

Handleiding "Zicht op Licht"

Rekenmodel energiebesparing bij Openbare Verlichting

Agentschap NL

april 2011
definitief

Handleiding "Zicht op Licht"

Rekenmodel energiebesparing bij Openbare Verlichting

Opgesteld door DHV in opdracht van AgentschapNL

DHV dossier : BA3028-101-100

registratienummer : MD-SU2011

versie : definitief

Agentschap NL

april 2011

definitief

INHOUD

BLAD

1	INLEIDING	3
1.1	Ontwikkeling instrument en nulmeting	3
1.2	Achtergrond	3
1.3	Doel instrument en uitgangspunten	4
1.4	Opzet en structuur van het model	6
2	VERZAMELEN EN INVOEREN VAN GEGEVENS	7
2.1	Algemene gegevens	7
2.2	Invoergegevens voor openbare verlichting	8
2.3	Verbeterscenario's	10
3	DATABASE DEFAULTS: STANDAARDWAARDEN VOOR DE BEREKENING	13
4	RESULTATEN	15
4.1	Energieverbruik en besparingspotentieel: sheet "uitvoer OVL"	15
4.2	Gedetailleerd inzicht kosten-baten: sheet "kosten-baten OVL"	15
5	MONITORING EN EVALUATIE	17
5.1	Sleutel-indicatoren monitoring energiegebruik	17
5.2	Vervolgstappen na gebruik van het model	19
6	AFKORTINGENLIJST	21
7	COLOFON	23

BIJLAGEN

1	BESPARINGSMAATREGELEN VOOR OVL
2	BEST PRACTISES (GEEN LED)
3	BEST PRACTISES (LED)

1 INLEIDING

Voor u ligt de handleiding die hoort bij "zicht op licht", het instrument om energieverbruik en besparingspotentieel voor Openbare Verlichting (OVL) te bepalen. Het instrument is in het voorjaar van 2007 ontwikkeld in opdracht van Agentschap NL Energie en Klimaat. De laatste update van het rekenmodel heeft in maart 2011 plaatsgevonden.

1.1 Ontwikkeling instrument en nulmeting

Voor de ontwikkeling van het instrument is een aantal gemeenten en beheerders gesprekken gevoerd. De resultaten van deze gesprekken en de eisen die vanuit Agentschap NL zijn gesteld zijn vastgelegd in een Programma van Eisen voor het instrument. De belangrijkste uitgangspunten bij de ontwikkeling van het instrument zijn:

- Het instrument moet simpel en praktisch zijn.
- Het instrument moet toepasbaar zijn voor alle gemeenten.
- Het instrument moet aansluiten op de beschikbare gegevens. De wijze waarop de gegevens beschikbaar zijn verschilt per gemeente.
- De invoer moet eenvoudig en snel gaan. Er is bij veel gemeenten weinig tijd en capaciteit beschikbaar voor gegevensverzameling en invoer

Inmiddels is het model in honderden gemeenten toegepast. Gebruikerservaringen en ontwikkeling van nieuwe verlichtingsoplossingen, zoals LED en dimmen, hebben geleid tot aanpassing van het model in maart 2011.

1.2 Achtergrond

Uit onderzoek 2005/2006 is gebleken dat de bijdrage van gemeenten aan het totale energieverbruik in de GWW-sector ca. 36% is. Hiervan wordt meer dan 75% verbruikt door Openbare Verlichting (OVL) Het energetisch besparingspotentieel voor deze installaties ligt tussen de 10 en 50%.

50-60% van het totale elektriciteitsverbruik van gemeenten (GWW, gebouwen etc.) kan worden toegeschreven aan OVL. Gezamenlijk geven gemeenten op jaarbasis rond de 200 miljoen euro uit aan renovatie, vervanging, beheer en onderhoud en energiekosten van openbare verlichting.

Taskforce Verlichting en de koploperaanpak

De Rijksoverheid werkt intensief aan het stimuleren van energiebesparing bij de openbare verlichting (OVL). Hiervoor heeft de minister van VROM onder andere de Taskforce Verlichting ingesteld. De Taskforce Verlichting voert diverse activiteiten uit om energie-efficiënte verlichting in Nederland de standaard te laten worden. Eén van de activiteiten is de koploperaanpak. Dit houdt in dat gemeenten en provincies een uitvoerings- of een beleidsplan voor energiezuinige OVL opstellen en hiermee aan de slag gaan. De koploperaanpak kent de onderstaande Energiebesparingsopgave (t.o.v. 2007):

- o 2011: 15% energiebesparing
- o 2013: 20% energiebesparing
- o 2020: 30% energiebesparing

De doelstellingen voor OVL zijn gerelateerd aan de EU-brede (klimaat) doelstelling om in 2020 in totaliteit 20% energie te besparen. Nederland heeft deze doelstellingen overgenomen en doorvertaald naar verschillende sectoren. Ook gemeenten en provincies moeten dus aan de slag. Hierover zijn afspraken vastgelegd in de klimaatakkoorden die zowel gemeenten als provincies met het Rijk hebben gesloten.

Duurzaam inkopen

Om de markt voor duurzame producten een impuls te geven, hebben de overheden zichzelf doelen gesteld ten aanzien van het duurzaam inkopen. Om de doelstellingen te bereiken zijn duurzaamheids-criteria ontwikkeld voor een groot deel van de producten, diensten en werken die overheden inkopen, zo ook voor OVL. De doelstelling voor 2010 is dat gemeenten 75% en provincies 50% van het jaarinkoop-volume duurzaam inkopen. In 2015 dient dit voor beide 100% te zijn. Het streven van individuele gemeenten naar het sneller behalen van deze doelen wordt aangemoedigd. Provincies en gemeenten hebben deze doelstellingen eveneens vastgelegd in de klimaatakkoorden met het Rijk.

Goede redenen dus om kosten en besparingsmogelijkheden van OVL in kaart te brengen. Slim investeren in duurzame verlichting leidt op termijn tot een kostenbesparing. Deze besparing wordt gerealiseerd door een reductie in de kosten voor beheer en onderhoud en verlaging van energieverbruik.

Veel gemeenten hebben echter nog weinig inzicht in energiekosten en mogelijke besparingen voor OVL. Daarom is in opdracht van Agentschap NL het instrument Zicht op Licht ontwikkeld om energieverbruik en besparingspotentieel bij gemeenten in kaart te brengen.

1.3 Doel instrument en uitgangspunten

Doel van het instrument

Het geven van inzicht voor gemeenten in het huidige energieverbruik en de mogelijkheden om energie te besparen met betrekking tot OVL.

De resultaten, uitgedrukt in prestatie-indicatoren (o.a. kWh en kg CO₂), kunnen worden gebruikt voor (jaarlijkse) monitoring en evaluatie van het energieverbruik, de kosten en het besparingspotentieel voor gemeenten op individueel niveau en voor landelijke monitoring door Agentschap NL.

Het model is niet bedoeld voor ontwerpdoeleinden. Voor de ontwikkeling van nieuwe verlichtingsplannen en specifieke situaties om het besparingspotentieel daadwerkelijk te realiseren, worden door advies- en ingenieursbureaus gespecialiseerde software pakketten gebruikt..

Gebruikers

Het model is primair bedoeld voor gebruik door gemeenten. De parameters en defaults binnen het model gaan uit van de gemeentelijke situatie. De invoer is afgestemd op de gegevens die binnen gemeenten beschikbaar zijn. Het model kan ook worden gebruikt door provincies, maar deze kunnen vooralsnog hun resultaten alleen vergelijken met een gemeentelijke benchmark.

Invoer en resultaten

De invoer omvat algemene gegevens van de gemeente (aantal inwoners) en aantallen objecten/installaties van een specifiek type en de reeds uitgevoerde besparingsmaatregelen (bijv. dimmen).

