

Inhoud

toelichting op § 1.1 – wet- en regelgeving	2
(1) Nederlands Burgerlijk Recht.....	2
(2) Elektriciteitswet.....	2
(3) overige regelgeving.....	4
toelichting op § 3.2 – terugdringen energiegebruik.....	5
(1) samenstelling huidige installatie.....	5
(2) besparingsmogelijkheden	6
toelichting op § 4.1 – kwaliteitseisen openbare verlichting	7
(1) kwaliteitseisen verlichtingsmiddelen	7
(2) realisatiecriteria	8
toelichting op § 4.2 – uitgangspunten assortiment verlichtingsmiddelen	11
(1) uitgangspunten.....	11
(2) voorkeursassortiment	12
toelichting op § 4.2 – gemeentelijk net versus gecombineerd net.....	14
toelichting op § 5.1 – beheerplan	14
toelichting op § 5.3 – groepsremplace en reiniging.....	14
toelichting op hfst. 6 – samenvatting investering.....	15
(1) inspectierapport Dynamicom 2001	15
(2) vervangingspercentage en -patroon	15
(3) investeringskosten	16
(4) onderhoudskosten	19
(5) energiekosten	19
lexicon.....	21

toelichting op § 1.1 – wet- en regelgeving

(1) Nederlands Burgerlijk Recht

(1.1) eigendom lichtmasten

Op basis van het arrest van de Hoge Raad (nr. 16404 – 31 oktober 1997) kan worden gesteld dat een, niet aard en nagelvast met de grond verbonden object als onroerend kan worden beschouwd als de intentie tot een duurzaam gebruik ervan voldoende vast ligt. Het eigendom van het object berust derhalve, juridisch gezien, bij de eigenaar van de grond. Lichtmasten zijn naar aard en inrichting bestemd om duurzaam ter plaatse te blijven. Dit leidt tot de conclusie dat in gemeentelijke grond geplaatste lichtmasten moeten worden gezien als onroerend. Zij zijn daardoor, juridisch gezien, eigendom van de gemeente.

(1.2) aansprakelijkheid

Als gevolg van de introductie in 1992 van het huidige Burgerlijk Wetboek (BW) is een ingrijpende wijziging ontstaan in de rechtspositie van de Nederlandse gemeenten in hun functie als wegbeheerder. Op basis van boek 6 van het BW bestaat namelijk de mogelijkheid om hen aansprakelijk te stellen voor schade ten gevolge van het in ondeugdelijke staat verkeren van de opstal (Art. 6:174 BW) en voor het niet dan wel onvoldoende deugdelijk functioneren van de verlichtingsinstallatie (Art. 6:162 BW). Het aansprakelijkheidsbeginsel heeft enkel betrekking op de verkeersveiligheidsfunctie van de openbare verlichting. De sociale veiligheid alsmede de decoratieve aspecten van de openbare verlichting blijven hierbij, in zoverre deze geen invloed hebben op de verkeersveiligheid, buiten beschouwing. De aansprakelijkheid van de wegbeheerders is op deze wijze overgegaan van schuld- naar risicoaansprakelijkheid. Dit houdt in dat de gemeenten in voorkomende gevallen moeten kunnen aantonen dat hen, zowel op het gebied van verlichtingskwaliteit als wat betreft het onderhouden van de verlichtingsinstallatie, in redelijkheid niets te verwijten valt. Het ontbreken van financiën om het onderhoudsniveau op een aanvaardbaar peil te houden dan wel gebreken te verhelpen, alsmede het overdragen van het eigendom of het uitbesteden van werkzaamheden, doet de aansprakelijkheid niet teniet. Indien lichtmasten in beheer worden gegeven bij (of gehuurd of geleasd worden van) een externe partij wordt, voor de duur van de overeenkomst, de verantwoordelijkheid voor de verlichtingsinstallatie aan deze partij overgedragen. De hierbij horende wederzijdse rechten en plichten dienen, met in acht neming van het gestelde in deze paragraaf, in een overeenkomst vastgelegd te worden.

(2) Elektriciteitswet

(2.1) regionaal en landelijk netbeheer

Op 19 december 1996 is door het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie de richtlijn nr. 96/92/EG uitgevaardigd met daarin een aantal gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor elektriciteit. Ten behoeve van de uitvoering van bedoelde richtlijn is op 2 juni 1998 de Elektriciteitswet in werking getreden. Deze wet bevat regelgeving met betrekking tot de mogelijkheden voor opwekking, levering en in- en uitvoer van elektriciteit alsmede voor het beheer en de instandhouding van het hiertoe in Nederland aanwezige kabelnet. Het toezicht op de daadwerkelijke uitvoering van de wet is toevertrouwd aan de dienst uitvoering en toezicht energie (Dte). De Dte is onderdeel van de Nederlandse Mededingingsautoriteit (Nma). Een van de gevolgen van de Elektriciteitswet is dat de Nederlandse energiebedrijven hun organisatie hebben moeten splitsen in een producten en dienstenleverancier en een netbeheerder. De producten- en dienstenleverancier voorziet in de levering van o.a. elektrische energie en hieraan verwante producten. De netbeheerder is belast met het in goede staat houden van het regionale elektriciteitsdistributienet. Het landelijke elektriciteitstransportnet valt onder het beheer van de onafhankelijke landelijke netbeheerder Tennet.

(2.2) afnemers

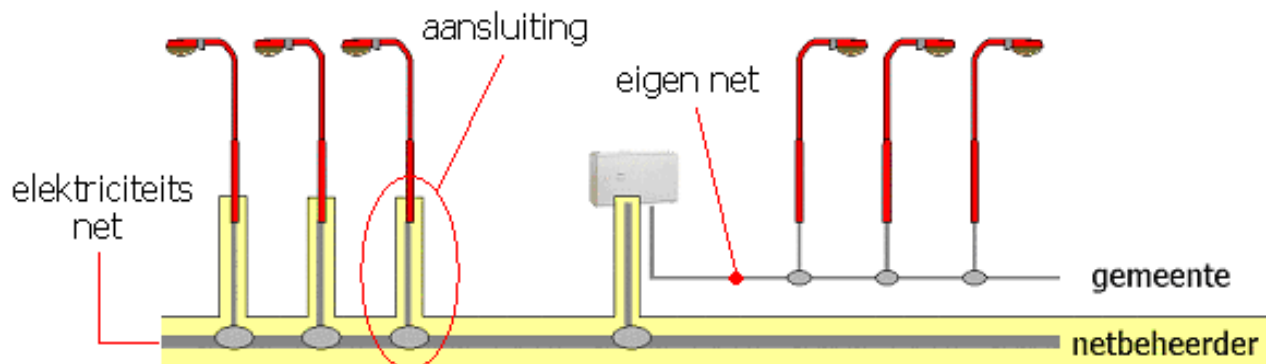
De Elektriciteitswet voorziet in drie groepen afnemers; te weten grootverbruikers (beschikbaar gesteld vermogen > 2 MW), verbruikers (> 3x80 A en een beschikbaar gesteld vermogen van ten hoogste 2 MW) en kleinverbruikers (< 3x80 A). De grootverbruikers zijn op 1 augustus 1998 vrij geworden in hun keuze van hun energieleverancier. De tweede groep verbruikers hebben keuzevrijheid gekregen met ingang van 1 januari 2002. De kleinverbruikers tenslotte worden uiterlijk in de zomer van 2004 vrij in deze keuze. De gemeente Naarden behoort tot deze gebruikersgroep.

(2.3) aansluit- en onderhoudskosten

De netbeheerder is door de overheid belast met het beheer van het net, omdat zij aan de diverse leveranciers van elektrische energie de kwaliteit van het distributienet moet garanderen. Op basis van de Elektriciteitswet is de netbeheerder vanaf 1 januari 2002 gerechtigd om voor elke aansluiting op het elektriciteitsnet een aansluittarief in rekening te brengen; gecombineerd met een jaarlijks onderhoudstarief. Een aansluiting bestaat volgens de Elektriciteitswet uit 'één of meer verbindingen tussen een net en een onroerende zaak'; de hoogte van de aansluitkosten is hierdoor afhankelijk van de wijze waarop een lichtmast, of cluster van lichtmasten, van elektrische energie worden voorzien. De lichtmasten van de gemeente Naarden zijn voor het grootste gedeelte zodanig op het elektriciteitsnet aangesloten dat zowel de aanvoer als retourleidingen van de energievoorziening van de openbare verlichting (gedeeltelijk) samenvallen met die van de overige aansluitingen, zoals bijvoorbeeld huisaansluitingen. Elke, nieuw op het net aan te sluiten lichtmast vormt hierdoor een aansluiting, waarvoor een (eenmalig) aansluit- en (jaarlijks) onderhoudstarief in rekening wordt gebracht. Een deel van de lichtmasten is middels aparte kabels, welke eigendom zijn van de gemeente, aangesloten op een op het laagspanningsnet aangesloten verdeelkast. In deze kast kan een fysieke scheiding tot stand gebracht worden tussen het elektriciteitsnet en de openbare verlichting. Het aantal aansluitingen is hierdoor gelijk aan het aantal aansluitkasten waarvoor een (eenmalig) aansluit- en (jaarlijks) onderhoudstarief in rekening wordt gebracht

(2.4) eigendom elektriciteitsnet

Uit de Elektriciteitswet kan worden afgeleid dat een elektriciteitskabel, welke dienstbaar is aan de elektriciteitsvoorziening, vier statussen kan hebben. De kabel kan deel uitmaken van het elektriciteitsnet zoals dat wordt beheerd door de netbeheerder, van een aansluiting, van een installatie of van een gemeentelijk openbare verlichtingsnet. Eigendom, onderhoud en beheer van het regionale elektriciteitsnet zijn een zaak van de netbeheerder. Deze is gehouden ervoor te zorgen dat het net voldoende capaciteit heeft om alle aangesloten verbruikers van energie te kunnen voorzien. Aansluitingen op het elektriciteitsnet worden gevormd door de verbinding tussen dit net en het punt van overdracht naar de afzonderlijke lichtmast of een installatie waar meerdere lichtmasten deel van uitmaken. De aansluiting maakt deel uit van het elektriciteitsnet, aangezien er geen mogelijkheid bestaat om tussen deze twee een fysieke scheiding aan te brengen. De aansluiting is hierdoor eigendom van de netbeheerder en wordt door deze beheerd en onderhouden.









Het punt van overdracht bevat een beveiliging door middel waarvan, bij een storing in de lichtmast of de installatie, het uit te schakelen gedeelte tot deze lichtmast of installatie beperkt kan blijven. De installatie wordt gevormd door de verbinding (de inwendige bedrading van de lichtmast) tussen het punt van overdracht (de lichtmastset) en de plaats waar het feitelijke elektriciteitsverbruik plaatsvindt; de lichtbron. Zowel bij een installatie als bij een gemeentelijk verlichtingsnet is de gemeente verantwoordelijk voor onderhoud en beheer.

(3) overige regelgeving

(3.1) wegcategorisering

In het Rijksbeleid ten aanzien van verkeer en vervoer is, naast de bereikbaarheid en afwikkeling van het verkeer, een belangrijke plaats ingeruimd voor de leefbaarheid en verkeersveiligheid op straat. Hiertoe is in het 3^e Meerjarenplan Verkeersveiligheid het convenant startprogramma Duurzaam Veilig Verkeer geïntroduceerd. Een kenmerk van 'Duurzaam Veilig' is onder andere het creëren van een omgeving die qua infrastructuur is aangepast aan de mogelijkheden en beperkingen van de menselijke vermogens. De weginfrastructuur is hiertoe ingedeeld in stroomwegen (verkeersaders waar de verkeersfunctie overheerst), gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen (verkeersluwe gebieden waar de woon-, recreatie- en verblijfsfunctie overheerst).

	erftoegangsweg	gebieds- ontsluitingsweg	stroomweg
binnen de bebouwde kom :			
buiten de bebouwde kom :			

(3.2) woningwet

De, ten behoeve van achterpadverlichting toegepaste lichtmasten en verlichtingsarmaturen hebben een openbare functie en worden derhalve gerekend tot het straatmeubilair. Zij zijn derhalve niet bouwvergunningplichtig, zoals gesteld in de Woningwet (Artikel 43, lid 1 sub f).

