

Handleiding "zicht op licht"



Openbare Verlichting & Verkeersregelinstallaties

SenterNovem

juni 2007
definitief



Handleiding "zicht op licht"

Openbare Verlichting & Verkeersregelinstallaties

dossier : A6193-01-001

registratienummer : MD-SU20070010

versie : definitief

SenterNovem

juni 2007

definitief

INHOUD

BLAD

1	INLEIDING	3
1.1	Ontwikkeling instrument en nulmeting	3
1.2	Achtergrond en doel instrument	3
1.3	Opzet en structuur van het model	5
2	VERZAMELEN EN INVOEREN VAN GEGEVENS	7
2.1	Algemene gegevens	7
2.2	Invoergegevens voor openbare verlichting	7
2.3	Invoergegevens voor verkeersregelininstallaties	9
2.4	Energiescenario's	10
3	DATABASE DEFAULTS: STANDAARDWAARDEN VOOR DE BEREKENING	11
3.1	Rekenmodel voor openbare verlichting	11
3.2	Rekenmodel voor verkeersregelininstallaties	13
4	RESULTATEN	17
4.1	Energieverbruik en besparingspotentieel	17
5	MONITORING EN EVALUATIE	19
5.1	Sleutel-indicatoren monitoring energiegebruik	19
5.2	Vervolgstappen na gebruik van het model	21
6	AFKORTINGENLIJST	23
7	COLOFON	25

BIJLAGEN

1	BESPARINGSMAATREGELEN VOOR OPENBARE VERLICHTING
---	---

1 INLEIDING

Voor u ligt de handleiding die hoort bij “zicht op licht”, het instrument om energieverbruik en besparingspotentieel voor Openbare Verlichting (OV) en Verkeersregelinstallaties (VRI) te bepalen. Het instrument is in het voorjaar van 2007 ontwikkeld in opdracht van het projectbureau energiebesparing GWW van SenterNovem.

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 SenterNovem 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

Het concept instrument is getest bij 10 gemeenten, de zgn. nulmeting. Het doel van de nulmeting was tweeledig:

1. Testen en beoordelen bruikbaarheid instrument en handleiding. De volgende vragen moeten worden beantwoord:
 - Zijn de aannamen, standaardwaarden en resultaten correct?
 - Is de tijdsinvestering voor verzamelen gegevens en invoer van gegevens voor gemeenten acceptabel?
 - Zijn de resultaten gemakkelijk te interpreteren, sluit het aan bij het kennisniveau van gemeenten?
 - voorziet het in behoefte, resultaten bruikbaar voor gemeenten?
2. Ontwikkelen van een benchmark. De gegevens van het energieverbruik, de stand der techniek en de besparingsopties van de 10 testgemeenten zijn gebruikt om een benchmark vast te stellen. Na introductie van het model zullen van steeds meer gemeenten gegevens beschikbaar komen, zodat de betrouwbaarheid van de benchmark groter wordt.

Op basis van de resultaten van de nulmeting zijn de handleiding en het instrument aangepast.

1.2 Achtergrond en doel instrument

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 80% verbruikt door Openbare Verlichting (OV) en Verkeersregelinstallaties (VRI). Het energetisch besparingspotentieel voor deze installaties ligt tussen de 20 en 50%.

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

Hiernaast zijn er verschillende ontwikkelingen die nut en noodzaak van energiebesparing onderstrepen:

- De doelstelling voor de reductie in het energiegebruik in het kader van BANS is 6%.
- Verwacht wordt dat op termijn de energieprijzen fors zullen stijgen.
- Lokale overheden moeten in 2010 voor 50% duurzaam inkopen.

Goede redenen om kosten en besparingsmogelijkheden van OV en VRI 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 OV en VRI. Daarom is in opdracht van SenterNovem een instrument ontwikkeld om energieverbruik en besparingspotentieel bij gemeenten in kaart te brengen.

Doel van het instrument

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

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 SenterNovem.

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, een inschatting van de locaties waar deze objecten zich bevinden (woongebieden, verkeerswegen) 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 doorgerekend. Ook kan het model gebruikt worden om een wijk of project door te rekenen.

