



Energiebesparing
GWW



Factsheets kwaliteitsprofielen

Openbare Verlichting & Verkeersregelinstallaties

veilig, mooi, zuinig



Toelichting

Besluitvorming over verlichting

Bij de keuze voor een type installatie voor openbare verlichting spelen diverse factoren een rol. Naast sociale en verkeersveiligheid zijn lichtkwaliteit, kosten, energiebesparing en donkerte belangrijke kwaliteitseisen. Voor een evenwichtig besluit dienen al deze factoren tegen elkaar afgewogen te worden. Omdat de betrokken installaties een lange levensduur hebben, heeft dit soort beslissingen gevolgen voor lange tijd.

Factsheets kwaliteitsprofielen

De factsheets kwaliteitsprofielen zijn ontwikkeld om globaal inzicht te verschaffen in deze materie. In de factsheets worden de volgende 9 verkeers- en verblijfsituaties beschreven:

- Fietspad/wandelpad;
- Woonstraat in een 30 km/h-zone;
- Woonstraat 50 km/h;
- Winkelgebied;
- Ronde;
- Ontsluitingsweg;
- Bedrijventerrein;
- Parkeerterrein;
- Verkeersregelinstallatie.

Per situatie worden 2 tot 5 installatieconcepten weergegeven, waarmee in desbetreffende situatie de openbare verlichting/verkeersregeling kan worden verzorgd.

Per concept wordt in een zogenaamd kwaliteitsprofiel weergegeven in welke mate het concept aan de kwaliteitseisen voldoet. De profielen zijn als volgt opgebouwd:

- Verkeersveiligheid;
- Sociale veiligheid;
- Energieprestatie;
- Lichtkwaliteit;
- Donkerte.

Daarnaast worden van ieder concept de kosten weergegeven.

Doelgroep

De factsheets kwaliteitsprofielen bieden informatie aan bestuurders en beleidsmakers, die zich snel willen oriënteren op openbare verlichting en de mogelijkheden om door het toepassen van moderne technologie kwaliteitsverbetering, energiebesparing en kostenreductie te realiseren. Daarnaast zijn de factsheets geschikt voor inhoudelijk deskundigen, die met bestuurders en beleidsmakers van gedachten willen wisselen over moderne openbare verlichting.

Vragen

Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met SenterNovem te Utrecht, tel. (030) 239 34 93 of www.energiebesparingGWW.nl bezoeken.

Disclaimer

De concepten die in de factsheets kwaliteitsprofielen worden beschreven zijn voorbeelden, gebaseerd op aannames. Ze kunnen niet 1:1 worden overgenomen. Alle gegevens in deze factsheets dateren van medio 2007.

Indeling factsheets

De factsheets zijn als volgt ingedeeld:

Kenmerken van de weg

Hier wordt de betrokken situatie kort beschreven. Uitgangspunt daarbij is een 'gemiddeld voorkomende' situatie. Tenzij anders aangegeven zijn de beschrijvingen en de overige gegevens gebaseerd op een weglengte van 1 km.

Eisen aan verlichting

Hier worden de belangrijkste eisen, waaraan verlichting in deze situatie moet voldoen, kort beschreven.

Veel voorkomende situatie

Hier is een installatieconcept beschreven dat veel wordt toegepast in deze situatie.

Volgens de richtlijnen

Hier is een installatieconcept beschreven dat voldoet aan de Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR 13201-1) van de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSvV). Deze richtlijnen beschrijven hoe sociale veiligheid en verkeersveiligheid kunnen worden gerealiseerd. Van deze richtlijnen mag worden afgeweken. Het is raadzaam om een afwijking te motiveren in beleid.

Energiebesparende concepten

Hier worden één of meer energiezuinige concepten beschreven. Vaak leveren deze concepten ook een verbetering met betrekking tot de overige kwaliteitseisen op, zoals lagere kosten, minder lichthinder, hogere verkeersveiligheid e.d.

Kwaliteitsprofiel

In het kwaliteitsprofiel wordt overzichtelijk weergegeven in welke mate de verschillende concepten aan de kwaliteitseisen voldoen. Ook worden de levensduurkosten van de concepten weergegeven, zodat u zich een beeld kunt vormen van de prijs-kwaliteitsverhouding.

Detailoverzicht

In een tabel wordt tenslotte de gebruikte achtergrondinformatie gepresenteerd.

Verklaring van begrippen

Licht en lamptypes

Lichtkwaliteit

Voor een goede lichtkwaliteit is de lichtsterkte van groot belang. Het licht dient een minimale sterkte te hebben. Anderzijds mag het licht ook weer niet te sterk zijn, omdat dit leidt tot lichthinder. Lichtsterkte wordt uitgedrukt in lux. Daarnaast is de gelijkmatigheid van de verlichting belangrijk. De gelijkmatigheid is een verhoudingsgetal, aangegeven met U_h . Daarbij geldt: hoe hoger het getal, hoe beter de gelijkmatigheid.

M.b.t. lichtkwaliteit wordt in de tabellen soms een score hoger dan 10 aangegeven. Dit houdt in dat op sommige tijden ('s nachts) meer licht wordt geproduceerd dan strikt noodzakelijk is, wat kan leiden tot lichthinder.

Led

Led staat voor light emitting diode. De toepassing van leds bespaart aanzienlijk op het energieverbruik. De led-technologie ontwikkelt zich stormachtig. De rendementen en lichtopbrengsten zullen nog sterk verbeteren in de (nabije) toekomst. De prijzen zullen waarschijnlijk verder dalen.

Overige lamptypen

Er zijn veel verschillende soorten lamptypen. In de factsheets kwaliteitsprofielen worden de volgende types benoemd. Ze worden niet uitvoerig beschreven.

TLEM	TL-lamp (verouderd en niet meer leverbaar)
TLE	Cirkelvormige TL-lamp
PL	Compacte fluorescentielamp
SOX	Lagedruk Natrium-lamp (oranje/geel licht)
SON	Hogedruk Natrium-lamp (geel/wit licht)
SON-T	Hogedruk Natrium-lamp tubulair (buisvormig)
CPO-TT	Gasontladingslamp met keramisch element

Ieder lamptype wordt in verschillende vermogens geleverd.

Dimmen

Dimmen

Vroeger werden lampen vaak om en om gedoofd om energie en kosten te besparen. Dit geeft een vlekkelig lichtbeeld en voldoet daarom niet aan de richtlijn voor gelijkmatigheid. Door licht te dimmen wordt ook energie bespaard, terwijl de gelijkmatigheid gehandhaafd blijft. We onderscheiden twee vormen van dimmen: statisch en dynamisch.

Statisch dimmen

Met statisch dimmen wordt het lichtniveau op vaste tijden op een lager niveau ingesteld. Dit kan worden gerealiseerd door een relatief eenvoudige technische uitbreiding in de lichtmasten.

