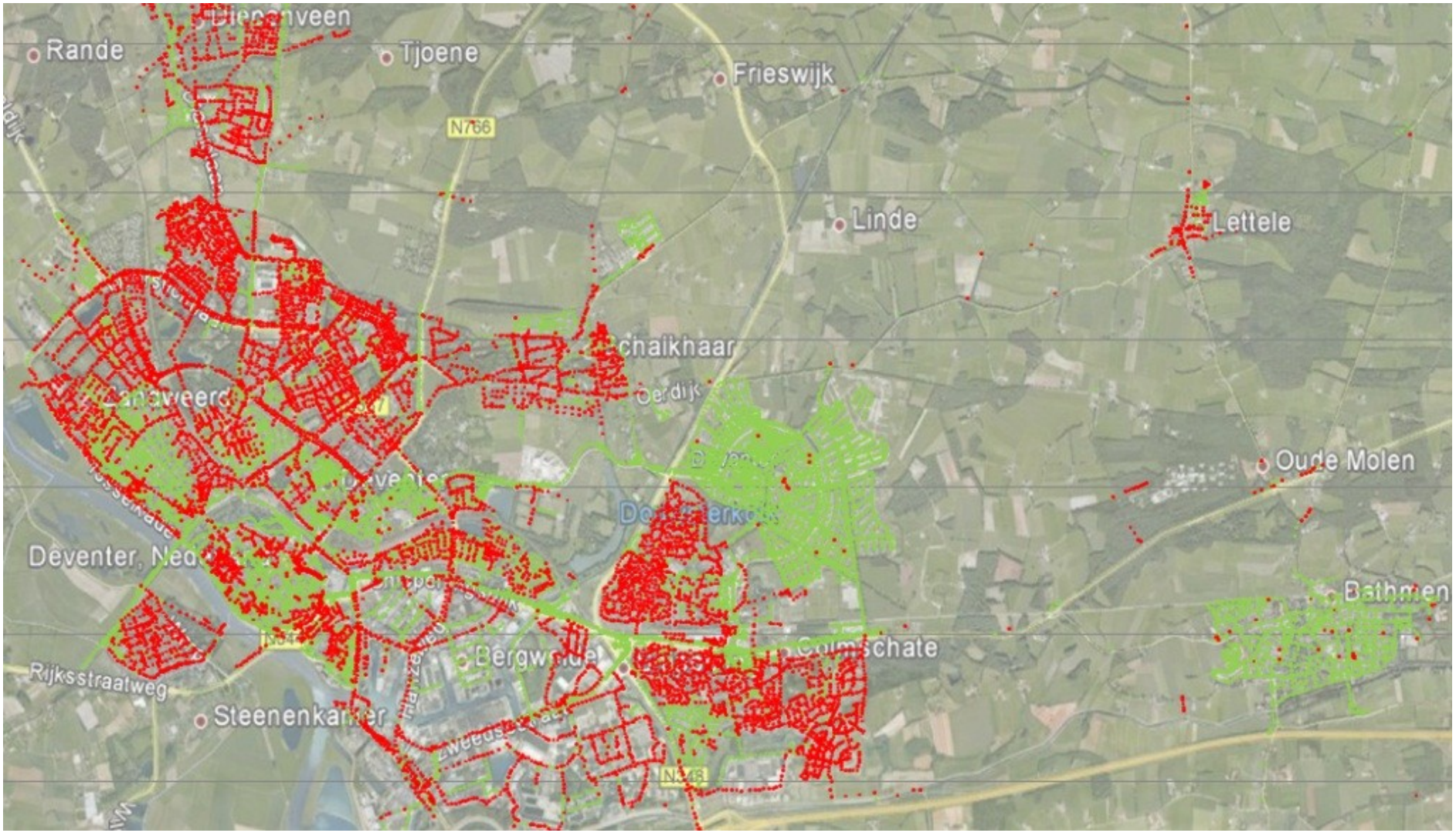
Zo hebben diverse onderzoeken aangetoond dat licht met een goede kleurherkenning bijdraagt aan het beter waarnemen.

Een ander fenomeen is het zogenaamde mesopisch zien. Dit geeft betere zichtbaarheid bij lage lichtsterkten (zoals die voorkomen bij openbare verlichting) indien licht een meer groenige kleur heeft. TNO heeft aangetoond dat dit licht geen voordelen biedt bij het zogenaamde foveaal zicht (de waarneming recht vooruit) maar wel een bonus biedt bij het perifeer zicht (de randen van het gezichtsveld).

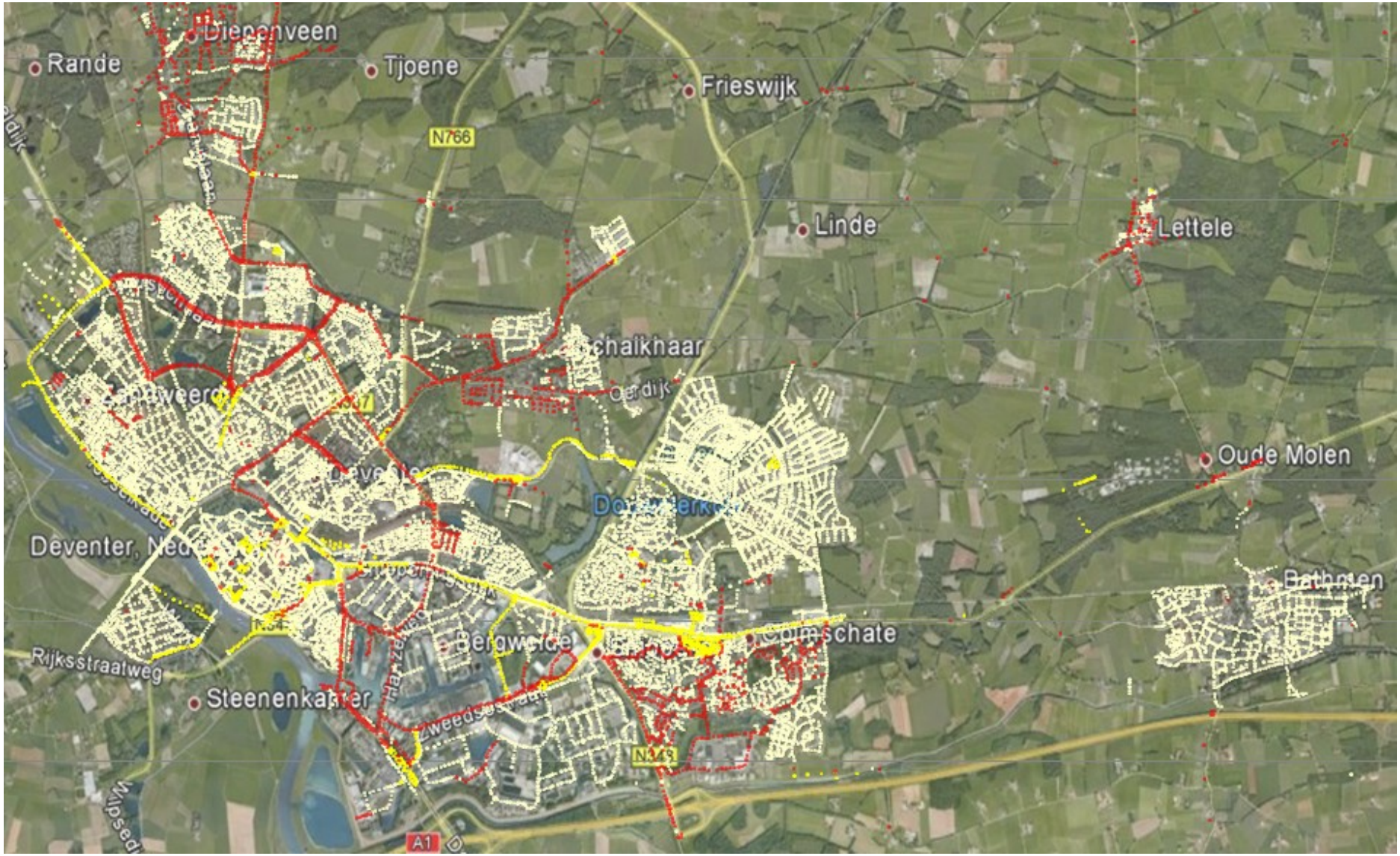
Bijlage 4 Afbeeldingen



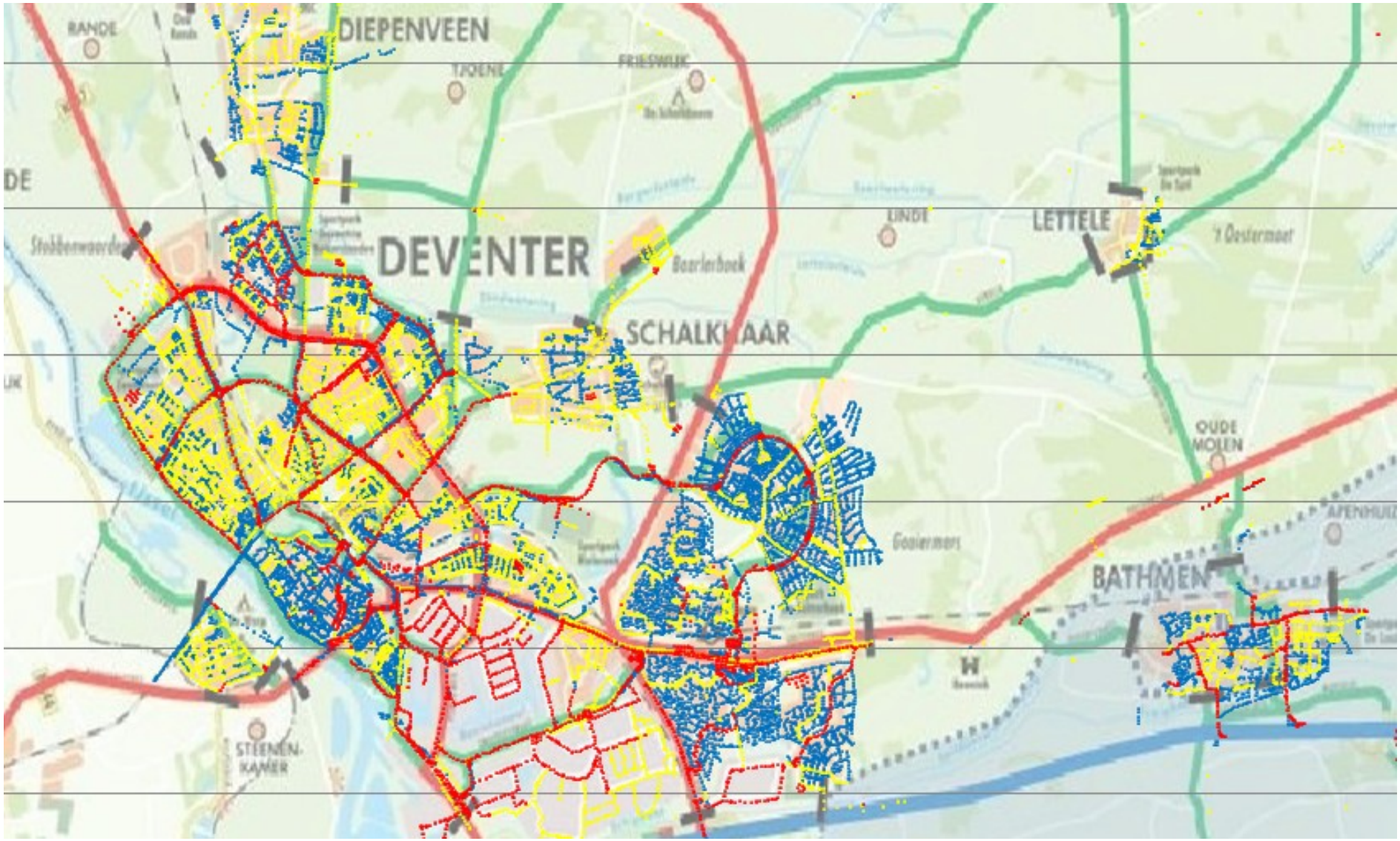
Figuur 16 Lichtmasten
Rood: ouder dan 40 jaar
Groen: jonger dan 40 jaar