Deze gegevens worden door middel van een modelberekening met standaardwaarden voor lampen en installaties omgerekend naar energiegebruik en bijbehorende kosten. Vervolgens worden de toepasbare maatregelen met bijbehorende reductie in energiegebruik en kosten berekend, waaruit het totale besparingspotentieel wordt vastgesteld, zowel in geld als in kWh en kg CO₂. Op basis van deze gegevens worden zgn. prestatie-indicatoren berekend, die kunnen worden vergeleken met een benchmark.

De resultaten geven een totaalplaatje voor de gehele gemeente. Wanneer binnen de gemeente specifieke maatregelen zijn uitgevoerd, kan de invoer worden aangepast, zodat de nieuwe situatie kan worden doorerekend. Ook kan het model gebruikt worden om een wijk of project door te rekenen.

Algemene uitgangspunten

De algemene uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de ontwikkeling van het model zijn:

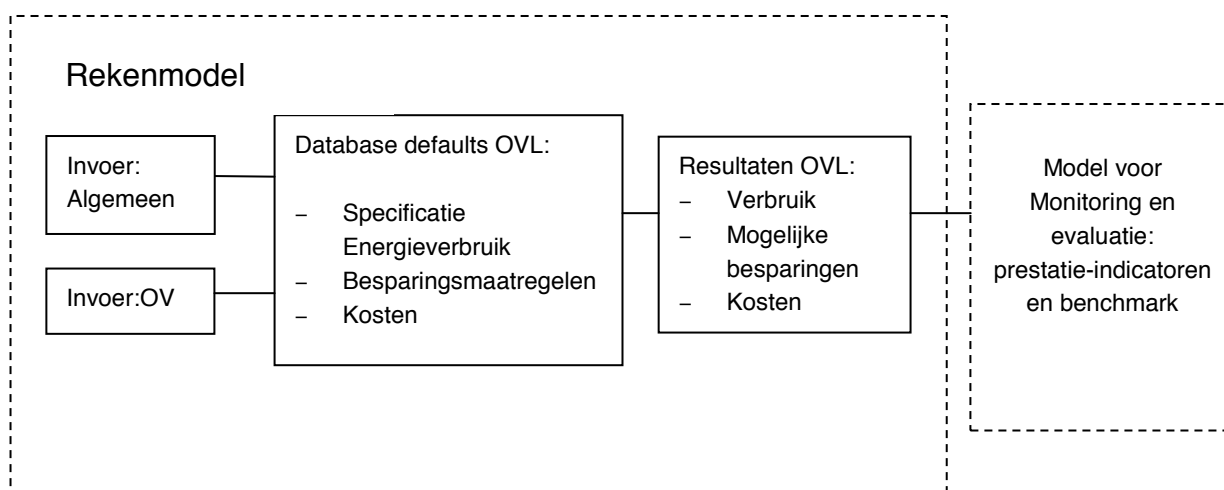
1. Het bestaande lichtniveau moet minimaal worden gehandhaafd. Over het algemeen wordt bij renovaties uitgegaan van de NPR of de normen van het politiekeurmerk. Dit betekent dat het lichtniveau gelijk blijft of hoger wordt. De resultaten van de besparingen zijn dan ook indicatief. Wanneer binnen een nieuw verlichtingsplan de verlichting wordt afgestemd op de behoefte, kunnen hogere besparingspercentages worden gehaald.
2. De defaults in de rekenmodule zijn vaste standaardwaarden, met uitzondering van de prijzen van de componenten, aangezien deze in de praktijk sterk variëren. Bij de besparingsmaatregelen is gekozen voor de meest gangbare best practice. De masten en mastafstanden zijn niet in het model opgenomen.
3. De resultaten geven een goede indicatie van het verbruik en de mogelijke besparingen die te realiseren zijn. Voor OV is de afwijking van het gemeten en berekend verbruik +/- 5%.
4. De terugverdientijden zijn berekend op basis van gangbare bedrijfseconomische principes. Hierbij is een lineaire afschrijving gehanteerd over de levensduur van de componenten. De terugverdientijd is gedefinieerd als de extra investering voor de energiezuinige variant gedeeld door de besparingen t.g.v. energiebesparing, besparingen op onderhoud en lagere investering t.g.v. langere levensduur. Kapitaallasten van investeringen zijn niet meegenomen.

Relatie tot methodiek Kengetallen

Naast Zicht op Licht bestaat de Kengetallen methodiek. Kengetallen kan gezien worden als een verdieping van Zicht op Licht. Beide methodieken kunnen losstaand gebruikt worden, echter wanneer Zicht op Licht is ingevuld dan biedt dit een basis voor de kengetallen methodiek.

1.4 Opzet en structuur van het model

Het model is ontwikkeld in Excel, om de toegankelijkheid voor alle gemeenten zo groot mogelijk te maken. Er is geen installatieprocedure nodig. Het instrument is geschikt voor elk type computer, bedoeld voor individueel gebruik en kan los van intra- of internet worden gebruikt. De resultaten kunnen eenvoudig per e-mail worden verspreid. Het model is als volgt opgebouwd:



Het model bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Invoerblad waarin onderstaande gegevens moeten worden ingevuld:
 - a. algemene gegevens gemeenten
 - b. gegevens openbare verlichting
 - c. gegevens verkeersregelinstallaties;
2. "Database defaults": een sheet met de standaardwaarden voor de berekening van energieverbruik en besparingspotentieel voor OVL. Dit zijn specifieke energie- en kostengegevens per lamp en installatieonderdeel, uitwerking van mogelijke besparingsmaatregelen.
3. Resultaten: twee uitvoerbladen met gedetailleerde resultaten van een individuele gemeente
4. Monitoring en evaluatie: Resultaten van de indicatoren, vergelijking met resultaten van andere gemeenten en de benchmark.

In de hoofdstukken 2-6 worden deze onderdelen van het instrument in meer detail toegelicht.

2 VERZAMELEN EN INVOEREN VAN GEGEVENS

2.1 Algemene gegevens

De algemene gegevens die moeten worden ingevoerd zijn:

- De naam van de gemeente
- De datum van invoer
- Het aantal inwoners en landoppervlak
- De beheerder van OVL (is dit een extern bedrijf of is dit de gemeente zelf)
- Tariefgegevens per kWh, indien van toepassing gesplitst naar:
 - grijze en groene stroom
 - dag- en nachttarief met de bijbehorende tijdsintervallen
- Energieverbruik van OV op jaarbasis volgens de facturen
- Informatie mbt tot de hantering van de richtlijnen van het politiekeurmerk en de NPR binnen de gemeente
- Geschatte netverliezen in %
- De korting die verkregen kan worden op de bruto adviesprijzen

De kosten per kWh verschillen per gemeente, omdat elke gemeente bij alle aanbieders energie kan inkopen en hierover onderhandelen. In de invoersheet dienen alleen de variabele kosten (dus levering, transport en systeemdiensten inclusief de energiebelasting te worden ingevuld). De gegevens met betrekking tot de tarieven staan in het leveringscontract of evt. op de factuur van de energieleverancier voor OVL.

Het energieverbruik volgens de facturen wordt meegenomen als check, om te controleren of de modelberekeningen overeenkomen met de facturen. Het energieverbruik voor OVL volgens de facturen is niet altijd gemakkelijk vast te stellen:

- Vaak omvatten facturen energieposten van verschillende objecten en moeten correcties worden uitgevoerd.
- Veel OVL-installaties zijn niet bemeterd. De facturen zijn gebaseerd op een berekening.
- Wanneer het onderhoud en (administratief) beheer van OVL is uitbesteed, beschikken beheerders vaak over deze gegevens, op basis van meterstanden of berekening.
- Eventuele recente wijzigingen.