Dynamisch dimmen

Met dynamisch dimmen wordt het lichtniveau afhankelijk van omgevingsvariabelen geregeld. Dit kunnen factoren zijn als: de hoeveelheid omgevingslicht, het weer of de verkeersintensiteit.

Dit is te realiseren door een technische uitbreiding in de lichtmasten en het voedingsnet en het toevoegen van een meet- en regelsysteem.

Dimregimes

Een dimregime wordt opgesteld op basis van lokale factoren als gebruiksintensiteit, doel van het gebied, ligging van de weg/het gebied, etc. Op basis van informatie over deze factoren wordt bepaald wanneer en op welke manier het licht wordt gedimd.

Veiligheid

Sociale veiligheid

Met sociale veiligheid wordt de bescherming of het zich beschermd voelen tegen gevaar van menselijk handelen in de openbare ruimte bedoeld. Ieder energiebesparend concept in de factsheets kwaliteitsprofielen voldoet aan de Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR 13201-1) van de NSvV. De sociale veiligheid is dan ook bij ieder concept voldoende gewaarborgd en heeft daarom de waardering 'voldoende'.

Verkeersveiligheid

Met deze term wordt de mate van veiligheid in het verkeer aangegeven. Ieder energiebesparend concept in de factsheets kwaliteitsprofielen voldoet aan de NPR 13201-1. De verkeersveiligheid is dan ook bij ieder concept voldoende gewaarborgd en heeft daarom de waardering 'voldoende'.

Politiekeurmerk Veilig Wonen

Het Politiekeurmerk Veilig Wonen (PKVW) geeft richtlijnen voor het gebruik van verlichting met het oog op (sociale) veiligheid. Ieder energiebesparend concept in de factsheets kwaliteitsprofielen voldoet aan dit keurmerk.

Overige begrippen

Actieve markering

Actieve markering door middel van leds wordt gebruikt in bochten en op andere plaatsen met verhoogd risico, zoals oversteekplaatsen. Deze markering kan onder bepaalde voorwaarden de traditionele verlichting vervangen. Dit leidt tot een aanzienlijke vermindering van het energieverbruik.

Fantoomeffect

Het glas voor de (witte) lamp van een verkeerslicht is gekleurd. Als de zon op het gekleurde glas schijnt, is het gereflecteerde licht automatisch ook gekleurd. Het lijkt daardoor alsof de lamp rood, groen of geel licht uitstraalt, ook al staat hij uit, met alle gevolgen voor de verkeersveiligheid. Dit is het zogenaamde 'fantoomeffect'.

Leds hebben dit effect niet. Bij leds wekken de diodes zelf direct het gekleurde licht op. Het glas ervoor is kleurloos. Als de zon op een led schijnt, wordt grijs licht gereflecteerd.

Levensduurkosten (TCO 20 jr.)

TCO staat voor Total Cost of Ownership. Dit zijn de kosten die gepaard gaan met het aanleggen en gebruiken van een installatie over de periode van 20 jaar. Voor elk installatieconcept worden de levensduurkosten benoemd. Uitgangspunt daarbij is nieuwbouw of renovatie. De formule voor de berekening is in alle gevallen:

$$TCO = I + 20 \cdot (O + (E + P^{20}) / 2)$$

Waarbij I = investeringskosten

O = onderhoudskosten per jaar (exclusief schilderkosten)

E = energiekosten eerste jaar

P = index voor de verwachte jaarlijkse prijsontwikkeling van elektriciteit de komende 20 jaar. Uitgangspunt is een stijging met 5% per jaar.

Fietspad/wandelpad

Kenmerken van de weg

Het fietspad wordt gebruikt voor woon-, werk- en schoolverkeer. Het pad is 3 meter breed en loopt niet parallel aan autoroutes. Het pad loopt door een woonwijk en deels door een park.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

De verlichting moet vooral zorgen voor verkeersveiligheid en sociale veiligheid. Voor de sociale veiligheid kan een armatuur worden gekozen dat meer van de omgeving verlicht. In het park speelt ook het voorkomen van lichthinder voor de natuur een rol.

Veel voorkomende situatie

Het pad wordt verlicht met 25 lichtmasten van 4 meter hoog die om de 40 meter zijn geplaatst. De armaturen zijn voorzien van ronde TLE-lampen van 40 Watt. De lichtsterkte is 3,7 lux en de gelijkmatigheid is 0,05. Deze verlichting is zeer vlekkerig en verblindend.

Volgens de richtlijnen

Het aantal masten wordt uitgebreid tot 32. De masten worden om de 31 meter geplaatst en

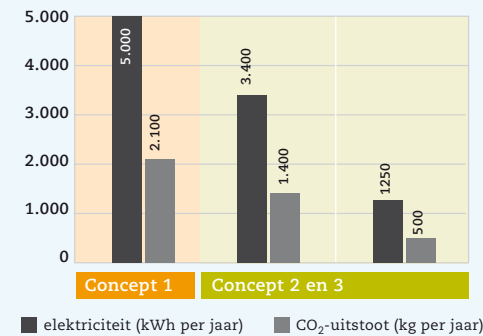
voorzien van een PL-lamp van 24 Watt. De lichtsterkte is 3,3 lux en de gelijkmatigheid 0,2. Deze verlichting is minder verblindend en een stuk gelijkmatiger. Bijkomend voordeel is een forse energie- en kostenbesparing.

Opstelling met nachtschakeling

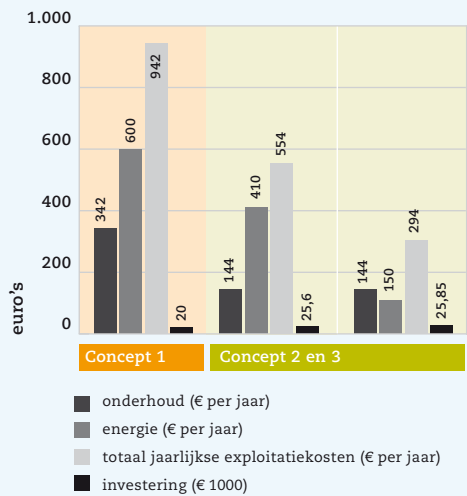
De opstelling met de PL-lampen van 24 Watt wordt voorzien van een nachtschakeling. Hiermee wordt de verlichting uitgeschakeld tussen 23.00 uur en zonsopgang. Daardoor wordt het gebruik van het fietspad in het donker ontmoedigd, wat de sociale veiligheid vergroot. Deze mogelijkheid is alleen aan te raden als er een sociaal veilige alternatieve route is.

