

ENERGIEVERBRUIK IN OPENBARE VERLICHTING EN VERKEERSREGELINSTALLATIES

Eindrapport Openbare Verlichting

P. Bremmers
A.T. Veltman
J.T. Fernhout*

*FEE

Verantwoording

In opdracht van NOVEM (opdracht nr. 149108.1030) heeft ECN een onderzoeksproject "Inventarisatie techniek en energieverbruikonderzoek voor OV en VRI's" opgestart (project nr. 7.6254). Hierin wordt energieverbruik en stand der techniek van OV (Openbare Verlichting) en VRI's (Verkeers-Regel-Installaties) in kaart gebracht, wordt onderzocht welke (alternatieve) technieken er zijn en wat de besparingspotenties zijn.

Partner (subcontractant, ECN kenmerk BB-EE/MvdL/EE4032047) in het project is Adviesbureau Fernhout voor Elektrotechniek en Energie - FEE (FEE offertekenmerk 100.00.98.189).

Abstract

The electric energy consumed by the 2.6 million lamps in the Dutch public lighting in 1999 was about 645 GWh, which was about 1.5 % of the total Dutch electricity production. This number fits in between the two scenarios that have been foreseen in 1989, being 992 GWh in 1999 without additional measures and 500 GWh electric with maximal use of the energy saving possibilities. In 1989 the electricity consumption was about 750 GWh electric (375 kilo tons of CO₂).

Taking into account growth, increasing demands on the light intensity levels with respect to public safety, and further application of energy saving measurements, the expected electricity consumption in 2010 will be 690 GWh with an associated CO₂ production of 345 kilo tons, against 830 GWh electricity consumption (with 415 kilo tons of produced CO₂) in the case of absence of these measures.

The production of CO₂ in 1999, associated with the electricity consumption of 645 GWh was about 322 kilo tons.

The trend that SOX lamps will be replaced by SON-T lamps probably continues until the exchange is complete.

Additional yearly electricity savings of 140 GWh (70 kilo tons CO₂) seem feasible during the next ten years.

Trefwoorden

openbare verlichting
energieverbruik
CO₂-productie
lamp

INHOUD

SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	5
2. OPENBARE VERLICHTING IN NEDERLAND	7
2.1 Aantal armaturen en lichtpunten	7
2.2 Autowegverlichting	7
2.3 Lichtbronnen	7
2.4 Markt	8
2.5 Jaaromzet van de verschillende typen lampen	8
2.6 Vooruitzichten	9
3. RESULTATEN UIT HET ONDERZOEK VAN 1989	11
4. HUIDIG ENERGIEVERBRUIK	13
4.1 Ontwikkeling van het energieverbruik tussen 1989 en 1999	13
5. TRENDS	15
5.1 Kleur	15
5.2 LED's	15
6. MOGELIJKE BESPARINGEN	17
6.1 Lamprendement	17
6.2 Groeicijfers	18
7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	19
ADRESSEN	21
LITERATUUR	23

SAMENVATTING

Het energieverbruik door de 2,6 miljoen lampen in de Nederlandse openbare verlichting van 1999 bedroeg ongeveer 645 GWh elektrisch, wat ongeveer 1,5 % is van de totale Nederlandse elektriciteitsproductie. Dit zit tussen de twee scenario's in die in 1989 waren ontwikkeld, namelijk 992 GWh in 1999 zonder additionele maatregelen te nemen, en 500 GWh bij maximale inzet van de mogelijkheden. In 1989 bedroeg de consumptie nog ongeveer 750 GWh elektrisch (375 kiloton CO₂).

Rekening houdend met groei, verhoogde eisen aan de verlichtingsniveau's met betrekking tot de sociale veiligheid en verdere inzet van besparende maatregelen, wordt voor 2010 een verbruik van 690 GWh verwacht met een geassocieerde CO₂-productie van 345 kiloton, tegen 830 GWh (met 415 kiloton CO₂-productie) bij afwezigheid van deze maatregelen.

De CO₂-productie die in 1999 gepaard ging met het verbruik van 645 GWh bedraagt ongeveer 322 kiloton.

Een trend is dat SOX-lampen geheel zullen worden vervangen door SON-T lampen.

Op jaarbasis valt nog voor 140 GWh elektrisch (70 kiloton CO₂) aan besparende maatregelen te realiseren.

1. INLEIDING

In het 'Modelbeleidsplan Openbare Verlichting' (NOVEM, 1995) wordt gesteld dat elke gemeente in Nederland verantwoordelijk is voor het goed functioneren van de openbare verlichting (OV). Het doel van de openbare verlichting is om het openbare leven bij duisternis, circa 4100 uur per jaar, zo goed mogelijk te laten functioneren. Hoewel het niveau van openbare verlichting het niveau van het daglicht niet bereiken kan, moet de openbare verlichting wel bijdragen aan een sociaal veilige, verkeersveilige en leefbare situatie.