Algemene uitgangspunten

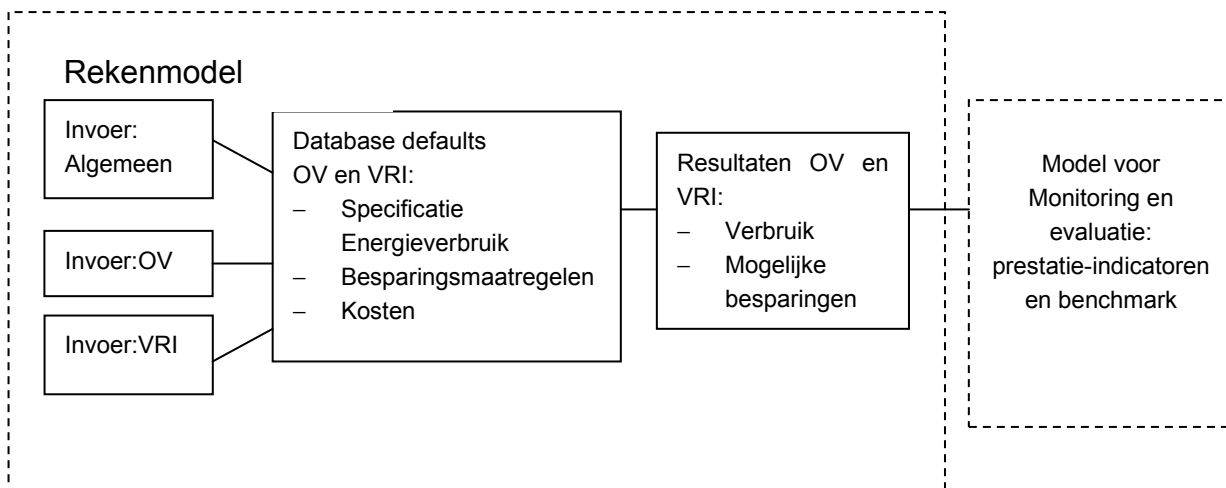
De algemene uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de ontwikkeling van het model zijn:

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.

1.3 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. Op korte termijn wordt het instrument webbased, zodat het instrument via internet kan worden ingevuld.

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": drie werkbladen met de standaardwaarden voor de berekening van energieverbruik en besparingspotentieel voor VRI en OV. 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
- De beheerder van OV en VRI (is dit een extern bedrijf of is dit de gemeente zelf)
- De kosten 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
- Energieverbruik van VRI op jaarbasis volgens de facturen
- Informatie mbt tot de hantering van de richtlijnen van het politiekeurmerk en de NPR binnen de gemeente

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 te worden ingevuld). De gegevens met betrekking tot de tarieven staan in het leveringscontract of evt. op de factuur van de energieleverancier voor OV en VRI.

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

- Vaak omvatten facturen energieposten van verschillende objecten en moeten correcties worden uitgevoerd.
- Veel installaties (vooral OV) zijn niet bemeterd. De facturen zijn gebaseerd op een berekening.
- Wanneer het onderhoud en (administratief) beheer van OV en VRI zijn 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.

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 150 Watt)
2. Lage druk natrium lampen: SOX (35 tot 135 Watt)
3. Hoge druk kwik lampen: HPLN (50 tot 125 Watt)
4. Lage druk kwik compact lampen: PLL (9 tot 36 Watt)
5. Lage druk kwik lampen: TLM, TLS, TL en TLD (8 tot 65 Watt)
6. Compacte gasontladingslampen: CDM-T (35 tot 150 Watt)

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
- De functie van de lampen; verlichten ze een verblijfs- of verkeersgebied;
- De aanwezigheid van een dimregime (nachtgeschakeld of dimapparatuur);
- De leeftijd van de armatuur.

In onderstaande figuur staat een voorbeeld van invoergegevens van de SON-T 150 (SHPTS 150) lamp.

Openbare verlichting	Stuks	VSA		LEC	aantal lampen		dimregime		armatuur leeftijd		
	aantal lampen	% conventioneel	% elektronisch	% conventioneel met LEC	% in verblijfsgebied	% in verkeersgebied	% gedimd (verkeersgebied)	% nachtschakelaar	% 0 t/m 10 jaar	% 11 t/m 20 jaar	% ouder dan 20 jaar
Hoge druk natrium lampen											
SON-T 150 (SHPTS 150)	255	30%	70%	5%	0%	100%	20%	0%	80%	20%	0%

Hulp bij invullen tabellen VRI en OV	
	= 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). CVSA's hebben echter (vooralsnog) een langere levensduur dan de EVSA's. Een hoger systeemvermogen betekent een hoger stroomverbruik van een lamp. Per type lamp moet het percentage conventioneel voorgeschakelde lampen ingevuld worden. Het percentage elektronisch voorgeschakelde lampen wordt automatisch berekend.

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. LEC kan alleen worden toegepast bij CVSA. Per lamptype moet worden ingevuld welk percentage van de conventioneel voorgeschakelde lampen is voorzien van LEC-apparatuur.