Figuur 17 Armaturen
Rood: ouder dan 25 jaar
Groen: jonger dan 25 jaar



Figuur 18Lichtkleuren Deventer: rood is lagedruk natrium SOX; geel is hoge druk natrium SON en wit is fluorescentie en metaalhalogeen PL/TL en CPO/CDO/CDM



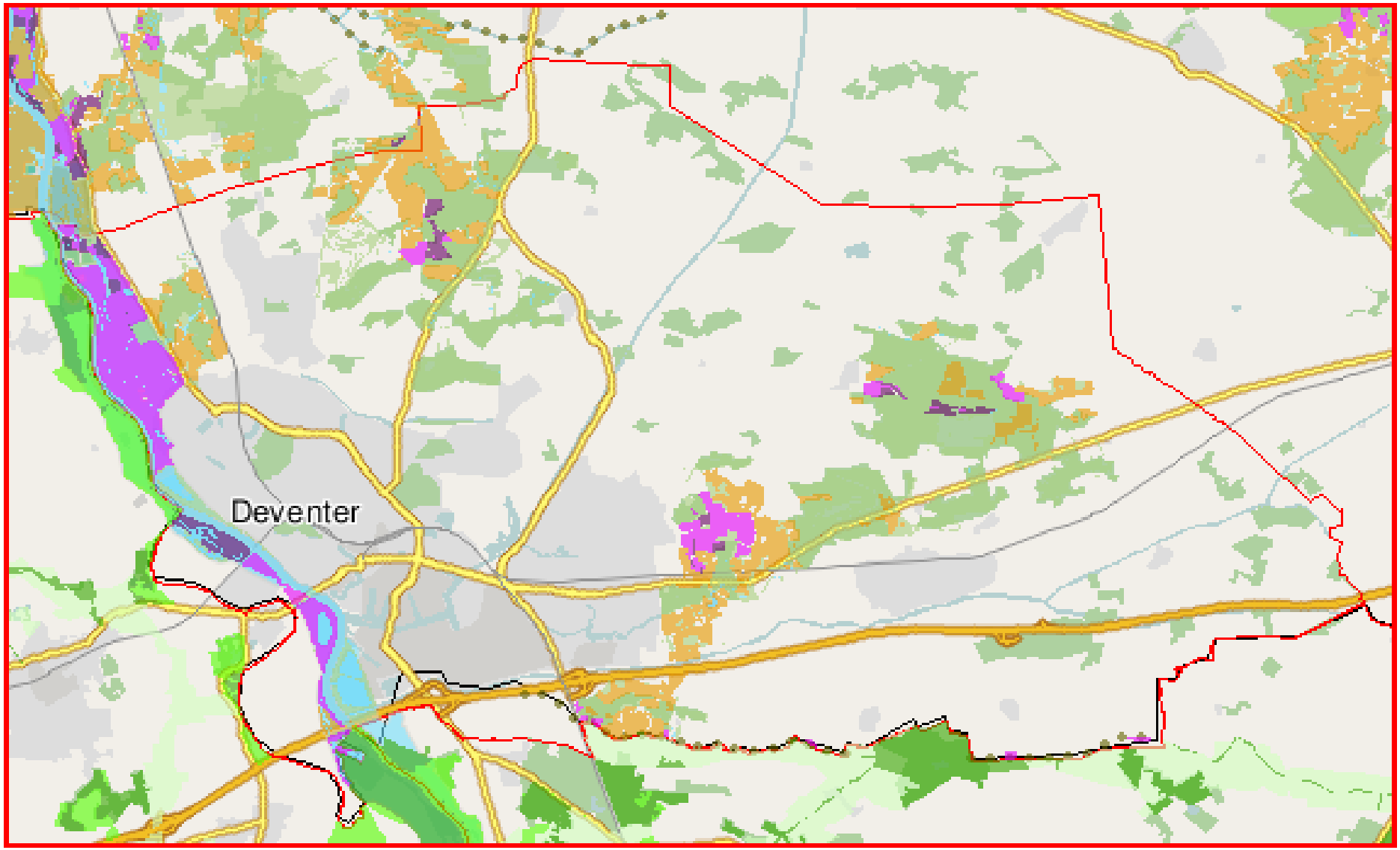
Figuur 19 Overzicht lichtpunthoogten op de wegencategoriseringskaart
blauw is t/m 4 meter
geel is t/m 6 meter
rood is hoger dan 6 meter



Figuur 20 Verlichtingssoorten per wegcategorie

witte stippen: PLL of LED
gele stippen: hogedruknatrium (SONT)
blauwe stippen: lagedruknatrium (SOX)

rode weg: stroomwegen
groene weg: ontsluitingswegen
witte wegen: erftoegangswegen



Figuur 21 Gebieden waarin de natuur voorrang heeft

Rapportage LED it BE

Een onderzoek naar besparende mogelijkheden

openbare verlichting Deventer

COLOFON

Opdrachtgever : Gemeente Deventer

Projectbegeleiders : De heren B. Biesterbos en J. Pluim

Opdrachtnemer : Infra-lux BV Noord

Auteur : ing. J. Ottens

Projectnummer : P120440

Versie : 1.0

Datum : 11 januari 2013

Inhoud

1. Inleiding 51
2. Besparingsmogelijkheden 53
3. Verdieping 55
3.1 Minder licht in het buitengebied toepassen 55
3.2 Minder licht in de bebouwde kom toepassen 55
3.3 Dimmen 57
3.4 Toepassen meer efficiënte apparatuur 59
3.5 Lichtbronnen met hoog vermogen in plaats van laag vermogen 61
3.6 Hogere kleurtemperatuur dan 3000K (warm-wit) 62
4. Conclusie en aanbevelingen 62
4.1 Mogelijkheden begroting gemeente Deventer 64

De gemeente Deventer wil graag inzichtelijk hebben wat besparende mogelijkheden zijn op gebied van openbare verlichting.

Hiertoe zijn de volgende onderzoekvragen geformuleerd:

Wat zijn de mogelijkheden om voor bestaande OVL over te schakelen op LED en- of andere concepten (bv. intelligente straatverlichting, licht op aanvraag, zonnecollectoren). Breng daarbij in beeld:

- kosten van investeringen
- vermindering van energiekosten,
- onderhoudskosten,
- terugverdientijd
- CO2-reductie na realisatie.

Is het mogelijk (en hoe) om de hoeveelheid straatverlichting, in overleg met de bewoners terug te dringen.

Wat zijn de mogelijkheden van een transitie of vervangingsplan.

Randvoorwaarden

In heldere reële cijfers wat de investeringen in LED opleveren in onderhoud- en energiebesparing. Dit dient een realistisch beeld op te leveren waarbij financiële mogelijkheden in evenwicht zijn met duurzaamheidambities.

Dit antwoord mag worden uitgesplitst in de PLL soorten (woonwijken) en de SON/SON T soorten (verkeerswegen).

Wat zijn de besparingen als fors wordt ingezet op dimmen?

Werkwijze

Onderzocht is wat de besparingsmogelijkheden zijn bij OVL en wat deze kosten en of deze kosten binnen redelijke termijnen zijn terug te verdienen.

Hiertoe zijn in hoofdstuk 2 de mogelijke besparingsmogelijkheden weergegeven. In hoofdstuk 3 zijn deze per onderwerp uitgewerkt naar toepasbaarheid en besparingen op financieel en milieutechnisch gebied.

Hoofdstuk 4 tenslotte geeft de conclusies en aanbevelingen weer en wordt de vertaling gemaakt naar de begroting van product 22 ‘Openbare Verlichting’ van de gemeente Deventer.

Energiebesparing op gebied van openbare verlichting kan op de navolgende wijzen bereikt worden in gradaties van invloed op de weggebruikers.

A. Licht uitschakelen; met bijvoorbeeld in buitengebieden alleen markering:
    a. heldere belijning;
    b. aanduiding conflictpunten (kruispunten) met witte paaltjes;
    c. gebruik van lichtpuntjes in het wegdek of bermpaaltjes (ook wel actieve markering genaamd).

    In Deventer wordt in het buitengebied al zeer terughoudend verlicht. Alleen bij kruispunten worden lichtmasten geplaatst.

B. Minder licht toepassen en eventueel afwijken van de richtlijnen openbare verlichting (OVL). Dit is afhankelijk van de locatie en alleen mogelijk bij acceptatie van de bevolking. Uit een recent gehouden grootscheeps bevolkingsonderzoek in de gemeente Noordoostpolder bleek dat men het geen probleem vond om flink te dimmen mits gevaarlijke punten zoals kruispunten maar wel goed verlicht bleven.

C. Binnen richtlijnen het lichtniveau tijd en/of omgevingsafhankelijk maken:
    - tijdafhankelijk: van bijvoorbeeld 01:00 tot 06:00 uur is er bijna niemand op de weg, het lichtniveau kan dan flink lager of wellicht uit. Dit gebeurt al zeer veel met behulp van zogenaamde statische dimsystemen. Deze worden geprogrammeerd om op bepaalde tijdstippen (één of meerdere niveaus) een bepaald dimniveau in te stellen.
    - verkeers- en omgevingsafhankelijk (ook wel dynamisch dimmen genoemd): de verkeersintensiteit en zaken als mistvorming worden constant gemonitord. Op basis hiervan worden (delen van) de verlichting gedimd of juist voluit geschakeld. De verlichte snelwegen in Nederland kennen dit systeem. Op kleine schaal wordt het toegepast in woonstraten. Een eenvoudige variant is een voetgangersdetector waarop bijvoorbeeld 5 lichtmasten op zijn aangesloten. Normale stand is dimmen, wordt een voetganger gedetecteerd dan gaat de verlichting naar 100%.

D. Toepassen van meer efficiënte armaturen en randapparatuur:
    - Meer efficiënte lichtbronnen, die meer zichtbaar licht produceren uit elektrisch vermogen. Waar vroeger hoge druk kwiklampen maar 40 lm/w waren, is tegenwoordig 90 lm/w heel normaal. Ter vergelijk: een gloeilamp heeft een omzet van maar 10 lm/w en een huis, tuin en keuken spaarlamp 25 lm/w.
    - Kleinere lichtbronnen zoals led of kleine gasontladingslampen maken het mogelijk om het licht beter te richten. Het zogenaamde strooilicht wordt hiermee sterk beperkt. Strooilicht is licht dat buiten het te verlichten oppervlak schijnt, deels wordt het nuttig gebruikt voor het aanlichten van personen. Het strooilicht kan dus niet te ver worden beperkt. Het omzetten van elektrisch vermogen in lichtstroom is tegenwoordig ook bij professionele led-toepassingen op hetzelfde niveau van de gasontladingslampen. De besparing wordt dus bereikt door het verminderen van het strooilicht.