Naast deze formulering van de openbare verlichting kunnen wij tevens de vraag stellen naar de huidige gesteldheid van de openbare verlichting. Hierbij wordt tevens de nadruk gelegd op de efficiëntie waarmee de gemeentes hun openbare verlichting inrichten en bedrijven.

Tegenwoordig zouden er volgens de NSVV-norm (NSVV, 1990) een hoger verlichtingsniveau geplaatst moeten zijn dan 20 jaar geleden. Maar door de hogere efficiëntie van de huidige lampen is het veelal mogelijk om met hetzelfde aantal lichtpunten de gewenste lichtopbrengst te realiseren.

De openbare verlichting gebruikt ongeveer 1,5 % van de totale Nederlandse elektriciteit.

Het onderzoek dat hier wordt gepresenteerd is gebaseerd op gesprekken met marktpartijen in de openbare verlichting (OV), het rapport van Adviesbureau Fernhout met betrekking tot de openbare verlichting uit 1990 (Fernhout, 1990) en op overige communicaties. Gezien de beperkte omvang van het werk kan dit rapport nooit de claim van volledigheid waarmaken. Toch is geprobeerd, en dit lijkt te zijn gelukt, om eventuele trends in de techniekontwikkeling, de in de afgelopen 10 jaar (sinds het publiceren van het Fernhout-1990 rapport) toegepaste besparingsmaatregelen en in de groei van het verbruik te detecteren.

Eén van de uitgangspunten is een in 1990 gepubliceerd rapport van Adviesbureau Fernhout FEE (Fernhout, 1990) dat de openbare verlichting van 1989 in beeld heeft gebracht. Dit rapport geeft van 26 gemeenten specifieke gegevens betreffende het aantal lichtpunten, de typen lichtpunten, het energieverbruik, de verlichtingssterkte en het aantal bedrijfsuren per jaar.

Tevens is gebruik gemaakt van een in 1999 uitgevoerd onderzoek waarbij een inventarisatie is gemaakt van de openbare verlichting in 20 gemeenten. Zes gemeenten komen in beide onderzoeken aan bod en zijn in dit rapport gebruikt om de situatie van beide jaren met elkaar te vergelijken.

Vanuit deze gegevens kan door middel van extrapolatie een beeld worden verkregen van de huidige openbare verlichting in Nederland. Tevens zal uit dit vergelijk een nog te realiseren besparing volgen.

Het mag echter duidelijk zijn dat op basis van de 6 gemeenten (van de 538 die Nederland anno 1999 rijk is) die in beide onderzoeken voorkomen slechts een zeer grove trend valt te presenteren. Desalniettemin is de overeenkomst tussen 5 van deze 6 gemeenten in de waargenomen trend dermate groot dat op statistische gronden mag worden aangenomen dat het een redelijk betrouwbaar beeld oplevert voor de rest van Nederland. Als hier een grote spreiding was opgetreden dan zouden de resultaten aanzienlijk minder bruikbaar zijn geweest.

In gesprekken met gemeentes/provincies komt het beeld naar voren dat er aan de diverse instanties zoveel vragen worden gesteld en te beantwoorden lijsten worden opgestuurd dat er een algemene 'enquêtemoedigheid' lijkt te ontstaan.

2. OPENBARE VERLICHTING IN NEDERLAND

2.1 Aantal armaturen en lichtpunten

De geschatte aantal lampen dat in Nederland in de Openbare Verlichting wordt toegepast staan in onderstaande tabel 2.1 vermeld.

Tabel 2.1: *Aantallen lampen naar type en armaturen in 1989 en 1999*

Lamp type	Geschat aantal 1999	Aantal 1989
Gloeilampen	10.000	53.000
Lagedruk Natrium SOX	1.000.000	635.000
Hogedruk Natrium SON	1.000.000	320.000
Lage druk kwik	500.000	1.341.000
Hoge druk kwik	150.000	511.000
Totaal # lampen	2.660.000	2.860.000
Totaal # armaturen	2.394.000	2.360.000

Het totaal aantal lampen in 1989 bedroeg 2.860.000. Het aantal lampen is dus volgens de schatting afgenomen. Dit kan worden verklaard uit het feit dat het aantal armaturen in 1989 2.360.000 bedroeg en dat een groot deel hiervan 2-lamps armaturen betreft. Tegenwoordig zijn de lampen dermate verbeterd dat vaak volstaan kan worden met 1-lamps armaturen waar vroeger nog 2-lamps typen werden toegepast. Anno 1999 is dan ook slechts 10% van de lampen nog verwerkt in 2-lamps armaturen. We kunnen dit als volgt omrekenen naar een toename van 34.000 armaturen tussen 1989 en 1999:

Volgens Fernhout (1990) waren er in 1989 2.360.000 armaturen.

In 1999 waren er 2.660.000 lampen waarvan 10%, dus ongeveer 266.000 in een 2-lamps armatuur uitgevoerd. Het aantal armaturen in 1999 was dus ongeveer 2.394.000.