Verblijfs- of verkeersgebieden

De eisen die aan verlichting in verblijfs- en verkeersgebieden gesteld worden verschillen sterk. Daarom wordt in het model onderscheid gemaakt in verblijfs- en verkeersgebieden. Onder verblijfsgebieden (S-klassen) worden de centrum- en winkelgebieden, fiets- en wandelpaden, woonwijken en recreatieterreinen verstaan. Verkeersgebieden (ME-klassen) omvatten wijk- en buurtontsluitingswegen, bedrijfsterreinen, buitenwegen, en parkeerterreinen. Het percentage lampen dat staat in verblijfsgebieden dient per lamptype te worden ingevuld. Het percentage lampen dat staat in verkeersgebieden wordt vervolgens automatisch berekend.

Dimmen

Lampen in verkeersgebieden kunnen bij lage intensiteit van het verkeer worden gedimd. Een gedimde lamp heeft een lager energieverbruik. Alleen lampen in verkeersgebieden mogen worden gedimd. Lage druk natrium lampen (SOX) zijn niet dimbaar. Het percentage reeds gedimde lampen in verkeersgebieden moet per lamptype worden ingevuld.

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. De leeftijd kan door middel van een percentage worden ingeschat.

2.3 Invoergegevens voor verkeersregelininstallaties

De gegevens die voor verkeersregelininstallaties moeten worden verzameld en ingevoerd zijn:

- het aantal verkeersregelininstallatie en hun grootte (kwalitatief of kwantitatief)
- het type verlichting dat in de lantaarns is toegepast;
- leeftijd van de installatie;
- percentage van de installaties waarbij de bedrijfstijd is ingekort.

Grootte van het kruispunt

In het model worden vier soorten verkeersregelininstallaties onderscheiden:

- een geregelde oversteekplaats (GOP): 1-11 lantaarns¹;
- een klein kruispunt / T-splitsing: 12-24 lantaarns;
- een middelgroot kruispunt: 25-39 lantaarns;
- een groot kruispunt: > 39 lantaarns.

In onderstaande tabel zijn de specificaties van elk kruispunt opgenomen.

Standaard VRI's	Lantaarns				Detectoren	Druk-knoppen
	<i>Auto</i>	<i>Fietser</i>	<i>Voetganger</i>	<i>Onderlichten</i>		
VRI GOP (1-11 lantaarns)	2	0	2	0	0	2
VRI klein (12-24 lantaarns)	10	2	4	2	8	6
VRI middel (25-39 lantaarns)	16	2	10	2	12	12
VRI groot (> 39 lantaarns)	24	4	16	4	16	20

De gebruiker van het model dient, op basis van bovenstaande tabel, in te schatten in welke categorie de VRI moet worden ingedeeld.

¹ Onder lantaarns worden lantaarns verstaan die gebruikt worden voor motorvoertuigen (auto's), fietsers, voetgangers en onderlichten.

Type verlichting

In het model worden drie soorten lantaarns onderscheiden die verschillen qua verlichting:

- Kryptonlantaarns;
- Led-1 lantaarns;
- Led-2 lantaarns;

Leeftijd van de installatie

De leeftijd van de installatie is van belang om de terugverdientijd te berekenen. Indien een installatie kort na plaatsing wordt vervangen, is sprake van een desinvestering. In het model is rekening gehouden met een financiële (dus niet technische) afschrijftermijn van 15 jaar van de automaat en Ledlantaarns. In het model dient per type VRI een percentage ingevuld te worden dat de ouderdom van de installatie weergeeft. De verschillende ouderdomsklassen zijn:

- 0-7 jaar;
- 8-15 jaar
- ouder dan 15 jaar.

Inkorten van de bedrijfstijd

Voor een aantal VRI's is het mogelijk de bedrijfstijd in te korten. Deze maatregel leidt tot een energiebesparing van 30% op de verlichting. Per type VRI is een percentage aangenomen van het aantal VRI's dat kan worden gedimd. Hierbij is er rekening mee gehouden dat de bedrijfstijd van grote VRI's vanwege de verkeersveiligheid minder vaak ingekort kan worden dan de bedrijfstijd van kleinere VRI's.

2.4 Energiescenario's

Het model berekent drie energiescenario's waarbij de energieprijs wordt gevarieerd en de invloed hiervan wordt berekend op de terugverdientijd. Onderstaande prijswijzigingen worden berekend:

- prijsdaling van 50%;
- prijsstijging van 50%;
- prijsstijging van 100%.

De scenario's worden berekend door de in het model de knoppen Ctrl-A in te drukken.