Samenvattend	Concept 1	Concept 2	Concept 3
	Veel voorkomend	Energiezuinig	Energiezuinig
	TLE	PL	PL uit
 Verkeersveiligheid	+++	+++	+++
 Sociale veiligheid	+++	+++	+++
 Energieprestatie	++	+++	+++++
 Lichtkwaliteit	+++	+++++	+++++
 Donkerte	++++	+++	+++++
 Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	48.700	43.400	34.100

Energieverbruik Fietspad/wandelpad



Kosten Fietspad/wandelpad



Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Detailoverzicht Fietspad/wandelpad

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
Installatieconcept	Veel voorkomend	Energiezuinig	Energiezuinig
titel	TLE	PL	PL uit
masthoogte (m)	4	4	4
aantal masten	25	32	32
lamptype	TLE, 40 W	PL, 24 W	PL, 24 W
Energieverbruik	147%	100%	37%
per mast [W]	49	26	26
per jaar [kWh]	5.000	3.400	1.250
CO ₂ -uitstoot [kg]	2.100	1.400	500
Licht/donker			
score lichtkwaliteit	5	10	10
score donkerte	7	6	9
Investering [€]	78%	100%	101%
masten	7.500	9.600	9.600
armaturen	6.250	8.000	8.000
aansluitkosten	6.250	8.000	8.000
nachtschakeling			250
Totaal investering	20.000	25.600	25.850
Exploitatiekosten [€/jaar]	170%	100%	53%
lampvervangning	300	120	120
storingen lampen	42	24	24
energie	600	410	150
Totaal exploitatiekosten	942	554	294
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	48.700	43.400	34.100

Woonstraat in een 30 km/h-zone

Kenmerken van de weg

De weg loopt door een woonwijk en is 5 meter breed. Aan weerszijden van de straat ligt een trottoir van 2 meter breed. De weg wordt gebruikt door fietsers, voetgangers en auto's.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

De verlichting van deze weg moet vooral zorgen voor leefbaarheid en veiligheid. Het licht moet voldoende krachtig zijn en goed verspreid om te zorgen voor goed (over)zicht van de weg. Het licht mag echter ook niet te sterk zijn, omdat dit hinderlijk kan zijn voor omwonenden.

Veel voorkomende situatie

Langs de weg staan om de 20 meter lichtmasten van 4 meter hoog, in totaal 50 stuks. De armaturen zijn voorzien van een TLEM-lamp van 40 Watt. De lichtsterkte (5,4 lux) is te hoog en de gelijkmatigheid (0,18) is te laag volgens de richtlijnen van de NSvV.

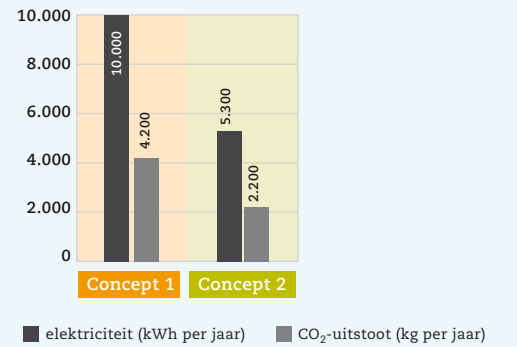
Volgens de richtlijnen én energiezuinig

De masten blijven staan. De armaturen worden vervangen door armaturen met een PL-lamp van 24 Watt. De lichtsterkte is dan 3 lux en de gelijkmatigheid is 0,28. Bijkomend voordeel is een forse energie- en kostenbesparing.

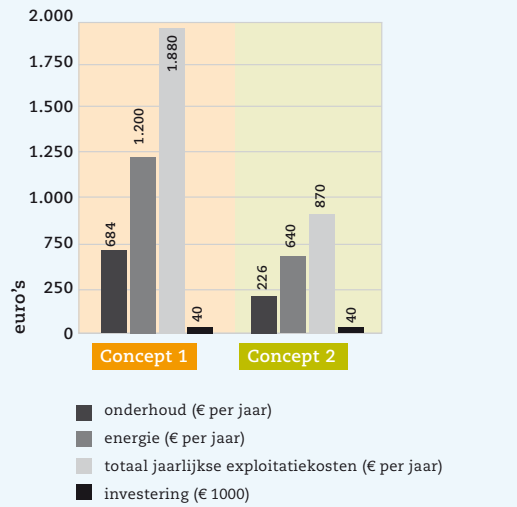
Samenvattend

	Concept 1	Concept 2
	Veel voorkomend	Energiezuinig
	TLEM	PL
 Verkeersveiligheid	+ + +	+ + +
 Sociale veiligheid	+ + +	+ + +
 Energieprestatie	+	+ + +
 Lichtkwaliteit	+ + + +	+ + + + +
 Donkerte	+ +	+ + +
 Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	97.400	68.000

Energieverbruik Woonstraat 30 km/h



Kosten Woonstraat 30 km/h



Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Detailoverzicht Woonstraat in een 30 km/h-zone

	Concept 1	Concept 2
Installatieconcept	Veel voorkomend	Energiezuinig
titel	TLEM	PL
masthoogte (m)	4	4
aantal masten	50	50
lamptype	TLEM, 40 W	PL, 24 W
Energieverbruik	189%	100%
per mast [W]	49	26
per jaar [kWh]	10.000	5.300
CO ₂ -uitstoot [kg]	4.200	2.200
Licht/donker		
score lichtkwaliteit *	12	10
score donkerte	4	6
Investering [€]	100%	100%
masten	15.000	15.000
armaturen	12.500	12.500
aansluitkosten	12.500	12.500
Totaal	40.000	40.000
Exploitatiekosten [€/jaar]	216%	100%
lampvervangning	600	188
storingen lampen	84	38
energie	1.200	640
Totaal exploitatiekosten	1.880	870
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	97.400	68.000

* een score hoger dan 10 houdt in dat de lichtsterkte hoger is dan noodzakelijk. Dit kan leiden tot lichthinder.

Woonstraat 50 km/h

Kenmerken van de weg

De woonstraat ligt in een woonwijk en is 6 meter breed. Aan weerszijden van de weg loopt een trottoir. De aangrenzende woningen staan niet direct aan de weg, zodat er ruimte is voor wat begroeiing. Er zijn parkeervakken aangebracht. De straat wordt gebruikt door fietsers, voetgangers en auto's.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

Omdat de weg door een woonwijk loopt, moet de verlichting vooral zorgen voor sociale veiligheid en verkeersveiligheid. Naast het wegdek moeten ook de trottoirs en de parkeervakken goed zichtbaar zijn. In verband met de sociale veiligheid is het belangrijk dat mensen zichtbaar en herkenbaar zijn.

Veel voorkomende situatie

De straat wordt verlicht door 40 lichtmasten van 6 meter hoog in een zogenaamde zig-zag-opstelling. De armaturen bevatten SOX-lampen van 35 Watt, die geel licht leveren. De lichtsterkte is 5,1 lux en de gelijkmatigheid 0,22.

Deze opstelling voldoet aan de richtlijnen van de NSvV. Het gele licht maakt het echter moeilijk om mensen te herkennen.

Opstelling met wit licht

Als de lichtkleur wordt verbeterd van geel naar wit, verbetert de lichtkwaliteit en wordt het makkelijker om mensen te herkennen. De masten kunnen blijven staan. De armaturen worden vervangen door armaturen met een PL-lamp van 55 Watt. Deze opstelling voldoet ook aan de richtlijn. De lichtsterkte is 4,9 lux en de gelijkmatigheid 0,21. Nadeel van deze opstelling is dat het energieverbruik en de energiekosten sterk toenemen.