De toename in armaturen tussen 1989 en 1999 bedraagt dus $2.394.000 - 2.360.000 = 34.000$.

2.2 Autowegverlichting

Van de lichtpunten die geplaatst zijn bevindt zich slechts 6 à 7 % op Rijkswegen, de Rijkswegen hebben dus een laag aandeel in het totale energieverbruik van de OV. Dynamische verlichting zal qua energiebesparing dus ook weinig invloed op het totale energieverbruik hebben.

Tegenwoordig wordt er bij gevaarlijke deeltrajecten (bochtig bijvoorbeeld) altijd vanuit gegaan dat een hogere verlichtingssterkte automatisch dé oplossing is. Maar een betere geleiding, bijvoorbeeld door een 'lint' van LEDs in de middenstreep aan te brengen, kan de situatie misschien nét zo goed, tegen veel minder energieverbruik, kosten en milieu-overlast verbeteren. Hierbij kan ook nog overwogen worden om PhotoVoltaïsche energie toe te passen (met accu).

2.3 Lichtbronnen

De openbare verlichting bevat de volgende typen lichtbronnen.

Gloeilampen

Tegenwoordig zijn de gloeilampen voor toepassing bij de OV achterhaald. Het grootste deel van de toegevoerde energie wordt omgezet in warmte. Hierdoor is deze lichtbron niet efficiënt genoeg om te worden toegepast in de huidige verlichtingvoorzieningen. De specifieke lichtstroom (betrokken op de lamp) bedraagt 12-20 lm/W voor gewone, 20-25 lm/W voor halogeen-gloeilampen. De levensduur bedraagt 1000 - 2000 bedrijfsuren.

Lagedruk kwiklampen (compact fluorescentielampen)

De lagedruk kwiklamp is vooral voor lagere vermogens een uitstekende lichtbron, maar heeft als negatief aspect de afname van lichtopbrengst bij lagere temperaturen. De specifieke lichtstroom bedraagt ongeveer 70 lm/W.

De Lagedruk kwiklamp heeft een levensduur van 7.000 bedrijfsuren.

Hogedruk kwiklampen

Deze komen vooral nog veel in oude installaties voor en worden verdrongen door de compact fluorescentielampen en de hoge- en lagedruk natrium lampen. Deze lampen veroorzaken een relatief hoge milieubelasting. De specifieke lichtstroom bedraagt 40-60 lm/W.

De levensduur van de hogedruk kwiklamp bedraagt 7.000 bedrijfsuren.

Lagedruk natriumlampen (SOX):

Deze stralen monochromatisch licht (oranje/geel) uit. Ze hebben relatief de hoogste lichtopbrengst. De specifieke lichtstroom bedraagt namelijk 100-200 lm/W maar geeft een zeer slechte kleurherkenning.

De lagedruk Natrium lamp is uitontwikkeld en heeft een levensduur die ongeveer de helft is van de levensduur van de armatuur waarin deze geplaatst is. De levensduur bedraagt 7.000 bedrijfsuren.

Hogedruk natriumlampen (SON):

Deze lampen hebben een grote relatieve lichtopbrengst. De specifieke lichtstroom bedraagt 48-150 lm/W.

De levensduur bedraagt 7.000 bedrijfsuren voor de oude typen en 12.000 voor de nieuwere.

2.4 Markt

Gemeenten, Provincies en Rijksoverheid bepalen de markt die overwegend in handen is van Philips en Osram. De gegevens over het aantal lampen zijn verkregen uit informatie van Philips.

95% van de lampen die in OV worden toegepast zitten in het groepje SOX, SON, PL, HPL maar er zijn ook nog steeds veel TL (20 W, 58 W) en TL-M (rond) in gebruik.

De EDON heeft tot in 1998 nog voornamelijk TL-D lampen kunnen toepassen omdat de gemeenten in Limburg slechts ongeveer 5 ct/KWh betalen (of betaalden). Maar die gemeenten krijgen waarschijnlijk wél een hogere rekening voor andere posten.

2.5 Jaaromzet van de verschillende typen lampen

Het aantal lichtpunten voor OV is in NL ongeveer $2,6 \cdot 10^6$. Hierin worden de lampen ongeveer iedere 2 jaar vervangen zodat de 'remplace' ongeveer $1,3 \cdot 10^6$ per jaar bedraagt. De door Philips geschatte jaaromzet is per lamp weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2: Geschatte jaaromzet door Philips naar lamptype

Lamptype	Jaaromzet
SOX	350.000
SON	350.000
TL	200.000
PL	100.000
HPL	100.000

Het aantal compact fluorescentielampen (PLL) neemt toe. De huidige generatie armaturen gaat 20 jaar mee en men is al 10 jaar bezig met vervangen. Over 10 jaar kan deze introductie dus voltooid zijn.

20 jaar geleden werd een lager verlichtingsniveau geplaatst dan tegenwoordig volgens de NSVV-norm zou moeten gebeuren. Maar door de hogere efficiëntie van de huidige lampen kan met hetzelfde aantal lichtpunten, bij vervanging van de lampen, toch de gewenste lichtopbrengst verkregen worden.