Het energieverbruik voor de openbare verlichting is afhankelijk van de richtlijnen die de gemeente hanteert. Indien de gemeente strikt het politiekeurmerk en de NPR hanteert wordt vaak een hoog lichtniveau bereikt. In de invoersheet dient alleen met "Ja" te worden beantwoord als volledig aan de richtlijnen wordt voldaan. In het geval dat wordt voldaan aan het politiekeurmerk met uitzondering van de achterpadverlichting dient deze vraag dus met "Nee" te worden beantwoord.

Investeringskosten

Het model berekent per maatregel de terugverdientijd op basis van te verwachten energiebesparing en investeringskosten. Hiervoor maakt het model gebruik van bruto catalogusprijzen. De gebruiker heeft de mogelijkheid de te verwachten korting op deze bruto prijzen in te voeren.

Korting op adviesprijzen (lampen, voorschakelapparaten, e.d.)	
kortingspercentage VSA, dimmer, armatuur	30%
kortingspercentage lampen	50%

Door het invullen van de te verwachten korting op de bruto catalogusprijzen geeft het model een eerste indicatie van de terugverdientijd. Voor interessante projecten verdient het ten alle tijden aanbeveling om een offerte bij een leverancier te vragen. De grootte van het project, marktwerking en type project kunnen van grote invloed zijn op de uiteindelijke investeringskosten. Hierdoor kan de terugverdientijd in praktijk lager of hoger uitvallen.

Indien gewenst kan de gebruiker ook in het tabblad "Default OVL" de investeringskosten per onderdeel handmatig invoeren.

2.2 Invoergegevens voor openbare verlichting

De invoer van gegevens om het energieverbruik en besparingspotentieel te bepalen bij openbare verlichting vindt plaats per type lamp. Er worden zes verschillende typen lampen onderscheiden:

1. Hoge druk natrium lampen: SON-T en SON (50 tot 250 Watt)
2. Lage druk natrium lampen: SOX en SOX-E (18 tot 135 Watt)
3. Hoge druk kwik lampen: HPLN (50 tot 125 Watt)
4. Compacte fluorescentielampen: PLL (9 tot 80 Watt)
5. Fluorescentielampen: TLE, TLM, TLS, TLX, TL en TLD (8 tot 65 Watt)
6. Compacte gasontladingslampen: CDM-T (20 tot 150 Watt)
7. Metaalhalogeenlampen: CDO en CPO (45 tot 150 Watt)
8. LED lampen: 10 tot 130 Watt

De LED technologie is nog volop in ontwikkeling. De invoerwaarden en de defaultwaarden zijn bepaald op basis van gemiddelde kenmerken van enkele bekende leveranciers van LED oplossingen.

Per type lamp moet worden ingevuld:

- Het totaal aantal lampen;
- Het type voorschakeling (conventioneel of elektrisch) als percentage;
- De aanwezigheid van spanningsregelaars (LEC) als percentage van het conventioneel voorgeschakelde lampen
- Het eventuele aanwezige dimregime (nachtgeschakeld of dimapparatuur) en de mogelijkheid om dimmen mee te nemen als verbetermaatregel;
- De leeftijd van de armaturen.

In onderstaande figuur staat een voorbeeld van invoergegevens van de SON-T 250 (SHPTS 250) lamp.

Openbare verlichting	Stuks	VSA			LEC	dimregime				armatuur leeftijd		
	aantal lampen	% conventioneel	% elektronisch	% dimbare elektronische VSA's	% conventioneel met LEC	% huidige lampen gedimd	% avondbranders	schakelwijze avondbranders	dimmen als verbetermaatregel? (indien mogelijk)	% 0 t/m 10 jaar	% 11 t/m 20 jaar	% ouder dan 20 jaar
Hoge druk natrium lampen												
SON-T 250 (SHPTS 250)	56	75%	25%	50%	0%	0%			ja	50%	25%	25%

Hulp bij invullen tabellen OVL

= invullen

= niet invullen, wordt automatisch berekend

= niet invullen, niet van toepassing

Conventionele of elektronische voorschakeling

De soort voorschakeling is van invloed op het systeemvermogen van een lamp. Algemeen geldt dat een conventionele voorschakeling (CVSA) leidt tot een hoger systeemvermogen dan een elektronische voorschakeling (EVSA). Een hoger systeemvermogen betekent een hoger stroomverbruik van een lamp. Daarnaast zorgen EVSA's voor een langere levensduur van een lamp in vergelijking met CVSA's. Dit leidt tot een besparing op de vervangingskosten (lamp + onderhoud). Per type lamp moet het percentage conventioneel voorgeschakelde lampen ingevuld worden. Het percentage elektronisch voorgeschakelde lampen wordt automatisch berekend. Daarnaast moet worden aangegeven welk percentage van de EVSA's dimbaar is i.v.m. het eventueel plaatsen van dimapparatuur als verbetermaatregel.

LEC-apparatuur (Lighting Energy Controller)

LEC-apparatuur zorgt ervoor dat de variabele netspanning wordt teruggebracht naar een constante spanning van circa 207 Volt. Hierdoor neemt het elektriciteitsverbruik af. Ook de lichtoutput neemt af. LEC kan (in het model) alleen worden toegepast bij CVSA. Per lamptype moet worden ingevuld welk percentage van de conventioneel voorgeschakelde lampen is voorzien van LEC-apparatuur.

Dimmen

Lampen kunnen worden gedimd om energie te besparen. SON, PL, CDO/CPO en LED lampen kunnen worden gedimd met behulp van dimapparatuur aangebracht binnen de OVL-installatie zelf. Bij de andere lamptypen kan dit niet. Wel kunnen deze worden gedimd door middel van avond/nacht schakeling.

Bij SON, PL, CDO/CPO en LED lampen dient het percentage lampen met een EVSA te worden ingevuld dat is voorzien van dimapparatuur. In de sheet "default OVL" kan eventueel worden ingevuld hoeveel uren gedimd wordt.

Bij SOX, HPLN en TL lampen kan worden ingevuld of deze worden gedimd middels een avond/nacht schakeling. Avondbranders gaan op een bepaald tijdstip uit (bijv. om 23:00) en eventueel vanaf een bepaald tijdstip (bijv. om 6:00) weer aan. Soms gaan avondbranders "om en om" uit: bij de ene lichtmast blijft de lamp branden (nachtbrander) en bij de volgende gaat de lamp uit (avondbrander) enzovoort. Een andere mogelijkheid is dat er in een armatuur meerdere lampen zitten waarvan er één of meerdere lampen in het armatuur uitgaan. Bij SOX, HPLN en TL lampen moet het percentage avondbranders worden ingevuld. Daarnaast moet ook worden aangegeven hoe de lampen zijn geschakeld:

- 1:0 het betreffen allemaal avondbranders (na een bepaald tijdstip gaan alle lampen uit)
- 1:1 één avondbrander in combinatie met één nachtbrander
- 2:1 twee avondbranders in combinatie met één nachtbrander

Tot slot kan worden aangegeven of dimmen bij deze lampen meegenomen mag worden als verbetermaatregel. Dit kan betekenen dat indien mogelijk het besparingspotentieel van het aanbrengen van dimapparatuur wordt doorgerekend of dat bij complete vervanging de nieuwe OVL installatie voorzien wordt van dimapparatuur.

Armatuur

De armatuur hangt vaak samen met het lamptype. Aangezien de armatuur een hoge kostenpost is bij vervanging, speelt desinvestering een rol als de lamp en armatuur vroegtijdig vervangen worden. De leeftijd van de armatuur is om deze reden van belang om te bepalen welke besparingsmaatregel wordt uitgevoerd. Indien de leeftijd meer dan 20 jaar is, worden geen "upgrading" maatregelen genomen, maar wordt de OVL installatie vervangen door de "best practise" (zie bijlage 2). De leeftijd kan door middel van een percentage worden ingeschat.