(3.3) Europees aanbestedingsrecht

Bij de uitbesteding van werkzaamheden met betrekking tot de openbare verlichting dient rekening gehouden te worden met het Europese aanbestedingsrecht. De Europese regelgeving op het gebied van de aanbestedingen is vastgelegd in de Liberalisatie Richtlijn en in de Coördinatie Richtlijn. De Liberalisatie Richtlijn heeft tot doel het opheffen van beperkingen in het vrij verrichten van diensten op het gebied van overheidsopdrachten. De Coördinatie Richtlijn beoogt de nationale procedure voor aanbestedingen te coördineren. Voorts regelt deze Richtlijn de wijze van aankondiging van een aanbesteding, de wijze van aanbesteden (openbaar of niet-openbaar) en de aanbestedings- en gunningcriteria. Openbare aanbesteding is vereist bij werken met een waarde groter dan of gelijk aan € 5.000.000 en bij leveringen en dienstverlening, elk met een waarde van groter dan of gelijk aan € 249.681.

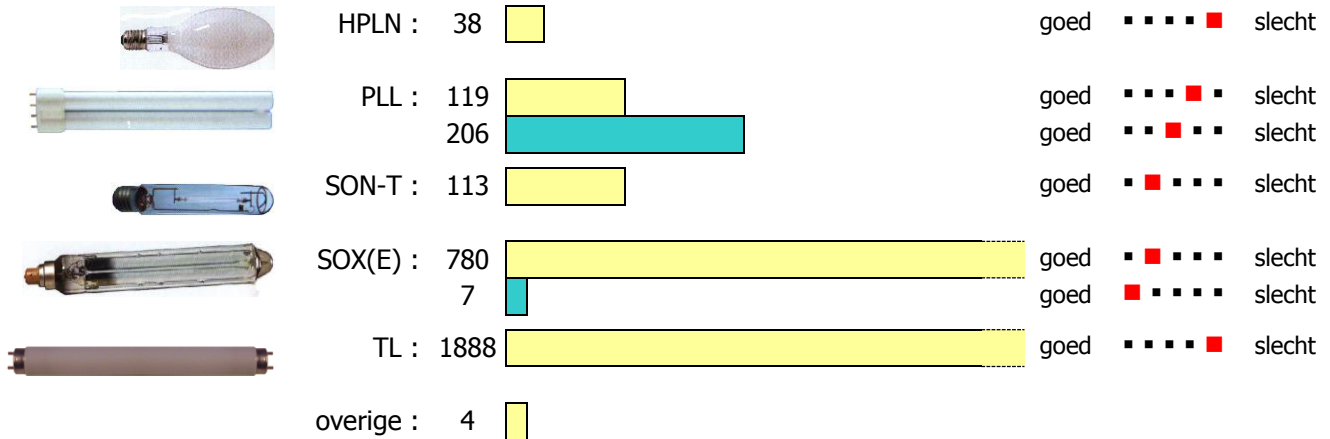
De gemeente beschouwt in het kader van het Europees aanbestedingsrecht de werkzaamheden ten behoeve van de aanleg en renovatie van verlichtingsinstallaties als 'werken'. Het onderhouden van deze installaties wordt gezien als 'dienstverlening'. Werken en diensten welke de gestelde financiële eisen te boven gaan worden door de gemeente in principe aanbesteedt.

toelichting op § 3.2 – terugdringen energiegebruik

(1) samenstelling huidige installatie

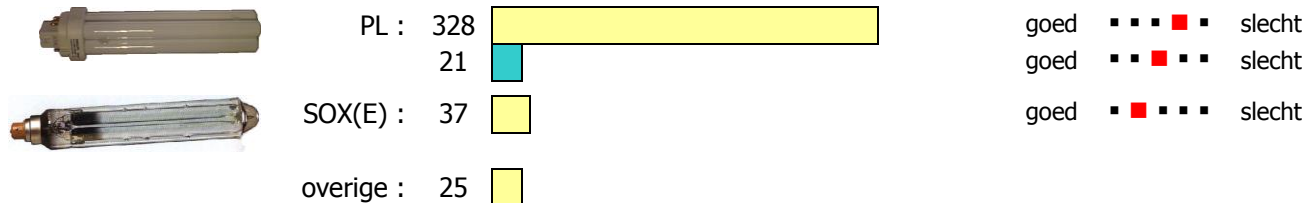
De openbare verlichting binnen de gemeente Naarden omvat de onderstaande lichtbronnen. Zij zijn, afhankelijk van het type, voorzien van een conventioneel (□) of een elektronisch (■) voorschakelapparaat. Eveneens is een indicatie gegeven van hun lichttechnisch rendement (■ ■ ■ ■ ■).

buiten de vesting



Deze lichtbronnen vertegenwoordigen een totaal systeemvermogen van ± 130 kW; een gemiddeld vermogen per lichtpunt van ± 42 W.

binnen de vesting



Deze lichtbronnen vertegenwoordigen een totaal systeemvermogen van ± 9 kW; een gemiddeld vermogen per lichtpunt van ± 23 W.

energieverbruik openbare verlichting

Op basis van de huidige samenstelling van de verlichtingsinstallatie kan gesteld worden dat, uitgaande van het functioneren gedurende resp. 4290 uur per jaar (nachtbranders) en 1700 uur per jaar (avondbranders), het energieverbruik van de openbare verlichting ± 594.000 kWh bedraagt.

overig energieverbruik

In het hierboven beschreven overzicht is niet ingecalculeerd de hoeveelheid elektrische energie die als gevolg van het transport van het leveringspunt naar de lichtmasten verloren gaat. Verder zijn er een aantal verbruikstoestellen (o.a. plattegronden, tunnelverlichting, ABRI's en ANWB-borden) waarvan bekend is dat het energieverbruik ten laste komt van de openbare verlichting, maar waarvan de constructie en/of de toepassing het niet in alle gevallen mogelijk maakt om energie-efficiënte lichtbronnen toe te passen. Bedoelde toestellen hebben een energieverbruik van ± 30.300 kWh per jaar.

(2) besparingsmogelijkheden

De mate van energie-efficiënte alsmede het besparingspotentieel is bepaald op basis van respectievelijk het aantal lichtbronnen per type en de wijze waarop de thans aanwezige verlichtingsarmaturen, met behoud van de lichtopbrengst, kunnen worden vervangen door moderne exemplaren. De vervangende verlichtingsarmaturen zijn gekozen op basis van een overeenkomende lichtstroom van de lichtbronnen. Als verbeterde optische eigenschappen van het vervangende armatuur dit mogelijk maken, is gekozen voor een lichtbron met een lagere lichtstroom. De overige armatuur-lichtbron combinaties worden óf vervangen door eenzelfde exemplaar óf door eenzelfde exemplaar voorzien van een elektronisch voorschakelapparaat.

Binnen de periode 2004 - 2013 kan het energieverbruik van de thans aanwezige openbare verlichting in beginsel worden teruggebracht met $\pm 7\%$ door het gestructureerd vervangen van verlichtingsarmaturen met verouderde lichtbronnen. Op de langere termijn kan de energie-efficiënte worden verbeterd door het na afloop van de levensduur vervangen van verlichtingsarmaturen met een conventioneel voorschakelapparaat door exemplaren met een elektronisch voorschakelapparaat. Dit zal op termijn een extra besparing opleveren van $\pm 6\%$. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat het effect van deze besparingsmogelijkheden niet zullen leiden tot een uiteindelijke verlaging van het energieverbruik. Dit verbruik zal in de komende 10 jaar gaan stijgen als gevolg van de noodzakelijke verbetering van de verlichtingskwaliteit.

toelichting op § 4.1 – kwaliteitseisen openbare verlichting

(1) kwaliteitseisen verlichtingsmiddelen

(1.1) lichtmasten

Binnen de beheersgrenzen van de gemeente Naarden worden alleen lichtmasten toegepast welke constructief voldoen aan de eisen zoals deze zijn vastgelegd in de NEN-EN 40 deel 1 t/m 6 + 8, NPR 988 en NPR 993. Stalen lichtmasten dienen voorzien te zijn van een thermisch aangebrachte zinklaag welke moet voldoen aan het gestelde in NEN 1275. Indien verzinkte stalen lichtmasten of aluminium lichtmasten worden afgewerkt met een poedercoating, dan dient deze te voldoen aan het gestelde in NPR 5254.

(1.2) verlichtingsarmaturen

Verlichtingsarmaturen dienen te voldoen aan het gestelde in CEI/IEC 598-2-3 en, wat betreft hun bescherming tegen elektrische schokken, aan de eisen zoals gesteld aan Class I armaturen. Verlichtingsinstallaties welke primair tot doel hebben om de verkeers- of sociale veiligheid te bevorderen dienen een uiteindelijk lichttechnisch rendement te hebben van minimaal 85%. Dit houdt in dat de verlichtingsarmaturen gedurende hun toepassingsduur een dichtheid dienen te hebben van IP 65 of hoger. Decoratieve verlichtingsarmaturen dienen gedurende hun toepassingsduur een dichtheid dienen te hebben van IP 54 of hoger. De armaturen dienen te beschikken over een zo optimaal mogelijke lichtsturing en moeten, zo mogelijk, zijn voorzien van een elektronisch voorschakelapparaat.

(1.3) lichtbronnen

Lichtbronnen moeten in staat zijn om minimaal het onderstaande aantal uren te kunnen functioneren. Het percentage vroegtijdig uitgevallen lichtbronnen van een bepaald type mag na afloop van dit aantal uren niet meer bedragen dan 10% van het geregistreerde aantal.

hogedruk kwik :	HPLN	6.000 uur
fluorescentie (c-vsa) :	TL	6.000 uur
fluorescentie (c-vsa) :	PLL	12.000 uur
fluorescentie (e-vsa) :	PLL	16.000 uur
inductie :	QL	60.000 uur

hogedruk natrium (ovoïde) :	SON	8.000 uur
hogedruk natrium (tubulair) :	SON-T	12.000 uur
lagedruk natrium (c-vsa) :	SOX(E)	12.000 uur
lagedruk natrium (e-vsa) :	SOX(E)	16.000 uur

(2) realisatiecriteria

(2.1) algemeen

Het algemene uitgangspunt voor het plaatsen van verlichting is dat de situatie voor de weggebruikers niet voldoende overzichtelijk is met behulp van enkel de verlichting van het betreffende motorvoertuig. Lichtmasten, welke zijn voorzien van een uithouder, moeten zodanig geplaatst worden dat de lichtbron zich boven de rand van de weg bevindt. Op deze wijze kan de weg zo optimaal mogelijk worden verlicht en bevindt het verticale gedeelte van de lichtmasten zich op een, uit het oogpunt van het voorkomen van aanrijdingen, voldoende grote afstand van de rijbaan. In bochten dienen lichtmasten in beginsel te worden geplaatst in de buitenbocht. Op deze wijze versterken zij zowel overdag als 's nachts het zicht van de weggebruiker op het verloop van de weg. Lichtmasten zonder uithouder dienen zodanig geplaatst te worden dat zij het betreffende deel van de openbare ruimte zo optimaal mogelijk verlichten zonder daarbij een obstakel voor het verkeer te vormen. De onderlinge afstand van de lichtmasten is afhankelijk van de gewenste verlichtingskwaliteit, de toegepaste armatuur-lichtbron combinatie alsmede van de lichtpunthoogte. Bedoelde afstand dient daarom te worden vastgesteld op basis van lichttechnische berekeningen.

(3.2) erftoegangswegen

buiten de bebouwde kom

Openbare verlichting wordt in z'n algemeenheid aangelegd ter verbetering van de verkeersveiligheid door het vergroten van de waarneembaarheid van discontinuïteiten en het wegverloop. De intensiteit van het verkeer wordt hierbij niet beschouwd als een doorslaggevend criterium. Het streven is om de openbare verlichting langs erftoegangswegen (60 km/h gebieden) te beperken tot oriëntatieverlichting.

groep situaties :	B1
verlichtingsklasse ¹ :	ME5/ME4b/ME3c
lichtbrontype :	SON-T/ PLL
lichtpunthoogte :	6 – 8 meter
assortiment volgens :	functioneel

binnen de bebouwde kom

Het algemene uitgangspunt voor het plaatsen van verlichting langs erftoegangswegen binnen de bebouwde kom is het verbeteren van de sociale veiligheid. De intensiteit van het verkeer wordt hierbij niet beschouwd als een doorslaggevend criterium.

groep situaties :	D4
verlichtingsklasse ¹ :	S5
lichtbrontype :	PLL
lichtpunthoogte :	4 – 6 meter
assortiment volgens :	comfort/decoratief

(3.3) gebiedsontsluitingswegen

In het algemeen worden gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom volledig verlicht. Het enkel verlichten van discontinuïteiten of weggedeelten buiten de bebouwde kom is in beginsel niet bezwaarlijk, indien wordt voldaan aan een aantal voorwaarden. Alle opeenvolgende discontinuïteiten dienen zonder uitzondering te worden verlicht, waarbij de omvang van de discontinuïteit door de verlichting in voldoende mate moet worden aangegeven. Het onverlichte wegvak tussen twee discontinuïteiten moet minimaal 200 meter lang zijn en de overgang tussen een verlicht en een onverlicht weggedeelte dient, over een afstand van minimaal 50 meter, geleidelijk te verlopen. Het doorslaggevende criterium is echter de verkeersveiligheid. Indien wordt besloten om openbare verlichting te plaatsen, dient de aandacht met name uit te gaan naar het vergroten van de waarneembaarheid van het verloop van het tracé en van de aanwezige discontinuïteiten.