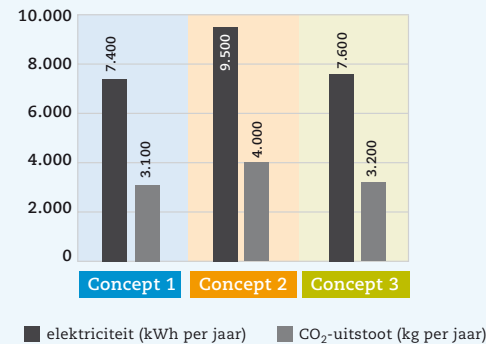
Opstelling met dimmogelijkheid

De opstelling met de PL-lampen van 55 Watt kan worden voorzien van een diminstallatie. Als het licht daarmee wordt gedimd tot 50% tussen 23.00 uur en zonsopgang neemt de lichthinder voor omwonenden sterk af. Boven-dien levert dit energie- en kostenbesparing op.

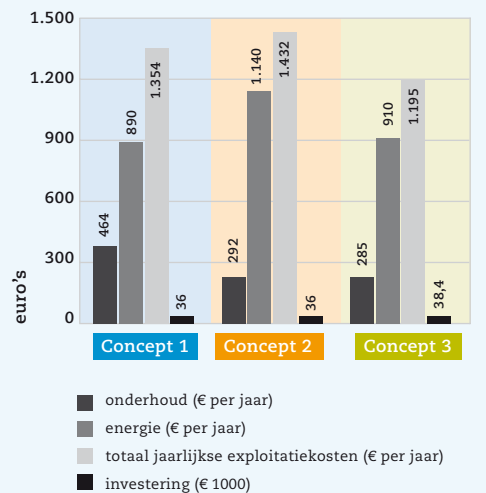
Samenvattend

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
	Veel voorkomend	Sociaal veiliger	Energiezuinig
	SOX	PL	PL gedimd
 Verkeersveiligheid	+	+	+
 Sociale veiligheid	+	+	+
 Energieprestatie	+	+	+
 Lichtkwaliteit	+	+	+
 Donkerte	+	+	+
 Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	77.700	83.400	77.400

Energieverbruik Woonstraat 50 km/h



Kosten Woonstraat 50 km/h



Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Detailoverzicht Woonstraat 50 km/h

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
Installatieconcept	Veel voorkomend	Sociaal veiliger	Energiezuinig
titel	SOX	PL	PL gedimd
masthoogte (m)	6	6	6
aantal masten	40	40	40
lamptype	SOX, 35 W	PL, 55 W	PL, 55 W
Energieverbruik	78%	100%	80%
per mast [W]	45	58	58
per jaar [kWh]	7.400	9.500	7.600
CO ₂ -uitstoot [kg]	3.100	4.000	3.200
Licht/donker			
score lichtkwaliteit	7	10	8
score donkerte	6	6	8
Investering [€]	100%	100%	107%
masten	16.000	16.000	16.000
armaturen	10.000	10.000	10.000
aansluitkosten	10.000	10.000	10.000
dimmen			2.400
Totaal investering	36.000	36.000	38.400
Exploitatiekosten [€/jaar]	95%	100%	83%
lampvervanging	400	250	250
storingen lampen	64	42	35
energie	890	1.140	910
Totaal exploitatiekosten	1.354	1.432	1.195
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	77.700	83.400	77.400

Winkelgebied

Kenmerken van de weg

Het winkelgebied is een voetgangerszone, waar een verbod voor fiets- en autoverkeer geldt. Aan weerszijden van de straat zijn winkels gevestigd. Boven de winkels wordt gewoond. De weg is van gevel tot gevel 9 meter breed.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

Verlichting in een winkelgebied moet vooral zorgen voor een prettige sfeer en esthetische waarde. Na winkelsluitingstijd is sociale veiligheid belangrijk, omdat er dan minder mensen op straat zijn.

Veel voorkomende situatie

De verlichting bestaat uit masten van 8 meter hoog die om de 36 meter zijn geplaatst. De armaturen zijn voorzien van SON-T-lampen van 100 W, die goudgeel licht produceren. De lichtsterkte is 15,2 lux en de gelijkmatigheid 0,31. Deze opstelling voldoet aan de richtlijnen van de NSvV.

Opstelling met wit licht

Winkelend publiek vindt warm wit licht prettiger dan goudgeel licht. Om aan deze wens te voldoen wordt het armatuur vervangen door een armatuur met een CPO-TT lamp van 140 Watt. De masten kunnen blijven staan. Het lichtniveau blijft daarbij vergelijkbaar. Nadeel van deze opstelling is dat het energieverbruik en de energiekosten sterk toenemen.

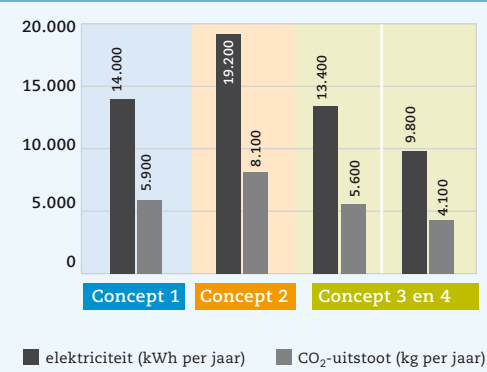
Opstelling met dimbare witte verlichting

De opstelling met wit licht wordt gedimd. Lichtreductie tot 50% is dan mogelijk. Voorzaken zijn, dat het energieverbruik afneemt en dat omwonenden minder lichthinder ondervinden.

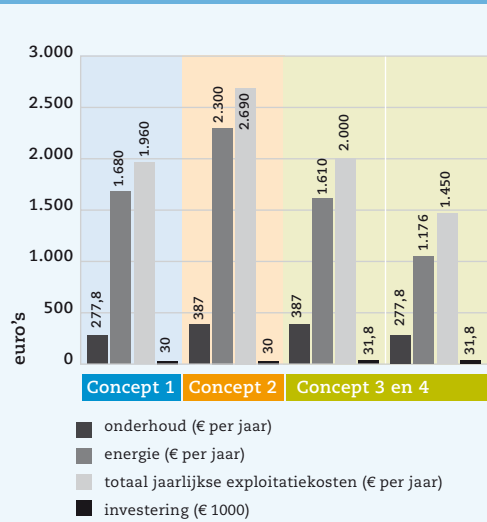
Opstelling met dimbare goudgele verlichting

Als de kwaliteit van het goudgele licht acceptabel is, kan ook deze verlichting gedimd worden. Het energieverbruik en de lichthinder nemen verder af.