6 à 7 % van de lichtpunten bevindt zich op de Rijkswegen, deze hebben dus een laag aandeel in het totale energieverbruik. Dynamische verlichting zal dan ook niet veel opleveren.

De OV gebruikt ongeveer 1,5% van de totale Nederlandse elektriciteit.

Het is (maatschappelijk) rendabeler om een goede straatverlichting aan te leggen, dan om bij een slechte verlichting, ieder huis een eigen deurlicht te laten kopen.

2.6 Vooruitzichten

Naar verwachting is over 10 jaar de HPL verdwenen en zal SOX vervangen zijn door SON (lager rendement, maar betere kwaliteit, hogere kleurtemperatuur en kleinere afmetingen).

Ook gaat de trend naar efficiënter doordat de lampen meer 'puntbronnen' worden en met telematica worden gecombineerd. Ook gaat de LED-ontwikkeling hard. Nieuwe ontwikkelingen in de Na-lamp worden niet verwacht. De ontwikkeling gaat naar 120 Lumen/W, Kleurtemperatuur 3.500 Kelvin, rato 85.

PLL 24 - 55 zal voorlopig nog steeds de zuinigste lamp blijven. De verwachte ontwikkelingen in het energieverbruik zoals die in 1989 zijn geformuleerd blijven dan ook voor de volgende 10 jaar gelden. Dat wil zeggen dat de mogelijke besparing in het energieverbruik die toen is geformuleerd, minus de reeds gerealiseerde besparing de nog verwachte haalbare besparing is voor de komende 10 jaar, dus tot 2010.

3. RESULTATEN UIT HET ONDERZOEK VAN 1989

De omvang van de OV in 1989 bestond uit 2,36 miljoen armaturen en in deze armaturen zijn ca. 2,86 miljoen lampen gebruikt met een totale aansluitwaarde van 211,7 MW. Dit leverde een jaarverbruik op van 750 miljoen kWh.

Dit rapport (Fernhout, 1990) gaf tevens de te verwachten ontwikkeling aan in dit energieverbruik, te weten bij een autonome ontwikkeling en bij het toepassen van mogelijke besparingen. In onderstaande tabel 3.1 volgen nogmaals de destijds gevonden resultaten.

Tabel 1.1: *Ontwikkeling van het energieverbruik in Nederland anno 1989*

	Autonome ontwikkeling	Toepassing van mogelijke besparingen.
Energieverbruik in 1989 (GWh)	750	750
Toename door verbetering van de OV in de woonomgeving.	80 +	80 +
Subtotaal	830	830
Afname door het vervangen van gloeilampen en hogedruk kwiklampen.		128 -
Subtotaal		702
Afname door ondersteuning bij ontwerp en beheer.		105 -
Subtotaal		597
Toename tot 2000 door uitbreiding etc. met 1,5 % per jaar.	162 +	117 +
Verbruik in 2000	992	714
Afname bij implementeren van nieuwe ontwikkelingen.		214 -
Mogelijk verbruik in 2000.	992	500

4. HUIDIG ENERGIEVERBRUIK

4.1 Ontwikkeling van het energieverbruik tussen 1989 en 1999

Uitgaande van de beschikbare gegevens zijn er twee methodes gevolgd om het energieverbruik in 1999 te bepalen.

De ene methode, de 'forecasting', gaat uit van de gemeten verandering in het gebruik van 6 gemeentes tussen 1989 en 1999 en leidt hieruit een groeicijfer af. Op basis van dit groeicijfer wordt daarna uit het bekende totaalverbruik in 1989 het totale verbruik in Nederland in 1999 berekend.

De tweede methode, de 'extrapolatie', gaat uit van het bekende verbruik van 18 gemeentes in 1999 en extrapoleert dit op basis van de inwoneraantallen naar geheel Nederland.

Forecast

De verbruiksgegevens in 1999 van 6 gemeentes zijn, gecorrigeerd met de toename van de oppervlakte (onder andere ten gevolge van de gemeentelijke herindeling) van de gemeentes, in tabel 4.1 weergegeven, samen met de verbruiksgegevens van dezelfde gemeentes over 1989.

Tabel 4.1: *Verbruikscijfers OV van 6 gemeenten in 1989 en 1999*

Verbruik 1999 (MWh)	Verbruik in 1989 na oppervlaktecorrectie (MWh)	Procentuele verbetering van de efficiëntie
16.514	19.734	16,32
9.037	11.348	20,36
8.338	9.347	10,80
7.500	8.572	12,50
6.647	7.239	8,18
8.030	7.444	-7,87

Laten we uit deze gemeentes de twee extremen (+20,36 % en -7,87 %) weg, dan krijgen we als gemiddelde afname van het elektriciteitsverbruik voor een aantal vooruitstrevende gemeenten 12 % ten opzichte van het verbruik in 1989.