2.3 Verbeterscenario's

Tot slot kunnen gebruikers van het model kiezen welke verbetermaatregelen ze door het model willen laten doorrekenen. De keuze in verbetermaatregelen hebben betrekking op de keuze in de te vervangen lampen en het dimregime.

Keuze in te vervangen lampen

Voor SON, SOX, HPLN, PL en TL kunnen gebruikers zelf een keuze maken voor een lamptype dat het huidige lamptype vervangt:

- SON(-T): SON-T of CPO (CosmoPolis)
- SOX(-E): SOX-E, SON-T of CPO (CosmoPolis)
- HPLN: PL/CPO of LED
- PL: PL of LED
- TL: PL of LED

Bij het vervangen door een oude lamp door een nieuwe wordt het verlichtingsrendement van de lamp plus armatuur meegenomen. Lamp-armatuur combinaties met een hoog verlichtingsrendement (zoals CPO en LED) kunnen toe met een lagere lumenoutput om dezelfde lichtkwaliteit te bereiken. Doordat het verlichtingsrendement van LED bijvoorbeeld twee keer zo hoog is als TLE, kan de lumenoutput worden gehalveerd. Zo kan een extra grote besparing worden gerealiseerd.

Op deze manier kunnen gebruikers zelf lamptypen selecteren die aansluiten op hun beleid.

3 Kies verbeterscenario

Keuze verbetermaatregelen			
NIEUW	keuze vervanging SON(-T)	SON-T	
	keuze vervanging SOX	SON-T	
NIEUW	keuze vervanging HPLN	SOX-E	
NIEUW	keuze vervanging TL	SON-T	
NIEUW	keuze vervanging PL	CPO CosmoPolis	
NIEUW	keuze dimmer	PLL	
NIEUW	keuze dimregime (bij dynadimmer)	statisch dimmen (SDU)	
NIEUW		regime A	

Keuze in dimregime

Ook kunnen gebruikers een keuze maken in het te voeren dimregime. Gekozen kan worden tussen statisch dimmen middels een SDU of complex dimmen middels een Dynadimmer. De kosten van een SDU zijn lager, maar de mogelijkheden beperkter. Daarnaast geven niet alle netbeheerders toestemming om te dimmen middels een SDU.

In geval gekozen wordt voor dimmen met een Dynadimmer kan ook één van de vier dimprofielen A t/m D worden gekozen. Afhankelijk van het gekozen dimprofiel rekent het model Zicht op Licht met een bepaald besparingspercentage.

Uitleg dimregimes - percentages zijn lichtterugval- ofwel dimpercentages								
	Profiel A		Profiel B		Profiel C		Profiel D	
	% terugval	tot tijd	% terugval	tot tijd	% terugval	tot tijd	% terugval	tot tijd
Stap 1	0%	23:00	5%	22:00	10%	23:00	10%	22:00
Stap 2	50%	1:00	50%	0:00				
Stap 3	70%	5:00	70%	6:00	70%	5:00	70%	6:00
Stap 4	0%	uit	0%	uit	10%	uit	10%	uit

3 DATABASE DEFAULTS: STANDAARDWAARDEN VOOR DE BEREKENING

De sheet "default OVL" bevat de standaardgegevens voor de berekeningen en de rekenmodellen voor het bepalen van het energieverbruik en het besparingspotentieel voor OVL. De waarden liggen vast en kunnen niet allemaal veranderd worden door individuele gebruikers. Wanneer fouten worden geconstateerd of er behoefte is aan aanpassingen, kan Agentschap NL periodiek het instrument actualiseren.

Op basis van de ingevoerde gegevens wordt het huidige energieverbruik en het besparingspotentieel bepaald. Dit vindt plaats volgens het schema aan te nemen maatregelen dat is opgenomen in de bijlage 1.

Berekenen energieverbruik

Het energieverbruik wordt berekend op basis van onderstaande uitgangspunten:

- De lamptypen en voorschakelapparatuur (VSA) in combinatie met de bedrijfstijd (branduren) bepalen het energieverbruik.
- Aanwezigheid van LEC-apparatuur en reductie verlichtingssterkte (dimmen).
- De verlichtingsefficiëntie: bij vervanging van lampen gaat het model uit van een modernere lamp met gelijke of hogere verlichtingsefficiëntie. Voorbeeld: in vergelijking met een HPLN lamp kan een LED lamp het licht bijvoorbeeld ongeveer een factor 2 beter "richten", zodat er minder strooilicht ontstaat. Hierdoor kan de lumenoutput van een LED lamp met een factor 2 omlaag in vergelijking met de te vervangen HPLN lamp. Dit levert een aanzienlijke extra besparing op.
- De ouderdom van de armatuur bepaald in hoeverre installaties aan vervanging toe zijn en wanneer er sprake is van vervroegde vervanging. In het model wordt ervan uitgegaan dat HPLN, TL, TLM, TLE, TLX en TLS standaard worden vervangen. De overige lamptypen worden niet vervangen.

Berekenen besparingspotentieel en terugverdientijd

De maatregelen om energiebesparing te realiseren bij openbare verlichting vergen een investering. De vraag is of deze investering voor een gemeente interessant is. Dit wordt bepaald op basis van de terugverdientijd. De terugverdientijd kan worden berekend door de extra investering te delen door de jaarlijkse besparing, uitgaande van een vaste vervanging- en investeringscyclus op basis van de levensduur. De totale jaarlijkse besparing bestaat uit drie onderdelen:

1. energiebesparing
2. besparing op onderhoud lamp (minder frequent lamp vervangen door langere levensduur lamp)
3. besparing op aanschaf lamp (minder frequent lamp aanschaffen door langere levensduur lamp)

Besparingspotentieel HPLN, TLM, TLS en TLE lampen

In eerste instantie wordt onderscheid gemaakt tussen de groepen 'HPLN, TL, TLM, TLE, TLX en TLS lampen en 'overige lampen'. De HPLN, TL, TLM, TLE, TLX en TLS lampen komen in principe niet voor besparingsmaatregelen in aanmerking, omdat dit verouderde lampen zijn. Opnieuw investeren in deze lamptypen is daarom niet verantwoord. In het model worden deze lampen vervangen door, naar keuze van de gebruiker, PLL of LED lampen. Ook worden de lampen gelijk voorzien van elektronische voorschakeling (EVSA) en indien wenselijk (aangeven in de sheet "invoer") tevens van dimapparatuur.

Besparingspotentieel EVSA

Het systeemvermogen (lampvermogen plus vermogen voorschakelapparatuur) is bij EVSA, afhankelijk van het lamptype, circa 10 tot 30% lager dan bij CVSA. Met name bij lampen met een laag vermogen (tot circa 30 Watt) kan een relatief grote besparing worden gehaald met EVSA. Naast een besparing van energieverbruik levert EVSA ook een verlenging van de levensduur van de lamp met minimaal 25% op. Vrijwel alle nieuw te plaatsen lichtmasten kunnen tegenwoordig worden voorzien van EVSA.

De investering in een EVSA is relatief hoog. De brutoprijzen variëren ongeveer tussen de € 20,- (bij PL) tot € 200,- (bij SON-T). Naast de brutoprijs zijn er ook nog de plaatsingskosten van een EVSA. Dit betekent dat de terugverdientijd relatief lang is. In de sheet "default OVL" kunnen gebruikers de prijzen van o.a. een EVSA en de plaatsingskosten aanpassen.