3 DATABASE DEFAULTS: STANDAARDWAARDEN VOOR DE BEREKENING

De “database defaults” bevat de standaardgegevens voor de berekeningen en de rekenmodellen voor het bepalen van het energieverbruik en het besparingspotentieel voor OV en VRI. De waarden liggen vast en kunnen niet veranderd worden door individuele gebruikers. Wanneer fouten worden geconstateerd of er behoefte is aan aanpassingen, kan SenterNovem periodiek het instrument actualiseren. De database bestaat uit een algemene default, een default voor de OV en een default voor de VRI.

3.1 Rekenmodel voor openbare verlichting

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

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). Het gebiedstype bepaalt de dimbaarheid van verlichting. Dimmen is alleen haalbaar in verkeersgebieden, zoals rondwegen, verkeerswegen en wegen in het buitengebied.
- De omgeving, dat wil zeggen het wegtype bepaalt het minimale verlichtingsniveau dat is vereist. Hieraan gekoppeld zijn de eisen van het politiekeurmerk veilig wonen, die voor bepaalde situaties een minimale verlichting eisen. Bij vervanging van lampen gaat het model uit van een modernere lamp met gelijke of hogere verlichtingssterkte.
- 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 HLPN, TLM 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, TLM, TLS en TLE’ lampen en ‘overige lampen’. De HPLN, TLM, TLS en TLE 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 PLL en SON-T lampen. Ook worden de lampen gelijk voorzien van elektronische voorschakeling (EVSA) en indien het lampen in verkeersgebieden betreffen tevens een dimmer.

Besparingspotentieel CVSA

Voor de overige lampen wordt gekeken welke besparingsmogelijkheden in aanmerking komen om het huidige energiegebruik terug te dringen. Een belangrijk onderscheid hierin is de manier van voorschakelen. Onderscheid wordt gemaakt in elektronische en conventionele voorschakeling. Conventioneel voorgeschakelde lampen betreffen vaak de al wat oudere installaties. Besparingsmaatregelen hiervoor zijn de installatie van LEC-apparatuur en het terugbrengen van de verlichtingssterkte (dimmen). Middels LEC kan het energieverbruik met circa 20% worden teruggebracht. Ook is de levensduur van een lamp ongeveer 20% hoger. Een kanttekening bij LEC-apparatuur is dat sommige lampen 'vreemd' reageren en dat het merendeel van de aansluitingen in het voedingspunt conventioneel moeten zijn om de LEC-apparatuur rendabel te maken.

De reden waarom voor LEC-apparatuur en voor omzetting van CVSA naar EVSA wordt gekozen, is dat het installeren van LEC-apparatuur een terugverdientijd heeft van 2 tot 3 jaar en de omzetting van CVSA naar EVSA een terugverdientijd van meer dan 5 jaar². LEC-apparatuur kan ook worden geïnstalleerd bij schakelingen met CVSA en EVSA, maar levert bij EVSA geen energiebesparing op.

Naast de installatie van LEC-apparatuur, kan ook bespaard worden op het energieverbruik door het plaatsen van een dimmer. In het model is dimmen alleen mogelijk in verkeersgebieden en niet in verblijfsgebieden. Aangenomen wordt dat lampen 6 uur per dag worden gedimd tot 50% van de verlichtingssterkte. Gedurende die 6 uur wordt gerekend met een reductie in energieverbruik van 40%.

Besparingspotentieel EVSA

Het systeemvermogen (lampvermogen plus vermogen voorschakelapparatuur) is bij EVSA, afhankelijk van het lamptype, 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 circa 25% op. Vrijwel alle nieuw te plaatsen lichtmasten worden tegenwoordig voorzien van EVSA.

Een maatregel op het energieverbruik terug te dringen bij een lamp met EVSA is het terugbrengen van de verlichtingssterkte. Evenals bij CVSA wordt 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). Ook bij EVSA geldt dat dit alleen mogelijk is in verkeersgebieden.

NB. Het dimmen van lage druk natrium lampen (SOX) is niet mogelijk (geldt bij CVSA en bij EVSA). Wel kunnen bij SOX-lampen nachtschakelaars worden toegepast.

² De terugverdientijd voor het plaatsen van EVSA varieert tussen de 5 (SOX) en 34 jaar (SON). De terugverdientijd is in sterke mate afhankelijk van het verschil in systeemvermogen tussen een lamp met CVSA en EVSA en daarnaast de kosten (investering) en de lagere levensduur voor EVSA. Voor SON zijn de kosten per EVSA circa 200 euro. Vanwege die hoge kosten is de terugverdientijd vaak lang. Als de kostprijs lager is, neem ook de terugverdientijd af.

3.2 Rekenmodel voor verkeersregelininstallaties

Op basis van de ingevoerde gegevens wordt het huidige energieverbruik en het besparingspotentieel bepaald.