Energieverbruik Winkelgebied



Kosten Winkelgebied



Samenvattend

	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4
	Veel voorkomend	Sfeervoller	Energiezuinig	Energiezuinig
	Goudgeel	Wit	Wit gedimd	Goudgeel gedimd
Verkeersveiligheid	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Sociale veiligheid	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Energieprestatie	+ + + +	+ + +	+ + + +	+ + + + +
Lichtkwaliteit	+ + + +	+ + + +	+ + + + +	+ + + + +
Donkerte	+ + +	+ + +	+ + + +	+ + + +
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	97.000	121.800	98.400	92.100

Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Detailoverzicht Winkelgebied

	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4
Installatieconcept	Veel voorkomend	Sfeervoller	Energiezuinig	Energiezuinig
titel	goudgeel	wit	wit gedimd	goudgeel gedimd
masthoogte (m)	8	8	8	8
aantal masten	30	30	30	30
lamptype	SON-T, 100 W	CPO-T, 140 W	CPO-T, 140 W	SON-T, 100 W
Energieverbruik	73%	100%	70%	51%
per mast [W]	114	156	156	114
per jaar [kWh]	14.000	19.200	13.400	9800
CO ₂ -uitstoot [kg]	5.900	8.100	5.600	4100
Licht/donker				
score lichtkwaliteit *	7	12	10	10
score donkerte	5	5	7	7
Investering [€]	100%	100%	106%	106%
masten	15.000	15.000	15.000	15.000
armaturen	7.500	7.500	7.500	7.500
aansluitkosten	7.500	7.500	7.500	7.500
dimmen			1.800	1.800
Totaal investering	30.000	30.000	31.800	31.800
Exploitatiekosten [€/jaar]	73%	100%	74%	74%
lampvervangning	240	337,5	337,5	240
storingen lampen	37,8	49,5	49,5	37,8
energie	1.680	2.300	1.610	1.176
Totaal exploitatiekosten	1.960	2.690	2.000	1.450
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	97.000	121.800	98.400	92.100

* een score hoger dan 10 houdt in dat de lichtsterkte hoger is dan noodzakelijk. Dit kan leiden tot lichthinder.

Rotonde

Kenmerken van de situatie

De rotonde heeft een diameter van 30 meter en verbindt twee kruisende wegen met elkaar. Hij wordt gebruikt door gemotoriseerd verkeer en door fietsers.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

De verlichting moet vooral zorgen voor verkeersveiligheid. Verkeer dat zich naar de rotonde beweegt of zich op of bij de rotonde bevindt, moet goed zichtbaar zijn.

Veel voorkomende situatie

De verlichting bestaat uit een centrale mast van 8 meter hoog midden op de rotonde. Aan de mast zijn 4 armaturen bevestigd. Rondom de rotonde staan nog 4 masten van 8 meter hoog, met elk 1 armatuur. Alle 8 armaturen zijn voorzien van SON-T lampen van 70 Watt. Deze opstelling voorziet in een zeer hoge lichtsterkte, die in de meeste gevallen onnodig is en lichthinder kan veroorzaken.

Led-markering

De centrale mast wordt verwijderd. De rotonderand wordt voorzien van markering in de vorm van led-verlichting. De eventuele lichthinder voor omwonenden neemt hierdoor af. Bijkomend voordeel is een forse energie- en kostenbesparing.

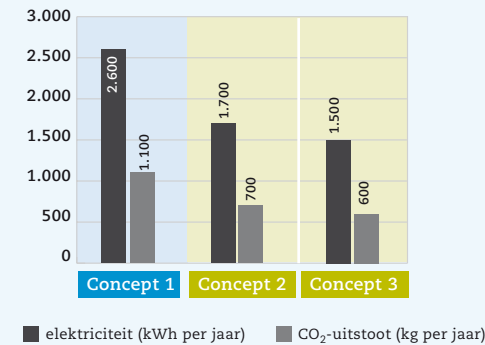
Opstelling met dimmogelijkheid

Ook in deze opstelling wordt de centrale mast verwijderd en de rotonderand voorzien van led-markering. De 4 masten rondom de rotonde worden dynamisch gedimd, afhankelijk van de verkeersintensiteit. Hierdoor blijft de verkeersveiligheid gewaarborgd. De energiekosten en de eventuele lichthinder voor omwonenden nemen verder af.

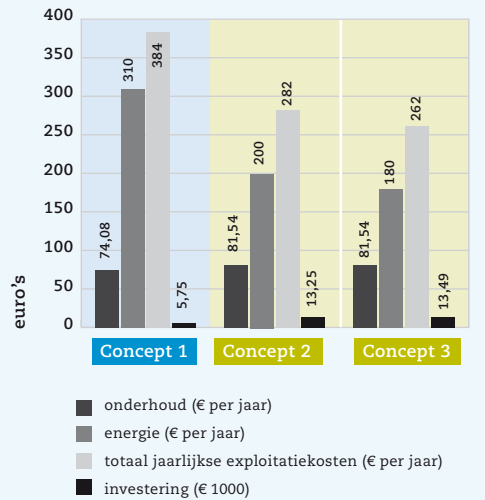
Samenvattend

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
	Veel voorkomend	Energiezuinig	Energiezuinig
	SON-T	Leds	Leds + dimmen
 Verkeersveiligheid	+ + +	+ + +	+ + +
 Sociale veiligheid	+ + +	+ + +	+ + +
 Energieprestatie	+ +	+ + +	+ + +
 Lichtkwaliteit	+ + + +	+ + + +	+ + + +
 Donkerte	+ +	+ + + +	+ + + + +
 Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	18.500	22.200	21.700

Energieverbruik Rotonde



Kosten Rotonde



Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Detailoverzicht Rotonde

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
Installatieconcept	Veel voorkomend	Energiezuinig	Energiezuinig
titel	SON-T	leds	leds + dimmen
masthoogte (m)	8	8	8
aantal masten	5	4	4
lamptype	SON-T, 70 W	SON-T, 70 W	SON-T, 70 W
aantal armaturen	8	4	4
aantal leds		50	50
Energieverbruik	153%	100%	88%
per armatuur [W]	80	80	80
per led [W]		2	2
per jaar [kWh]	2.600	1.700	1.500
CO ₂ -uitstoot [kg]	1.100	700	600
Licht/donker			
score lichtkwaliteit	12	8	7
score donkerte	5	7	9
Investering [€]	43%	100%	102%
masten	2.500	2.000	2.000
armaturen	2.000	1.000	1.000
aansluitkosten	1.250	1.250	1.250
dimmen			240
led		9.000	9.000
Totaal investering	5.750	13.250	13.490
Exploitatiekosten [€/jaar]	73%	100%	93%
lampvervang	64	32	32
storingen lampen	10,08	5,04	5,04
uitval leds		44,5	44,5
energie	310	200	180
Totaal exploitatiekosten	384	282	262
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	18.500	22.200	21.700

Ontsluitingsweg

Kenmerken van de weg

De weg ligt buiten de bebouwde kom en heeft een breedte van 7 meter. De maximumsnelheid is 80 km/uur. De weg heeft twee flauwe S-bochten en enkele oversteekplaatsen voor voetgangers.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

Bij het verlichten van deze weg is vooral de verkeersveiligheid belangrijk. Met name de bochten en de oversteekplaatsen moeten overzichtelijk zijn.

