



Voorschriften

Ontwerp

Openbare Verlichting

Provincie Noord-Brabant
Directie Mobiliteit & Infra
Bureau Verkeer & Vervoer

Versie	:	2.0
Datum	:	Juni 2018

Document : Voorschriften Ontwerp Openbare Verlichting (OVL)
Beheerder : Gerald van Zutphen

**Mutaties**

Datum	Nieuw versie nr.	Wijzigingen
8-4-2016	1.0	
18-5-2016	1.1	Aan- en opmerkingen JEb en JMa
10-4-2018	2.0	Wijzigingen en nieuwe versie door GvZ en EV

Het bron document is opgesteld door:

L. Bronzwaer Adviseur OVL



Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	4
2	WAAR VERLICHTING (PLAATSINGSCRITEIA).....	4
3	HET OVL ONTWERP.....	5
3.1	LICHTBEREKENINGEN	6
3.1.1	INPUT GEGEVENS REKENPROGRAMMA.....	6
3.1.2	OUTPUT GEGEVENS REKENPROGRAMMA.....	7
3.1.3	INTERPRETATIE UITKOMSTEN LICHTBEREKENINGEN.....	7
3.2	SOFTWARE PROGRAMMATUUR KABELBEREKENINGEN.....	8
3.3	AANDACHTSPUNTEN TIJDENS ONTWERP.....	8
4	BIJLAGEN.....	10
4.1	VOORBEELD DETERMINATIETABELLEN (LICHTKLASSE-BEPALING)	10
4.2	VOORBEELD LUMINANTIE LICHTBEREKENING RIJBANEN EN LICHTSTERKTE LICHTBEREKENING FIETSPAD (CALCULUX ROAD / DIALUX STRAATPROJECT)	10
4.3	VOORBEELD LICHTSTERKTE LICHTBEREKENING CONFLICTVLAK (CALCULUX AREA / DIALUX BUITENPROJECT).....	10
4.4	VOORBEELD KABELBEREKENING C-SERVICES	10
5	NEN-NORMEN EN RICHTLIJNEN.....	10



1 Inleiding

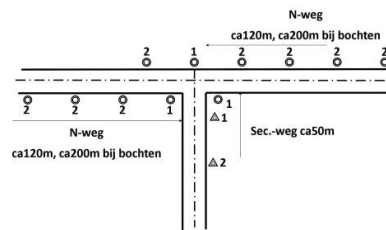
In dit document wordt aangegeven hoe het OVL-ontwerp tot stand komt.

In hoofdstuk 2 wordt schematisch inleidende verlichting en oriëntatieverlichting omschreven. In hoofdstuk 3 wordt nader omschreven op welke wijze het OVL-ontwerp opgesteld dient te worden. Zo wordt beschreven welke documenten hiervoor opgesteld moeten worden en waaraan het ontwerp dient te voldoen. In hoofdstuk 4 zijn enkele voorbeelden weergegeven. In hoofdstuk 5 staan de standaard normen en richtlijnen vermeld te gebruiken bij het OVL ontwerp.

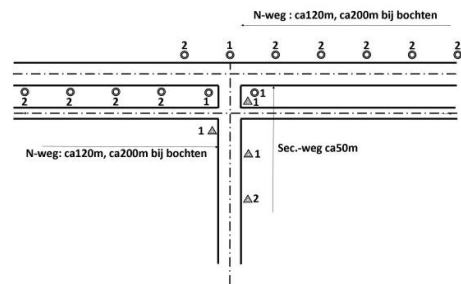
2 Waar verlichting (Plaatsingscriteria)

Schematische weergave van inleidende verlichting op N-wegen / Zij (sec.)wegen, met schakelregime dimmen.