Energieverbruik

Het energieverbruik per standaard VRI is berekend op basis van onderstaande specificaties:

- aantal en type lantaarns;
- de grootte van de VRI in relatie tot:
 - de automaat;
 - de verwarming;
- het aantal drukknoppen;
- het aantal detectoren;
- het aantal en het type transformatoren;
- de bedrijfstijd van de VRI (deze kan ingekort zijn)

Besparingspotentieel

In het model worden drie besparingsmaatregelen onderscheiden:

- de lantaarns vervangen door Led-1 lantaarns;
- de lantaarns vervangen door Led-2 lantaarns;
- inkorten van de bedrijfstijd.

In onderstaande tabel is aangegeven welke besparingsmaatregelen getroffen worden per standaard VRI. Het percentage bij het inkorten van de bedrijfstijd geeft het percentage weer van de VRI's waarbij de bedrijfstijd ingekort kan worden.

Installatie	Led-2 toepassen			Led-1 toepassen			Inkorten bedrijfstijd		
	Leeftijd installatie			Leeftijd installatie			Leeftijd installatie		
	0-7 jaar	8-15 jaar	> 15 jaar	0-7 jaar	8-15 jaar	> 15 jaar	0-7 jaar	8-15 jaar	> 15 jaar
Krypton GOP	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	80%	80%	80%
Krypton klein	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	60%	60%	60%
Krypton middel	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	40%	40%	40%
Krypton groot	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee	20%	20%	20%
led-1 GOP	Nee	Nee	Ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	80%	80%	80%
led-1 klein	Nee	Nee	Ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	60%	60%	60%
led-1 middel	Nee	Nee	Ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	40%	40%	40%
led-1 groot	Nee	Nee	Ja	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	20%	20%	20%
Led-2 GOP	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	80%	80%	80%
Led-2 klein	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	60%	60%	60%
Led-2 middel	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	40%	40%	40%
Led-2 groot	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	20%	20%	20%

Plaatsen van Led-2 lantaarns

Het vervangen van de bestaande lantaarns door Led-2 lantaarns is een maatregel waarbij veel bespaard wordt maar die ook hoge investeringen vergt.

De besparingen bestaan uit:

1. Energie:
 - een Led-2 lantaarn heeft een gemiddeld vermogen van 12 W. Een Kryptonlantaarn heeft een gemiddeld opgesteld vermogen van 40 W en een Led-1 lantaarn 20 W;
 - een installatie met Led-2 verlichting heeft slechts één transformator. De andere installaties hebben per lantaarn een transformator. Dit betekent dat het transformatorverbruik voor Led-2 installaties lager is dan de andere typen installaties;
2. Onderhoud:
 - Kryptonlampen moeten gemiddeld één keer per jaar³ worden vervangen. Bij Led-1 en Led-2 verlichting is ervan uitgegaan dat de financiële afschrijftermijn van de lampen / lantaarns overeenkomt met die van de automaat;
 - bij elk onderhoud dienen verkeersmaatregelen te worden genomen. De kosten van de maatregel hangt af van de grootte van het kruispunt.
3. Hogere verkeers- en arbo-veiligheid:
 - Een Led-2 installatie leidt tot minder uitval dan bijvoorbeeld een Kryptoninstallatie. Dit betekent dat de kans op ongelukken door het uitvallen van de installatie kleiner is. Verder functioneert een Led-2 installatie op een laag spanningsniveau (42 V) zodat onderhoudswerkzaamheden veiliger plaatsvinden. Beide voordelen zijn niet gekwantificeerd in het model.

De investeringen bestaan uit:

- Het demonteren van de verkeersregelininstallatie. Hier wordt een wegfazetting afzetting geplaatst en kan (bij de grotere VRI's) een hoogwerker (bij de grotere VRI's) worden ingezet;
- De kosten van een nieuwe automaat en de lantaarns. De desinvestering van de bestaande automaat zijn hierin ook opgenomen.

³ Het remplace hangt mede af van de positie van de lamp. Rood licht wordt vaker vervangen dan groen en oranje licht. In het model is ervan uitgegaan dat alle lampen een keer per jaar vervangen worden.

Plaatsen van Led-1 lantaarns

Voor Kryptoninstallaties die nog niet zijn afgeschreven, kan het vanwege de hoge desinvesteringskosten van de automaat aantrekkelijker zijn om Led-1 lantaarns te plaatsen in plaats van Led-2 lantaarns. De reden hiervoor is dat de bestaande 220V automaat geschikt is voor Led-1 lantaarns. Indien de installatie ouder is en er meer lantaarns zijn, is het voordeliger om direct over te schakelen op Led-2.