Veel voorkomende situatie

Er wordt oriëntatieverlichting gebruikt. De weg wordt verlicht door 11 lichtmasten van 6 meter hoog. Deze zijn voorzien van een lagedruk natriumlamp (SOX) van 35 Watt, die geel licht produceert. Deze opstelling voldoet vanuit oogpunt van verkeersveiligheid niet aan de richtlijnen van de NSvV.

Volgens de richtlijnen

Het aantal masten wordt uitgebreid tot 30. De masten worden voorzien van SON-lampen

van 70 Watt. Nadeel van deze opstelling is dat het energieverbruik en de energiekosten sterk toenemen.

Opstelling met dimmogelijkheid

De opstelling met de SON-lampen van 70 Watt wordt voorzien van een diminstallatie. Hierbij zijn 2 varianten mogelijk:

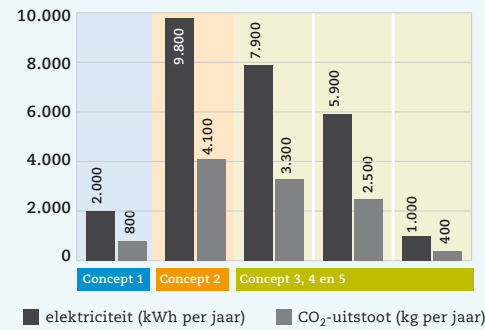
- Statisch dimmen tot 50% van het lichtniveau tussen 23.00 en zonsopgang;
- Dynamisch dimmen: hetzelfde dimregime, maar dan op basis van de verkeersintensiteit.

Actieve markering

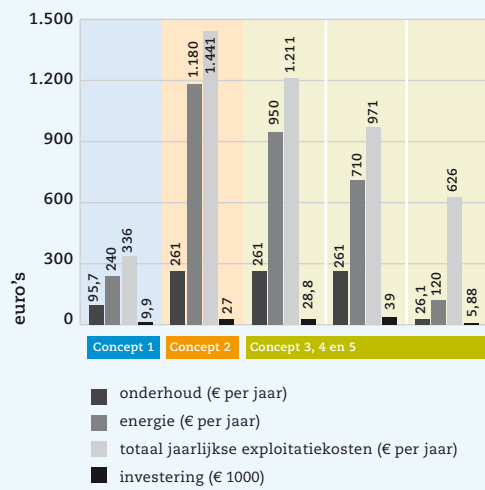
Een moderne manier van verlichten bestaat uit actieve markering met leds in de bochten, aangevuld met 9 lichtmasten voorzien van dimbare SON-lampen van 70 Watt voor de oversteekplaatsen.

Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Energieverbruik Ontsluitingsweg



Kosten Ontsluitingsweg



Samenvattend

	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Concept 5
	Veel voorkomend	Volgens richtlijn	Energiezuinig	Energiezuinig	Energiezuinig
	SOX	SON	SON statisch gedimd	SON dynamisch gedimd	Actieve markering
Verkeersveiligheid	+	+	+	+	+
Sociale veiligheid	+	+	+	+	+
Energieprestatie	+	+	+	+	+
Lichtkwaliteit	+	+	+	+	+
Donkerte	+	+	+	+	+
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	20.700	75.300	68.700	70.200	20.400

Detailoverzicht Ontsluitingsweg

	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Concept 5
Installatieconcept	Veel voorkomend	Volgens richtlijn	Energiezuinig	Energiezuinig	Energiezuinig
titel	SOX	SON	SON statisch gedimd	SON dynamisch gedimd	Actieve markering
masthoogte (m)	6	6	6	6	6
aantal masten	11	30	30	30	3
lamptype	SOX , 35 W	SON, 70 W	SON, 70 W	SON, 70 W	SON, 70 W
aantal led solar					30
Energieverbruik	20%	100%	81%	60%	10%
per mast [W]	45	80	80	80	80
per jaar [kWh]	2.000	9.800	7.900	5.900	1.000
CO ₂ -uitstoot [kg]	800	4.100	3.300	2.500	400
Licht/donker					
score lichtkwaliteit *	5	12	10	10	7
score donkerte	6	3	4	5	8
Investering [€]	37%	100%	107%	144%	22%
masten	4.400	12.000	12.000	1.2000	1.200
armaturen	2.750	7500	7.500	7.500	750
aansluitkosten	2750	7.500	7500	7.500	750
dimmen	0	0	1.800	12.000	180
leds					3.000
Totaal investering	9.900	27.000	28.800	39.000	5.880
Exploitatiekosten [€/jaar]	23%	100%	84%	67%	43%
lampvervang	82,5	225	225	225	22,5
storingen lampen	13,2	36	36	36	3,6
energie	240	1180	950	710	120
vervangen/storingen leds					480
Totaal exploitatiekosten	336	1.441	1.211	971	626
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	20.700	75.300	68.700	70.200	20.400

* een score hoger dan 10 houdt in dat de lichtsterkte hoger is dan noodzakelijk. Dit kan leiden tot lichthinder.

Uitgave en samenstelling:
SenterNovem en Provincie Utrecht

Bedrijventerrein

Kenmerken van het terrein

Op het bedrijventerrein bevinden zich zowel kantoren als productiebedrijven. De wegen op het terrein worden voornamelijk gebruikt door auto's en vrachtverkeer. De wegen zijn 6 meter breed en worden aan één kant geflankeerd door een trottoir van 2 meter. De maximale snelheid is 50 km/uur.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

Het is belangrijk dat het verkeer gemakkelijk, snel en veilig zijn weg kan vinden. De verlichting moet daarom vooral zorgen voor verkeersveiligheid en doorstroming. Buiten werktijden wordt het terrein alleen nog verlicht met het oog op sociale veiligheid.

Veel voorkomende situatie

Het terrein wordt verlicht met 31 lichtmasten van 6 meter hoog, die om de 33 meter staan opgesteld. De masten zijn voorzien van SOX-lampen van 35 Watt, die geel licht produceren. De lichtsterkte is 5,5 lux en de gelijkmatigheid is 0,2. Deze opstelling voldoet aan de richtlijnen van de NSvV.