Besparingspotentieel EVSA

Een maatregel om het energieverbruik terug te dringen bij een lamp met EVSA is het terugbrengen van de verlichtingssterkte. Evenals in het model aangenomen dat de lampen 6 uur per dag worden gedimd tot 50% van de verlichtingssterkte en dat dit een reductie in energieverbruik van 40% oplevert (gedurende die 6 uur). Er wordt alleen gedimd bij die lampen:

- waarbij in de sheet "invoer" is aangegeven dat dimmen als verbetermaatregel mag worden doorgevoerd.
- Die dimbaar zijn middels dimapparatuur (SOX(-E), TLD en CDM-T lampen vallen hierdoor af)
- Die niet verouderd zijn (HLPN, TL, TLM, TLE, TLX en TLS lampen vallen hierdoor af)

In de sheet "default OVL" kunnen gebruikers de prijzen van o.a. dimapparatuur en de plaatsingskosten aanpassen.

4 RESULTATEN

Op basis van de ingevoerde gegevens uit de *sheet "invoer"* en de modelberekeningen in de *sheet "default OVL"* worden de resultaten weergegeven. Hiervoor worden drie uitvoer sheets met resultaten gepresenteerd:

- uitvoer besparing OVL
- uitvoer kosten-baten OVL
- monitoring

In de uitvoer sheets zijn tabellen en grafieken weergegeven.

4.1 Energieverbruik en besparingspotentieel: sheet "uitvoer OVL"

Tabellen sheet uitvoer OVL

In het resultaten sheet uitvoer-OVL is het verbruik en besparingspotentieel per categorie lamp (SON, SOX, HPLN, PLL, TL (S/M/E/D), CDM, CDO/CPO en LED) weergegeven. De tabellen geven het jaarlijkse verbruik / productie en besparingspotentieel aan in:

- kWh;
- CO₂-uitstoot;
- Euro's;

In een aantal cellen in de tabellen staat n.v.t. (niet van toepassing). Dit betekent dat een specifieke maatregel niet kan worden toegepast. Dit geldt bijvoorbeeld voor het dimmen bij SOX-lampen.

Grafieken sheet uitvoer OVL

In de grafieken is eveneens een overzicht gegeven van het besparingspotentieel en het energieverbruik. Dit is gedaan door het energieverbruik weer te geven in kWh per lamptype. In dezelfde grafiek is ook het besparingspotentieel per maatregel weergegeven (in kWh/jaar). In de andere grafiek wordt het procentuele besparingspotentieel weergegeven.

4.2 Gedetailleerd inzicht kosten-baten: sheet "kosten-baten OVL"

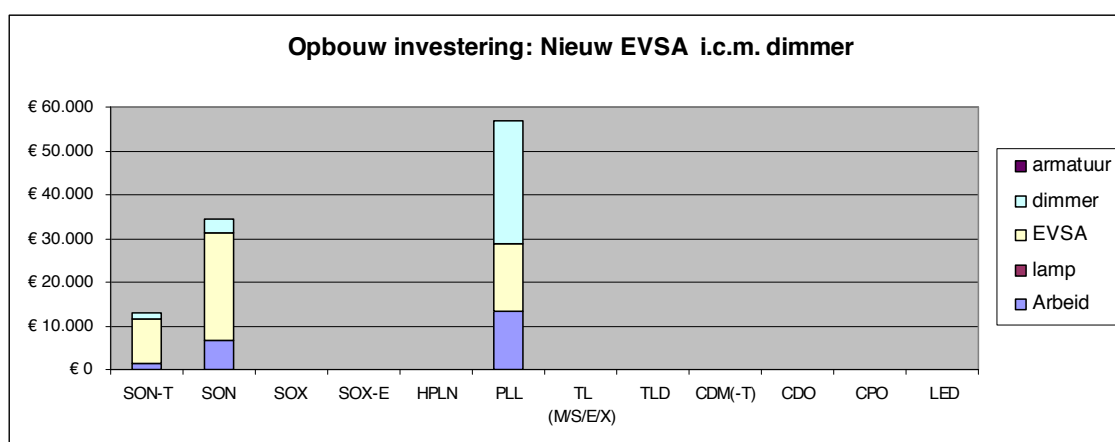
In de sheet "kosten-baten OV" worden de investeringen en baten van investeringen in OVL nader beschreven. Dit wordt gedaan per verbetermaatregel. Er zijn vijf verbetermaatregelen:

1. Dimapparatuur plaatsen i.c.m. nieuw EVSA
2. Dimapparatuur plaatsen bij bestaand dimbaar EVSA
3. CVSA vervangen door EVSA (als plaatsen van dimapparatuur niet wenselijk of mogelijk is)
4. Vervroegd vervang verouderde OVL-installatie (HLPN, TL, TLM, TLE, TLX en TLS)
5. Ververvangen OVL-installatie 20 jaar of ouder

De investeringen worden onderverdeeld in de onderstaande posten:

- Arbeid (kosten voor het aanbrengen van apparatuur)
- Lampen
- EVSA's
- Dimapparatuur
- Armatuur

Door de investeringen worden besparingen gerealiseerd. Er kan bespaard worden op energiekosten, onderhoudskosten en vervangingskosten van lampen. Door het aanbrengen van EVSA's wordt de levensduur van een lamp verlengd. Daarnaast gaan sommige nieuwe lampen die als vervanger van een oude lamp worden gebruikt langer mee. Een HPLN met CVSA gaat bijvoorbeeld ongeveer 8.000 uur mee en een PL lamp met EVSA ongeveer 20.000. Zo kan mogelijk bespaard worden op de vervangingskosten en –onderhoudskosten van lampen.



NB. In het rekenmodel wordt ervan uitgegaan dat bij LED oplossingen de lamp en het armatuur zijn geïntegreerd tot één geheel. Dit betekent dat na de servicelevensduur (50.000 uur) zowel de lamp als het armatuur vervangen moeten worden. Voor een eerlijke vergelijking tussen LED en conventionele OVL-oplossingen wordt in de kostenvergelijking voor de besparing op onderhoud en vervanging van lampen bij LED ook de vervanging van armaturen van conventionele lampen meegenomen. Uitgegaan wordt van een servicelevensduur van een conventioneel armatuur van 20 jaar.

Helemaal aan de rechterkant van de sheet "kosten-baten OVL" worden de investeringen en baten per onderdeel per specifiek lamptype berekend en weergegeven.

Dimmer plaatsen i.c.m. plaatsen nieuw EVSA							
	aantal	Investering			Besparing		
		arbeid	EVSA	dimmer	B onderh	B lampen	B energ
Hoge druk natrium lampen							
SON-T 250 (SHPTS 250)	32	€ 630	€ 4.631	€ 617	€ 33	€ 29	€ 956
SON-T 150 (SHPTS 150)	0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
SON-T 100 (SHPTS 100)	0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
SON-T 70 (SHPTS 70)	40	€ 799	€ 5.787	€ 783	€ 42	€ 26	€ 429
SON-T 50 (SHPTS 50)	34	€ 675	€ 5.788	€ 662	€ 35	€ 20	€ 285
SON 250	0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
SON 150	39	€ 776	€ 5.624	€ 761	€ 41	€ 34	€ 682
SON 100	0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
SON 70	113	€ 2.261	€ 16.383	€ 2.216	€ 119	€ 80	€ 1.214
SON 50	0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0

5 MONITORING EN EVALUATIE

5.1 Sleutel-indicatoren monitoring energiegebruik

Ten behoeve van benchmarking tussen verschillende gemeenten worden onderstaande indicatoren opgenomen in de monitoring module:

- Totaal energieverbruik huidige situatie
- Totaal besparingspotentieel in kWh, CO₂-uitstoot en euro's
- Totale investering maatregelenpakket
- Terugverdientijd maatregelenpakket