De besparingen voor deze maatregel bestaan uit:

1. energie:
 - een Led-1 lantaarn heeft een gemiddeld vermogen van 20 W. Een Kryptonlantaarn heeft een opgesteld vermogen van 40 W.
2. onderhoud:
 - Kryptonlampen moeten gemiddeld één keer per jaar worden vervangen. Bij Led-1 verlichting is ervan uitgegaan dat de financiële afschrijftermijn van de lampen / lantaarns overeenkomt met die van de automaat;
 - bij elk onderhoud dienen verkeersmaatregelen te worden genomen. De kosten van de maatregel hangt af van de grootte van het kruispunt.
3. Hogere verkeersveiligheid: Led-1 verlichting leidt tot minder uitval en dus minder gevaarlijke situaties. Deze besparing op de veiligheidsrisico's zijn in het model niet gekwantificeerd.

Inkorten van de bedrijfstijd

Indien de verkeersveiligheid het toelaat, is het mogelijk dat de bedrijfstijd wordt ingekort. De bedrijfstijd van kleinere VRI's kunnen vanwege de verkeersveiligheid vaker worden ingekort dan grotere VRI's. Om deze reden is onderstaande aanname gemaakt van het percentage VRI's dat ingekort kan worden.

Type VRI	Percentage van de VRI's waarbij de bedrijfstijd kan worden ingekort
Geregelde Oversteek Plaats (GOP)	80%
Kleine VRI	60%
Middelgrote VRI	40%
Grote VRI	20%

In het model is ervan uitgegaan dat door het inkorten van de bedrijfstijd 30% energie bespaard kan worden op de verlichting van de installatie. Voor het inregelen van de kast is eenmalige kostenpost opgenomen.

4 RESULTATEN

4.1 Energieverbruik en besparingspotentieel

Op basis van de ingevoerde gegevens uit de *invoer-werkbladen* en de modelberekeningen in de *default database werkbladen* worden de resultaten weergegeven. Hiervoor worden twee *uitvoer-werkbladen* met resultaten gepresenteerd:

- uitvoer OV;
- uitvoer VRI;

In de werkbladen zijn tabellen en grafieken weergegeven.

Tabellen

In het resultaten werkblad uitvoer-OV is het verbruik en besparingspotentieel per categorie lamp (SON, SOX, HPLN, PLL, TL (S/M/E/D) en CDM) weergegeven. In de het resultaten werkblad uitvoer-VRI gebeurt dit op basis van het type VRI-installatie.

De tabellen geven het jaarlijkse verbruik / productie en besparingspotentieel aan in:

- kWh;
- CO₂-uitstoot;
- Euro's;

Verder is een tabel opgenomen die per maatregel de terugverdientijd aangeeft. Indien in het model de knoppen Ctrl-A worden ingedrukt, wordt berekend wat de invloed van de energieprij is op de terugverdientijd.

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

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 (voor OV) of type VRI. In dezelfde grafiek is ook het besparingspotentieel per maatregel weergegeven (in kWh/jaar). In de andere grafiek wordt het percentuele besparingspotentieel weergegeven.