¹ De uiteindelijk te hanteren verlichtingsklasse is afhankelijk van de specifieke kenmerken van de te verlichten situatie

	binnen de bebouwde kom			buiten de bebouwde kom
	² type A (50 km/h)	type A (70 km/h)	type B	
groep situaties :	B0	A1	B1	A1
verlichtingsklasse ¹³ :	ME5/ME4a/ME3b	ME4a/ME3a/ME2	ME5/ME4b/ME3c	ME5/ME4a/ME3a
lichtbrontype :	SON-T/PLL	SON-T	SON-T/PLL	SON-T
lichtpunthoogte :	6 - 8 meter	≥ 8 meter	≤ 6 meter	≥ 8 meter
assortiment volgens :	functioneel	functioneel	functioneel/comfort	functioneel

De gehanteerde indeling in wegtype A (50 en 70 km/uur) en type B is vastgelegd in § 2.2 van de beleidsnota openbare verlichting.

(3.4) stroomwegen

Een permanente verlichting van een wegvak kan worden overwogen wanneer de gemiddelde spitsuurintensiteit op werkdagen op één of meer rijstroken groter is dan ± 70% van de ontwerpcapaciteit of als ongevalstatistieken hiertoe aanleiding geven. De doorslaggevende criteria zijn echter de verkeersveiligheid en de kwaliteit en betrouwbaarheid van de verkeersafwikkeling.

(3.5) specifieke situaties

oriëntatieverlichting : Oriëntatieverlichting wordt toegepast op verder onverlichte wegen waar discontinuïteiten, zoals onverwacht scherpe bochten en de samenkomst van meerdere wegedeelten, in het wegbeeld moeten worden geaccentueerd. Hiertoe worden door de gemeente Naarden de volgende richtlijnen gehanteerd. Ter plaatse van discontinuïteiten, zonder mogelijkheden de weg te betreden dan wel te verlaten wordt in beginsel één lichtmast ter plaatse van, of twee lichtmasten aan weerszijden van de discontinuïteit geplaatst. Bij de samenkomst van meer dan twee wegedeelten is het aantal lichtmasten en hun opstelling afhankelijk van de situatie ter plaatse. Wegen waarbij zich een aaneenschakeling van discontinuïteiten voordoet, verdienen dan ook extra aandacht.

bushaltes : Het verdient aanbeveling om bij bushaltes minimaal 2 lichtpunten te plaatsen; zodanig dat de omvang van de halte ten behoeve van het overige verkeer wordt geaccentueerd. De belangrijkste reden om te verlichten is het bevorderen van de sociale veiligheid en het zicht van de buschauffeur op wachtende passagiers te verbeteren. Als ter plaatse eenabri aanwezig is, is het aan te bevelen ook hierin verlichting aan te brengen.

wegversmallingen en snelheidsvertragende voorzieningen : Indien gebleken of aannemelijk is dat bepaalde permanente wegversmallingen of -snelheidsvertragende voorzieningen 's nachts een potentieel gevaarlijke situatie kunnen veroorzaken, dienen zij (extra) te worden geaccentueerd.

parallelwegen : Een parallelweg is veelal van een lagere orde dan de weg waarlangs zij gelegen is. In een dergelijk geval dienen óf alleen de hoofdweg of beide wegen te worden verlicht. Situaties waarin alleen de parallelweg is verlicht zijn ongewenst. Indien de openbare verlichting langs een parallelweg misleiding van het verkeer op de hoofdweg in de hand zou kunnen werken, dient de uitvoering van de beide verlichtingsinstallaties zodanig van elkaar te verschillen dat een dergelijke vorm van misleiding wordt uitgesloten. De verlichting langs beide wegen dient bij voorkeur 'met de rug naar elkaar toe' geplaatst te worden. In situaties waarin voertuigen op beide wegen elkaar kunnen verblinden wordt het plaatsen van een visuele scheiding aanbevolen; bijvoorbeeld in de vorm van antiverblindingschermen of een groenblijvende groenvoorziening.

² De gehanteerde indeling in wegtype A (50 en 70 km/uur) en type B is vastgelegd in bijlage 2 van het verkeersstructuurplan van de gemeente Naarden

³ De uiteindelijk te hanteren verlichtingsklasse is afhankelijk van de specifieke kenmerken van de te verlichten situatie

parkeerterreinen : Parkeerterreinen dienen te worden verlicht in overeenstemming met de criteria, zoals vastgelegd in groep D2 – verlichtingsklassen CE2, CE3 of CE4. De exacte keuze is afhankelijk van het misdaadriscio ter plaatse en van de omgevingsluminantie. Voor de parkeerplaatsen op de vestingwallen (zie § 2.5 van de beleidsnota) gelden aparte richtlijnen.

rotonden : Rotonden dienen altijd te worden voorzien van verlichting. De eisen hiervoor zijn vastgelegd in de 'Aanbevelingen voor (mini)rotonden'. Bij afwezigheid van openbare verlichting langs de aansluitende wegen dienen deze wegen over een afstand van minimaal 50 m eveneens van, in niveau afnemende verlichting te worden voorzien.

voetgangsoversteekplaatsen : Vrijliggende oversteekplaatsen voor fietsers en voetgangers dienen te worden verlicht indien bij duisternis meer dan ca. 200 fietsers en/of voetgangers per dag van deze overgang gebruik maken en indien de veiligheid niet op een andere wijze kan worden gewaarborgd.

achterpaden : In principe dienen achterpaden te worden verlicht met een verlichtingsniveau van 2 lux en een gelijkmatigheid van 0,3. Achterpaden mogen echter in géén geval sterker worden verlicht dan de hoofdrijbaan van de weg waar zij op uitkomen.

toelichting op § 4.2 – uitgangspunten assortiment verlichtingsmiddelen

(1) uitgangspunten

(1.1) functionele verlichting

Functionele verlichting heeft tot doel om een zodanige verlichtingskwaliteit te realiseren dat primair de verkeersveiligheid wordt bevorderd. Het assortiment ten behoeve van de functionele verlichting dient te voldoen aan de volgende richtlijnen.

- Lichtmasten en verlichtingsarmaturen dienen geconstrueerd te zijn op basis van de vastgelegde constructieve eisen.
- De verlichtingsarmaturen dienen te beschikken over een zo optimaal mogelijke lichtsturing, indien mogelijk voorzien van een vlakke lichtkap. Ten behoeve van het tegengaan van lichthinder mag er geen uitstraling van licht optreden buiten een hoek van 90° ten opzichte van de lichtmast. Binnen een hoek van 70° tot 90° ten opzichte van de lichtmast moet de uitstraling van licht zoveel mogelijk beperkt worden.
- De lichtkleur van de toegepaste lichtbron dient een zo optimaal mogelijke contrastvorming mogelijk te maken. Hiertoe dienen hogedruk-natrium (SON-T) lampen toegepast te worden.
- De gemeente Naarden kiest ervoor om, behalve ten behoeve van incidentele vervanging, géén lagedruk-natrium lichtbronnen (SOX en SOX-E) meer toe te passen. Het monogromatische (éénkleurige) gele licht heeft een onbehagelijke sfeer tot gevolg die heden ten dage niet meer acceptabel is.
- Het uiterlijk van de toe te passen combinaties van verlichtingsarmaturen en lichtmasten is in beginsel afhankelijk van resp. het assortiment van de geselecteerde leveranciers en van een, binnen de gestelde constructieve eisen, zo economisch mogelijk materiaalgebruik. De aanwezige variëteit aan lichtmasten zal in beginsel op de in de NEN-EN 40 vastgelegde reeks (6, 8,10 en 12 meter) worden gestandaardiseerd. Ten behoeve van specifieke situaties kan gekozen worden voor een afwijkende lichtpunthoogte.

(1.2) comfortverlichting

Comfortverlichting heeft tot doel om in verblijfsgebieden een zodanige verlichtingskwaliteit te realiseren dat de meer kwetsbare verkeersdeelnemers (voetgangers, fietsers e.d.) zich kunnen verplaatsen in een veilige en vertrouwd overkomende omgeving. Het assortiment ten behoeve van de comfort verlichting dient te voldoen aan de volgende richtlijnen.

- Lichtmasten en verlichtingsarmaturen dienen geconstrueerd te zijn op basis van de, in deze nota vastgelegde eisen. De lichtmasten dienen, qua kleur en uitvoering, zoveel mogelijk aan te sluiten bij de hierop gemonteerde verlichtingsarmaturen.
- De verlichtingsarmaturen dienen te beschikken over een zo functioneel mogelijke lichtsturing. De lichtbronnen (PL-uitvoeringen, CDMT, QL) dienen 'wit' licht te produceren.
- Het uiterlijk van de toe te passen combinaties van verlichtingsarmaturen en lichtmasten is in beginsel afhankelijk van resp. het assortiment van de geselecteerde leveranciers en van een, binnen de gestelde constructieve eisen, zo economisch mogelijk materiaalgebruik. De aanwezige variëteit aan lichtmasten zal in beginsel op de in de NEN-EN 40 vastgelegde reeks (4 en 6 meter) worden gestandaardiseerd. Ten behoeve van specifieke situaties kan gekozen worden voor een afwijkende lichtpunthoogte.

(1.3) decoratieve verlichting

Aangezien het uiterlijk van decoratieve verlichting sterk smaakgevoelig is, volstaat de gemeente Naarden met het formuleren van de onderstaande richtlijnen.

- Decoratief toegepaste verlichtingsarmaturen dienen zoveel mogelijk te bestaan uit een combinatie van het gewenste uiterlijk met een zo functioneel mogelijke lichtsturing. Zij moeten in beginsel geconstrueerd zijn op basis van de, in deze nota vastgelegde constructieve eisen.
- De toegepaste lichtmasten dienen, qua kleur en uiterlijk, aan te sluiten bij de hierop gemonteerde verlichtingsarmaturen. Hun constructie moet voldoen aan de, in deze nota vastgelegde constructieve eisen.
- De lichtkleur van de toegepaste lichtbron dient aan te sluiten bij het karakter van de omgeving. Binnen modern vormgegeven omgevingen dient hiertoe in principe een lichtbron toegepast te worden die een kleurherkenning van minimaal 80% mogelijk maakt (PL-uitvoeringen, CDMT).

(2) voorkeursassortiment

Het, gedurende de periode 2004 – 2013, standaard binnen de gemeente Naarden toe te passen materiaal hangt gedeeltelijk af van de tot op heden toegepaste lichtmasten en verlichtingsarmaturen. Een gedeelte hiervan kan namelijk gehandhaafd worden aangezien het betreffende type door de fabrikant technologisch 'up to date' gehouden wordt. Een deel zal vanwege technologische redenen moeten worden vervangen. Verder zijn er een aantal specifieke armaturen en masten welke om historische of andere redenen gehandhaafd dienen te worden. Op basis van deze uitgangspunten is voor de functionele- en comfortverlichting het onderstaande basisassortiment verlichtingsarmaturen samengesteld; bestaande uit een aanbevolen voorkeur en één of meerdere technologische alternatieven. De aanbevolen voorkeuren vormen de basis voor de geprognostiseerde investeringskosten. De armaturen zullen worden geplaatst op de in de NEN-EN 40 gestandaardiseerde en eveneens sober uitgevoerde lichtmastenreeks van 4, 6, 8, 10 en eventueel 12 meter.