Als we dit resultaat van 12 % besparing betrekken op geheel Nederland dan komen we, uitgaande van het verbruik in 1989 - namelijk 750 GWh - uit op een landelijk energieverbruik voor de OV van 660 GWh in 1999.

Extrapolatie

Een andere manier om het landelijk verbruik van de OV in 1999 te meten is door in een aantal gemeentes waarvan de gegevens over 1999 bekend zijn (zie tabel 4.2) het verbruik van de OV per inwoner te berekenen en dat te vermenigvuldigen met het aantal inwoners in Nederland in 1999, zijnde ongeveer 15 miljoen. Het verbruik per inwoner is dan 41 kWh per jaar. Maal 15 miljoen levert dit als verbruik door OV in 1999 627 GWh op.

Vergelijking Forecast met Extrapolatie

We zien dus dat beide berekeningen, de *forecast*, uitgaande van het totaalverbruik in 1989, en de *extrapolatie* van de 'meting' in een aantal gemeentes, onderling ongeveer 5 % van elkaar verschillen. We komen dan uit op een gemiddelde schatting van (afgerond) 645 GWh elektriciteitsverbruik van de OV in 1999, met een - tenminste geconstateerde - foutmarge van $\pm 2,5$ %, zie ook tabel 4.3.

Het gevonden energieverbruik in 1999 komt overeen met een CO₂-uitstoot van ongeveer 337 kiloton CO₂ per jaar.

Het mogelijke verbruik in 2000 was 500 GWh, gezien vanuit 1989 (Fernhout, 1990).

Tabel 4.2: *Inwoneraantallen en energieverbruik door OV van een aantal gemeenten*

Gemeente	Aantal inwoners	Eff. elektriciteitsverbruik (MWh)
1.	88.560	3.731
2.	168.692	8.338
3.	148.360	7.500
4.	101.333	3.903
5.	118.118	4.434
6.	442.520	16.514
7.	157.050	8.030
9.	120.501	5.622
10.	126.670	4.050
11.	108.080	4.186
13.	232.737	9.037
14.	185.778	7.843
15.	73.250	3.671
16.	46.696	1.654
17.	64.582	2.966
18.	147.172	6.203
19.	34.200	1.449
20.	117.427	4.882
Gemiddeld	133.041	5.568

Tabel 4.3: *Schattingen van het elektriciteitsverbruik in 1999 door OV*

	GWh per jaar	Afwijking ten opzichte van het gemiddelde
forecast op basis van 1989	660	+ 2,5 %
extrapolatie vanuit 6 gemeentes in 1999	627	- 2,5 %
afgerond gemiddelde	645	

Bovenstaande 'forecast' en 'extrapolatie' zijn beide gebaseerd op getallen uit 'voorstrevende' gemeentes. Deze gemeentes laten zien dat een afname in het verbruik inderdaad mogelijk is door implementatie van nieuwe technieken en begeleiding bij ontwerp en installatie. Echter, nog lang niet alle gemeentes voeren een vergelijkbaar vooruitstrevend beleid. Voor deze gemeentes moet het dus mogelijk zijn om via extra voorlichting en stimulatie tot vergelijkbare besparingen te komen. Het verbruik in heel Nederland is dus waarschijnlijk hoger dan de hierboven afgeleide 645 GWh op jaarbasis.

5. TRENDS

5.1 Kleur

Kleurherkenning voor de verkeersveiligheid en de sociale veiligheid is een belangrijke factor in de keuze voor de verlichting. Hierdoor wordt de SOX 90 (lagedruk Natrium 90 W, geel licht) waar mogelijk vervangen door SON-T 100 (hogedruk Natrium 100 W, wit licht). De vervanging vindt plaats op het moment dat er veranderingen optreden in de verkeersinfrastructuur of bij wegdekvernieuwingen. De SON-T heeft een veel breder kleurspectrum dan de SOX, die alleen monochromatisch licht produceert.

Ontwikkelingen begeven zich in de richting van lampen met een groter vermogen die een breed kleurspectrum hebben.

5.2 LED's

LED's (Light Emitting Diodes) worden steeds helderder. Momenteel zijn er al LED's ontwikkeld (Nichia) die lichtsterktes behalen van 15 lm/W (wit) tot 25 lm/W (groen). Dat is weliswaar nog slechts 8 tot 13 keer zo laag als de bestaande lage-druk natriumlamp, maar er is zeker nog potentiëel om dit op te voeren. De vergelijking met conventionele lampen valt ook nog gunstiger uit als bedacht wordt dat er geen lenzen of spiegels nodig zijn om het opgewekte licht in de gewenste richting te sturen, die elk ook nog eens een deel van het licht absorberen. LEDs zijn namelijk leverbaar met diverse openingshoeken, variërend van 15° tot 60° ten opzichte van de hoofdas, en kunnen door hun oriëntatie bij de montage al voor de juiste intensiteitsverdeling zorgen. De armaturen kunnen dus aanzienlijk efficiënter zijn.