Om ook een indruk te krijgen in verschillen tussen soortgelijke gemeenten, zullen bovengenoemde indicatoren worden gekruist met:

- stedelijkheidsklasse
- aantal inwoners

Onderstaande tabellen geven de resultaten weer van de nulmeting bij negen verschillende gemeenten die in het kader van dit project is uitgevoerd. Gemiddeld bleek dat bij openbare verlichting een besparingspotentieel van circa 17% en bij verkeersregelinstallaties een besparingspotentieel van ongeveer 45% aanwezig is. Deze percentages kunnen worden behaald als alle besparingsmaatregelen uit het model worden uitgevoerd.

algemeen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	TOTAAL
Stedelijkheidsklasse	3	3	2	3	3	1	3	3	4	-
Aantal inwoners	182.000	65.000	195.000	46.000	77.000	290.000	40.000	48.000	20.000	963.000

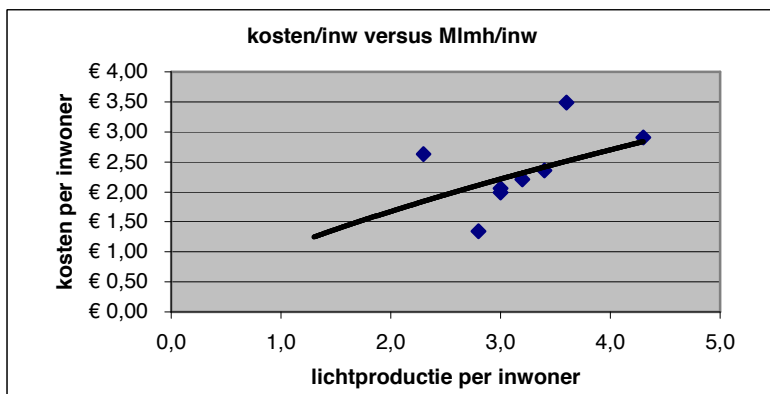
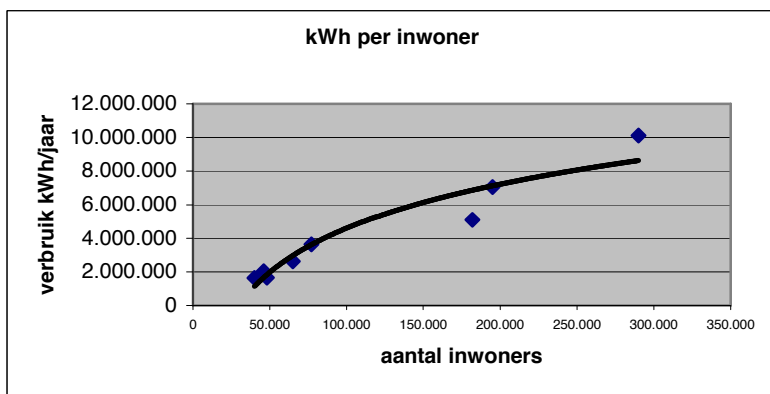
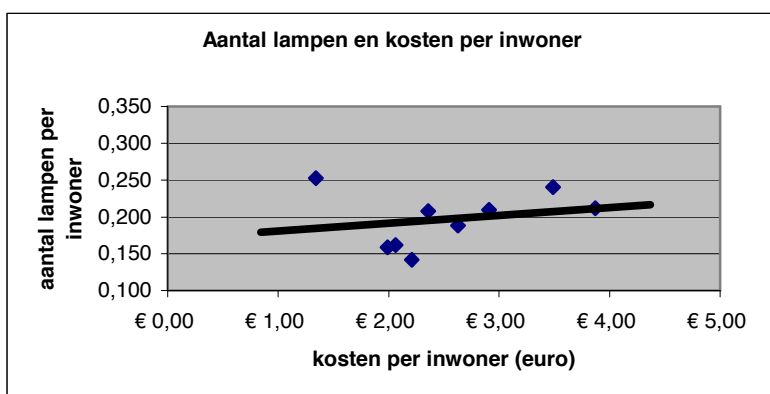
OV	A	B	C	D	E	F	G	H	I	TOTAAL
Aantal lampen	34.228	16.437	27.619	11.078	16.163	46.886	8.325	7.620	4240	67.071
Systeemvermogen (MW)	1,21	0,64	1,68	0,49	0,88	2,64	0,39	0,39	0,19	8,51
Energieverbruik (kWh)	5.100.000	2.626.000	7.057.000	2.030.000	3.638.000	10.109.000	1.629.000	1.650.000	789.000	34.628.000
Kosten (€)	478.660	87.179	430.950	160.540	224.000	597.400	94.400	95.520	77.400	2.446.150
Mlmh	425.000	185.000	595.000	163.000	330.000	866.000	136.000	144.000	61000	-
kWh/inw	28	40	38	44	47	35	41	34	40	38,5
€/inw	€ 2,63	€ 1,34	€ 2,21	€ 3,49	€ 2,91	€ 2,06	€ 2,36	€ 1,99	€ 3,87	€ 2,54
% energiebesparing	10%	15%	20%	18%	22%	17%	21%	16%	17%	17%
gem. Watt lampen	36	39	61	44	54	56	47	52	44	48
gem. rendement (Lm/W)	83	69	84	80	89	78	83	87	77	81
Mlmh/inw	2,3	2,8	3,2	3,6	4,3	3,0	3,4	3,0	3	3

Uit de tabel blijkt dat met de nulmeting een gebied met bijna één miljoen inwoners is bereikt ofwel ongeveer zes procent van Nederland. Gemeenten kunnen de tabel gebruiken om zichzelf te vergelijken met andere gemeenten. Uit de tabel blijkt bijvoorbeeld dat het verschil tussen het laagste energieverbruik voor OV per inwoner en het hoogste bijna een factor twee bedraagt en dat de kosten per inwoner ook behoorlijk verschillen, namelijk bijna een factor drie.

Naarmate het instrument 'Zicht op Licht' in meer gemeenten wordt toegepast, zullen de berekende benchmarkgemiddelden steeds nauwkeuriger worden en kan een indeling worden gemaakt in categorieën gemeenten. Dit kan plaatsvinden aan de hand van de stedelijkheidsklasse van een gemeente. Inmiddels in anno 2011 het model Zicht op Licht in het merendeel van de Nederlandse gemeenten toegepast en beschikt Agentschap NL over veel benchmarkgegevens.

Met de benchmarkgegevens uit de tabel op de vorige pagina kunnen verbanden tussen bijvoorbeeld kosten en lichtstroom worden weergegeven. De drie onderstaande figuren laten zien dat er (mogelijk) een verband bestaat tussen:

- de kosten per inwoner en de lichtstroomproductie per inwoner (hogere kosten naarmate de lichtstroom toeneemt)
- de kosten per inwoner en het aantal lampen (hogere kosten naarmate er per inwoner meer lampen staan)
- het energieverbruik per inwoner en de grootte van de gemeente (energieverbruik wordt per inwoner is minder naarmate de gemeente meer inwoners heeft)



5.2 Vervolgstappen na gebruik van het model

Het model geeft een indicatie van het energieverbruik en het besparingspotentieel van de openbare verlichting in uw gemeente. In de uitvoersheets wordt aangegeven welke besparingsmaatregelen voor uw situatie van toepassing zijn en welke investeringen hiervoor moeten worden gemaakt.

Door in de sheet "invoer" te spelen met de verbetermaatregelen (zie rijen 153-160) kunt u zelf spelen met de verschillende besparingsmogelijkheden. Op basis van de resultaten in de sheets "uitvoer besparing OVL" en "kosten-baten OVL" kunt u een afweging maken welke OVL-oplossingen mogelijk aantrekkelijk voor u zijn.