(2.1) functionele verlichting

	voorkeur	alternatief		voorkeur	alternatief	alternatief
lichtbronnen	IRIS fabrikaat : Industria	Altra fabrikaat : Schreder		Aurora fabrikaat : Industria	Iridium fabrikaat : Philips	arc fabrikaat : Industria
PLL 24 (e-vsa)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PLL 36 (e-vsa)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PLL 55 (e-vsa)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SON-T 70	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
SON-T 100	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
SON-T 150	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		

voorkeur

lichtbronnen

- SOX-E 36 (e-vsa)
- SOX-E 66 (e-vsa)
- SOX 90



(2.2) comfortverlichting

verblijfsgebied

lichtbronnen

- PLL 24 (e-vsa)
- PLL 36 (e-vsa)
- PLL 55 (e-vsa)
- PLC 26/36/42 W



verblijfsgebied



fietspaden

lichtbronnen

- PLL 24 (e-vsa)
- PLL 36 (e-vsa)
- PLL 55 (e-vsa)
- PLC 26/36/42 W



achterpaden



vesting



toelichting op § 4.2 – gemeentelijk net versus gecombineerd net

Als een gemeente beschikt over eigen elektriciteitsnet (openbare verlichtingsnet) dan betekent dit dat zij, op basis van de Elektriciteitswet 1998, in beginsel verplicht is om een netbeheerder aan te wijzen. Hierop zijn echter enkele uitzonderingsmogelijkheden. Indien het net een spanningsniveau heeft van ten hoogste 0,4 kV en het jaarverbruik ten hoogste 0,1 GWh bedraagt, is de gemeente vrijgesteld van deze verplichting. Eveneens hoeft geen ontheffing te worden aangevraagd indien alleen de gemeente zelf hierop is aangesloten. Dergelijke 'netten' worden voor de toepassing van de regels voor het netbeheer aangemerkt als installaties. Krijgt ook een derde een aansluiting op die verbindingen, dan wordt het net wel als zodanig aangemerkt en moet de gemeente alsnog een ontheffing aanvragen.

Het Ministerie van Economische Zaken zal op basis van de artikelen 15 van de Elektriciteitswet en 4:81 van de Algemene wet bestuursrecht een ontheffing verlenen voor zover het netten betreft waarop een beperkt aantal afnemers is of zal worden aangesloten (zogenaamde particuliere netten). Hiertoe zal de gemeente moeten voldoen aan de voorwaarden, zoals geformuleerd in de beleidsregel met betrekking tot de ontheffing van de verplichting een netbeheerder aan te wijzen.

toelichting op § 5.1 – beheerplan

Het beheerplan en de uitvoeringsplannen dienen de volgende onderwerpen te bevatten :

- een overzicht van de bij voorkeur toe te passen componenten en de tot het onderhoud behorende werkzaamheden
- een prioriteitsstelling van de uit te voeren werkzaamheden op basis van de actuele ontwikkelingen binnen de gemeente (wegreconstructie, wijkvernieuwing e.d.)
- een uitvoeringsschema van het uit te voeren onderhoud (remplace, schilderwerk)
- de wijze van besteding van het jaarlijks beschikbare budget en de hieruit voortvloeiende gevolgen voor de bestedingsruimte voor de volgende jaren
- de ontwikkeling van het energieverbruik, inzichtelijk gemaakt door middel van de ontwikkeling van het totaal opgestelde elektrische vermogen
- het uitvalsgedrag van lichtbronnen, de eventuele afwijkingen van de in de beleidsnota aangegeven branduren en de invloed hiervan op de frequentie van lichtbronvervanging

toelichting op § 5.3 – groepsremplace en reiniging

lichtbron	aantal	levensduur [branduren]	jaarlijks [branduren]	vervangings frequentie	reinigings frequentie
HPLN	38	6.000	4.290 nacht	jaarlijks	jaarlijks
TL	1888	6.000	1.700 avond	Jaarlijks	Jaarlijks
PLL c-vsa	477	12.000		1 x per 3 jaar	1 x per 3 jaar
PLL e-vsa	227	16.000		1 x per 4 jaar	1 x per 2 jaar
QL	0	60.000		1 x per 14 jaar	bij vervanging
SON	0	8.000		1 x per 2 jaar	1 x per 2 jaar
SON-T	113	12.000		1 x per 3 jaar	1 x per 3 jaar
SOX(E) c-vsa	817	12.000		1 x per 3 jaar	1 x per 3 jaar
SOX(E) e-vsa	7	16.000		1 x per 4 jaar	1 x per 2 jaar

toelichting op hfst. 6 – samenvatting investering

Alle bedragen zijn exclusief B.T.W.

(1) inspectierapport Dynamicom 2001

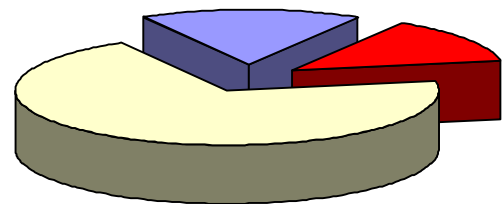
In de tweede helft van 2000 is de kwaliteit van de openbare verlichtingsinstallatie van de gemeente Naarden in beeld gebracht. Buiten de vesting worden voornamelijk functionele lichtmasten en armaturen toegepast. Binnen de vesting ligt het accent echter op decoratieve verlichtingsmaterialen. De kwaliteit van de installatie is redelijk goed. De gemeente Naarden is niet uitbundig verlicht. De natuurlijke omgeving en de bijzondere vesting vereisen namelijk dat er zorgvuldig met licht wordt omgegaan. Hierbij moet echter wel in het oog worden gehouden dat de openbare wegen, vanwege de bevordering van de verkeersveiligheid, goed worden verlicht. Verder is van belang dat bewoners zich veilig voelen. Uitgaande van de 'Aanbevelingen Openbare Verlichting van Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde kan met betrekking tot de verlichtingskwaliteit van de gemeente Naarden het volgende worden geconcludeerd:

	gemiddelde verlichtingskwaliteit	bij te plaatsen lichtmasten
▪ 34% van de wegen is goed verlicht	> 3 lux – 0,20	geen
▪ 6% van de wegen is minder goed verlicht	1,6 lux – 0,34	20%
▪ 60% van de wegen is slecht verlicht	0,8 lux – 0,12	45% (25% binnen de Vesting)

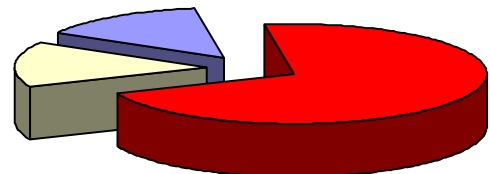
Opvallend is dat met name het hele vestinggebied een erg laag lichtniveau heeft. Dit resulteert in veel (ongeorganiseerd) particulier licht. De gemeente heeft vanaf het jaar 2000 het beleid ingezet dat er periodiek geremplaceerd wordt. Mede als gevolg hiervan zijn er redelijk weinig "niet branders". Er is nog sprake van avond/nacht schakelingen. Dit betekent dat gedurende een gedeelte van de nacht een aantal lampen doven.

(2) vervangingspercentage en -patroon

Uitgaande van een gebruiksduur van 40 jaar, heeft 14% van de lichtmasten (■ : geplaatst in de periode vóór 1963), bij aanvang van de periode waarop deze beleidsnota betrekking heeft, de maximale gebruiksduur reeds overschreden en dient zo snel mogelijk vervangen te worden. 17% van de masten (■), geplaatst in de periode 1963 - 1972, bereikt het einde van hun gebruiksduur binnen bedoelde beleidsperiode. Dit houdt in dat in de periode 2004 - 2013 in beginsel 970 lichtmasten vervangen dienen te worden.



Uitgaande van een gebruiksduur van 20 jaar, heeft 71% van de verlichtingsarmaturen (■ : geplaatst in de periode vóór 1983), bij aanvang van de periode waarop deze beleidsnota betrekking heeft, de maximale gebruiksduur reeds overschreden en dienen in principe direct vervangen te worden. 13% van de armaturen (■), geplaatst in de periode 1983 - 1992, bereikt het einde van hun gebruiksduur binnen bedoelde beleidsperiode. Dit houdt in dat in de periode 2004 - 2013 in beginsel 2890 verlichtingsarmaturen vervangen dienen te worden.



(3) investeringskosten

(3.1) investeringskosten functionele verlichting

Ten behoeve van de calculatie van de vervangingskosten wordt ervan uitgegaan dat de functionele lichtmasten en verlichtingsarmaturen worden vervangen door het meest overeenkomende exemplaar uit de tarievenlijst van Dynamicom. Verder is ervan uitgegaan dat een vervangende lichtmast in beginsel wordt gemonteerd op de bestaande aansluitkabel. Het uitgangspunt bij het vervangen van de componenten, waarvan de gebruiksduur vóór 2004 reeds is overschreden, is dat deze vervanging dient te geschieden binnen de in deze beleidsnota beschreven periode. De kosten van deze planmatige vervanging zijn weergegeven in (3.3) totale investeringskosten.

Bij het vervangen van verlichtingsarmaturen door een gelijkwaardige variant wordt ervan uitgegaan dat de aanwezige verlichtingsinstallatie in zijn oorspronkelijke uitvoering geen voldoende verlichtingskwaliteit wist te realiseren. Dit betekent dat er lichtmasten bijgeplaatst moeten worden; zie (1) inspectierapport Dynamicom. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat er, uitgaande van 3000 lichtmasten, naar verwachting (6% van 3000) x 20% bijplaatsing + (60% van 3000) x 45% bijplaatsing = 850 lichtmasten bijgeplaatst moeten worden. Ten behoeve van de calculatie wordt uitgegaan van het bijplaatsen van een 6 meter mast, voorzien van een verlichtingsarmatuur welke is voorzien van een fluorescentielamp type PLL 36 W (realisatie-investering : € 850 ; onderhoudskosten € 12,50 per jaar ; energiekosten € 13 per jaar) en een lineaire verdeling over 10 jaar.

	2004	2005	2006	2007	2008
investering :	€ 72.300	€ 72.300	€ 72.300	€ 72.300	€ 72.300
onderhoud :	€ 1.063	€ 2.125	€ 3.188	€ 4.250	€ 5.313
energie :	€ 1.105	€ 2.210	€ 3.315	€ 4.420	€ 5.525
	2009	2010	2011	2012	2013
investering :	€ 72.300	€ 72.300	€ 72.300	€ 72.300	€ 72.300
onderhoud :	€ 6.375	€ 7.438	€ 8.500	€ 9.563	€ 10.625
energie :	€ 6.630	€ 7.735	€ 8.840	€ 9.945	€ 11.050

(3.2) investeringskosten historische verlichting

De Gemeente Naarden geeft binnen de vesting de voorkeur aan historische armaturen. De komende 10 jaar zullen de huidige 223, in negen varianten voorkomende historische verlichtingsarmaturen worden teruggebracht tot het nevenstaande verlichtingsarmatuur C11 van het fabrikaat de Nood (afhankelijk van de situatie geplaatst op de bijbehorende lichtmast of op een aan de muur bevestigde uithouder. Om de mogelijke extra verblinding (en het hierdoor ontstane gevoel van onveiligheid) te verminderen, zijn de armaturen voorzien van gemateerd glas. De armaturen zijn getooid met de Naardense dubbele adelaar. Lichtmast en verlichtingsarmatuur zijn uitgevoerd in de kleur RAL 6009. Voor het vervangen van de huidige verlichtingsarmaturen is een investering noodzakelijk van naar schatting € 270.000.

Door inspectie is aangetoond dat de huidige verlichtingsinstallatie een onvoldoende verlichtingskwaliteit wist te realiseren. Dit betekent dat er lichtmasten bijgeplaatst dienen te worden; zie (1) inspectierapport Dynamicom 2001. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat er, uitgaande van verlichtingsarmaturen geplaatst op 158 wandsteunen en op 65 lichtmasten, binnen de vesting naar verwachting $158 \times 25\% = 40$ armaturen op wandsteunen (realisatie-investering € 1.850) en $65 \times 25\% = 16$ armaturen op lichtmasten (realisatie-investering € 2.550) bijgeplaatst moeten worden. De onderhouds- en energiekosten bedragen respectievelijk € 11 en € 12 per jaar.