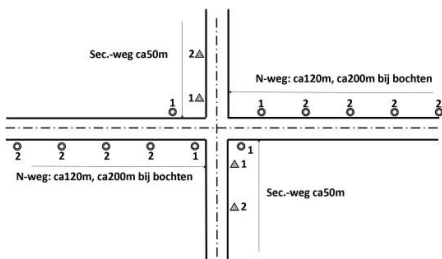
T-Splitsing



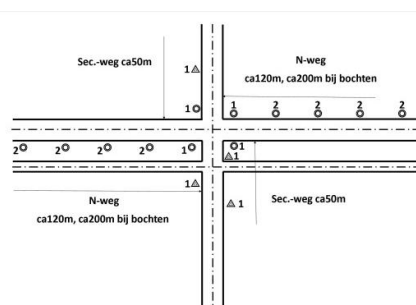
T-Splitsing met fietsoversteek



Kruispunt

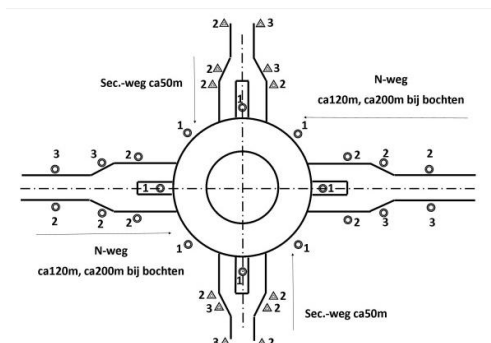


Kruispunt met fietsoversteek

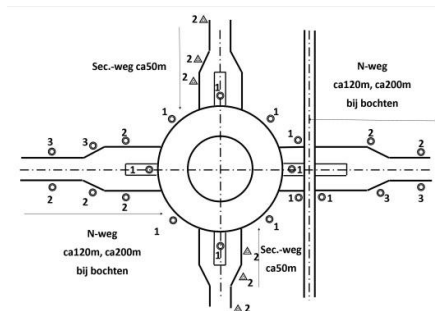




Rotonde

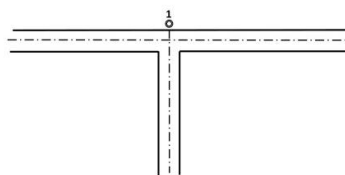


Rotonde met fietsoversteek

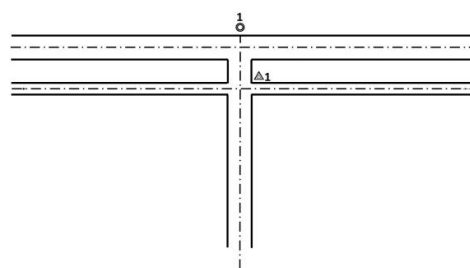


Schematische weergave van oriëntatie verlichting N-wegen / Zij (landbouw)wegen, met schakelregime dimmen.

T-Splitsing



T-Splitsing met fietsoversteek



Bij scherpe bochten en discontinuïteiten zoals wegversmalling worden één of twee OVL oriëntatie-masten toegepast.

Schakelregime	AAN	19:00u	23:00u	05:00u	06:00u
		19:00u	23:00u	05:00u	06:00u
		90%	70%	50%	70%
					90%
					UIT

- Lichtmast 10mEU1,25m
- Lichtmast 8mEU1,25m

De eerste lichtmast bij een conflictvlak staat op LPH-afstand (lichtpunthoogte) achter de haaiantanden.

Bij fietsoversteken altijd portaal opstelling van lichtmasten gebruiken i.v.m. gelijkmatigheid van verlichting op het gehele conflictvlak.

3 Het OVL Ontwerp

Zodra a.d.h.v. het lichttechnisch advies bekend is wat met de openbare verlichting moet gebeuren, (verwijdering, vervanging of nieuw), dient er een ontwerp (lichtpunten-tekening met kabel-netwerk) te worden gemaakt. Bij dit ontwerp dienen de volgende zaken bekend te zijn:

- Soort verlichting (inleidende verlichting of oriëntatie verlichting)
- Lichtpunt hoogte (LPH)



- Lichtklasse. Indien niet bekend te bepalen met behulp van de determinatietabel van de NPR13201-1
- Armatuur (zelfde type armatuur toepassen op een groot wegvak of gehele N-weg)

De juiste plek van de lichtpunten wordt bepaald aan de hand van lichtberekeningen (zie 3.1). Nadat de lichtpunten 'geplaatst' zijn in het VO (voorontwerp) en het VO goedgekeurd is door PNB wordt met behulp van een kabelberekening (zie 3.2) de kabeldiameter bepaald en vastgelegd in het DO (definitief ontwerp). Na goedkeuring van het DO door PNB mag het ontwerp uitgevoerd worden.

3.1 Lichtberekeningen

Om de uniformiteit qua lichtberekeningen binnen de provincie N-Brabant uniform te behouden wordt alleen software van Dialux of Calculux toegepast.

Met gebruikmaking van een van de bovenstaande lichtberekeningssoftware en het juiste armatuur geplaatst op de juiste posities (houd rekening met bestaande of toekomstige groenstructuur of met bestaande locatie van lichtmasten (in geval van vervanging)) kan de optimale mastlocaties bepaald worden. De volgende vuistregels mogen gehanteerd worden: wegbreedte ca. 1x lichtpunthoogte, Lichtpuntafstand bij enkelzijdige verlichting ca. 4x lichtpunthoogte. De volgende berekeningen zijn minimaal van belang:

- luminantieberekening bij inleidende verlichting en
- lichtsterkteberekening bij verlichting op conflictvlak (kruisingsvlak).