- Randapparatuur betreft bijvoorbeeld de voorschakelapparatuur (VSA) van gasontladingslampen. De afgelopen 20 jaar worden elektronische VSA's steeds meer toegepast. Deze zorgen voor 10% besparing ten opzichte van conventionele VSA's. De moderne led-drivers zijn alleen maar elektronisch.

E. Minder lichtbronnen van een laag vermogen gebruiken en meer van een hoger vermogen:
   - Lampen met een hoog vermogen zetten in verhouding meer elektrisch vermogen om in licht. Natriumlampen (de goudgele snelweglampen) zetten in de hoge vermogens tot 120 lm/w om. Laag vermogen natrium lampen zetten maar 60 lm/w om. Dit komt ook door de voorschakelapparatuur. Deze heeft een minimale hoeveelheid vermogen nodig om te kunnen werken. Bij hoge vermogens is dit in verhouding tot het totale vermogen (systeemvermogen) minder.
   - Een straat kan dus zuiniger verlicht worden met een geringer aantal hoog vermogen lampen op hoge lichtmasten dan meteen groter aantal laag vermogen op lage masten. Dit geldt echter alleen voor conventionele lampen.
   - Bij led gaat dit niet op vanwege de andere aansturing (stroom i.p.v. spanning) van de led's.

F. Lichtbronnen met minder gewenste kleurtemperatuur of kleurweergave gebruiken:
   - Vooral led is hier gevoelig voor. De led's met een warme kleurtemperatuur (warm-wit; 3000K of 830) zijn 20 - 30% minder efficiënt dan die met een koel-witte kleur (4000K of 840). De kleurtemperatuur is met name beeldbepalend en uit het onderzoek in de Hoven bleek dat men maximaal 3500K het beste waardeerde.
   - Bij fluorescentielampen maakt dit nagenoeg geen verschil.
   - Bij hoge druk natrium lampen zijn er zogenaamde comfort lampen die beter kleuren weergeven: deze zijn 10% minder efficiënt.

3.1 Minder licht in het buitengebied toepassen



Figuur 22 verlichting buitengebied

Deventer heeft in het buitengebied al bijna geen verlichting geplaatst, zie figuur 1. Het licht dat wel is geplaatst is een minimale vorm van oriëntatieverlichting om een veilige verkeersafwikkeling te bewerkstelligen. Hier is feitelijk geen besparing mogelijk.

3.2 Minder licht in de bebouwde kom toepassen

Allereerst is gekeken wat de minimale lichtniveaus moeten zijn. Op basis van de proef in de wijk de Hoven is bekend wat de huidige lichtniveaus zijn.

Minimaal benodigde lichtniveaus

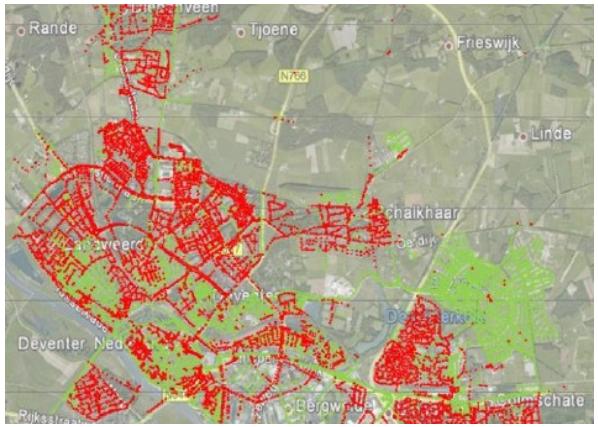
Op basis van de oogeigenschappen is een voorwaarde af te leiden voor een minimaal lichtniveau.
De mens neemt het beste waar bij luminantieniveaus van meer dan 3 Cd/m2, het zogenaamde fotopisch of dagzicht. De waarneming geschiedt geheel door de kegeltjes in het oog, waarmee we scherp kunnen zien en die een snelle responstijd hebben. Dit is vergelijkbaar met de hoogste niveaus in de Richtlijnen Openbare VerLichting (ROVL)-2011. Bij lagere lichtniveaus werken de kegeltjes echter steeds minder goed.
Tot ongeveer 0,05 Cd/m2 (0,8 lux bij een reflectiecoëfficiënt van 0,07) kunnen jonge mensen nog goed en snel waarnemen. Is er nog minder licht dan werken de kegeltjes helemaal niet meer en nemen we waar met de staafjes in het oog. Deze zijn echter niet aanwezig in het foveale deel van het oog ofwel het deel waar we recht vooruit en het meest scherp mee zien.

Hierbij is echter uitgegaan van een ideale situatie voor het oog, namelijk geen storende lichtinvloeden, zoals verblinding. Door invallend licht in het oog (sluierluminantie dat zich verspreidt in de oogbol) neemt de gevoeligheid voor het zien van luminantie af.

Ouderen hebben een tot 5 maal hoger lichtniveau nodig om comfortabel te kunnen zien. De richtlijnen voor openbare verlichting zijn opgesteld op basis van fysiologische gegevens van een 23-jarige. Iemand van 60 jaar heeft echter 5 maal zoveel licht nodig. Dit komt doordat de maximale pupilgrootte met 40% afneemt en het glasachtig lichaam vertroebelt en vergeelt onder invloed van Uv-licht. Dit zorgt voor een hogere gevoeligheid voor verblinding en het slechter waarnemen van contrasten. Dit wordt ook wel nachtblindheid genoemd.

Uit deze overwegingen kan geconcludeerd worden dat op plaatsen waar een snelle reactietijd gewenst is, zoals in het verkeer, het lichtniveau moet voldoen aan de richtlijnen. Met name voor de ouderen is dit letterlijk van levensbelang.

Op plaatsen waar de reactiesnelheid van minder belang is maar waar het wel van belang is om anderen te kunnen herkennen, zoals in woonwijken, is 1 lux toch wel het minimaal vereiste lichtniveau. In het politiekeurmerk veilig wonen van 2008 is 1 lux als ondergrens bij dimmen aangehouden (in 2012 is dit weer verlaten en is de ROVL2011 aangehouden). In wijken waar veel ouderen wonen is meer licht toch wel gewenst en is het verstandig om de richtlijnen aan te houden (3 lux).



Figuur 23 armaturen ouder dan 20 jaar (rood) en jonger (groen)

Bestaande lichtniveaus in Deventer

Het lichtniveau van de gemeente Deventer voldoet niet overal aan de meest recente richtlijnen zoals de ROVL2011. In de wijk “de Hoven” (de Worp) is het huidige lichtniveau op basis van de bestaande armaturen berekend. Het gemiddelde verlichtingsniveau in de woonstraten is 2 lux waar volgens de ROVL 3 lux nodig is.

De lichtverdelingen (gelijkmatigheid) is wel voldoende. De verlichting op de Twelloseweg voldoet.

De verlichting in de Hoven is vergelijkbaar met de verlichting in de andere rode gebieden op de kaart, zie figuur 2.

Conclusie: omdat het lichtniveau al laag is, is het niet aan te bevelen om het lichtniveau verder te laten dalen. De bestaande lichtniveaus geven geen problemen in de wijk en kunnen daarom als ondergrens aangehouden worden. De lichtverdeling (gelijkmatigheid) voldoet overal aan de richtlijnen en wordt bij ieder onderzoek als belangrijk aangemerkt.

3.3 Dimmen

Dimmen kan een flinke energiebesparing betekenen. De maximaal te behalen energiebesparing die haalbaar is door te dimmen is 416.000 kWh per jaar. Dit is 12% van het totale verbruik. Hierbij is gerekend met 50% dimmen tussen 23:00 en 6:00 uur. Dit vanwege het al lage lichtniveau dat is geïnstalleerd in Deventer.

Mogelijkheden bestaande installaties ombouwen.

Dit is weergegeven in de bijlage.

Het is financieel alleen interessant om alleen die armaturen te voorzien van dimapparatuur, waarbij de investering binnen 15 jaar kan worden terugverdiend. Dit is namelijk de levensduur van de apparatuur.

Dit houdt in dat alleen lampen met een vermogen van meer dan 80 watt rendabel te dimmen zijn door ze op straat om te bouwen.

Hierbij is gerekend met 25% korting op brutoprijzen van de dimapparatuur (een dimbaar EVSA met eventueel geïntegreerde dynadimmer of lumistep) en 22% energiebesparing (bij 50% lichtreductie tussen 23:00 en 6:00). Voor de energieprijzen is 15 eurocent per kWh aangehouden.

Het ombouwen van 827 armaturen CDO/CPO/SON en PLL kost € 142.000,- en bespaart jaarlijks € 12.000,-. De investering is hiermee in 12 jaar terugverdiend. Hiermee wordt 80662 kWh per jaar bespaard (2,4 kiloton CO2 bij groene stroom en 50,8 kiloton CO2 bij grijze stroom).

Besparing nieuwe installaties

Als gewacht wordt tot het natuurlijke moment van armatuurvervanging, kan uiteindelijk veel meer worden bespaard. De berekening is opnieuw gemaakt met een reductie van 50,- op de dimapparatuur wegens fabrieksmatige inbouw en programmering.

Het ombouwen van 2813 armaturen CDO/CPO/SON en PLL kost dan € 300.000,- en bespaart jaarlijks € 28.000,-. (Er is gerekend met alleen de armaturen met terugverdientijden van 15 jaar en minder). De investering is hiermee in 11 jaar terugverdiend. Hiermee wordt 188.000 kWh per jaar bespaard (5,6 kiloton CO2 bij groene stroom en 118 kiloton CO2 bij grijze stroom). Dit dient echter wel per straat te gebeuren omdat anders de lichtverdeling ’s nachts verminderd.

Het is duidelijk dat dimmen alleen binnen de levensduur is terug te verdienen bij genoeg vermogen en lagere investeringskosten (bij gelijk blijvende energieprijzen). Duurdere systemen zoals telemanagement en lokale sensoren met draadloze verbindingen (zie kostenvergelijk), zijn op basis van dimmen de eerstkomende jaren niet terug te verdienen. Als de energieprijzen stijgen zijn ook deze systemen voor Deventer rendabel (financieel gezien) in te zetten.

LED is veel voordeliger te dimmen omdat de dimapparatuur al in de driver is ingebouwd.

Kosten vergelijk voor 50 armaturen

	Investeringskosten:	Onderhoudskosten:
dimmen programmeerbare dimunit	€120,- x 50 = € 6000,-	
dimmen met stuur- of dimader (SDU)	€25,- x 50 = € 1250,-	
telemanagement via Powerline	OLC: €130,- x 50 = € 6500,- Router/software voor 50 armaturen: 3.500,- met installatie Sectiecontrollers: € 2.000 x 2 Jaarlijkse licentie en dataverbinding € 1500,- Opleiding € 1.000,- Totaal: € 10.000,-	Extra kosten software-updates en onderhoud maar op termijn wel reductie in storings-afhandeling van enkele procenten
telemanagement via RadioFrequent (RF)	€150,- x 50 = € 7500,- Totaal: 12.000,-.	Idem.