	2004	2005	2006	2007	2008
investering :	€ 12.500	€ 12.500	€ 12.500	€ 12.500	€ 12.500
onderhoud :	€ 66	€ 132	€ 198	€ 264	€ 330
energie :	€ 72	€ 144	€ 216	€ 288	€ 360
	2009	2010	2011	2012	2013
investering :	€ 12.500	€ 9.950	€ 9.950	€ 9.950	€ 9.950
onderhoud :	€ 396	€ 451	€ 506	€ 561	€ 616
energie :	€ 432	€ 492	€ 552	€ 612	€ 672



(3.3) totale investeringskosten

Het benodigde budget voor de functionele openbare verlichting binnen en buiten de vesting bedraagt hierdoor :

planmatig vervangen functionele lichtmasten	planmatig vervangen functionele armaturen	planmatig vervangen historische masten en armaturen	vervangen verouderde componenten	verbetering verlichtings kwaliteit		totaalbudget investerings
€ 4.700	€ 400	€ 27.000	€ 117.800	€ 84.800	2004	€ 244.100
€ 1.600	€ 800	€ 27.000	€ 121.000	€ 84.800	2005	€ 244.600
€ 9.000	€ 1.000	€ 27.000	€ 112.200	€ 84.800	2006	€ 243.400
€ 39.000	€ 3.300	€ 27.000	€ 75.800	€ 84.800	2007	€ 239.300
€ 27.000	€ 2.600	€ 27.000	€ 90.000	€ 84.800	2008	€ 240.800
€ 17.200	€ 1.100	€ 27.000	€ 103.000	€ 84.800	2009	€ 242.500
€ 2.000	€ -	€ 27.000	€ 121.200	€ 82.300	2010	€ 241.900
€ 22.700	€ 109.200	€ 27.000	€ -	€ 82.300	2011	€ 250.600
€ 36.400	€ -	€ 27.000	€ -	€ 82.300	2012	€ 155.100
€ 72.900	€ 8.600	€ 27.000	€ -	€ 82.300	2013	€ 200.200
verouderde componenten :			€ 741.000			
			onvoorzien :	€ 9.400	per jaar	

De kosten van het planmatig vervangen van lichtmasten en verlichtingsarmaturen zijn gebaseerd op het per jaar vervangen van die masten en armaturen die op dat moment respectievelijk 41 en 21 jaar oud zijn. Een overzicht van de, op basis van de verlichtingskwaliteit en/of de mechanische toestand, noodzakelijke vervangingsprioriteit is apart bijgevoegd.

Verder kan het voorkomen dat de gemeente onverwacht wordt geconfronteerd met kosten naar aanleiding van het voortijdig (= afwijkend van de overeengekomen vervangingsfrequentie) moeten repareren of volledig vervangen van een, door een onbekende oorzaak of dader, beschadigd lichtpunt. Ten behoeve van deze kosten is een reservering 'onvoorzien' opgenomen van 1½ % per jaar.

(3.4) toepassen luxer materiaal

Bij het calculeren van het bovenstaande budget is (buiten de Vesting) uitgegaan van sobere functionele lichtmasten en verlichtingsarmaturen. Het in plaats hiervan toepassen van verlichtingsmiddelen met een wat luxer uiterlijk is in beginsel mogelijk, maar zal kostenverhogend werken. Ter illustratie is hier een vergelijking gemaakt tussen twee paaltoparmaturen van het fabriekaart Industria. De één is het nu reeds in Naarden toegepaste armatuur 2000; voor de vergelijking geplaatst op een thermisch verzinkte stalen paaltopmast van 4 meter. Het andere armatuur is de in een bepaalde kleur uitgevoerde 2310; geplaatst op een thermisch verzinkte én in een overeenkomende kleur gepoedercoate lichtmast van 4 meter. Op basis van materiaalkosten kan gesteld worden dat het 2310 armatuur + lichtmast 85% duurder is dan het 2000 armatuur + lichtmast.

(4) onderhoudskosten

De als gevolg van de structurele vervanging doorgevoerde modernisering van de verlichtingsarmaturen en lichtbronnen leidt tot de introductie van lichtbronnen met een langere levensduur. De onderhoudskosten zijn in beginsel afhankelijk van de frequentie waarmee de lichtbronnen vervangen worden. Als een lichtbron bijvoorbeeld een gebruiksduur heeft van 16.000 branduren dan volgt hieruit, gebaseerd op ± 4000 branduren per jaar, dat de lichtbron 1x per 4 jaar vervangen moet worden. Dit leidt, uitgaande van modernisering van de verlichtingsarmaturen voorzien van TL- en HPLN-lichtbronnen tot een verlaging van het onderhoudsbudget⁴.

Verder zullen er, gedurende de jaarlijkse structurele vervanging van lichtmasten en verlichtingsarmaturen, ten behoeve van een noodzakelijke verbetering van de verlichtingskwaliteit, lichtmasten moeten worden bijgeplaatst (zie § 3.1 en § 3.2). Dit leidt tot een toename van de onderhoudskosten. Tenslotte is een bedrag ter grootte van 10 % van het totale onderhoudsbudget opgenomen ten behoeve van kleine reparaties. De totale onderhoudskosten zullen zich hierdoor als volgt ontwikkelen.

vervangen lichtbronnen		a.g.v. kwaliteitsverbetering (par. 3.1) (par. 3.2)			totaal			
€	88.700	€	1.063	€	66	2004	€	97.500
€	84.800	€	2.125	€	132	2005	€	94.800
€	80.900	€	3.188	€	198	2006	€	92.000
€	77.000	€	4.250	€	264	2007	€	89.200
€	73.100	€	5.313	€	330	2008	€	86.400
€	69.200	€	6.375	€	396	2009	€	83.700
€	65.300	€	7.438	€	451	2010	€	80.900
€	61.400	€	8.500	€	506	2011	€	78.100
€	57.500	€	9.563	€	561	2012	€	75.300
€	53.600	€	10.625	€	616	2013	€	72.500

kleine reparaties : € 7.700

(5) energiekosten

In het kader van de energievoorziening van de openbare verlichting krijgt de gemeente Naarden, naast de kosten van de elektrische energie, eveneens kosten in rekening gebracht door de netbeheerder. De netbeheerder heeft tot taak de elektriciteitsnetten die zij in eigendom heeft te beheren en te onderhouden alsmede ervoor te zorgen dat dit net voldoende capaciteit heeft om aan de vraag naar elektrische energie te kunnen voldoen. Om in deze taak te kunnen voorzien kan zij de kosten hiervan in rekening brengen aan de afnemers welke van het net gebruik willen maken.

De door de netbeheerder in rekening gebrachte tarieven bestaan uit een drietal elementen. Ten eerste wordt voor het tot stand brengen van de fysieke aansluiting op het net een eenmalige aansluitbijdrage alsmede een periodieke vergoeding voor onderhoud van de aansluiting in rekening gebracht. Ten tweede wordt een tarief in rekening gebracht waarvoor het transport van elektrische energie wordt uitgevoerd. Dit transportonafhankelijke deel heeft betrekking op de ontvangst door de afnemer van elektriciteit ongeacht de plaats van opwekking en de plaats van afname. Ten derde wordt een tarief berekend voor het onderhoud van het net en het voorzien in voldoende capaciteit. Dit transportafhankelijke deel is afhankelijk van de hoeveelheid energie die verbruikt wordt en wordt hierdoor berekend per afgenomen kWh. De door de energieleverancier in rekening gebrachte

⁴ bron : tarievenblad gemeente Naarden 2004

energiekosten worden verhoogd met de 'regulerende energiebelasting' (REB). REB is een belasting van de Nederlandse overheid welke door het energiebedrijf wordt geïnd en vervolgens afgedragen aan het Rijk.

(1) periodieke vergoeding voor de aansluiting	aansluitcategorie	tarief/jaar	aantal	totaal
	1x6A op geschakeld net	€ 9,84	2500	€ 24.600,00
(2) transportonafhankelijke vergoeding	deelmarkt	tarief/jaar	aantal	totaal
	afnemers ≤ 3x25 A (AT)	€ 30,90	25	€ 772,50
(3) beheer secundaire deelmeetinstallatie	deelmarkt	tarief/jaar	aantal	totaal
	afnemers ≤ 3x80 A (AT)	€ 20,04	25	€ 501,00
(4) transportafhankelijke vergoeding	subdeelmarkt	tarief/kWh	energie [kWh]	totaal
	nachtactief tarief hoog	fl 0,0372	175.272	€ 6.520,12
	nachtactief tarief laag	fl 0,0129	449.028	€ 5.792,46
(5) vergoeding systeemdiensten Tennet	subdeelmarkt	tarief/kWh	energie [kWh]	totaal
	nachtactief tarief hoog/laag	fl 0,00141	624.300	€ 880,26
(6) kosten geleverde elektrische energie	subdeelmarkt	tarief/kWh	energie [kWh]	totaal
	nachtactief tarief hoog	fl 0,0589	175.272	€ 10.323,52
	nachtactief tarief laag	fl 0,0255	449.028	€ 11.450,21

De als gevolg van de structurele vervanging doorgevoerde modernisering van de verlichtingsarmaturen en lichtbronnen leidt tot de introductie van efficiëntere lichtbronnen. Dit houdt in dat lichtbronnen worden vervangen door exemplaren met een lager systeemvermogen. Dit leidt, voor wat betreft de huidige installatie, en van een lineaire verdeling hiervan over 10 jaar tot een verlaging van het energieverbruik met naar schatting 7% in 2013. Verder zullen er ten behoeve van een noodzakelijke verbetering van de verlichtingskwaliteit, lichtmasten moeten worden bijgeplaatst (zie § 3.1 en § 3.2). Dit leidt tot een toename van de energiekosten.

	huidige installatie	a.g.v. kwaliteitsverbetering			totaal
		(par. 3.1)	(par. 3.2)		
€	60.900	€ 1.105	€ 72	2004	€ 62.100
€	60.500	€ 2.210	€ 144	2005	€ 62.900
€	60.000	€ 3.315	€ 216	2006	€ 63.500
€	59.500	€ 4.420	€ 288	2007	€ 64.200
€	59.100	€ 5.525	€ 360	2008	€ 65.000
€	58.600	€ 6.630	€ 432	2009	€ 65.700
€	58.100	€ 7.735	€ 492	2010	€ 66.300
€	57.600	€ 8.840	€ 552	2011	€ 67.000
€	57.200	€ 9.945	€ 612	2012	€ 67.800
€	56.700	€ 11.050	€ 672	2013	€ 68.400

lexicon

absolute gelijkmatigheid : [*zie ook : gelijkmatigheid*] De absolute gelijkmatigheid is de verhouding van de kleinste optredende luminantie of verlichtingssterkte van het wegdek oppervlak en de gemiddelde wegdekluminantie of verlichtingssterkte van datzelfde wegdek oppervlak. Het symbool voor de langsgelijkmatigheid is de hoofdletter U, in combinatie met een kleine letter O (luminantie) of h (verlichtingssterkte).

armatuur rendement : Een lichtbron zal, als gevolg van de toegevoerde energie, lichtstroom gaan produceren. De uiteindelijk door het verlichtingsarmatuur uitgestraalde lichtstroom is echter kleiner dan de lichtstroom die oorspronkelijk door de lichtbron is geproduceerd. Een deel van de licht-stroom gaat dus verloren. Deze 'verloren' lichtstroom wordt gedeeltelijk geabsorbeerd in het binnenste van het armatuur, en gedeeltelijk tijdens het passeren van de lichtkap. De verhouding tussen de lichtstroom van de lichtbron en de lichtstroom van het armatuur wordt het armatuur-rendement genoemd. Het symbool voor het armatuurrendement is de hoofdletter V.

depreciatiefactor : [*zie ook : IP-classificatie*] Op basis van de IP-classificatie kan aan een armatuur de lichtterugval- of depreciatiefactor worden toegekend. Deze factor geeft de procentuele hoeveelheid licht aan, welke het armatuur nog produceert vlak voor de aanvang van een nieuwe onderhoudsperiode. De depreciatiefactor is op deze wijze een indicatie voor de overcapaciteit aan lichtbronvermogen welke geïnstalleerd dient te worden zodat de ontwerpnormen ten allen tijde gehandhaafd kunnen worden. De toekenning van een bepaalde depreciatiefactor is uiteraard ook afhankelijk van de omgeving waarin het verlichtingsarmatuur wordt neergezet. Zo zal, in een bosrijke omgeving de depreciatiefactor over het algemeen wat lager worden gekozen dan in gebieden waar de kans op 'groene aanslag' wat minder is.