6. MOGELIJKE BESPARINGEN

Als we ervan uitgaan dat de volgende aanbevelingen in het FEE-rapport zijn gehonoreerd:

- verbeteringen van de OV in de woonomgeving zijn doorgevoerd,
- het aantal gloeilampen en hogedruk kwiklampen is door vervanging afgenomen,
- de geplande uitbreiding in de OV heeft daadwerkelijk plaats gevonden,

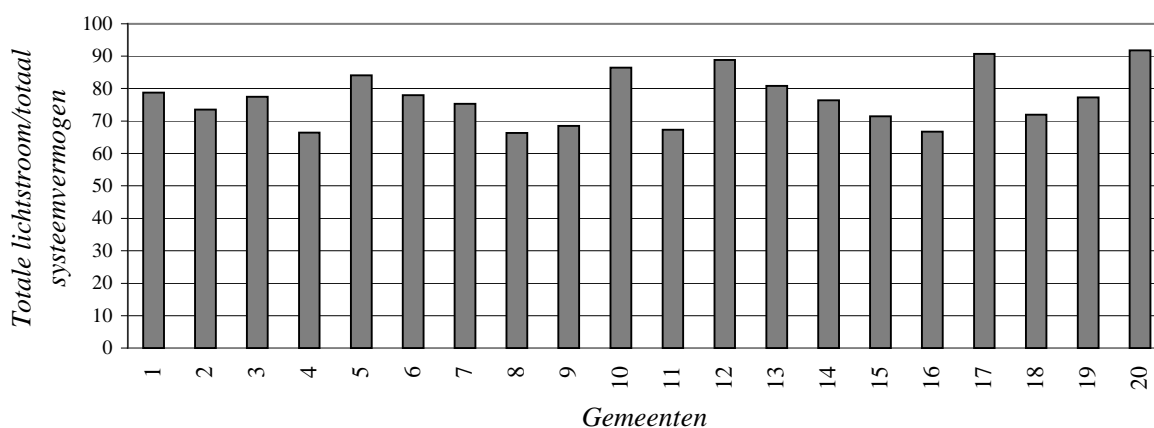
dan kan worden geconcludeerd dat zonder het implementeren van nieuwe ontwikkelingen en meer aandacht aan ondersteuning bij ontwerp en beheer, het energieverbruik in 1999 ongeveer 715 GWh zou zijn geweest. Het geschatte verbruik bedroeg echter 644 GWh. Er heeft dus waarschijnlijk een extra besparing door implementatie van nieuwe ontwikkelingen en ondersteuning bij ontwerp en beheer plaats gevonden van minimaal 70 GWh waar ongeveer 214 GWh haalbaar was geacht. Van deze doelstelling, die procentueel $100 * 214/750 = 32\%$ bedroeg is dus minimaal ongeveer 10% gerealiseerd.

Dit betekent dat er nog een besparingspotentiël ligt van maximaal ongeveer (afgerond) 140 GWh door implementatie van nieuwe ontwikkelingen en ondersteuning bij ontwerp en beheer. Nu zijn de hier gebruikte gegevens, getuige de deelname aan het onderzoek door de geraadpleegde gemeentes, afkomstig van gemeenten die reeds veel aandacht geven aan Openbare Verlichting. We kunnen dus veronderstellen dat andere gemeenten in de rest van Nederland hier minder aandacht aan besteden, zodat hier wellicht nog meer besparing realiseerbaar is.

6.1 Lamprendement

Momenteel vinden ontwikkelingen in de openbare verlichting plaats op het gebied van vervanging van SOX verlichting door SON verlichting. Dit omdat met het oog op sociale veiligheid herkenning steeds belangrijker wordt. Het is dus belangrijk dat het lamprendement hoog is, om deze toename van verlichtingssterkte ten koste van zo weinig mogelijk energieverbruik te realiseren. Het lamprendement is een indicatie voor de efficiëntie van de verlichting. Het is de totale lichtstroom gedeeld door het totale systeemvermogen. In figuur 4.1 is het lamprendement gegeven van een aantal gemeenten dat aan het onderzoek in 1999 heeft deelgenomen.

Lamprendement per gemeente



Figuur 4.1: Lamprendement per gemeente

Voor deze gemeentes geeft dit als gewogen gemiddelde 75 lm.h/W (lumen-uur per Watt geïnstalleerd systeemvermogen), met maximum 91,8 lm.h/W en minimum. 66,3 lm.h/W. Als bedacht wordt dat deze gegevens afkomstig zijn van 20 gemeenten die meegedaan hebben aan dit onderzoek en dus bovengemiddeld energiebewust zijn, kan men stellen dat de andere gemeenten in Nederland lager zitten dan het gemiddelde van deze 20 gemeenten. Er blijkt dus nog meer besparing mogelijk als het gemiddelde lamprendement zou worden opgetrokken van 75 lm.h/W naar de ongeveer 92 lm.h/W van de ‘meest doelmatige’ gemeente. Dit zou dus resulteren in een afname van het energieverbruik van ongeveer $100 * (92 - 75) / 75 = 22,7 \%$, nu betrokken op de 640 GWh uit 1999 oftewel (afgerond) 145 GWh die theoretisch mogelijk is. We gaan ervan uit dat dit grotendeels komt door het ontbreken van implementatie van nieuwe ontwikkelingen en van advies en ondersteuning.