Tabel 5 Investeringskosten op basis van een 50-tal armaturen

Uit deze tabel 1 is op te maken dat telemanagementsystemen en ook de lokale sensorsystemen duurder zijn dan dimmen meteen programmeerbare dimunit. Het dimmen met een SDU is niet meer aan te bevelen vanwege de komende extra kosten van dit systeem vanuit de netbeheerder. Deze extra kosten zijn nu nog niet duidelijk.

3.4 Toepassen meer efficiënte apparatuur

Tegenwoordig zijn de armaturen efficiënter dan vroeger. Hetzelfde of meer licht uit het armatuur bij minder vermogen en zuiniger voorschakelapparatuur leidt tot flinke besparingen.

Het toepassen van beter presterende armaturen en randapparatuur kan op verschillende wijzen plaatsvinden:

- Alleen vervangen voorschakelapparaten (VSA)
- Vervangen door andere armaturen

Voorschakelapparaten

In Deventer zijn nog veel conventionele VSA's toegepast. Deze kunnen vervangen worden door een elektronische variant (EVSA) die 10% zuiniger is. Deze zijn met een dimtoevoeging ook nodig voor dimmen, zie vorige paragraaf.

Uit berekeningen (zie bijlage), blijkt dat het op straat vervangen van VSA's alleen financieel is terug te verdienen bij vermogens van meer dan 55 watt. Dit is dezelfde conclusie die getrokken werd bij het op straat vervangen van apparatuur voor dimapparatuur. Het gelijktijdig dimbaar maken van de armaturen levert een hoger rendement op.

Een EVSA kan interessant zijn voor de niet dimbare lagedruk natrium lampen (SOX). Het betreft 213 armaturen die dan nog zeker 8 tot 13 jaar in dienst moeten blijven. Aangezien het SOX bestand in Deventer voor 80% ouder dan 20 jaar is, is dit verder geen optie.

Armaturen

Het toepassen van armaturen die minder vermogen nodig hebben geeft een grote besparing. Armaturen besparen op 2 manieren:

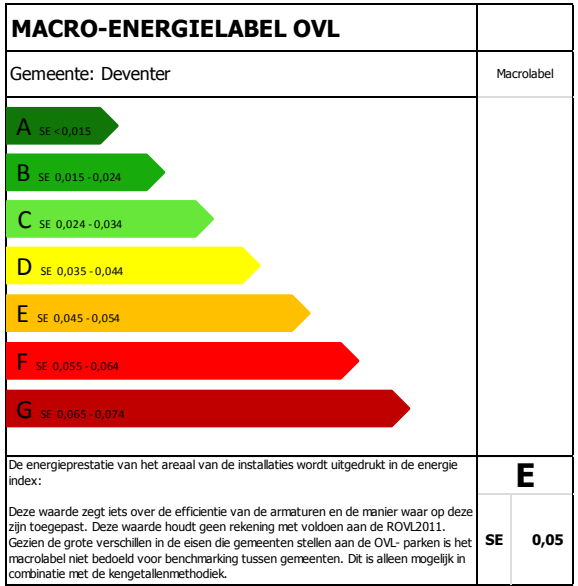
- beter richten van licht op de weg (minder strooilicht, maar niet te weinig);
- meer licht uit vermogen (lumen/watt verhouding).

Armaturen met gasontladingslampen (conventioneel) zijn niet nog zuiniger te maken. De serie metaalhalogeenlampen (CPO) zijn zuinig (100-120 lm/w), hebben wit licht en zijn goed richtbaar vanwege hun kleine omvang. Deze lampen gaan echter ook maar 3 a 4 jaar mee en zijn kostbaar met hoge exploitatielasten tot gevolg.

De led-technologie is nu zo ver dat de led-modulen dezelfde lumen/watt verhouding hebben (80-110 lm/w) als gasontlading. Door de nog betere richtbaarheid kan met minder vermogen toch hetzelfde lichtniveau op straat bereikt worden. Doordat ze ook 15 tot 22 jaar meegaan, kan in de exploitatie flink op onderhoud worden bespaard naast de besparing op energie.

Van het OVL-bestand van de gemeente Deventer is het zogenaamde macrolabel opgesteld. Deze tool is door AgentschapNL ter beschikking gesteld om het energielabel van de totale installatie te berekenen. Het label van de Deventer OVL-installatie is E. Door het toepassen van bijvoorbeeld led-armaturen kan dit verbeteren naar D. Dit komt voornamelijk door het beter richten van het licht omdat de lumen/watt verhouding niet veel beter is dan de conventionele lampen met EVSA's. Als dit gecombineerd wordt met dimmen, wordt het label C.

Uit de led-proef in de wijk de Hoven zijn een aantal led-armaturen gekomen die passen binnen het gewenste kwaliteitsbeeld en zuiniger zijn dan de bestaande.



Figuur 24 Energielabel

Met deze armaturen kan een energiebesparing van 27% worden bereikt (zonder dimmen). Met dimmen wordt de besparing 44%. Deze besparing is berekend met 80% van de bestaande armaturen.

Berekend is dat de meer-investering voor het vervangen van 80% van het bestand door deze led-armaturen 4,1 miljoen bedraagt. Deze meer-investering is met dimmen (ingebouwd) in gemiddeld 11 jaar terugverdiend.

Indien financieel de mogelijkheden bestaan om de komende 5 jaar alles vervangen te vervangen dat aan vervanging toe is bedraagt in deze 5 jaar de meer-investering 1,8 miljoen. Deze meer-investering is dan in 10 jaar terug te verdienen. In totaal kan dan 1,1 miljoen kWh bespaard per jaar.

De besparing op onderhoud bedraagt: € 172.000 per jaar en op elektriciteit: € 164.000,- per jaar. Pas na 11 jaar wordt op deze besparing dus daadwerkelijk verdiend.

3.5 Lichtbronnen met hoog vermogen in plaats van laag vermogen

In het buitenland is het gebruikelijk om ook in woonstraten met hogere lichtmasten en meer vermogen te verlichten. Het lichtniveau is vaak ook wat hoger.

Daarbij wordt minder naar de lichthinder in slaapkamerramen gekeken. In Nederland wordt in woonstraten bij voorkeur tot 3,5 a 4 meter verlicht en dan ook nog op scheidingen tussen huizen in. De kegelvorm is speciaal ontwikkeld voor deze lage hoogten en combineert goede mastafstanden met een goede lichtverdeling, zichtbaarheid van personen en relatief weinig lichthinder. Bij lichtontwerpen zijn voor 4 meter masten, mastafstanden van gemiddeld 25 meter haalbaar. Bij 6 meter is die 30 meter.

Vaak betekent het een verschil tussen PLL24 en PLL36, zie tabel 2.

Onderdeel	Investering	Exploitatie
Mast 4m onderhoudsvrij	100,-	
Mast 6 m onderhoudsvrij	140,-	
Armatuur 4 m kegel 2000 pl24	263,-	38,-
Armatuur 6 m Libra pl 36	257,-	45,-
4 meter prijs per meter	14,52	1,52
6 meter prijs per meter	13,20	1,50

Tabel 6

De aanleg van 6 meter masten is 9% goedkoper en de exploitatie verschilt nagenoeg niet.

In de praktijk kan bij reconstructies van wegen en stadsvernieuwing gekeken worden of het mogelijk is met wat hogere masten te werken. Het straatprofiel moet dan breed genoeg zijn.

3.6 Hogere kleurtemperatuur dan 3000K (warm-wit)

Vooral led's zijn tot 20% efficiënter in hogere kleurtemperaturen. De fabrikanten leveren 3000K maar bevelen zelf 3500-4000K aan.



Deventer heeft in het verleden gekozen voor 3000K voor de PLL lampen in de woonstraten.

In de berekeningen is met 3000K rekening gehouden in de woonstraten. Het kan, afhankelijk van toepassing en led module mogelijk zijn dat met een hogere kleurtemperatuur nog eens extra 5% tot 10% extra bespaard kan worden: 35.000 kWh a 15 eurocent is € 5.200,- per jaar.In de praktijkproef in de Hoven is gebleken dat de bewoners sterk de voorkeur hebben voor 3000K. Aanbevolen wordt om in woonstraten maximaal 3500K te gebruiken.

4. Conclusie en aanbevelingen

In onderstaande tabel worden de mogelijkheden voor alle vormen van energiebesparing op een rijtje gezet. Hierbij wordt aangeven hoe reëel de mogelijkheid is en wat de financiële gevolgen en de gevolgen voor het milieu zijn.

Categorie	Mogelijkheid	Randvoorwaarde	Conclusie	Financiële gevolgen	Gevolgen voor milieu
Minder licht	Minder licht in buitengebied	Verkeersveiligheid waarborgen	In buitengebied wordt al zo min mogelijk verlicht. Verdere afbouw niet mogelijk.	N.v.t.	N.v.t.
	Minder licht in bebouwde kom	Minimaal lichtniveau	Lichtniveau in Deventer is aan lage kant. Minder niet mogelijk zonder risico.	N.v.t.	N.v.t.

Dimmen	Dimmen inbouwen in bestaande installatie	Inbouw alleen rendabel bij hoge vermogens	Tussen 23:00 en 6:00 uur bij gasontlading (PL/SON/CPO/CDO) en LED. Ombouw bij bestaande armaturen alleen rendabel bij (einde levensduur armaturen). Gaat om 827 armaturen.	Kost € 142.000,- en bespaart jaarlijks € 12.000,-. De investering is hiermee in 12 jaar terugverdiend.	Besparing 80662 kWh per jaar (2,4 kiloton CO2 bij groene stroom en 50,8 kton CO2 bij grijze stroom).
	Dimmen inbouwen in nieuwe installatie	Alleen mogelijk bij einde levensduur armatuur en mast of bij nieuwbouw	Fabrieksmatige inbouw bij gasontlading vanaf 36 watt financieel rendabel, bij LED al vaak ingebouwd. Gaat om 2813 armaturen.	Kost € 300.000,- en bespaart jaarlijks € 28.000,-. De investering is hiermee in 11 jaar terugverdiend.	Besparing 188.000 kWh per jaar (5,6 kton CO2 bij groene stroom en 118 kton CO2 bij grijze stroom).
	Slim dimmen		Slimmere systemen zijn (nog) niet terug te verdienen.	Meerkosten dus niet doen.	N.v.t.
Moderne materialen	Elektr. Voorsch. App. (EVSA)in bestaande instl.	Alleen bij Hoge vermogens > 80W of bij nieuwbouw	Gezien de leeftijd van het bestand niet meer toepasbaar.	N.v.t.	N.v.t.
	EVSA in nieuwe installatie	Nieuwe installatie en bij einde levensduur armaturen	Bij vervanging armaturen zonder meer toepassen: 10% besparing op energiekosten.	De meerinvestering bedraagt uiteindelijk na vervanging alle armaturen: 68.800,-; jaarlijks wordt afgerond 6.000,- bespaard. De investering is in 11,5 jaar terugverdiend.	Bij totale vervanging wordt bijna 40.000 kWh per jaar bespaard. Dit is 1,2 kton CO2 bij groene stroom en 25 kton bij grijze stroom.
	LED	Ombouw alleen rendabel bij einde levensduur armatuur	LED 33% exploitatiebesparing (energie en onderhoud). Gaat om 80 % van totaal areaal. Dat zijn 17.050 armaturen. Komende 5 jaar bereiken 8.270 armaturen het einde van de levensduur	Meerinvestering bedraagt 4,1 miljoen. Deze meerinvestering is inclusief dimmen in gemiddeld 11 jaar terugverdiend. Voor de komende 5 jaar (8.270 armaturen) bedraagt de meerinvestering 1,98 miljoen. Dit is in 10 jaar terugverdiend.	In totaal wordt 1,1 mlj kWh bespaard per jaar na het vervangen van 80% van het bestand (43% energie-besparing). Dit is 32 kton CO2 bij groene stroom en 688 kton CO2 bij grijze stroom.
Wijz. install.	Hogere masten	Alleen bij nieuwbouw en vervanging masten en armaturen bij einde levensduur	Alleen toepasbaar bij brede profielen en verkeerstoepassingen. Besparing 6 m tot 4 meter mast: 9% op investering; exploitatie gelijk.	Financieel voordeel sterk afhankelijk van toepassing.	Minder materiaal gebruik.
Overig	Koeler licht	Beleid aanpassen tegen de wens/beleving van de bewoners in	De burgers van Deventer kiezen voor de wat minder efficiënte maar warmere lichtkleuren. Hiermee 5% minder energie besparing.	Door de keuze voor een koelere kleur kan 5000,- per jaar extra worden bespaard.	5% energiebesparing.