elektromagnetisch spectrum : Een natuurlijke lichtbron zoals onze zon, staat energie af aan zijn omgeving in de vorm van straling. De belangrijkste vorm hiervan is de elektromagnetische straling, welke we ons het beste kunnen voorstellen als een golfbeweging. Alle elektromagnetische golven bewegen zich met dezelfde snelheid voort, maar toch zijn zij niet gelijk. Het verschil zit in de lengte van de golven. Röntgenstraling bestaat bijvoorbeeld uit veel kortere golven dan die, uitgezonden door een radarinstallatie. Het totaal van alle elektromagnetische golven wordt het elektromagnetisch spectrum genoemd. Een klein deel van dit spectrum is voor ons van bijzonder grote betekenis, namelijk het gedeelte dat wij zichtbare straling noemen; de straling welke een licht- en kleurindruk opwekt in het menselijk gezichtszintuig. Het licht is het 'zichtbare' gedeelte van het elektromagnetisch spectrum, en wordt door ons in beginsel ervaren als wit licht. Dit witte licht bestaat echter uit een aantal kleuren, welke met behulp van een prisma zichtbaar gemaakt kunnen worden.

fluorescentie lamp : [*zie ook : gasontlading*] De hoge mate van kleurweergave en het brede scala aan vermogens (24, 36, 40 & 55 W) van de fluorescentie (PLL) lamp, maakt deze lichtbron bij uitstek geschikt voor het verlichten van gebieden met een verblijfsfunctie. De PLL is verder leverbaar in drie lichtkleuren; 2700 K (extra warm-wit), 3000 K (warmwit) en 4000 K (wit). De PLL-lamp bestaat uit een tweetal parallelle buizen, aan één zijde voorzien van een 4-pens lampvoet waarmee de lamp kan worden aangebracht in de lamphouder. De lamp wordt aangesloten op een extern VSA en, afhankelijk van de uitvoering van het VSA (elektronisch of conventioneel) niet of wel op een externe starter.

gasontlading : Een gasontladingsbuis is een afgesloten, vacuüm gezogen glazen buis, waarin een gas is gebracht. Aan beide zijden van de buis bevinden zich aansluitpunten die verbonden zijn met, in de buis aangebrachte elektroden. Als er tussen beide elektroden een voldoende groot potentiaalverschil bestaat, zullen elektronen zich van de ene naar de andere elektrode gaan bewegen. Tijdens deze beweging komen de elektronen in botsing met de gas-atomen. Deze botsing kan zo heftig zijn dat er een 'gas-elektron' uit z'n baan rond de atoomkern wordt geslingerd. Het atoom verandert hierdoor in een, positief geladen, ion dat het 'ontsnapte'elektron weer terug in z'n oorspronkelijke baan trekt. Het 'gas-elektron' zal hierbij zijn, door de botsing ontvangen energie

weer afstaan in de vorm van een UV-foton die, eventueel met behulp van fluorescentiepoeder, wordt omgezet in zichtbare straling.

Als de elektronenstroom nog niet op gang is gebracht, heeft de ontladingsbuis een bijna oneindig hoge weerstand. Als de elektronenstroom echter op gang is gekomen, daalt de weerstand en wordt de elektronenstroom door de buis steeds groter. Deze stroom wordt daarom begrensd met behulp van een voorschakelapparaat (VSA). Dit VSA kan op twee manieren uitgevoerd zijn; of in de vorm van een (conventionele) spoel of in de vorm van een elektronisch circuit. Het conventionele VSA zorgt echter voor een grote inductieve faseverschuiving. De grootte van deze verschuiving is echter, door het energiebedrijf, aan grenzen gebonden; er zal daarom met behulp van condensatoren moeten worden gecompenseerd.

gelijkmatigheid : Naast een acceptabel lichtniveau, heeft de weggebruiker vooral behoefte aan een zo 'egaal' mogelijk verlichte rijweg. Hoe egalere de weg is verlicht, des te beter de weggebruiker het wegdek voor zich kan waarnemen en hoe eerder hij of zij kan reageren op onverwachte situaties. Deze 'mate van egaalheid' wordt de gelijkmatigheid genoemd. Het belang van een gelijkmatig verlichte rijweg laat zich het beste verklaren aan de hand van de werking van het menselijk oog. Bij een slechte gelijkmatigheid (en dus een sterk wisselend verlichtingsniveau) zal het oog van bijvoorbeeld een automobilist zich regelmatig moeten aanpassen. Dit aanpassen gebeurt door het vergroten dan wel verkleinen van de grootte van de pupil; bij veel licht een kleine-, en bij weinig licht een grote pupil.

Indien de automobilist zich vanuit een donkere naar een lichte omgeving begeeft, zal deze aanpassing snel gebeuren. De lichtbundel moet zoveel mogelijk geconcentreerd worden op de gele vlek, én de kans op verblinding als gevolg van een te grote hoeveelheid toegetreden licht moet worden geminimaliseerd. Bij het gaan van een lichte naar een donkere omgeving zal de aanpassing echter (veel) meer tijd in beslag nemen; het licht moet worden gespreid over de veel gevoeliger staafjes, en er bestaat geen direct gevaar voor 'overbelichting'. In het geval dat de lichtmasten zodanig staan opgesteld dat het lichtniveau sterk wisselt zal de automobilist dus, na het passeren van een lichtmast, even een stuk minder kunnen zien. In die gevallen waarin zelfs onverlichte stukken tussen de masten ontstaan, zal de weggebruiker in een 'zwart gat' terecht is gekomen . . . en dat kan bijzonder vervelende gevolgen hebben voor een ter plaatse overstekende voetganger.

gezichtszintuig : De mens beschikt over het vermogen zijn omgeving waar te nemen met behulp van zijn gezichtszintuig. Dit zintuig bestaat uit drie delen; de ogen, de zenuwbanen en het gezichtscentrum in de hersenen. De opbouw van het oog is het beste te verklaren aan de hand van een filmcamera. Zowel de camera als het oog beschikken namelijk over een systeem dat voor een scherp en zuiver beeld zorgt. In het oog zijn dit het hoornvlies en de ooglenzen.

De vorm van de ooglenzen kan, met behulp van spiertjes, worden aangepast aan de afstand tot het waar te nemen voorwerp; ver zien vereist een platte, en dichtbij zien een bolle lens. Evenals bij een camera zal voor een goed en scherp beeld de hoeveelheid licht geregeld moeten worden, anders raakt de 'film' immers overbelicht. Deze lichtregeling gebeurt met behulp van de iris en de pupil. Net als bij het diafragma van een camera kan de pupil groter en kleiner worden gemaakt (zo'n 16 x). Het 'opgenomen' beeld wordt in de oogbol geprojecteerd op het netvlies; de licht- en kleurgevoelige film van onze 'oogcamera'. Het netvlies bevat twee soorten lichtgevoelige cellen die het opgenomen beeld omzetten in elektrische signaaltjes; de 'kegeltjes' en de 'staafjes'. De kegeltjes zijn hoofdzakelijk geconcentreerd op de gele vlek, recht achter de ooglenzen. De staafjes zijn gelijkmatig verdeeld over de rest van de oogbol, met uitzondering van de blinde vlek; de plaats waar de oogzenuwen de oogbol verlaten. De elektrische signalen worden via de oogzenuw getransporteerd naar het gezichtscentrum in onze hersenen. Hier worden deze signalen omgezet in een zichtbaar beeld. Verder regelt het gezichtscentrum het adaptievermogen van het oog, in die gevallen waarin de iris en de pupil hiertoe niet (meer) in staat zijn.

De kegeltjes zijn gevoelig voor de verschillende kleuren van het licht. Het zijn dan ook die cellen die ons overdag in staat stellen om, behalve vormen ook kleuren waar te nemen (fotopisch – $L_{gem} > 3,5 \text{ cd/m}^2$). Naarmate de duisternis invalt, neemt de werking van de kegeltjes echter af. Het zijn nu vooral de staafjes wiens activiteit de boventoon gaat voeren (mesopisch – $0,035 \text{ cd/m}^2 < L_{gem} < 3,5 \text{ cd/m}^2$). Deze staafjes zijn nauwelijks gevoelig voor kleuren, maar zijn des te meer geschikt voor het waarnemen van contrasten. Na het volledig invallen van de duisternis functioneren alleen nog maar de staafjes (scotopisch - $L_{gem} < 0,035 \text{ cd/m}^2$).

groepsremplace : Een onderhoudsmethode waarbij de lichtbronnen worden vervangen na de, door de fabrikant gegarandeerde gebruiksduur. Op deze wijze is het mogelijk hun gemiddelde leeftijd laag te houden. Het, als gevolg hiervan verminderen van de kans op voortijdige uitval van lichtbronnen heeft tot gevolg dat de lichtopbrengst en het verlichtingspatroon van de installatie op een kwalitatief voldoende hoog peil gehandhaafd kunnen worden. Op deze wijze wordt blijvend voldaan aan de uitgangspunten volgens welke de installatie oorspronkelijk is ontworpen. Een verder groot voordeel van deze onderhoudsmethode zijn de veel geringere kosten voor het verhelpen van incidentele storingen, hetgeen op termijn resulteert in lagere onderhoudskosten. Deze onderhoudsmethode heeft echter als nadeel dat, afhankelijk van de onderhoudsfrequentie voortijdig uitgevallen lichtpunten langdurig buiten werking kunnen blijven. Groepsremplace zal daarom gecombineerd moeten blijven worden met het gericht storingsrijden.

halfcilindrische verticale verlichtingssterkte : [*zie ook : verlichtingssterkte / Hall, E.T.*] Het wordt, vooral voor voetgangers en fietsers, steeds onveiliger op straat; vooral na het invallen van de duisternis. Om deze onveiligheid tegen te gaan is een overzichtelijke weg) een goede verlichting van het grootste belang. Door deze verlichting is de voetganger namelijk in staat om op een voldoende grote afstand tegemoetkomende personen (en vooral hun bedoelingen !) te kunnen herkennen. Woonwijkverlichting moet mensen daarom in staat stellen om iemand, die zij op straat tegenkomen over een afstand van minimaal 4 meter te kunnen herkennen. Aangezien proefondervindelijk is bepaald dat bij het herkennen van iemand vooral gekeken wordt naar het gezicht, is hierbij als lichttechnische grootheid gekozen voor de halfcilindrische verticale verlichtingssterkte op ooghoogte. Het symbool voor de halfcilindrische verticale verlichtingssterkte is E_{sc} , uitgedrukt in lux.

Hall, E.T. : [*zie ook : halfcilindrische verticale verlichtingssterkte*] Uit de studies van de Amerikaanse antropoloog E.T. Hall is gebleken dat mensen, zodra zij niet gehinderd worden door obstakels, onbewust ten opzichte van elkaar een bepaalde afstand bewaren; een afstand die afhankelijk is van hun onderlinge relatie. Diegenen die een intieme relatie onderhouden, hebben geen bezwaar tegen een onderlinge afstand van ½ meter of minder. Een persoonlijke relatie leidt tot afstanden van ½ tot 1 meter, en een sociaal zakelijke relatie tot afstanden van 1 tot 4 meter. Onbekenden hebben een duidelijke voorkeur voor afstanden, groter dan 4 meter. Hieruit kan geconcludeerd worden dat met name de verlichting in woonwijken passanten in staat moet stellen om elkaars, veelal van het gezicht af te lezen, bedoelingen over een afstand van minimaal 4 meter in te kunnen schatten.

hogedruk natriumlamp : [*zie ook : gasontlading*] De hogedruk natrium (SON-T) lamp produceert een grote hoeveelheid lichtstroom tegen een gering opgenomen vermogen; gecombineerd met een redelijke mate van kleurherkenning. De constructie van de SON-T lamp maakt het mogelijk, de geproduceerde lichtbundel te 'sturen'. Deze eigenschappen maken de SON-T lamp bij uitstek geschikt voor toepassing binnen de openbare verlichting. De SON-T lamp bestaat uit een heldere buisvormige buitenballon, met daarin een ontladings-buisje van gesinterd aluminium. Het buisje is opgehangen in een elektrisch geleidende steun. Ter bescherming zijn bevestigingsveren aangebracht om eventuele trillingen op te vangen. De buitenballon is vervaardigd van gehard glas en vervolgens vacuüm gezogen om warmteverliezen tot een minimum te beperken.

horizontale verlichtingssterkte : [*zie ook : verlichtingssterkte*] De horizontale verlichtingssterkte is de verlichtingssterkte op de (horizontale) rijweg. De grootte is enkel afhankelijk van de afstand tussen de lichtbron en het wegdek, alsmede van de wijze van lichtsturing door het verlichtingsarmatuur. Indien deze symmetrisch is, zal de lichtverdeling aan beide zijden van de lichtmast even groot zijn. Aangezien de horizontale verlichtingssterkte

niet overal even groot is, wordt meestal gewerkt met het gemiddelde. Vandaar dat in de verlichtingstechniek altijd gesproken wordt over $E_{h, \text{gem}}$; de gemiddelde horizontale verlichtingssterkte.

inductielamp : [zie ook : *gasontlading*] Het inductie lampsysteem (QL) combineert elektromagnetische inductie met lichtopwekking door gasontlading. Omdat de lamp geen gloeidraden of elektrodes bevat, is de levensduur van de lamp bijzonder hoog; zo'n 60.000 uur. Het QL-lampsysteem bestaat uit een met een kwikdamp gevulde ontladingsballon met daarin geplaatst een power coupler die is voorzien van een inductiespoel. De inductiespoel is via een coaxkabel verbonden met een HF-generator. De HF-generator genereert een hoogfrequente wisselstroom (± 256 MHz) die via de inductiespoel een magnetisch veld opwekt in de ontladingsballon. Dit magnetisch veld veroorzaakt een elektrisch veld wat de elektronen in de kwikdamp in beweging brengt. Deze elektronen zullen botsen met de kwikatomen en hierbij kan een uv-foton vrijkomen. Dit uv-foton wordt dan middels een fluorescentiepoeder omgezet in voor het menselijk oog zichtbaar licht.