Om de besparingen daadwerkelijk door te voeren raden wij u aan contact op te nemen met energieleveranciers, leveranciers van OVL-installaties of OVL-deskundigen. Zij kunnen u adviseren voor uw eigen specifieke situatie.

De Kengetallen methodiek biedt de mogelijkheid tot een verdere analyse van de energetische prestatie van de openbare verlichting installatie. Meer informatie over deze methodiek is te vinden op www.nsvv.nl en www.igov.nl.

6 AFKORTINGENLIJST

BANS	Bestuursakkoord nieuwe stijl (subsidierегling BANS klimaatconvenant)
CDM-T	Compacte gasontladingslamp (metaalhalogeenlamp)
CDO	Keramische Metaalhalogeenlamp
CPO	keramische metaalhalogeenlamp
CO ₂	Koolstofdioxide
CVSA	Conventionele voorschakelapparatuur (vroegen ook wel ballasten genoemd)
EVSA	Elektronische voorschakelapparatuur (ook wel hoog frequente voorschakeling genoemd)
GWV	Grond, weg en waterbouw
HPLN	Hoge druk kwik lamp
KWh	Kilowattuur
MW	Megawatt (1.000.000 Watt)
LEC	Lighting Energy Controllers (spanningsregulatie apparaat)
LED	Light Emiting Diode
Lm	Lumen (eenheid voor lichtstroom)
Mlmh	Megalumenuur (eenheid lichtstroomproductie)
NPR	Nederlandse praktijkrichtlijn
OVL	Openbare verlichting
PLL	Lage druk kwik compact lamp
SON (-T)	Hoge druk natrium lamp
SOX	Lage druk natrium lamp
TL (M/S/D)	Lage druk kwik lamp
VSA	Voorschakelapparatuur
W	Watt (eenheid van vermogen)

7 COLOFON

Disclaimer:

Deze handleiding en bijbehorende rekenhulp is ontwikkeld in opdracht van Agentschap NL.

Ondanks het feit dat deze rekenhulp met grote zorgvuldigheid is samengesteld, aanvaardt Agentschap NL geen enkele aansprakelijkheid voor schade als gevolg van eventuele onjuistheden van de in deze rekenhulp gebruikte gegevens of van eventuele onvolkomenheden in de opzet van de rekenhulp.

Opdrachtgever	: Agentschap NL
Project	: Handleiding "Zicht op Licht"
Dossier	: BA3028-101-100
Omvang rapport	: 23 pagina's
Auteur	: Paul Mul (DHV)
Bijdrage	: Jan Ottens : Rob van Heur
Projectleider	: Paul Mul (DHV)
Projectmanager	: Jan Bart Jutte (DHV)
Datum	: 1 april 2011
Naam/Paraaf	:

BIJLAGE 2 BEST PRACTISES (GEEN LED)

Best practise lamp bij vervanging						
lamp vervangen door:	vermogen EVSA (Watt)	levensduur EVSA (uur)	kosten per lamp (euro)	kosten EVSA (euro)	armatuur kosten (euro)	kosten dimmer (euro)
SON-T 250, EVSA+dimmer	€ 263	20.000	€ 18	€ 147	€ 280	€ 20
SON-T 150, EVSA+dimmer	€ 163	20.000	€ 18	€ 145	€ 280	€ 20
SON-T 100, EVSA+dimmer	€ 109	20.000	€ 14	€ 145	€ 175	€ 20
SON-T 70, EVSA+dimmer	€ 77	20.000	€ 13	€ 145	€ 175	€ 20
SON-T 50, EVSA+dimmer	€ 56	20.000	€ 12	€ 172	€ 175	€ 20
SON-T 250, EVSA+dimmer	€ 263	20.000	€ 18	€ 147	€ 280	€ 20
SON-T 150, EVSA+dimmer	€ 163	20.000	€ 18	€ 145	€ 280	€ 20
SON-T 100, EVSA+dimmer	€ 109	20.000	€ 14	€ 145	€ 175	€ 20
SON-T 70, EVSA+dimmer	€ 77	20.000	€ 13	€ 145	€ 175	€ 20
SON-T 50, EVSA+dimmer	€ 56	20.000	€ 12	€ 172	€ 175	€ 20
SON-T 250, EVSA+dimmer	€ 263	20.000	€ 18	€ 147	€ 280	€ 20
SON-T 150, EVSA+dimmer	€ 163	20.000	€ 18	€ 145	€ 280	€ 20
SON-T 100, EVSA+dimmer	€ 109	20.000	€ 14	€ 145	€ 175	€ 20
SON-T 70, EVSA+dimmer	€ 77	20.000	€ 13	€ 145	€ 175	€ 20
SON-T 50, EVSA+dimmer	€ 56	20.000	€ 12	€ 172	€ 175	€ 20
SOX E 91	93	12.000	€ 21	€ 89	€ 280	nvt
SOX E 91	93	12.000	€ 21	€ 89	€ 280	nvt
SOX E 36	38	12.000	€ 14	€ 71	€ 175	nvt
SOX E 26	31	12.000	€ 13	€ 20	€ 175	nvt
SOX-E 18	25	12.000	€ 10	€ 10	€ 175	nvt
SOX E 131	150	12.000	€ 31	€ 77	€ 280	nvt
SOX E 91	93	12.000	€ 21	€ 89	€ 280	nvt
SOX E 66	68	12.000	€ 18	€ 71	€ 175	nvt
SOX E 36	38	12.000	€ 14	€ 71	€ 175	nvt
SOX E 26	31	12.000	€ 13	€ 20	€ 175	nvt
SOX-E 18	25	12.000	€ 10	€ 10	€ 175	nvt
CPO 45 W	51	16000	€ 58	€ 125	€ 175	€ 70
PLL 36 W	37	20000	€ 5	€ 26	€ 175	€ 39
PLL 24 W	26	20000	€ 5	€ 15	€ 175	€ 49
PLL 80 W	88	20000	€ 7	€ 33	€ 175	€ 41
PLL 55 W	62	20000	€ 5	€ 33	€ 175	€ 34
PLL 55 W	58	20000	€ 5	€ 33	€ 175	€ 34
PLT 42 W	43	20000	€ 8	€ 33	€ 175	€ 34
PLL 40 W	44	20000	€ 8	€ 26	€ 175	€ 39
PLL 36 W	37	20000	€ 5	€ 26	€ 175	€ 39
PLT 32 W	37	20000	€ 8	€ 26	€ 175	€ 39
PLL 24 W	28	20000	€ 5	€ 15	€ 175	€ 49
PLL 24 W	26	20000	€ 5	€ 15	€ 175	€ 49
PLL 18 W	17	20000	€ 4	€ 14	€ 175	nvt
PLT 13 W	14	20000	€ 4	€ 11	€ 175	nvt
PLS 11 W	12	20000	€ 3	€ 11	€ 175	nvt
PLS 9W	10	20000	€ 3	€ 11	€ 175	nvt
PLL 55 W	58	20000	€ 5	€ 33	€ 175	€ 34
PLL 36 W	37	20000	€ 5	€ 26	€ 175	€ 39
PLL 24 W	26	20000	€ 5	€ 15	€ 175	€ 49
PLL 18 W	17	20000	€ 4	€ 14	€ 175	nvt
PLL 18 W	17	20000	€ 4	€ 14	€ 175	nvt
PLT 13 W	14	20000	€ 4	€ 11	€ 175	nvt
PLS 9W	10	20000	€ 3	€ 11	€ 175	nvt
PLL 55 W	58	20000	€ 5	€ 33	€ 175	€ 34
PLL 36 W	37	20000	€ 5	€ 26	€ 175	€ 39
PLL 18 W	17	20000	€ 4	€ 14	€ 175	nvt
CDM-T 150, EVSA	160	15000	€ 21	€ 95	€ 280	nvt
CDM-T 100, EVSA	109	15000	€ 19	€ 95	€ 280	nvt
CDM-T 70, EVSA	80	15000	€ 19	€ 35	€ 175	nvt
CDM-T 35, EVSA	42	15000	€ 19	€ 35	€ 175	nvt
CDM-T 20, EVSA	25	15000	€ 19	€ 70	€ 175	nvt
CPO 45 W CosmoPolis	51	16000	€ 58	€ 125	€ 175	€ 70
CPO 60 W CosmoPolis	66	16000	€ 58	€ 132	€ 175	€ 65
CPO 90 W CosmoPolis	99	16000	€ 64	€ 132	€ 175	€ 68
CPO 140 W CosmoPolis	152	16000	€ 70	€ 139	€ 280	€ 71
CPO 45 W CosmoPolis	51	16000	€ 58	€ 125	€ 175	€ 70
CPO 60 W CosmoPolis	66	16000	€ 58	€ 132	€ 175	€ 65
CPO 90 W CosmoPolis	99	16000	€ 64	€ 132	€ 175	€ 68
CPO 140 W CosmoPolis	152	16000	€ 70	€ 139	€ 280	€ 71
LED 120-130 W – ca 12.000 lm	130	50000	€ 1.000	€ 0	€ 0	€ 90
LED 80-90 W – ca 8.000 lm	90	50000	€ 900	€ 0	€ 0	€ 90
LED 60-70 W – ca 6.000 lm	70	50000	€ 800	€ 0	€ 0	€ 80
LED 50-60 W – ca 4.800 lm	60	50000	€ 700	€ 0	€ 0	€ 70
LED 31-40 W – ca 3.000 lm	39	50000	€ 600	€ 0	€ 0	€ 60
LED 22-30 W – ca 2.000 lm	26	50000	€ 500	€ 0	€ 0	€ 50
LED 17-21 W – ca 1.600 lm	21	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 40
LED 13-16 W – ca 1.200 lm	16	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30