Samenvattend

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
	Veel voorkomend	Hogere lichtkwaliteit	Energiezuinig
	SOX	PL	PL gedimd
 Verkeersveiligheid	+ + +	+ + +	+ + +
 Sociale veiligheid	+ + +	+ + +	+ + +
 Energieprestatie	+ + + +	+ + +	+ + + +
 Lichtkwaliteit	+ + + +	+ + + + +	+ + + +
 Donkerte	+ + +	+ + +	+ + + +
 Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	50.100	54.900	50.200

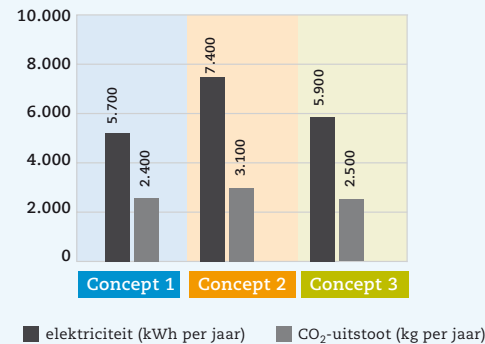
Hogere lichtkwaliteit

De lichtkwaliteit kan verhoogd worden door in plaats van geel licht wit licht toe te passen. De bestaande masten kunnen blijven staan. De armaturen worden vervangen door armaturen met een PL-lamp van 55 Watt, die wit licht produceert. De lichtsterkte is nu 5,2 lux en de gelijkmatigheid is 0,22. Nadeel van deze opstelling is dat het energieverbruik en de energiekosten sterk toenemen.

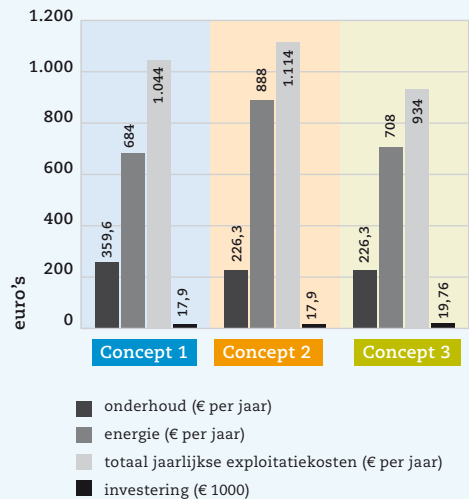
Opstelling met dimmogelijkheid

De opstelling met de PL-lampen van 55 Watt wordt voorzien van een diminstallatie. Als het licht daarmee wordt gedimd tot 50% tussen 23.00 uur en zonsopgang, levert dit energie- en kostenbesparing op. Afhankelijk van de ligging van het terrein neemt ook de eventuele licht-hinder voor omwonenden en/of omringende natuur af. Dimmen is alleen raadzaam na goed overleg met de ondernemers, waarvan de uitkomsten in beleid worden vastgelegd.

Energieverbruik Bedrijventerrein



Kosten Bedrijventerrein



Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Detailoverzicht Bedrijventerrein

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
Installatieconcept	Veel voorkomend	Hogere lichtkwaliteit	Energiezuinig
titel	SOX	PL	PL gedimd
masthoogte (m)	6	6	6
aantal masten	31	31	31
lamptype	SOX, 35 W	PL, 55 W	PL, 55 W
Energieverbruik	77%	100%	80%
per mast [W]	45	58	58
per jaar [kWh]	5.700	7.400	5.900
CO ₂ -uitstoot [kg]	2.400	3.100	2.500
Licht/donker			
score lichtkwaliteit	7	10	8
score donkerte	5	5	8
Investering [€]	100%	100%	110%
masten	2.400	2.400	2.400
armaturen	7.750	7.750	7.750
aansluitkosten	7.750	7.750	7.750
dimmen			1.860
Totaal investeringen	17.900	17.900	19.760
Exploitatiekosten [€/jaar]	94%	100%	84%
lampvervanging	310	193,75	193,75
storingen lampen	49,6	32,55	32,55
energie	684	888	708
Totaal exploitatiekosten	1.044	1.114	934
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	50.100	54.900	50.200

Parkeerterrein

Kenmerken van het terrein

Het parkeerterrein ligt bij een sportpark en heeft een oppervlakte van 35 bij 80 meter. De parkeerplaatsen worden gebruikt door de leden en bezoekers van de sportverenigingen. De verlichting is aangesloten op het netwerk van de openbare verlichting.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

Gedurende de periode dat het parkeerterrein wordt gebruikt, zijn met name sociale veiligheid en verkeersveiligheid belangrijk. Op momenten dat het terrein niet gebruikt wordt, is verlichting niet noodzakelijk.

Veel voorkomende situatie

De verlichting bestaat uit 15 masten van 4 meter hoog, die gelijkmatig zijn verdeeld over het terrein. De masten zijn voorzien van PL-lampen van 36 Watt. De lichtsterkte is 4,8 lux en de gelijkmatigheid bedraagt 0,42. Deze opstelling voldoet aan de richtlijnen van de NSvV.

Opstelling met dimmogelijkheid

De opstelling wordt voorzien van een dim-installatie. Als het licht daarmee wordt gedimd tot 50% tussen 23.00 uur en zonsopgang, levert dit energie- en kostenbesparing op. Afhankelijk van de ligging van het terrein neemt ook de eventuele lichthinder voor omwonenden en/of omringende natuur af.

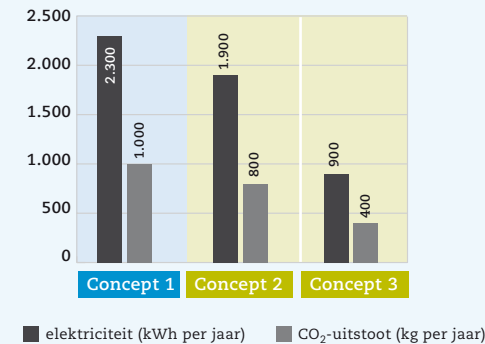
Uitschakelen

De verlichting wordt helemaal uitgeschakeld tussen 23.00 uur, zonsopgang of nadat de laatste gebruiker het terrein heeft verlaten. Dit levert verdergaande reductie van energiekosten en eventuele lichthinder op.

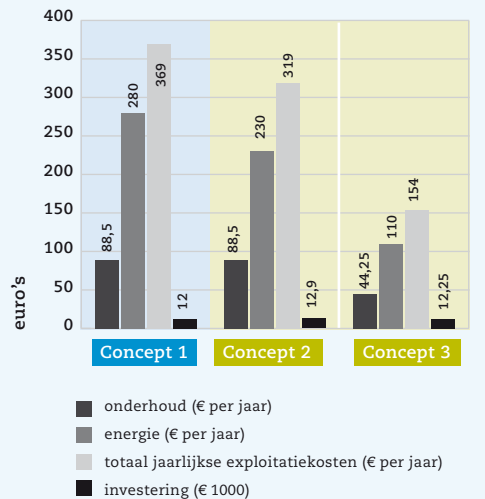
Samenvattend

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
	Veel voorkomend	Energiezuinig	Energiezuinig
	PL	PL gedimd	PL uit
 Verkeersveiligheid	+	+	+
 Sociale veiligheid	+	+	+
 Energieprestatie	+	+	+
 Lichtkwaliteit	+	+	+
 Donkerte	+	+	+
 Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	24.000	23.100	17.100

Energieverbruik Parkeerterrein



Kosten Parkeerterrein



Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Detailoverzicht Parkeerterrein