IP-classificatie : Een verlichtingsarmatuur staat voortdurend in meer of mindere mate bloot aan schadelijke invloeden van buiten. In combinatie met veroudering van de materialen waaruit het is samengesteld, heeft de verontreiniging van het armatuur directe gevolgen voor de uiteindelijk uitgestraalde hoeveelheid licht. Het is dus van belang om, met name het binnenste van het armatuur zoveel mogelijk af te sluiten van de buitenwereld. De mate van dichtheid van een verlichtingsarmatuur is vastgelegd met behulp van de IP-classificatie. Deze classificatie is een omschrijving van de eisen welke gesteld worden aan de bescherming tegen het binnendringen van voorwerpen en water. Het relevante gebied met betrekking tot verlichtingsarmaturen varieert van IP 44 (bestand tegen voorwerpen, groter dan 1 mm en opspattend water uit alle richtingen) tot IP 66 (bestand tegen stof en tegen watergolven).

kleurtemperatuur : De kleur van het, door een lichtbron uitgestraalde licht kan voor ons gevoel overkomen als 'warm' of 'koel'. Deze eigenschap wordt de kleurtemperatuur van de lichtbron genoemd. Als symbool voor de kleurtemperatuur is gekozen voor de hoofdletter T, met als toevoeging de kleine letter k (T_k); de kleurtemperatuur wordt uitgedrukt in Kelvin (K).

De kleurtemperatuur van de 'koel' aandoende hogedruk kwiklamp bedraagt 4000 K; de kleurtemperatuur van de als warm overkomende lagedruk natriumlamp bedraagt 1800 K. Deze, in eerste instantie onlogische samenhang tussen de temperatuur waarmee de lichtkleur wordt geassocieerd en de hieraan toegekende kleurtemperatuur kan als volgt worden verklaard. De wijze waarop een kleurtemperatuur wordt toegekend is afgeleid van het proces dat een gloeidraad van een gloeilamp doormaakt, indien deze wordt aangesloten op een langzaam toenemende spanningsbron. Als de spanning laag is, wordt de gloeidraad matig verhit; de draad heeft een rood/oranje kleur. Deze kleur wordt door ons onbewust geassocieerd met een 'warm' haardvuur; de werkelijke temperatuur van de gloeidraad is echter relatief laag (dus een lage kleurtemperatuur). Wordt de spanning, en daardoor de temperatuur, echter verder opgevoerd, dan wordt de gloeidraad wit heet. Deze witte kleur geeft een koele indruk, de werkelijke temperatuur is echter bijzonder hoog (dus een hoge kleurtemperatuur).

kleurweergave index : Een lichtbron is, afhankelijk van zijn samenstelling, in meer of mindere mate in staat om kleuren weer te geven. Om te beoordelen hoe 'goed' of 'slecht' deze kleurweergave is, wordt de lichtbron vergeleken met een temperatuurstraler, zoals bijvoorbeeld een gloeilamp of een kaars. Deze zijn namelijk in staat om alle kleuren uit het zichtbare gedeelte van het elektromagnetisch spectrum weer te geven. Het symbool voor de kleurweergave index is de hoofdletter R, met als toevoeging de kleine letter a (R_a)

De kleurweergave index van een lichtbron geeft dus aan, hoeveel procent van de kleuren van het zichtbare gedeelte van het spectrum deze lichtbron gemiddeld weer kan geven ten opzichte van het spectrum van een temperatuurstraler. De maximum waarde van de kleurweergave index (het door een temperatuurstraler weergegeven kleurspectrum) is gesteld op 100. De kleurweergave index is het gemiddelde over de weergave van de kleuren uit het spectrum. Uit de vergelijking van de kleurweergave indices van lichtbronnen kunnen dus

geen conclusies getrokken worden wat betreft de weergave van één enkele kleur. Verder is de kleurweergave index van een lichtbron gegeven voor één bepaalde kleurtemperatuur. Het vergelijken van de kleurweergave indices van lichtbronnen met verschillende kleurtemperaturen geeft dus eveneens een vertekend beeld.

lagedruk natriumlamp : [*zie ook : gasontlading*] De lagedruk natriumlamp produceert een grote hoeveelheid lichtstroom tegen een gering opgenomen vermogen. Deze lamp is hiermee de lichtbron met de hoogste specifieke lichtstroom van alle, binnen de openbare verlichting toegepaste lichtbronnen. Nadelen zijn het, bij toepassing van deze lamp volledig ontbreken van enige mogelijkheid tot kleurherkenning en de grootte (een SOX 135 W is 1,12 meter lang !). De lagedruk natriumlamp wordt geproduceerd in een standaarduitvoering (SOX) en een uitvoering met een hogere specifieke lichtstroom (SOX-E). Beide uitvoeringen bestaan uit een U-vormige ontladingsbuis, gemonteerd in een heldere buisvormige buitenballon. In de wand van de ontladingsbuis zijn op regelmatige afstanden uitstulpingen aangebracht. Tijdens het afkoelen van de lichtbron zal de natriumdamp hier als eerste neerslaan en stollen. Op deze wijze wordt het natrium evenredig verspreid over de gehele lengte van de ontladingsbuis. De buitenballon van de SOX-E lamp is aan de binnenzijde voorzien van een dun laagje indium. Deze laag weerkaatst het grootste gedeelte van de, in de ontladingsbuis opgewekte infrarode straling, en houdt deze zo op een constante temperatuur. De SOX-E is herkenbaar aan een zwarte lampvoet.

langsgelijkmatigheid : [*zie ook : gelijkmatigheid*] De langsgelijkmatigheid is de verhouding van de kleinste en de grootste luminantie, gemeten in de lengterichting van de rijweg. Deze meting vindt plaats langs een denkbeeldige lijn, getrokken op een vierde van de rijbaanbreedte (gezien vanaf de rechter kantstreep). Het symbool voor de langsgelijkmatigheid is de hoofdletter U, in combinatie met een kleine letter L.

levensduur lichtbron : De technische levensduur van een lichtbron beslaat de langstmogelijke periode waarover deze, zonder onderbreken kan functioneren. Deze periode wordt begrensd door het tijdstip waarop de lichtbron in gebruik wordt genomen en het tijdstip waarop deze door veroudering is uitgevallen. Het toepassen van een lichtbron is echter alleen interessant gedurende de gebruiksduur; zolang haar rendement (de verhouding tussen de geproduceerde lichtstroom en het hiervoor benodigde elektrisch vermogen) economisch gezien acceptabel is. De economische levensduur beslaat de periode waarbinnen het uitvalspercentage maximaal zo'n 10 % bedraagt.

De economische levensduur kan echter beïnvloed worden door variaties in de netspanning. Deze zijn van invloed op de aan de lichtbron aangeboden brandspanning en op deze wijze op de levensduur. Bij verlichtingsarmaturen met conventionele voorschakelapparatuur heeft de aan het armatuur aangeboden spanning, indien deze afwijkt van de netspanning een recht evenredig effect op de lichtopbrengst en een negatief effect op de levensduur van de lichtbron. Armaturen met elektronische voorschakelapparatuur kennen dit nadeel (nagenoeg) niet.

lichtstroom : Als aan een lichtbron elektrische energie wordt toegevoerd, zal de lichtbron deze energie omzetten in elektromagnetische straling. Het deel van deze straling dat binnen het zichtbare gebied valt, dus het gedeelte dat op basis van de (dag) ooggevoeligheidskromme wordt ervaren als 'licht', wordt de lichtstroom genoemd. Het symbool voor de lichtstroom is de Griekse letter phi (ϕ); de hoeveelheid lichtstroom wordt uitgedrukt in de eenheid lumen [lm].

lichtsterkte : De lichtstroom die door een lichtbron in een bepaalde richting wordt uitgestraald, wordt de lichtsterkte genoemd. Men kan zich dit het beste voorstellen als licht, uitgestraald binnen een denkbeeldige kegel. Een lichtbron straalt zijn licht echter niet in alle richtingen gelijkmatig uit. Daarom wordt, bij het bepalen van de lichtsterkte, deze kegel zo nauw mogelijk gedacht. Binnen deze kegel is de uitgestraalde lichtstroom dan (bij benadering) overal even groot. De hoeveelheid lichtstroom is dus evenredig met de, door de denkbeeldige kegel omsloten (ruimtelijke) hoek. Het symbool voor de lichtsterkte is de hoofdletter I; de eenheid van de lichtsterkte ($I = \phi / \omega$), lumen per steradiaal wordt candela (afgekort cd) genoemd.

luminantie : Als licht op een oppervlak valt, zal een deel van het licht door dit oppervlak worden weerkaatst (gereflecteerd). Het oppervlak gaat als het ware zelf als lichtbron functioneren (men noemt dit ook wel een secundaire lichtbron). Dit gereflecteerde licht wordt de luminantie van dit oppervlak genoemd. De hoeveelheid licht die gereflecteerd wordt is afhankelijk van de sterkte van het licht (de lichtsterkte) op, en de grootte en 'helderheid' van het reflecterende oppervlak. Met de helderheid wordt bedoeld de mate waarin het oppervlak in staat is het licht te weerkaatsen. De hoeveelheid licht die wordt opgevangen door ons oog (en zo het verlichte oppervlak voor ons zichtbaar maakt) is afhankelijk van onze positie tot het reflecterende vlak; des te vlakker de kijkrichting, des te kleiner het gedeelte dat we uiteindelijk nog van het oppervlak kunnen zien. Dit oppervlak (loodrecht op de kijkrichting) wordt het schijnbaar oppervlak genoemd. Het symbool voor de luminantie is de hoofdletter L; de eenheid van de luminantie ($L = I / A_s$) wordt uitgedrukt in candela per vierkante meter schijnbaar oppervlak [cd/m^2].

ooggevoeligheid : Het menselijk oog waardeert niet alle zichtbare straling (380 nm - 780 nm) op de zelfde manier. Onderzoek heeft uitgewezen dat, bijvoorbeeld bij daglicht, het oog het meest gevoelig is voor licht met een golflengte van ± 555 nm (geel/ groen). Deze waardering van het oog voor de diverse kleuren binnen het zichtbare gedeelte van het elektromagnetisch spectrum is vastgelegd in de ooggevoeligheidskromme; de dagkromme.

Het zal duidelijk zijn dat, wanneer men een lichtbron wil vervaardigen die zo veel mogelijk 'licht' produceert, er zo veel mogelijk gebruik gemaakt wordt van dit gegeven. Men zal proberen om een zo groot mogelijk deel van de door deze lichtbron uitgestraalde energie een golflengte te geven in de buurt van de 555 nm. Behalve de juiste golflengte is echter ook het lichtniveau van groot belang. Indien dit niveau lager is dan zo'n 0,5 cd/m^2 , is ons oog meer gevoelig voor de blauw/groene kleuren. De ooggevoeligheidskromme heeft zich dus blijkbaar verplaatst. Dit effect is een gevolg van het niet of nauwelijks meer functioneren van de kegeltjes, en het toenemen van de activiteit van de staafjes.