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

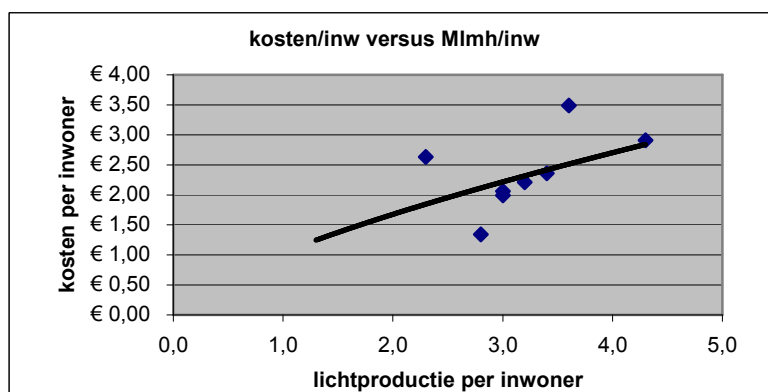
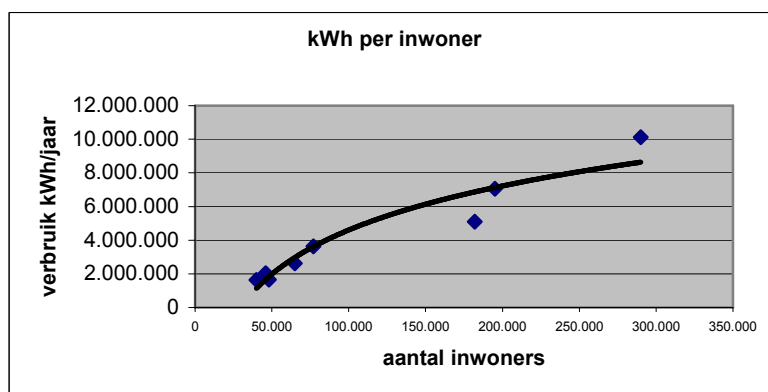
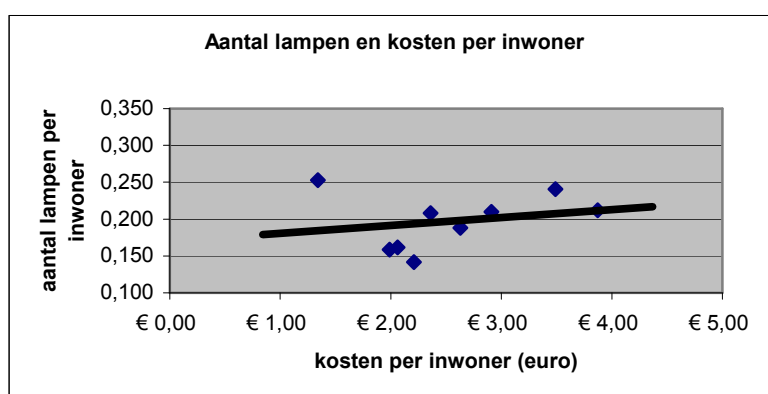
VRI	A	B	C	D	E	F	G	H	I	TOTAAL
Energieverbruik (kWh)	934.655	156.850	387.628	128.246	257.526	1.537.506	71.131	99.584	-	3.573.126
% energiebesparing	35%	31%	42%	7%	41%	55%	71%	76%	-	45%
Besparing energie (kWh)	327.129	48.624	162.804	8.977	105.586	845.628	50.503	75.684	-	1.624.935
kWh/lantaarn	486	427	448	357	528	440	503	553	-	468

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.

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 en verkeersregelinstallaties in uw gemeente. In de uitvoersheets wordt aangegeven welke besparingsmaatregelen voor uw situatie van toepassing zijn en welke investeringen hiervoor moeten worden gemaakt. Om de besparingen daadwerkelijk door te voeren raden wij u aan contact op te nemen met energieleveranciers, leveranciers van OV- en verkeersregelinstallaties, OV- of VRI-deskundigen. Zij kunnen u adviseren voor uw eigen specifieke situatie.

6 AFKORTINGENLIJST

BANS	Bestuursakkoord nieuwe stijl (subsidieregling BANS klimaatconvenant)
CDM-T	Compacte gasontladingslamp
CO ₂	Koolstofdioxide
CVSA	Conventionele voorschakelapparatuur (vroegen ook wel ballasten genoemd)
EVSA	Elektronische voorschakelapparatuur (ook wel hoog frequente voorschakeling genoemd)
GOP	Geregelde oversteekplaats
GW	Grond, weg en waterbouw
HPLN	Hoge druk kwik lamp
KWh	Kilowattuur
MW	Megawatt (1.000.000 Watt)
LEC	Lighting Energy Controllers (spanningsregulatie apparaat)
Lm	Lumen (eenheid voor lichtstroom)
Mlmh	Megalumenuur (eenheid lichtstroomproductie)
NPR	Nederlandse praktijkrichtlijn
OV	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
VRI	Verkeersregelininstallatie
VSA	Voorschakelapparatuur
W	Watt (eenheid van vermogen)

7 COLOFON

Opdrachtgever	: SenterNovem
Project	: Handleiding "zicht op licht"
Dossier	: A6193-01-001
Omvang rapport	: 25 pagina's
Auteur	: Renilde Spriensma
Bijdrage	: Joost Scheepers, Paul Mul
Projectleider	: Renilde Spriensma
Projectmanager	: Herman Jan Wijnants
Datum	: 14 juni 2007
Naam/Paraaf	:

BIJLAGE 1 BESPARINGSMAATREGELEN VOOR OPENBARE VERLICHTING

Besparingsmaatregel per lamptype

Besparingsmaatregel per type lamp en leeftijd armatuur																		
Type lamp	CLD			CL			CD			C			ED			E		
	0 tot 10 jaar	11 tot 20 jaar	>20 jaar	0 tot 10 jaar	11 tot 20 jaar	>20 jaar	0 tot 10 jaar	11 tot 20 jaar	>20 jaar	0 tot 10 jaar	11 tot 20 jaar	>20 jaar	0 tot 10 jaar	11 tot 20 jaar	>20 jaar	0 tot 10 jaar	11 tot 20 jaar	>20 jaar
Hoge druk natrium lampen																		
SON-T 150	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SON-T 100	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SON-T 70	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SON-T 60	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SON 150	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SON 100	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SON 70	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SON 50	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
Lage druk natrium lampen																		
SOX 135	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
SOX 90	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
SOX 55	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
SOX 35	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
SOX E 91	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SOX E 66	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SOX E 36	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	dim+LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
SOX E 26	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
Hoge druk kwik lampen																		
HPLN 125	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
HPLN 80	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
HPLN 50	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Lage druk kwik compact lampen																		
PLL 55	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	geen	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
PLL 36	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	geen	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
PLL 24	geen	geen	vervangen	geen	geen	vervangen	LEC	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
PLL 18	geen	geen	vervangen	geen	geen	vervangen	LEC	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
PLL 9	geen	geen	vervangen	geen	geen	vervangen	LEC	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	geen	geen	vervangen
PLT 42	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	geen	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
PLT 32	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	geen	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
Lage druk kwik lampen																		
TLM 65	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TLM 40	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TLS 20	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TLE 40	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TLE 32	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TL 8	geen	geen	vervangen	geen	geen	vervangen	geen	geen	vervangen	geen	geen	vervangen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TLD 58	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
TLD 36	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
TLD 18	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	geen	geen	vervangen
Overig:																		
Compacte gasontladingslampen																		
CDM-T 150 W	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	dimmen	vervangen
CDM-T 70 W	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
CDM-T 35 W	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen	LEC	LEC	vervangen	dim+LEC	LEC	vervangen	geen	geen	vervangen	dimmen	geen	vervangen
Overig:																		

LEGENDA	
C	= Conventionele voorschakelapparatuur (CVSA)
CL	= CVSA met LEC
CD	= CVSA met dimmer
CLD	= CVSA met LEC en dimmer
E	= Electronische voorschakelapparatuur (EVSA)
ED	= EVSA met dimmer
vervangings = vervangen TLS, TLM en HPLN lampen	

Vervangschema per lamptype

Type lamp	lamp vervangen door:
Hoge druk natrium lampen	
SON-T 150	SON-T 150, EVSA+dimmer
SON-T 100	SON-T 100, EVSA+dimmer
SON-T 70	SON-T 70, EVSA+dimmer
SON-T 50	SON-T 50, EVSA+dimmer
SON 150	SON-T 150, EVSA+dimmer
SON 100	SON-T 100, EVSA+dimmer
SON 70	SON-T 70, EVSA+dimmer
SON 50	SON-T 50, EVSA+dimmer
Lage druk natrium lampen	
SOX 135	SON-T 150, EVSA+dimmer
SOX 90	SON-T 100, EVSA+dimmer
SOX 55	SON-T 70, EVSA+dimmer
SOX 35	SON-T 50, EVSA+dimmer
SOX E 91	SON-T 150, EVSA+dimmer
SOX E 66	SON-T 100, EVSA+dimmer
SOX E 36	SON-T 70, EVSA+dimmer
SOX E 26	SON-T 50, EVSA+dimmer
Overig:	
Hoge druk kwik lampen	
HPLN 125	SON-T 70, EVSA+dimmer
HPLN 80	PLL 55, EVSA+dimmer
HPLN 50	PLL 24, EVSA+dimmer
Lage druk kwik compact lampen	
PLL 55	PLL 55, EVSA+dimmer
PLL 36	PLL 36, EVSA+dimmer
PLL 24	PLL 24, EVSA+dimmer
PLL 18	PLL 18, EVSA+dimmer
PLL 9	PLL 9, EVSA+dimmer
PLT 42	PLT 42, EVSA+dimmer
PLT 32	PLT 32, EVSA+dimmer
Overig:	
Lage druk kwik lampen	
TLM 65	PLL 55, EVSA+dimmer
TLM 40	PLL 36, EVSA+dimmer
TLS 20	PLL 18, EVSA+dimmer
TLE 40	PLL 36, EVSA+dimmer
TLE 32	PLL 18, EVSA+dimmer
TL 8	TL 8, CSVA
TLD 58	PLL 55, EVSA+dimmer
TLD 36	PLL 36, EVSA+dimmer
TLD 18	PLL 18, EVSA+dimmer
Overig:	
Compacte gasontladingslampen	
CDM-T 150 W	CDM-T 150, EVSA+dimmer
CDM-T 70 W	CDM-T 70, EVSA+dimmer
CDM-T 35 W	CDM-T 35, EVSA+dimmer
Overig:	