De hoofdconclusie luidt dat ombouw naar LED op natuurlijke momenten en gecombineerd met 50% dimmen tussen 23:00 en 6:00, weliswaar een hogere investering vergt maar in gemiddeld 11 jaar kan wordt terugverdiend en 44% energiebesparing oplevert. Randvoorwaarde bij deze terugverdientijd is dat het areaal aan masten en armaturen dat nu aanwezig is tot einde levensduur blijft staan en dat pas bij einde levensduur wordt vervangen voor moderne armaturen. Vooraf vervangen brengt kapitaalvernietiging en daarmee hogere lasten met zich mee.

Een tweede conclusie is dat nieuwe gasontladingsarmaturen rendabel voorzien kunnen worden van dimapparatuur. Dit is een meer-investering van uiteindelijk € 300.000,-.

4.1 Mogelijkheden begroting gemeente Deventer

Beide mogelijkheden vragen een extra investering op de korte termijn om uiteindelijk tot besparing op de lange termijn te komen. Momenteel ontbreekt het binnen product 22 aan middelen om deze extra investering te plegen. Onderstaand een grove calculatie van de totaal benodigde investering om alle masten en armaturen de komende 40 jaar conform standaard levensduur te vervangen.

Onderdeel	Gemiddelde kosten per stuk	Aantal	Totale kosten vervangen	Levensduur	Kosten vervangen per jaar
Vervangen masten	800	21.000	€ 16.800.000	40	€ 420.000
Vervangen armaturen (LED)	600	21.000	€ 12.600.000	20	€ 630.000
			€ 29.400.000		**€ 1.050.000**

Kanttekeningen bij deze tabel:

- De kostprijs van led-armaturen zal de de komende jaren waarschijnlijk dalen waardoor de jaarlijkse vervangingskosten dalen.
- Het gaat hier om een gemiddeld benodigde jaarlast. De werkelijk benodigde jaarlast zal de eerste jaren hoger liggen doordat het areaal van Deventer redelijk oud is.

Momenteel bedraagt het budget voor vervanging van de OV installatie (MJOP-budget) jaarlijks € 360.000,- per jaar. Dit is dus niet afdoende om aan de vervangingsbehoefte bij einde levensduur te voorzien. Om alle armaturen bij einde levensduur te kunnen vervangen is jaarlijs een aanvullend budget van ca. € 700.000 nodig.

De hierboven beschreven besparingsmogelijkheden bieden wel degelijk perspectief om aan de slag te gaan. Vervangen van conventionele systemen door zuinige en slimme systemen levert elders in de begroting van product 22 op de langere duur wel de beoogde besparingen op. Deze besparingen worden gehaald op de energiekosten en op het dagelijks onderhoud van de installatie. Deze besparingen kunnen worden toegevoegd aan het vervangingsbudget waardoor hier in de loop der jaren meer ruimte

ontstaat om het tempo van de vervangingen iets op te voeren. Een logische gevolgtrekking is dat er zo weinig mogelijk dient te worden vervangen met conventionele armaturen.

Een zorgpunt dat uit bovenstaande globale berekening naar voren komt is dat de installatie van Deventer verder zal verouderen door het ontbreken van voldoende middelen voor tijdige vervanging bij einde levensduur.

Bijlagen

Besparing door dimmen bij ombouw bestaande armaturen

Besparing door dimmen bij aanschaf nieuwe armaturen

Led-vervangers en berekeningen

Macrolabel

Besparing door dimmen bij ombouw bestaande armaturen (zie tabel volgende pagina)

			50%	licht tussen 23:00 en 6:00							
Aantal van Armatuur			22%	energie		lumistep		dimapparatuur	€ 0,15	TVT	
lamptype	Puni	Totaal	dimmen	verbruik	besparing	dynadimmer	Omschrijving	investering	besparing	jaar	interessant?
0	0	6		-	-						
cdm	35	215		31.605	-						
	70	454		133.476	-						
	250	1		1.050	-						
cdo	70	94	15,40	27.636	6.080	172	Dynavision incl dynadimmer	€ 16.145	€ 911,99	17,70	
	150	28	33,00	17.640	3.881	172		€ 4.816	€ 582,12	8,27	ja
cpo	45	2	9,90	378	83			€ -	€ 12,47	-	
	60	24	13,20	6.048	1.331	152	lumistep	€ 3.636	€ 199,58	18,22	
	90	39	19,80	14.742	3.243	152		€ 5.928	€ 486,49	12,19	ja
gloei	100	1	22,00	420	92						
hpi	1000	2		8.400	-						
hpl	50	16		3.360	-						
	80	19		6.384	-						
	125	24		12.600	-						
led	22	40		3.696	-						
	30	33		4.158	-						
plc	13	12		655	-						
	18	9		680	-						
	26	42		4.586	-						
ple	0	25		-	-						
	20	6		504	-						
	23	14		1.352	-						
	24	9		907	-						
pll	11	19		878	-						
	18	887		67.057	-						
	24	6458		650.966	-						
	36	6690	7,92	1.011.528	222.536	142	dynadimmer en HFR	€ 948.308	€ 33.380,42	28,41	
	55	1178	12,10	272.118	59.866	142		€ 167.276	€ 8.979,89	18,63	
	80	6	17,60	2.016	444	142		€ 852	€ 66,53	12,81	ja
pls	7	3		88	-						
	9	41		1.550	-						
	11	39		1.802	-						
plt	26	2		218	-						
	32	189	7,04	25.402	5.588	142	dynadimmer en HFR	€ 26.838	€ 838,25	32,02	
	42	37	9,24	6.527	1.436	142		€ 5.254	€ 215,38	24,39	
ql	55	22	12,10	5.082							
	85	155	18,70	55.335							
son	50	173	11,00	36.330	7.993	173	Dynavision incl dynadimmer	€ 29.843			
	70	234	15,40	68.796	15.135	173		€ 40.365	€ 2.270,27	17,78	
	100	2	22,00	840	185	173		€ 345	€ 27,72	12,45	ja
	125	6	27,50	3.150	693	173		€ 1.035	€ 103,95	9,96	ja
	150	84	18,48	52.920	6.520	173		€ 14.490	€ 977,96	14,82	ja
	250	6	55,00	6.300	1.386	173		€ 1.035	€ 207,90	4,98	ja
	400	2	88,00	3.360	739	173		€ 345	€ 110,88	3,11	ja
sont	50	28		5.880	-	173					
	70	218	15,40	64.092	14.100	173		€ 37.605	€ 2.115,04	17,78	
	100	634	22,00	266.280	58.582	173		€ 109.365	€ 8.787,24	12,45	ja
	150	5	33,00	3.150	693	173		€ 863	€ 103,95	8,30	ja
	250	9	55,00	9.450	2.079	173		€ 1.553	€ 311,85	4,98	ja
	400	6	88,00	10.080	2.218	173		€ 1.035	€ 332,64	3,11	ja
sox	18	231		17.464	-						
	26	671		73.273	-						
	35	30		4.410	-						
	36	1278		193.234	-						
	55	26		6.006	-						
	66	224		62.093	-						
	90	13		4.914	-						
	91	174		66.503	-						
	135	25		14.175	-						
soxe	18	38		2.873	-						
	26	77		8.408	-						
	36	37		5.594	-						
	66	20		5.544	-						
	91	1		382	-						
tl	32	68		9.139	-						
tld	18	3		227	-						
	36	26		3.931	-						
	58	34		8.282	-						
tlem	40	1		168	-						
	65	15		4.095	-						
tlm	40	1		168	-						
	65	56		15.288	-						
tls	20	11		924	-						
				3.418.569	414.902			1.416.930	61.023		
					12%				23,22	tvt	

Besparing door dimmen bij aanschaf nieuwe armaturen (zie tabel volgende pagina)