Om dus bij nacht te kunnen blijven profiteren van de voordelen van de 'geel/groene' lichtbronnen is het van het grootste belang een voldoende hoog lichtniveau te handhaven. Op deze wijze kan het 'wegglijden' van de ooggevoeligheid worden voorkomen. Een en ander kan het best worden geïllustreerd aan de hand van de lagedruk natriumlamp. Deze straalt bijna al zijn zichtbare straling uit bij een golflengte van 589 nm. Vergeleken met de dagkromme komt dit overeen met een gevoeligheid van $\pm 75\%$. Is echter het lichtniveau te laag, dan zal de ooggevoeligheidskromme gaan verschuiven. De maximale ooggevoeligheid volgens de nieuwe (nacht)ooggevoeligheidskromme komt hierdoor echter te liggen bij een golflengte van ± 507 nm. De gevoeligheid van het oog voor het lagedruk natriumlicht is hierdoor afgenomen tot zo'n 10 %.

ruimtehoek : [zie ook : *verlichtingssterkte*] Bij de definitie van de lichtsterkte wordt gebruik gemaakt van het begrip ruimtehoek. Deze ruimtehoek kan men zich het beste als volgt voorstellen. Op het oppervlak van een bol stellen we ons een vlak voor, met de oppervlakte A. Dit vlak is in de tekening voorgesteld als een cirkel. Als alle punten van de omtrek van deze cirkel worden verbonden met het middelpunt van de bol, vormt dit een kegel. De, door de top van de kegel omsloten, 3-dimensionale hoek is de ruimtehoek ω . Als het oppervlak A even groot is als de straal van de bol in het kwadraat (oppervlak $A = r^2$) omsluit de top van de kegel een ruimtelijke (drie-dimensionale) hoek in, gelijk aan één steradiaal (afgekort sr), de eenheid waarin de ruimtehoek wordt uitgedrukt. Daar het oppervlak van een bol $4 \cdot \pi \cdot r^2$ is, bedraagt het maximaal aantal steradialen 4π .

specifieke lichtstroom : [zie ook : *lichtstroom*] Een lichtbron zet elektrische energie om in zichtbare straling. Deze straling is echter slechts een deel van de totaal door de lichtbron uitgestraalde energie. Het is dus van belang om een duidelijk beeld te hebben van het nuttig rendement van de lichtbron. Dit rendement, de verhouding tussen de lichtstroom en het aan de lichtbron toegevoerde vermogen wordt de specifieke lichtstroom genoemd. Het symbool voor de specifieke lichtstroom is de Griekse letter èta (η); de specifieke lichtstroom ($\eta = \phi / P$) wordt uitgedrukt in de eenheid lumen per Watt [lm/W].

software : De meeste fabrikanten van verlichtingsarmaturen stellen aan hun afnemers softwarepakketten ter beschikking, bedoeld voor het maken van computerberekeningen ter ondersteuning van lichttechnische ontwerpen voor buitenverlichting. De programma's bestaan over het algemeen uit modules voor openbare verlichting en sportveld/terreinverlichting.

De module openbare verlichting is gebaseerd op het verlichten van een rechte weg(helft). Deze weg(helft) kan verdeeld worden in een aantal rijstroken. Hierbij kunnen worden aangegeven de wegbreedte, het materiaal waaruit het wegdek is samengesteld en de luminantiecoëfficiënt van dit materiaal. De luminantiecoëfficiënt geeft, onder gedefinieerde omstandigheden aan in welke mate het, op het wegdek gestraalde licht wordt gereflecteerd in de richting van het oog van een automobilist. Deze coëfficiënt is afhankelijk van de mate waarin een materiaal in staat is om licht te reflecteren; een betonnen wegdek is 'witter' en reflecteert dus beter dan donker asfalt. Langs de weg(helft) zijn op regelmatige afstand lichtpunten geplaatst. Deze lichtpunten kunnen zich aan een zijde, aan beide zijden of in een middenberm bevinden. Hierbij kunnen worden aangegeven de hoogte van en de afstand tussen de lichtmasten, de overhang (de mate waarin het armatuur, ten opzichte van de wegrand, over de weg hangt), de elevatie (de hoek van het armatuur ten opzichte van de horizontaal), het toe te passen verlichtingsarmatuur en de daarin opgenomen lichtbron en de depreciatiefactor (een maat voor de 'overwaarde' die in het ontwerp moet worden meegenomen om minimaal een bepaald verlichtingsniveau te kunnen garanderen). Berekeningsresultaten worden gegeven in de vorm van de wegdek luminantie, algehele- en langsgelijkmatigheid (voor verkeerswegen), de horizontale verlichtingssterkte en gelijkmatigheid (voor verblijfsgebieden) en de half-cilindrische verlichtingssterkte (voor onderlinge herkenning van voetgangers).

De module sportveld/terreinverlichting is gebaseerd op het verlichten van een (rechthoekig) terrein van bepaalde afmetingen. Op en buiten dit terrein kunnen, volgens een coördinatenstelsel, lichtmasten worden geplaatst met verschillende lichtpunthoogten, verlichtingsarmaturen en opstellingen (het armatuur kan 360° gedraaid worden). De berekening geeft, voor het rechthoekige terrein, de horizontale verlichtingssterkte en gelijkmatigheid. Sommige softwarepakketten bevatten bovendien de mogelijkheid om, met behulp van rechthoekige en cirkelvormige maskers, bepaalde delen van het terrein voor de berekening af te schermen. Op deze wijze kan bijvoorbeeld de verlichtingskwaliteit worden berekend voor een plein waarop zich een gebouw bevindt.

Threshold Increment : [*zie ook : luminantie*] Om het menselijk gezichtszintuig in staat te stellen om een voorwerp te kunnen waarnemen, dient er een bepaalde verhouding te bestaan tussen de luminantie van dit voorwerp en de luminantie van diens achtergrond; contrast genaamd. De minimale luminantie waarbij het voorwerp, zonder directe verblinding door de aanwezige lichtbronnen, nog net scherp kan worden waargenomen, wordt de drempelwaarde genoemd. Naast de luminantie van voorwerp en wegdek het voorwerp gereflecteerde licht schijnen de lichtbronnen echter ook rechtstreeks in het oog. Als gevolg van deze verblinding ontstaat binnen de oogbol strooilicht (de sluiertiluminantie) die de luminantie van het voorwerp tegenwerkt. Dit heeft tot gevolg dat het contrast te gering wordt; het voorwerp kan niet meer waargenomen worden. Het contrast kan worden hersteld door de luminantie van het voorwerp te verhogen. De oorspronkelijke drempelwaarde wordt hierdoor dus met een bepaald percentage verhoogd. Deze procentuele verhoging wordt de drempel (threshold) waarde verhoging (increment) genoemd. Het symbool voor de threshold increment zijn de hoofdletters TI. De eenheid van TI wordt uitgedrukt in procenten.

verlichtingsarmaturen : Bij het ontwerp van functionele armaturen is een goede lichttechniek een eerste vereiste. Hiermee moet een goede en gelijkmatige verlichting van het wegdek worden gerealiseerd. De vormgeving van het armatuur is van minder belang, met uitzondering van 'stroomlijning', de windgevoeligheid van het armatuur. De functionele armaturen kunnen, afhankelijk van de wijze van lichtsturing, worden onderscheiden in twee groepen. De armaturen met een refractie optiek zijn voorzien van, in de lichtkap aangebrachte prisma's. Zij worden toegepast in combinatie met langwerpige lichtbronnen (bijvoorbeeld PLL en SOX). Bij de armaturen met een spiegeloptiek wordt gebruik gemaakt van een in het armatuur aangebrachte spiegel. De armaturen worden voornamelijk toegepast in combinatie met puntvormige lichtbronnen (bijvoorbeeld SON-T).

De functioneel/decoratieve armaturen worden hoofdzakelijk toegepast in gebieden met een verblijfsfunctie. De hoofdtak van dit type armatuur is het bieden van sociale veiligheid. Dit houdt in dat, naast een goede verlichting van het wegdek en het trottoir met de daarop aanwezige obstakels, ook de verlichting van personen van groot belang is. Hiertoe zal het armatuur zowel een breed- als een diepstralend karakter moeten hebben. Vandaar dat bij dit type armatuur meestal een spiegeloptiek gecombineerd wordt met een structuurkap. Bij dit type armatuur is de lichttechniek eveneens van groot belang. Aangezien het functioneel/ decoratieve armatuur over het algemeen binnen het gezichtsveld van de weggebruiker valt, kan bij het ontwerp toch niet geheel voorbij gegaan worden aan een mooie vormgeving.

Bij het decoratieve armatuur ligt het accent meer op de uitvoering dan op de lichttechnische kwaliteiten. Deze laatste zijn over het algemeen van ondergeschikt belang. Dit type armatuur is over het algemeen vrijstralend in alle richtingen.

verlichtingssterkte : Als een lichtbron zich boven een oppervlak bevindt, zal maar een deel van de door de lichtbron uitgestraalde lichtstroom daadwerkelijk op dit vlak terecht komen. Dit deel wordt de verlichtingssterkte genoemd. Een lichtbron zal de lichtstroom echter niet gelijkmatig over het oppervlak verdelen, vandaar dat over het algemeen gebruik gemaakt wordt van de gemiddelde verlichtingssterkte. Deze is gelijk aan de lichtstroom die in totaal op het vlak valt, gedeeld door de grootte van het oppervlak. Het symbool voor de verlichtingssterkte is de hoofdletter E; de eenheid van de verlichtingssterkte ($E = \phi / A$), lichtstroom per eenheid van oppervlak (lumen/m^2), wordt lux genoemd.

verticale verlichtingssterkte : [zie ook : *verlichtingssterkte*] De verticale verlichtingssterkte is de verlichtingssterkte op bijvoorbeeld een (verticale) gevel. De grootte van de verticale verlichtingssterkte is alleen maar afhankelijk van de afstand tussen de lichtbron en de gevel en van de wijze van lichtsturing van het verlichtingsarmatuur; over het algemeen schijnwerpers. Aangezien de verticale verlichtingssterkte niet overal even groot is, wordt meestal gewerkt met $E_{v, \text{gem}}$; de gemiddelde verticale verlichtingssterkte.

voorschakelapparatuur : De stroom door een lichtbron wordt begrensd door een voorschakelapparaat (VSA). Dit VSA is over het algemeen uitgevoerd als een zelfinductie, eventueel in combinatie met een condensator. Het circuit is verder voorzien van een starter, bedoeld voor het in gang zetten van het ontladingsproces in de ontladingsbuis van de lichtbron. Met name voor fluorescentie- en lagedruk natriumlampen bestaat echter de mogelijkheid om voor het ontsteken van de lichtbron en het regelen van de lampstroom, gebruik te maken van elektronica. Het VSA bestaat in dit geval uit een elektronisch circuit met behulp waarvan een hoogfrequente spanning wordt opgewekt. Als gevolg van deze hoge frequentie kan het geleidingsproces van de elektronen in de ontladingsbuis met minder energie tot stand worden gebracht, en in stand worden gehouden. De lichtbron heeft als gevolg hiervan minder energie nodig om dezelfde hoeveelheid licht te produceren. Het verschil in energieverbruik tussen een conventioneel- en een elektronisch bedreven PLL 24 W bedraagt bijvoorbeeld zo'n 20 %.

wegdek classificatie : De grootte van de wegdek luminantie wordt onder andere bepaald door de samenstelling van het wegdek; elk type wegdek heeft namelijk zijn eigen reflectie eigenschappen. Om praktische redenen zijn de reflectie eigenschappen van een aantal soorten wegdek door het CIE (internationale commissie voor verlichtingskunde) vastgelegd in reflectie (r) tabellen. De verhouding tussen de horizontale verlichtingssterkte op, en de luminantie van het wegdek wordt gekarakteriseerd door de luminantiecoëfficiënt q_o ($L_{\text{gem}} = q_o * E_{h, \text{gem}}$).

wegdek luminantie : [zie ook : *luminantie*] 's Nachts kunnen we het wegdek waarnemen dankzij de luminantie van het wegdekoppervlak. Deze luminantie is afhankelijk van de lichtsterkte van de aanwezige lichtbronnen, de reflecterende eigenschappen van het wegdek en de positie van de waarnemer ten opzichte van het reflecterende oppervlak. Aangezien een wegdek niet gelijkmatig reflecteerd, wordt bij het ontwerpen van

openbare verlichting langs verkeerswegen uitgegaan van het gemiddelde. De hierdoor ontstane kwaliteitsparameter is de gemiddelde wegdek luminantie L_{gem} ; uitgedrukt in cd/m^2 .