6.2 Groeicijfers

We hebben gezien (in hoofdstuk 4.2) dat er door het implementeren van nieuwe ontwikkelingen en met ondersteuning bij ontwerp en beheer waarschijnlijk nog ongeveer 140 GWh op jaarbasis aan elektriciteit valt te besparen. Het andere getal dat we uit het onderzoek van 1999 vonden en dat suggereert met dat verdere verbetering van het lamprendement (door dezelfde methodiek te volgen als de 20 geënquêteerde gemeentes) ongeveer 22,7 % of 145 GWh valt te besparen, wordt geacht uit hetzelfde mechanisme voort te komen. Het verschil van 10 GWh tussen beide gevallen kan worden verklaard uit het feit dat aan het onderzoek van 1999 vooral de grotere gemeenten met meer grondoppervlak - ook onbewoond met sterkere verlichting waarin efficiëntere lampen kunnen worden toegepast - deelnemen. Deze gemeenten kunnen vanuit hun aard dus op een iets hoger lamprendement uitkomen. We gaan vooralsnog dan ook uit van 140 GWh op jaarbasis.

Tabel 5.1: *Groeicijfers 1989-1999 en 1999-2010 autonoom en bij maximale besparing*

	1989 - 2000 autonoom	1989 - 2000 maximale besparing	1999 - 2010 atonoom	1999 - 2010 maximale besparing
Energieverbruik in 1989 (GWh)	750	750		
Energieverbruik in 1999 (GWh)			645	645
Toename door verbetering van de OV in de woonomgeving	80 +	80 +	80 +	80 +
Subtotaal	830	830	715	715
Afname door het vervangen van gloeilampen en hogedruk kwiklampen		128 -		
Subtotaal		702		
Afname door ondersteuning bij ontwerp en beheer		105 -		
Subtotaal		597		
Toename in 10 jaar door uitbrei- ding met 1,5 % per jaar	160 +	117 +	115 +	115 +
Verbruik in 2000	990	714		
Verbruik in 2010			830	
Afname bij implementeren van nieuwe ontwikkelingen		214 -		
Afname bij implementeren van nieuwe ontwikkelingen, onder- steuning bij ontwerp en beheer				140 -
Mogelijk verbruik in 2000	990	500		
Mogelijk verbruik in 2010			830	690

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De elektriciteitsconsumptie en CO₂-productie door de openbare verlichting bedragen momenteel ongeveer 645 GWh respectievelijk 323 kiloton CO₂ op jaarbasis. Bij ongewijzigd beleid groeit dit naar 830 GWh respectievelijk 415 kiloton CO₂. Als de 'ontbrekende' maatregelen die voor de periode 1989-200 waren geopperd alsnog worden ingezet, voornamelijk door het implementeren van nieuwe ontwikkelingen en door ondersteuning bij ontwerp en beheer, dan kan dit getal met 140 GWh respectievelijk 70 kiloton CO₂ op jaarbasis worden verminderd tot 690 GWh respectievelijk 345 kiloton CO₂ per jaar.

Het verdient geen aanbeveling om dag- en nacht-schakelingen toe te passen omdat er dan 2-lamps armaturen moeten worden toegepast. Nieuwe 1-lamps armaturen zijn efficiënter dan de oude 2-lamps armaturen.

Toepassen van dimmers, vooral geïntegreerd in de elektronische voorschakelapparatuur zou dan beter kunnen worden toegepast. Anderzijds worden de eisen die aan de lichtopbrengst worden gesteld met het oog op de veiligheid steeds strenger, zodat waarschijnlijk niet vaak voor deze optie zal worden gekozen.

Het is interessant om de inspanningen op het gebied van de LED's (Light Emitting Diodes) te blijven volgen daar hiermee steeds grotere lichtsterktes realiseerbaar zijn. Door een goede plaatsing hiervan zijn tevens spiegel en lens overbodig. Dit geeft enerzijds minder lichtverlies, anderzijds eenvoudiger armaturen.

Er is een grote behoefte aan een integrale aanpak van de openbare verlichting, maar dit vereist grote inspanningen van zowel gemeenten als provincies. De 20 gemeenten die meegedaan hebben aan het onderzoek hebben hiertoe een goed initiatief genomen.

Om in geheel Nederland het in dit rapport genoemde besparingspotentiël te behalen, en dat door de genoemde gemeentes reeds gedeeltelijk gerealiseerd is, zouden de overige gemeentes middels voorlichting en ondersteuning gestimuleerd en gefaciliteerd moeten worden om door een efficiëntere aanpak van de openbare verlichting eveneens tot vergelijkbare besparingen te komen. Voorlichting kan worden gegeven via workshops, congressen en 'leaflets' en andere documenten. Ondersteuning kan bestaan uit technische advisering bij het ontwerp en de inrichting van de openbare verlichting.