			50%	licht tussen 23:00 en 6:00							
Aantal van Armatuur			22%	energie		lumistep		dimapparatuur	€ 0,15	TVT	
lamptype	Puni	Totaal	dimmen	verbruik	besparing	dynadimmer	omschrijving	investering	besparing	jaar	interessant?
cdm	35	215		31.605	-						
	70	454		133.476	-						
	250	1		1.050	-						
cdo	70	94	15,40	27.636	6.080	120	Dynavision incl dynadimmer	€ 11.280	€ 911,99	12,37	ja
	150	28	33,00	17.640	3.881	120		€ 3.360	€ 582,12	5,77	ja
cpo	45	2	9,90	378	83			€ -	€ 12,47	-	
	60	24	13,20	6.048	1.331	100	lumistep	€ 2.400	€ 199,58	12,03	ja
	90	39	19,80	14.742	3.243	100		€ 3.900	€ 486,49	8,02	ja
gloei	100	1	22,00	420	92						
hpi	1000	2		8.400	-						
hpl	50	16		3.360	-						
	80	19		6.384	-						
	125	24		12.600	-						
led	22	40		3.696	-						
	30	33		4.158	-						
plc	13	12		655	-						
	18	9		680	-						
	26	42		4.586	-						
ple	0	25		-	-						
	20	6		504	-						
	23	14		1.352	-						
	24	9		907	-						
pll	11	19		878	-						
	18	887		67.057	-						
	24	6458		650.966	-						
	36	6690	7,92	1.011.528	222.536	90	dynadimmer en HFR	€ 602.100	€ 33.380,42	18,04	
	55	1178	12,10	272.118	59.866	90		€ 106.020	€ 8.979,89	11,81	ja
	80	6	17,60	2.016	444	90		€ 540	€ 66,53	8,12	ja
pls	7	3		88	-						
	9	41		1.550	-						
	11	39		1.802	-						
plt	26	2		218	-						
	32	189	7,04	25.402	5.588	90	dynadimmer en HFR	€ 17.010	€ 838,25	20,29	
	42	37	9,24	6.527	1.436	90		€ 3.330	€ 215,38	15,46	ja
ql	55	22	12,10	5.082							
	85	155	18,70	55.335							
son	50	173	11,00	36.330	7.993	120	Dynavision incl dynadimmer	€ 20.760	€ 1.198,89	€ 18,00	ja
	70	234	15,40	68.796	15.135	120		€ 28.080	€ 2.270,27	12,37	ja
	100	2	22,00	840	185	120		€ 240	€ 27,72	8,66	ja
	125	6	27,50	3.150	693	120		€ 720	€ 103,95	6,93	ja
	150	84	18,48	52.920	6.520	120		€ 10.080	€ 977,96	10,31	ja
	250	6	55,00	6.300	1.386	120		€ 720	€ 207,90	3,46	ja
	400	2	88,00	3.360	739	120		€ 240	€ 110,88	2,16	ja
sont	50	28	11,00	5.880	1.294	120		€ 3.360	€ 194,04	17,32	ja
	70	218	15,40	64.092	14.100	120		€ 26.160	€ 2.115,04	12,37	ja
	100	634	22,00	266.280	58.582	120		€ 76.080	€ 8.787,24	8,66	ja
	150	5	33,00	3.150	693	120		€ 600	€ 103,95	5,77	ja
	250	9	55,00	9.450	2.079	120		€ 1.080	€ 311,85	3,46	ja
	400	6	88,00	10.080	2.218	120		€ 720	€ 332,64	2,16	ja
sox	18	231		17.464	-						
	26	671		73.273	-						
	35	30		4.410	-						
	36	1278		193.234	-						
	55	26		6.006	-						
	66	224		62.093	-						
	90	13		4.914	-						
	91	174		66.503	-						
	135	25		14.175	-						
soxe	18	38		2.873	-						
	26	77		8.408	-						
	36	37		5.594	-						
	66	20		5.544	-						
	91	1		382	-						
tl	32	68		9.139	-						
tld	18	3		227	-						
	36	26		3.931	-						
	58	34		8.282	-						
tlem	40	1		168	-						
	65	15		4.095	-						
tlm	40	1		168	-						
	65	56		15.288	-						
tls	20	11		924	-						
				3.418.569	416.195			918.780	62.415		
					12%				14,72	tvt	

SOX armaturen kunnen niet worden gedimd. De TLEM/M/S armaturen worden uit gefaseerd.

Overzicht led-vervangers en besparingen

Armatuur	lamptyp	Puni	Toepassing	jonger	ouder 20 jr	Eindtotaal	Vervanger	P	aantal	verbruik nieuw	verbruik oud	besparing	verbruik dim	besparing
PHIL FGS 104	pll	36	buurt	1027	1060	2087	Libra LLM1800	26	2087	227.900	315.554	87.654	177.762	137.792
INDU 2000.12	pll	36	woon	285	1680	1965	Luz LLM 1100	22	1965	181.566	297.108	115.542	141.621	155.487
INDU 2020	pll	24	woon	1371	32	1403	Luz LLM 1100	22	1403	129.637	141.422	11.785	101.117	40.305
INDU 2550.12 IRIS	pll	24	woon	513	746	1259	Libra LLM1800	26	1259	137.483	126.907	-10.576	107.237	19.671
INDU 2500.19	sox	36	buurt	111	833	944	Libra LLM1800	26	944	103.085	142.733	39.648	80.406	62.327
INDU 2310 /2	pll	24	woon	369	388	757	Luz LLM 1100	22	757	69.947	76.306	6.359	54.559	21.747
INDU 2550.12 IRIS	pll	18	woon	628	4	632	Libra LLM1100	22	632	58.397	47.779	-10.618	45.550	2.230
SCHR ALTRA 2	pll	36	buurt	153	411	564	Libra LLM1800	26	564	61.589	85.277	23.688	48.039	37.238
INDU 2500 SNN	pll	36	buurt	118	445	563	Libra LLM1800	26	563	61.480	85.126	23.646	47.954	37.172
PHIL FGS 103	pll	24	woon	351	169	520	Libra LLM1800	26	520	56.784	52.416	-4.368	44.292	8.124
SCHR ALTRA 2	pll	24	woon	405	70	475	Libra LLM1800	26	475	51.870	47.880	-3.990	40.459	7.421
PHIL FGS105	pll	55	verkeer	281	152	433	Iridium 2	34	433	61.832	100.023	38.191	48.229	51.794
PHIL FGS223	pll	24	woon	77	343	420	Libra LLM1800	26	420	45.864	42.336	-3.528	35.774	6.562
SCHR ONYX 2	sont	100	verkeer	344	71	415	Iridium 2	34	415	59.262	174.300	115.038	46.224	128.076
SCHR ALTRA 3	pll	55	woon	204	200	404	Iridium 2	34	404	57.691	93.324	35.633	44.999	48.325
PHIL SRX	sox	26	buurt	57	297	354	Libra LLM1800	26	354	38.657	38.657	-	30.152	8.504
PHI FGS 104 PL-L 36 W	pll	36	buurt	296	15	311	Libra LLM1800	26	311	33.961	47.023	13.062	26.490	20.533
INDU 2565.12 LIBRA	pll	36	woon	188	86	274	Libra LLM1800	26	274	29.921	41.429	11.508	23.338	18.091
PHI CPS 200 PL-L 24 W	pll	24	woon	222	15	237	Luz LLM 1100	22	237	21.899	23.890	1.991	17.081	6.809
IND 2550 PL-L 24 W	pll	24	woon	101	110	211	Libra LLM1800	26	211	23.041	21.269	-1.772	17.972	3.297
INDU 2020	pll	36	woon	206	1	207	Luz LLM 1100	22	207	19.127	31.298	12.172	14.919	16.379
INDU 2551.19 IRIS	sox	36	buurt	62	143	205	Libra LLM1800	26	205	22.386	30.996	8.610	17.461	13.535
54001327 IND 2550 PL-L 18 W	pll	18	woon	183	6	189	Nano	15	189	11.907	14.288	2.381	9.287	5.001
PHIL CPS200	pll	24	woon	25	162	187	Luz LLM 1100	22	187	17.279	18.850	1.571	13.477	5.372
PHI FGS 105 PL-L 40 / 55 W	pll	55	verkeer	186		186	Iridium 2	34	186	26.561	42.966	16.405	20.717	22.249
RITTER	cdm	70	woon	112	67	179	Gics	20	179	15.036	52.626	37.590	11.728	40.898
INDU 2000.12	pll	24	woon	133	43	176	Luz LLM 1100	22	176	16.262	17.741	1.478	12.685	5.056
PHIL SGS203	son	70	verkeer	43	115	158	Iridium 2	34	158	22.562	46.452	23.890	17.599	28.853
PHIL SGS203	sont	100	verkeer	37	115	152	soled	48	152	30.643	63.840	33.197	23.902	39.938
PHIL FGS224	pll	36	buurt	41	97	138	Libra LLM1800	26	138	15.070	20.866	5.796	11.754	9.111
PHI FGS 103 PL-L 24 W	pll	24	woon	123	7	130	Libra LLM1800	26	130	14.196	13.104	-1.092	11.073	2.031
INDU 2551.12 IRIS	pll	36	buurt	45	82	127	Libra LLM1800	26	127	13.868	19.202	5.334	10.817	8.385
RITTER 501 1X CDM-T 70W R9005 EVSA	cdm	70	woon	125		125	Gics	20	125	10.500	36.750	26.250	8.190	28.560
PHIL SRL	sox	91	verkeer	5	118	123	soled	48	123	24.797	47.011	22.214	19.342	27.669
INDU 2565.12 LIBRA	pll	24	woon	119		119	Libra LLM1800	26	119	12.995	11.995	-1.000	10.136	1.859
SCHR CITEA MINI	plt	32	woon	118	1	119	citea mini	32	119	15.994	15.994	-	12.475	3.519
PHI CPS 200 PL-L 36 W	pll	36	woon	110		110	Luz LLM 1100	22	110	10.164	16.632	6.468	7.928	8.704
PHIL XGS	sox	26	buurt	3	97	100	Libra LLM1800	26	100	10.920	10.920	-	8.518	2.402
INDU 2500	pll	24	woon	4	89	93	Libra LLM1800	26	93	10.156	9.374	-781	7.921	1.453
									17.051	1.832.288	2.521.663	689.375	1.429.184	1.092.479
												27%		43%