BIJLAGE 3 BEST PRACTISES (LED)

Best practise lamp bij vervanging						
lamp vervangen door:	vermogen EVSA (Watt)	levensduur EVSA (uur)	kosten per lamp (euro)	kosten EVSA (euro)	armatuur kosten (euro)	kosten dimmer (euro)
CPO 140 W, EVSA+dimmer	€ 152	16.000	€ 70	#REF!	€ 280	€ 71
CPO 90 W, EVSA+dimmer	€ 99	16.000	€ 64	#REF!	€ 175	€ 68
CPO 60 W, EVSA+dimmer	€ 66	16.000	€ 58	#REF!	€ 175	€ 65
CPO 45 W, EVSA+dimmer	€ 51	16.000	€ 58	#REF!	€ 175	€ 70
CPO 45 W, EVSA+dimmer	€ 51	16.000	€ 58	#REF!	€ 175	€ 70
CPO 140 W, EVSA+dimmer	€ 152	16.000	€ 70	#REF!	€ 280	€ 71
CPO 90 W, EVSA+dimmer	€ 99	16.000	€ 64	#REF!	€ 175	€ 68
CPO 60 W, EVSA+dimmer	€ 66	16.000	€ 58	#REF!	€ 175	€ 65
CPO 45 W, EVSA+dimmer	€ 51	16.000	€ 58	#REF!	€ 175	€ 70
CPO 45 W, EVSA+dimmer	€ 51	16.000	€ 58	#REF!	€ 175	€ 70
CPO 90 W CosmoPolis	99	16.000	€ 64	€ 132	€ 175	€ 68
CPO 60 W CosmoPolis	66	16.000	€ 58	€ 132	€ 175	€ 65
CPO 45 W Cosmolpolis	51	16.000	€ 58	€ 125	€ 175	€ 70
PL-L 36 W	37	20.000	€ 5	€ 26	€ 175	€ 39
PL-L 24 W	26	20.000	€ 5	€ 15	€ 175	€ 49
CPO 140 W CosmoPolis	152	16.000	€ 70	€ 139	€ 280	€ 71
CPO 90 W CosmoPolis	99	16.000	€ 64	€ 132	€ 175	€ 68
CPO 60 W CosmoPolis	66	16.000	€ 58	€ 132	€ 175	€ 65
CPO 45 W Cosmolpolis	51	16.000	€ 58	€ 125	€ 175	€ 70
PL-L 36 W	37	20.000	€ 5	€ 26	€ 175	€ 39
PL-L 24 W	26	20.000	€ 5	€ 15	€ 175	€ 49
LED 31-40 W – ca 3.000 lm	39	50000	€ 600	€ 0	€ 0	€ 60
LED 22-30 W – ca 2.000 lm	26	50000	€ 500	€ 0	€ 0	€ 50
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 31-40 W – ca 3.000 lm	39	50000	€ 600	€ 0	€ 0	€ 60
LED 22-30 W – ca 2.000 lm	26	50000	€ 500	€ 0	€ 0	€ 50
LED 22-30 W – ca 2.000 lm	26	50000	€ 500	€ 0	€ 0	€ 50
LED 17-21 W – ca 1.600 lm	21	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 40
LED 17-21 W – ca 1.600 lm	21	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 40
LED 17-21 W – ca 1.600 lm	21	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 40
LED 13-16 W – ca 1.200 lm	16	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 22-30 W – ca 2.000 lm	26	50000	€ 500	€ 0	€ 0	€ 50
LED 17-21 W – ca 1.600 lm	21	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 40
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
CDM-T 150, EVSA	160	15000	€ 21	€ 95	€ 280	nvt
CDM-T 100, EVSA	109	15000	€ 19	€ 95	€ 280	nvt
CDM-T 70, EVSA	80	15000	€ 19	€ 35	€ 175	nvt
CDM-T 35, EVSA	42	15000	€ 19	€ 35	€ 175	nvt
CDM-T 20, EVSA	25	15000	€ 19	€ 70	€ 175	nvt
CPO 45 W CosmoPolis	51	16000	€ 58	€ 125	€ 175	€ 70
CPO 60 W CosmoPolis	66	16000	€ 58	€ 132	€ 175	€ 65
CPO 90 W CosmoPolis	99	16000	€ 64	€ 132	€ 175	€ 68
CPO 140 W CosmoPolis	152	16000	€ 70	€ 139	€ 280	€ 71
CPO 45 W CosmoPolis	51	16000	€ 58	€ 125	€ 175	€ 70
CPO 60 W CosmoPolis	66	16000	€ 58	€ 132	€ 175	€ 65
CPO 90 W CosmoPolis	99	16000	€ 64	€ 132	€ 175	€ 68
CPO 140 W CosmoPolis	152	16000	€ 70	€ 139	€ 280	€ 71
LED 120-130 W – ca 12.000 lm	130	50000	€ 1.000	€ 0	€ 0	€ 90
LED 80-90 W – ca 8.000 lm	90	50000	€ 900	€ 0	€ 0	€ 90
LED 60-70 W – ca 6.000 lm	70	50000	€ 800	€ 0	€ 0	€ 80
LED 50-60 W – ca 4.800 lm	60	50000	€ 700	€ 0	€ 0	€ 70
LED 31-40 W – ca 3.000 lm	39	50000	€ 600	€ 0	€ 0	€ 60
LED 22-30 W – ca 2.000 lm	26	50000	€ 500	€ 0	€ 0	€ 50
LED 17-21 W – ca 1.600 lm	21	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 40
LED 13-16 W – ca 1.200 lm	16	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30
LED 10-12 W – ca 900 lm	12	50000	€ 400	€ 0	€ 0	€ 30