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
Installatieconcept	Veel voorkomend	Energiezuinig	Energiezuinig
titel	PL	PL gedimd	PL uit
masthoogte (m)	4	4	4
aantal masten	15	15	15
lamptype	PL, 36 W	PL, 36 W	PL, 36 W
Energieverbruik	100%	83%	39%
per mast [W]	38	38	38
per jaar [kWh]	2.300	1.900	900
CO ₂ -uitstoot [kg]	1.000	800	400
Licht/donker			
score lichtkwaliteit	10	8	8
score donkerte	6	7	9
Investering [€]	100%	108%	102%
masten	4.500	4.500	4.500
armaturen	3.750	3.750	3.750
aansluitkosten	3.750	3.750	3.750
dimmen		900	250
Totaal investering	12.000	12.900	12.250
Exploitatiekosten [€/jaar]	100%	86%	42%
lampvervangning	75	75	37,5
storingen lampen	13,5	13,5	6,75
energie	280	230	110
Totaal exploitatiekosten	369	319	154
Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	24.000	23.100	17.100

Verkeersregelininstallatie

Kenmerken van de weg

De verkeersregelininstallatie (VRI) bevindt zich op een kruising van twee wegen. De installatie bestaat uit 16 lantaarns. 10 Lantaarns regelen de wegen (elk 3 lampen). 6 Lantaarns regelen de oversteekplaatsen voor voetgangers en fietsers (elk voorzien van 2 lampen). De installatie werkt 365 dagen per jaar gedurende 24 uur per dag.

Aan welke eisen moet de verlichting voldoen?

De installatie moet zorgen voor verkeersveiligheid. Dit houdt in dat in alle gevallen zichtbaar is of één van de lampen brandt.

Veel voorkomende situatie

De lantaarns zijn voorzien van gloeilampen van 100 Watt. De levensduur van de gloeilampen is een half jaar. Ze moeten dus regelmatig worden vervangen. Omdat het glas van de lantaarns gekleurd is, lijkt het bij sterk invallend zonlicht alsof de lamp brandt, terwijl dat niet zo is (het zogenaamde fantoomeffect). Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties.

Kryptonlampen

De lantaarns worden voorzien van kryptonlampen van 60 Watt. De levensduur van deze lampen is een jaar. Deze lampen leveren dus zowel een besparing op energiekosten als op onderhoudskosten.

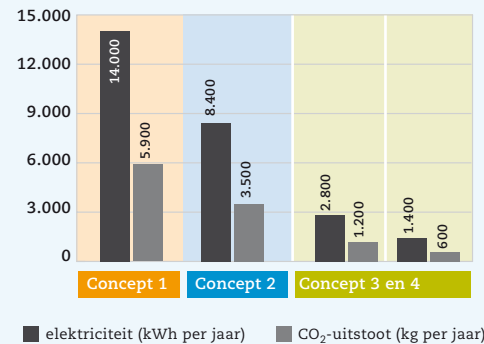
Led klasse I of II

De lantaarns worden voorzien van Led-I-lampen van 20 Watt. De levensduur van deze lampen is zo lang, dat ze niet vervangen hoeven te worden gedurende de levensduur van de totale installatie. Daardoor leveren ze, naast de forse besparing op energiekosten, ook een forse besparing op onderhoudskosten. Door Led-II-lampen van 10 Watt te gebruiken, worden de energiekosten nog eens gehalveerd. Daarnaast verhogen leds de verkeersveiligheid, omdat ze geen fantoomeffect vertonen.

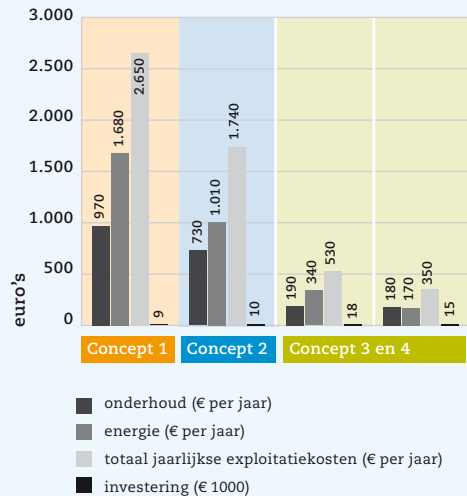
Rotonde

Het is ook mogelijk om de kruising te vervangen door een rotonde (zie desbetreffende factsheet). In dat geval vervalt het energieverbruik van de verkeersregelininstallatie helemaal.

Energieverbruik Verkeersregelininstallatie



Kosten Verkeersregelininstallatie



Samenvattend		Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4
		Veel voorkomend	Efficiënter	Energiezuinig	Energiezuinig
		Gloeilamp	Krypton	Led I	Led II
	Verkeersveiligheid	+++	+++	++++	++++
	Energieprestatie	+++	++++	+++++	+++++
	Levensduurkosten (TCO 20 jr.)	89.800	61.500	34.200	24.800

Voor een toelichting op de indeling van de factsheets en de gehanteerde begrippen, zie de binnenkant van de omslagmap.

Detailoverzicht Verkeersregelininstallatie

	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4
Installatieconcept	Veel voorkomend	Efficiënter	Energiezuinig	Energiezuinig
titel	Gloeilamp	Krypton	Led I	Led II
masthoogte (m)	4	4	4	4
aantal masten	16	16	16	16
lamptype	Gloeilamp, 100 W	Krypton, 60 W	Led I, 20 W	Led II, 10 W
Energieverbruik	100%	60%	20%	10%
per jaar [kWh]	14.000	8.400	2.800	1.400
CO ₂ -uitstoot [kg]	5.900	3.500	1.200	600
Investering [€]	100%	111%	200%	167%
armaturen	9.000	10.000	18.000	15.000
automaat/detectie	PM	PM	PM	PM
Totaal	9.000	10.000	18.000	15.000
Exploitatiekosten [€/jaar]	100%	66%	20%	13%
lampvervanging	800	560	0	0
storingen lampen	170	170	190	180
energie	1.680	1.010	340	170
Totaal exploitatiekosten	2.650	1.740	530	350
Levensduurkosten (TCO)	89.800	61.500	34.200	24.800



Energiebesparing GWW

SenterNovem, Programmabureau Energiebesparing GWW

Postbus 8242 - 3503 RE Utrecht - T 030 214 78 22

info@energiebesparingGWW.nl - www.energiebesparingGWW.nl

Publicatienummer: 1 GWW0509



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Het Programma Energiebesparing GWW wordt uitgevoerd door SenterNovem in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. SenterNovem voert beleid uit voor verschillende overheden op het gebied van innovatie, energie & klimaat, milieu & leefomgeving en draagt zo bij aan innovatie en duurzaamheid. Meer informatie: www.senternovem.nl



provincie  Utrecht

Uitgave, samenstelling en eindredactie: SenterNovem en Provincie Utrecht

Tekst / cijfers: De Kok & Partners / Infra Engineering

Vormgeving: CARTA, Utrecht

Fotografie: Hans Pattist