Berekening elektriciteitsverbruik en besparing

						TCO oude arm				nieuwe			elc+ond		exploitatie	
Armatuur	lamptyp	Puni	Vervanger	P	aantal	nieuwprs	elec	onderhoud	exploi		elec	onderhoud	exploit	meerinv	besparing	TVT
PHIL FGS 104	pll	36	Libra LLM1800	26	2087	€ 303	€ 23	€ 22	€ 45	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 157	€ 13	12,08
INDU 2000.12	pll	36	Luz LLM 1100	22	1965	€ 268	€ 23	€ 22	€ 45	€ 550	€ 14	€ 17	€ 31	€ 282	€ 14	20,14
INDU 2020	pll	24	Luz LLM 1100	22	1403	€ 263	€ 15	€ 23	€ 38	€ 550	€ 14	€ 17	€ 31	€ 287	€ 7	41,00
INDU 2550.12 IRIS	pll	24	Libra LLM1800	26	1259	€ 226	€ 15	€ 23	€ 38	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 234	€ 6	39,00
INDU 2500.19	sox	36	Libra LLM1800	26	944	€ 261	€ 23	€ 50	€ 73	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 199	€ 41	4,85
INDU 2310 /2	pll	24	Luz LLM 1100	22	757	€ 583	€ 15	€ 45	€ 60	€ 550	€ 14	€ 17	€ 31	€ -33	€ 29	-1,14
INDU 2550.12 IRIS	pll	18	Libra LLM1100	22	632	€ 226	€ 11	€ 22	€ 33	€ 460	€ 14	€ 15	€ 29	€ 234	€ 4	58,50
SCHR ALTRA 2	pll	36	Libra LLM1800	26	564	€ 191	€ 23	€ 22	€ 45	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 269	€ 13	20,69
INDU 2500 SNN	pll	36	Libra LLM1800	26	563	€ 202	€ 23	€ 22	€ 45	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 258	€ 13	19,85
PHIL FGS 103	pll	24	Libra LLM1800	26	520	€ 258	€ 15	€ 23	€ 38	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 202	€ 6	33,67
SCHR ALTRA 2	pll	24	Libra LLM1800	26	475	€ 191	€ 15	€ 23	€ 38	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 269	€ 6	44,83
PHIL FGS105	pll	55	Iridium 2	34	433	€ 335	€ 35	€ 21	€ 56	€ 875	€ 21	€ 22	€ 43	€ 540	€ 13	41,54
PHIL FGS223	pll	24	Libra LLM1800	26	420	€ 235	€ 15	€ 23	€ 38	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 225	€ 6	37,50
SCHR ONYX 2	sont	100	Iridium 2	34	415	€ 409	€ 63	€ 33	€ 96	€ 875	€ 21	€ 22	€ 43	€ 466	€ 53	8,79
SCHR ALTRA 3	pll	55	Iridium 2	34	404	€ 233	€ 35	€ 21	€ 56	€ 875	€ 21	€ 22	€ 43	€ 642	€ 13	49,38
PHIL SRX	sox	26	Libra LLM1800	26	354	€ 513	€ 16	€ 45	€ 61	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ -53	€ 29	-1,83
PHI FGS 104 PL-L 36 W	pll	36	Libra LLM1800	26	311	€ 303	€ 23	€ 22	€ 45	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 157	€ 13	12,08
INDU 2565.12 LIBRA	pll	36	Libra LLM1800	26	274	€ 257	€ 23	€ 22	€ 45	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 203	€ 13	15,62
PHI CPS 200 PL-L 24 W	pll	24	Luz LLM 1100	22	237	€ 317	€ 15	€ 23	€ 38	€ 550	€ 14	€ 17	€ 31	€ 233	€ 7	33,29
IND 2550 PL-L 24 W	pll	24	Libra LLM1800	26	211	€ 199	€ 15	€ 23	€ 38	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 261	€ 6	43,50
INDU 2020	pll	36	Luz LLM 1100	22	207	€ 268	€ 23	€ 22	€ 45	€ 550	€ 14	€ 17	€ 31	€ 282	€ 14	20,14
INDU 2551.19 IRIS	sox	36	Libra LLM1800	26	205	€ 290	€ 23	€ 50	€ 73	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 170	€ 41	4,15
54001327 IND 2550 PL-L 18 W	pll	18	Nano	15	189	€ 199	€ 11	€ 22	€ 33	€ 430	€ 9	€ 16	€ 25	€ 231	€ 8	28,88
PHIL CPS200	pll	24	Luz LLM 1100	22	187	€ 317	€ 15	€ 23	€ 38	€ 550	€ 14	€ 17	€ 31	€ 233	€ 7	33,29
PHI FGS 105 PL-L 40 / 55 W	pll	55	Iridium 2	34	186	€ 335	€ 35	€ 21	€ 56	€ 875	€ 21	€ 22	€ 43	€ 540	€ 13	41,54
RITTER	cdm	70	Gics	20	179	€ 800	€ 44	€ 39	€ 83	€ 1.200	€ 13	€ 21	€ 34	€ 400	€ 49	8,16
INDU 2000.12	pll	24	Luz LLM 1100	22	176	€ 263	€ 15	€ 23	€ 38	€ 550	€ 14	€ 17	€ 31	€ 287	€ 7	41,00
PHIL SGS203	son	70	Iridium 2	34	158	€ 360	€ 44	€ 29	€ 73	€ 875	€ 21	€ 22	€ 43	€ 515	€ 30	17,17
PHIL SGS203	sont	100	soled	48	152	€ 360	€ 63	€ 33	€ 96	€ 510	€ 30	€ 16	€ 46	€ 150	€ 50	3,00
PHIL FGS224	pll	36	Libra LLM1800	26	138	€ 264	€ 23	€ 22	€ 45	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 196	€ 13	15,08
PHI FGS 103 PL-L 24 W	pll	24	Libra LLM1800	26	130	€ 258	€ 15	€ 23	€ 38	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 202	€ 6	33,67
INDU 2551.12 IRIS	pll	36	Libra LLM1800	26	127	€ 226	€ 23	€ 22	€ 45	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 234	€ 13	18,00
RITTER 501 1X CDM-T 70W R9005 EVSA	cdm	70	Gics	20	125	€ 800	€ 44	€ 39	€ 83	€ 1.200	€ 13	€ 21	€ 34	€ 400	€ 49	8,16
PHIL SRL	sox	91	soled	48	123	€ 481	€ 57	€ 59	€ 116	€ 510	€ 30	€ 16	€ 46	€ 29	€ 70	0,41
INDU 2565.12 LIBRA	pll	24	Libra LLM1800	26	119	€ 257	€ 15	€ 23	€ 38	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 203	€ 6	33,83
SCHR CITEA MINI	plt	32	citea mini	32	119	€ 500	€ 20	€ 22	€ 42	€ 500	€ 20	€ 22	€ 42	€ -	€ -	
PHI CPS 200 PL-L 36 W	pll	36	Luz LLM 1100	22	110	€ 317	€ 23	€ 22	€ 45	€ 550	€ 14	€ 17	€ 31	€ 233	€ 14	16,64
PHIL XGS	sox	26	Libra LLM1800	26	100	€ 513	€ 16	€ 45	€ 61	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ -53	€ 29	-1,83
INDU 2500	pll	24	Libra LLM1800	26	93	€ 202	€ 15	€ 23	€ 38	€ 460	€ 16	€ 16	€ 32	€ 258	€ 6	43,00
					17.051											

Berekening exploitatie en terugverdientijden per armatuur

						totaal	exploitatie	exploitatie	dimmen	komende 5 jaar		dimmen		Totaal oud		Totaal nieuw	
Armatuur	lamptyp	Puni	Vervanger	P	aantal	meerinvestering	totaal oud	besparing pj	besparing	meerinvestering	besparing pj	besparing		elec	onderhoud	elec incl dim	onderhoud
PHIL FGS 104	pll	36	Libra LLM1800	26	2087	€ 327.659	€ 93.915	€ 27.131	€ 10.413,30	€ 166.420	€ 13.780	€ 3.819,82		€ 47.333	€ 46.582	€ 26.664	€ 32.599
INDU 2000.12	pll	36	Luz LLM 1100	22	1965	€ 554.130	€ 88.425	€ 27.510	€ 9.804,56	€ 473.760	€ 23.520	€ 5.122,66		€ 44.566	€ 43.859	€ 21.243	€ 33.680
INDU 2020	pll	24	Luz LLM 1100	22	1403	€ 402.661	€ 53.314	€ 9.821	€ 4.666,94	€ 9.184	€ 224	€ 97,57		€ 21.213	€ 32.101	€ 15.168	€ 24.047
INDU 2550.12 IRIS	pll	24	Libra LLM1800	26	1259	€ 294.606	€ 47.842	€ 7.554	€ 4.187,94	€ 174.564	€ 4.476	€ 2.688,29		€ 19.036	€ 28.806	€ 16.085	€ 19.666
INDU 2500.19	sox	36	Libra LLM1800	26	944	€ 187.856	€ 68.912	€ 38.704	€ 4.710,18	€ 165.767	€ 34.153	€ 3.001,80		€ 21.410	€ 47.502	€ 12.061	€ 14.745
INDU 2310 /2	pll	24	Luz LLM 1100	22	757	€ -24.981	€ 45.420	€ 21.953	€ 2.518,08	€ -12.804	€ 11.252	€ 1.183,09		€ 11.446	€ 33.974	€ 8.184	€ 12.975
INDU 2550.12 IRIS	pll	18	Libra LLM1100	22	632	€ 147.888	€ 20.856	€ 2.528	€ 1.576,71	€ 936	€ 16	€ 12,20		€ 7.167	€ 13.689	€ 6.832	€ 9.568
SCHR ALTRA 2	pll	36	Libra LLM1800	26	564	€ 151.716	€ 25.380	€ 7.332	€ 2.814,13	€ 110.559	€ 5.343	€ 1.481,08		€ 12.792	€ 12.588	€ 7.206	€ 8.810
INDU 2500 SNN	pll	36	Libra LLM1800	26	563	€ 145.254	€ 25.335	€ 7.319	€ 2.809,14	€ 114.810	€ 5.785	€ 1.603,60		€ 12.769	€ 12.566	€ 7.193	€ 8.794
PHIL FGS 103	pll	24	Libra LLM1800	26	520	€ 105.040	€ 19.760	€ 3.120	€ 1.729,73	€ 34.138	€ 1.014	€ 609,01		€ 7.862	€ 11.898	€ 6.644	€ 8.122
SCHR ALTRA 2	pll	24	Libra LLM1800	26	475	€ 127.775	€ 18.050	€ 2.850	€ 1.580,04	€ 18.830	€ 420	€ 252,25		€ 7.182	€ 10.868	€ 6.069	€ 7.420
PHIL FGS105	pll	55	Iridium 2	34	433	€ 233.820	€ 24.248	€ 5.629	€ 3.300,76	€ 82.080	€ 1.976	€ 716,28		€ 15.003	€ 9.245	€ 7.234	€ 9.344
PHIL FGS223	pll	24	Libra LLM1800	26	420	€ 94.500	€ 15.960	€ 2.520	€ 1.397,09	€ 77.175	€ 2.058	€ 1.236,03		€ 6.350	€ 9.610	€ 5.366	€ 6.560
SCHR ONYX 2	sont	100	Iridium 2	34	415	€ 193.390	€ 39.840	€ 21.995	€ 5.751,90	€ 33.086	€ 3.763	€ 334,58		€ 26.145	€ 13.695	€ 6.934	€ 8.956
SCHR ALTRA 3	pll	55	Iridium 2	34	404	€ 259.368	€ 22.624	€ 5.252	€ 3.079,69	€ 128.400	€ 2.600	€ 942,48		€ 13.999	€ 8.625	€ 6.750	€ 8.718
PHIL SRX	sox	26	Libra LLM1800	26	354	€ -18.762	€ 21.594	€ 10.266	€ 1.275,67	€ -15.741	€ 8.613	€ 1.070,27		€ 5.799	€ 15.795	€ 4.523	€ 5.529
PHI FGS 104 PL-L 36 W	pll	36	Libra LLM1800	26	311	€ 48.827	€ 13.995	€ 4.043	€ 1.551,77	€ 2.355	€ 195	€ 54,05		€ 7.053	€ 6.942	€ 3.973	€ 4.858
INDU 2565.12 LIBRA	pll	36	Libra LLM1800	26	274	€ 55.622	€ 12.330	€ 3.562	€ 1.367,15	€ 17.458	€ 1.118	€ 309,91		€ 6.214	€ 6.116	€ 3.501	€ 4.280
PHI CPS 200 PL-L 24 W	pll	24	Luz LLM 1100	22	237	€ 55.221	€ 9.006	€ 1.659	€ 788,36	€ 3.495	€ 105	€ 45,74		€ 3.583	€ 5.423	€ 2.562	€ 4.062
IND 2550 PL-L 24 W	pll	24	Libra LLM1800	26	211	€ 55.071	€ 8.018	€ 1.266	€ 701,87	€ 28.710	€ 660	€ 396,40		€ 3.190	€ 4.828	€ 2.696	€ 3.296
INDU 2020	pll	36	Luz LLM 1100	22	207	€ 58.374	€ 9.315	€ 2.898	€ 1.032,85	€ 282	€ 14	€ 3,05		€ 4.695	€ 4.620	€ 2.238	€ 3.548
INDU 2551.19 IRIS	sox	36	Libra LLM1800	26	205	€ 34.850	€ 14.965	€ 8.405	€ 1.022,87	€ 24.310	€ 5.863	€ 515,31		€ 4.649	€ 10.316	€ 2.619	€ 3.202
54001327 IND 2550 PL-L 18 W	pll	18	Nano	15	189	€ 43.659	€ 6.237	€ 1.512	€ 471,52	€ 1.386	€ 48	€ 12,47		€ 2.143	€ 4.094	€ 1.393	€ 2.939
PHIL CPS200	pll	24	Luz LLM 1100	22	187	€ 43.571	€ 7.106	€ 1.309	€ 622,04	€ 37.746	€ 1.134	€ 493,97		€ 2.827	€ 4.279	€ 2.022	€ 3.205
PHI FGS 105 PL-L 40 / 55 W	pll	55	Iridium 2	34	186	€ 100.440	€ 10.416	€ 2.418	€ 1.417,88	€ -	€ -	€ -		€ 6.445	€ 3.971	€ 3.108	€ 4.014
RITTER	cdm	70	Gics	20	179	€ 71.600	€ 14.857	€ 8.771	€ 1.736,66	€ 26.800	€ 3.283	€ 185,72		€ 7.894	€ 6.963	€ 1.759	€ 3.831
INDU 2000.12	pll	24	Luz LLM 1100	22	176	€ 50.512	€ 6.688	€ 1.232	€ 585,45	€ 12.341	€ 301	€ 131,12		€ 2.661	€ 4.027	€ 1.903	€ 3.017
PHIL SGS203	son	70	Iridium 2	34	158	€ 81.370	€ 11.534	€ 4.740	€ 1.532,92	€ 59.225	€ 3.450	€ 541,93		€ 6.968	€ 4.566	€ 2.640	€ 3.410
PHIL SGS203	sont	100	soled	48	152	€ 22.800	€ 14.592	€ 7.600	€ 2.106,72	€ 17.250	€ 5.750	€ 765,07		€ 9.576	€ 5.016	€ 3.585	€ 2.396
PHIL FGS224	pll	36	Libra LLM1800	26	138	€ 27.048	€ 6.210	€ 1.794	€ 688,56	€ 19.012	€ 1.261	€ 349,55		€ 3.130	€ 3.080	€ 1.763	€ 2.156
PHI FGS 103 PL-L 24 W	pll	24	Libra LLM1800	26	130	€ 26.260	€ 4.940	€ 780	€ 432,43	€ 1.414	€ 42	€ 25,23		€ 1.966	€ 2.974	€ 1.661	€ 2.031
INDU 2551.12 IRIS	pll	36	Libra LLM1800	26	127	€ 29.718	€ 5.715	€ 1.651	€ 633,68	€ 19.188	€ 1.066	€ 295,50		€ 2.880	€ 2.835	€ 1.623	€ 1.984
RITTER 501 1X CDM-T 70W R9005 EVSA	cdm	70	Gics	20	125	€ 50.000	€ 10.375	€ 6.125	€ 1.212,75	€ -	€ -	€ -		€ 5.513	€ 4.863	€ 1.229	€ 2.675
PHIL SRL	sox	91	soled	48	123	€ 3.567	€ 14.268	€ 8.610	€ 1.551,35	€ 3.422	€ 8.260	€ 785,03		€ 7.052	€ 7.216	€ 2.901	€ 1.938
INDU 2565.12 LIBRA	pll	24	Libra LLM1800	26	119	€ 24.157	€ 4.522	€ 714	€ 395,84	€ -	€ -	€ -		€ 1.799	€ 2.723	€ 1.520	€ 1.859
SCHR CITEA MINI	plt	32	citea mini	32	119	€ -	€ 4.998	€ -	€ 527,79	€ -	€ -	€ 4,44		€ 2.399	€ 2.599	€ 1.871	€ 2.599
PHI CPS 200 PL-L 36 W	pll	36	Luz LLM 1100	22	110	€ 25.630	€ 4.950	€ 1.540	€ 548,86	€ -	€ -	€ -		€ 2.495	€ 2.455	€ 1.189	€ 1.885
PHIL XGS	sox	26	Libra LLM1800	26	100	€ -5.300	€ 6.100	€ 2.900	€ 360,36	€ -5.141	€ 2.813	€ 349,55		€ 1.638	€ 4.462	€ 1.278	€ 1.562
INDU 2500	pll	24	Libra LLM1800	26	93	€ 23.994	€ 3.534	€ 558	€ 309,36	€ 22.962	€ 534	€ 320,72		€ 1.406	€ 2.128	€ 1.188	€ 1.453
					17.051	€ 4.108.911	€ 836.146	€ 275.571	€ 83.215	€ 1.853.379	€ 154.890	€ 29.756		€ 378.249	€ 457.897	€ 214.378	€ 285.732
								14,91	11,45		11,97	€ 10,04				€ 163.872	€ 172.165
								33%									