ADRESSEN

Adviesbureau Fernhout FEE

D. Hammerskjoldlaan 37
1902 DT
Castricum
t: 0251 - 651 995
f: 0251 - 679 947
e: info@feeadvies.nl

SWOV Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Duindoorn 32
2262 AR Leidschendam
t: 070 - 320 9323
f: 070 - 320 1261

ITS, Wetenschap voor Beleid en Samenleving

Postbus 9048
6500 KJ Nijmegen
f: 024 - 365 3599
h: www.its.kun.nl
Bezoekadres: Toernooiveld 5, Nijmegen

Nederlandse Stichting Voor Verlich- tingskunde NSVV

Postbus 9035
6800 ET Arnhem
t: 026 - 356 2466

NOVEM B.V.

Postbus 8242
3503 RE Utrecht
t: 030 - 239 3531
f: 030 - 231 6491
e: K.van.Hoek@Novem.NL

Philips Nederland B.V.

Licht
Marktgroep Distributie Licht
A.J.M. Wessels, Manager
t: 040 - 278 8292
f: 040 - 278 6266

Philips Nederland B.V.

Licht
Marktgroep Distributie Licht
Rauwerdink, Product Manager

Provincie Gelderland

J.A.H.M. van Duren, ing, MSc
Dienst Wegen, Verkeer en Vervoer
Postbus 9090
6800 GX Arnhem
t: 026 - 359 8429
f: 026 - 359 8484
e: j.duren@prv.gelderland.nl

LITERATUUR

- ANWB (1963): *Weg- en straatverlichting*. Memorandum No. 5 van de Verkeersafdeling van de Koninklijke Nederlandse Toeristenbond ANWB, 6^e (geheel gewijzigde) druk, augustus 1963.
- Borg (1999): *Conference Documentation International Workshop on Co-Operative Procurement LED traffic signals*. 27-28 September 1999, Stockholm, Sweden.
- Fernhout (1990): *Electriciteitsbesparing bij de Openbare Verlichting*. Adviesbureau Fernhout F.E.E. Rapport 101-01-103, oktober 1990.
- ITS (1999): *Kosten en baten van openbare verlichting op rijkswegen - Literatuurstudie*, (concept). ITS, Wetenschap voor Beleid en Samenleving, Nijmegen. Opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- ITS (1999): *Openbare verlichting op autosnelwegen*. Verslag van de expert-meeting gehouden op 21 juni 1999. ITS, Wetenschap voor Beleid en Samenleving, Nijmegen. Opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- NOVEM (1991): *Energiebesparing in gemeenten - Energiebesparing in gemeenten*. Publicatie: SO1.152.91.11.
- NOVEM (1990): *Energiebesparing in gemeenten - Energiebeheer in de gemeente Appingedam*. Publicatie: SO1.152.91.11.
- NOVEM (1990): *Energiebesparing in gemeenten - Energiebeheer in de gemeente Boxmeer*. Publicatie: SO1.152.91.11.
- NOVEM (1990): *Energiebesparing in gemeenten - Energiebeheer in de gemeente Capelle aan den IJssel*. Publicatie: SO1.152.91.11.
- NOVEM (1990): *Energiebesparing in gemeenten - Energiebeheer in de gemeente Hoogezand-Sappemeer*. Publicatie: SO1.152.91.11.
- NOVEM (1990): *Energiebesparing in gemeenten - Energiebeheer in de gemeente Zwolle*. Publicatie: SO1.152.91.11.
- NOVEM (1992): *Energiebesparing in gemeenten - Openbare verlichting*. Publicatie: DVI-SO3.44 92.02.
- NOVEM (1995): *Modelbeleidsplan Openbare Verlichting*. Bakkenist Management Consultants, Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV), NOVEM.
- NSVV (1980): *Wijze van in- en uitschakelen van de openbare verlichting - In het kader van doeltreffend energiegebruik*. Elektrotechniek **58** (1980) **6** (juni).
- NSVV (1988): *Onderzoek jaarkosten openbare verlichting*. Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV), Commissie Openbare Verlichting, Werkgroep Financiële Aspecten, 1988.

NSVV (1990): *Aanbevelingen voor Openbare Verlichting 1990 - Deel 1: Kwaliteitscriteria en aanbevolen waarden*. Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV), februari 1990.

NSVV (1996): *Licht op de openbare weg*. Syllabus NSVV/Uneto Congresdag, 3 april 1996, RAI Amsterdam.

NSVV (1997): *Aanbevelingen voor Openbare Verlichting 1990 - Deel 3: Ontwerpen*. Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV), 1997.

NSVV (1999): *Het Nationale Lichtcongres 1999*. Congresdag op 25 november 1999, Musis Sacrum Arnhem.

Philips (1998): *Philips Licht Catalogus 1998/1999*. Philips Nederland B.V. Licht.