Berekening totaal onderhouds- en energiekosten plus besparingen

Macrolabel bestaande toestand: label E

											LABELS			Aantallen			Totaal
Fabrikaat	**Armatuur**	**Lamp**	**PsC**	**PsE**	**n_woon**	**n_buurt**	**n_verkeer**	**Lichtstroom**	**VSA**	**DF**	**woon**	**buurt**	**verkeer**	**woon**	**buurt**	**verkeer**	
Indal 'KEGEL'	2000	PL-L36	44,00	37,00	0,36	0,31	0,20	2900	CVSA	0,85	E	F	G	1.966			1.966
Philips 'FGS104'	FGS104	PL-L36	44,00	37,00	0,40	0,34	0,20	2900	CVSA	0,85	D	E	G		2.091		2.091
Indal 'KEGEL'	2020	PL-L24	32,00	25,00	0,42	0,36	0,23	1800	CVSA	0,85	E	F	G	1.403			1.403
Indal 'Iris'	2550	PL-L24	32,00	25,00	0,46	0,39	0,24	1800	CVSA	0,85	E	E	G	1.563			1.563
Indal '2500'	2500	SOX-E36	48,00	38,00	0,43	0,37	0,23	6200	CVSA	0,85	B	B	D		945		945
Indal '2310-2312 OSIRIS'	2310	2xPL-L24	64,00	43,00	0,24	0,20	0,13	3600	CVSA	0,85	G	G	G	757			757
Indal '2550-2552 IRIS'	2550	PL-L18	25,00	20,00	0,45	0,40	0,25	1200	CVSA	0,85	E	F	G	821			821
Indal '2500'	2500	PL-L36	44,00	37,00	0,47	0,40	0,26	2900	CVSA	0,85	D	D	G		563		563
Schreder 'ALTRA-2'	ALTRA-2	PL-L36	44,00	37,00	0,43	0,36	0,22	2900	CVSA	0,85	D	E	G		564		564
Schreder 'ALTRA-2'	ALTRA-2	PL-L24	32,00	25,00	0,43	0,36	0,22	1800	CVSA	0,85	E	F	G	475			475
Philips 'FGS103'	FGS103	PL-L24	32,00	25,00	0,38	0,31	0,19	1800	CVSA	0,85	E	G	G	650			650
Philips 'FGS105'	FGS105	PL-L55	60,00	58,00	0,37	0,31	0,19	4800	CVSA	0,85	D	E	G			618	618
Philips 'FGS223'	FGS223	PL-L24	32,00	25,00	0,42	0,35	0,21	1800	EVSA	0,85	D	E	G	420			420
Schreder 'ONYX-2'	SON	SON-T100	114,00	114,00	0,63	0,58	0,44	10700	EVSA	0,85	B	B	C			415	415
Schreder 'ALTRA-3'	ALTRA-3	PL-L55	60,00	58,00	0,35	0,30	0,18	4800	CVSA	0,85	D	E	G		404		404
PHILIPS 'SRM'	SRM	SOX-E26	31,00	-	0,42	0,36	0,23	3600	CVSA	0,85	B	C	D		354		354
Philips 'FGS104'	FGS104	PL-L36	44,00	37,00	0,40	0,34	0,20	2900	CVSA	0,85	D	E	G		311		311
Indal '2560 - 2570 LIBRA'	2565	PL-L36	44,00	37,00	0,48	0,42	0,27	2900	EVSA	0,85	C	D	F		274		274
Indal 'KEGEL'	2020	PL-L36	44,00	37,00	0,41	0,36	0,23	2900	CVSA	0,85	D	E	G	207			207
Philips 'CPS200'	CPS200	PL-L24	32,00	25,00	0,23	0,19	0,11	1800	CVSA	0,85	G	G	G	424			424
Indal '2550-2552 IRIS'	2551	SOX-E36	48,00	38,00	0,48	0,42	0,27	6200	CVSA	0,85	B	B	C		205		205
Indal 'KEGEL'	2000	PL-L24	32,00	25,00	0,36	0,31	0,20	1800	CVSA	0,85	F	G	G	176			176
A+G 'RITTER'	RITTER	CDM-T70	85,00	80,00	0,46	0,40	0,26	6600	EVSA	0,85	C	D	F		304		304
Philips 'SGS203'	SGS203	SON-I70	80,00	81,00	0,54	0,44	0,24	5600	CVSA	0,85	C	D	G			158	158
Philips 'SGS203'	SGS203	SON-TPP100	-	114,00	0,55	0,43	0,20	10700	EVSA	0,85	B	C	F			152	152
Philips 'FGS224'	FGS224	PL-L36	44,00	37,00	0,42	0,35	0,21	2900	EVSA	0,85	D	D	G		138		138
Indal '2550-2552 IRIS'	2551	PL-L36	44,00	37,00	0,44	0,39	0,24	2900	CVSA	0,85	D	E	G		127		127
Indal '2560 - 2570 LIBRA'	2565	PL-L24	32,00	25,00	0,48	0,42	0,27	1800	EVSA	0,85	C	D	F	119			119
PHILIPS 'SRL'	SRL	SOX90	110,00	-	0,38	0,33	0,21	14000	CVSA	0,85	B	C	D			123	123
Schreder 'CITEA-MAYA-SCALA'	CITEA-MAYA-SCALA	PL-T32	-	39,00	0,60	0,52	0,33	2400	EVSA	0,85	C	D	F	119			119
Philips 'CPS200'	CPS200	PL-L36	44,00	37,00	0,23	0,19	0,11	2900	CVSA	0,85	G	G	G	110			110
Philips 'SGS201'	SGS201	SOXE26	35,00	32,00	0,44	0,37	0,23	4550	CVSA	0,85	B	B	D		100		100

Macrolabel met vervanging door LED: label D; inclusief 22% dimmen: label C

Philips 'BGP352'	BGP352	ECO35-2S/83	-	42,30	0,91	0,78	0,50	3482	EVSA	0,85	B	B	C			1.596	1.596
Indal 'Libra'	2565	LLM1800/24	-	24,00	0,58	0,51	0,31	1800	EVSA	0,85	C	C	E		9.526		9.526
Lightronics 'LUZ'	LUZ	LLM1800	-	26,00	0,35	0,30	0,18	1800	EVSA	0,85	E	F	G	5.024			5.024
Schreder 'NANO-1'	NANO-1-LED	16XP-G19	-	19,00	0,49	0,43	0,28	2080	EVSA	0,85	B	C	D	189			189
Soled 'Soled'	Smart	LED40	-	40,00	0,89	0,81	0,49	2787	EVSA	0,85	B	B	C			275	275
Gics	Gics	LED12		20,00	0,46	0,40	0,26	1200	EVSA	0,85	D	E	G	304			304

Veel armaturen hebben label E of slechter. Vooral op de buurtontsluitingswegen en verkeerswegen kan label C en beter worden gehaald.