3.1.1 Input Gegevens Rekenprogramma

Afhankelijk van toegepaste lichtmast, armatuur en wegdek dienen de volgende inputgegevens te worden toegepast:

- Depreciatiefactor
conventionele armaturen: 0,85
conventionele armaturen met polycarbonaat kap: 0,80
LED-armaturen met CLO (Constant light Output): 0,94 en
LED-armaturen zonder CLO: 0,75 (bij L80B10).
- Tilt hoek uithouder 5 graden
- Lichtmasten in de buitenberm dienen op 2 meter afstand tot de rechter kantstreep geplaatst te worden.
- Overhang = lichtbronafstand boven wegdek tussen hart lichtbron en kant kantlijn (hierbij rekening te houden met mastafstand kantlijn tot lichtmast 2,0m, uithouderlengte 1,25/0,75m en afstand hart lichtbron tot achterkant armatuur)
- Reflectiecoëfficiënt wegdek (q_0) asfalt CIE C2: $Q_0=0,07$ of beton CIE R2 met $Q_0=0,07$
- Lichtpunthoogtes: [m]

6m-paaltop / 6mEU0,75m	bij fietspaden
8mEU1,25m-8mDU1,25m	bij aansluitende wegen
10mEU1,25m-10mDU1,25	bij N-weg - N-weg met fietspad (2x1)
12mEU1,25m-12mDU1,25m	bij N-weg 2x2 met middenberm
- Lichtpuntafstand [m] (LPA) (= afstand tussen twee lichtmasten)
- Mastopstelling: enkelzijdig links-, enkelzijdig rechts-, zig-zag-, portaal- of middenberm-opstelling
- Lichtkleur LED: Neutraal-Wit (kleurtemperatuur 4100 Kelvin)
- Maximale stroom driver 500mA
- Juiste toepassing van rekenprogramma volgens onderstaande tabel:



	Philips CALCULUX	Dialux
Lichtsterkteberekening conflictvlakken	Calculux AREA	Dialux buitenproject
Luminantieberekening rijbanen	Calculux ROAD	Dialux straatproject

3.1.2 Output Gegevens Rekenprogramma

De volgende outputgegevens dienen minimaal getoond te worden bij een **luminantie berekening** (zie voorbeeld bijlage 4.2):

- Voorblad met daarop aangegeven: wegnummer, baanvak met opgave van Hm, lichtklasse, datum berekening, naam operator
- Inhoudsopgave
- Armatuurgegevens (aantal leds, led-,spiegel-optiek, lichtkleur, stroom driver, lumenstroom, dimstand en armatuurvermogen in Watt, het voor de lichtberekening gebruikte I-tabel-nummer)
- Ontwerpgegevens (weg/straatprofiel met breedtes, mastafstanden, lumenstromen, armhoek, armlengte, lichtpunthoogte, overhang, behoudfactor, inplanting armatuur)
- Luminatiegegevens volgens berekening (Lgem, U0, Ul, TI per waarnemer, per rijbaan) incl. luminantiegegevens Lgem, U0, Ul, TI volgens lichtklasse, voldaan/niet voldaan

De volgende outputgegevens dienen minimaal getoond te worden bij een **lichtsterkteberekening** (zie voorbeeld bijlage 4.3):

- Voorblad met daarop aangegeven: wegnummer, baanvak, Hm, lichtklasse, datum berekening, naam operator
- Inhoudsopgave
- Armatuurgegevens (aantal leds, led-,spiegel-optiek, lichtkleur, stroom driver, lumenstroom, dimstand en armatuurvermogen in Watt, het voor de lichtberekening gebruikte I-tabel-nummer)
- Ontwerpgegevens berekeningsvlak weg(lumenstromen, armhoek, lichtpunthoogte, positie lichtmast, behoud factor)
- Lichtsterktegegevens volgens berekening (Raster, Egem, Es, Emax, Es/Egem)

3.1.3 Interpretatie uitkomsten lichtberekeningen

Alle in de normen aangegeven waarden worden beschouwd als exact getal. Indien door omstandigheden deze norm alleen bij benadering is te behalen mag een bandbreedte van +/- 5% worden gebruikt.

De waardes volgens de lichtklasse-opgave dienen te worden bereikt en aangetoond met de uitkomsten van de lichtberekeningen. Positieve afwijkingen boven de 5% mogen verlaagd worden met behulp van dimmen van het armatuur dynamisch of statisch. Indien armatuur bij ontsteken gedimd wordt deze maat van dimming vastleggen op tekening en in data armatuur. Indien een dimregime wordt toegepast buiten de spijtijden kan met behulp van statisch of dynamisch dimmen dit regime toegepast worden.



3.2 Software programmatuur kabelberekeningen

Om binnen de provincie een uniformiteit van kabelberekening programma te waarborgen is alleen de NEN1010 kabelberekeningsprogramma van C-services Holland (laatste versie) toegestaan (zie voorbeeld bijlage 4.4).

De volgende randvoorwaarden dienen te worden toegepast:

- Te hanteren stelsel bij berekening: TT-stelsel (of TNC/TNS stelsel met garantieverklaring van stroomleverancier dat installatieaarde van 1-1,5 ohm gegarandeerd wordt)
- **Geen** aardlekbeveiliging
- Circuutaarde $R_a < 1,5$ ohm
- Impedantie schoeisel vloer 1000 ohm
- Impedantie menselijk lichaam 500 ohm
- Beschermleiding in kabel
- Beveiliging: gG smeltpatroon (maximaal 80% belast), Installatie-automaat B-kar (maximaal 80% belast) of protec beveiliging
- Isolatie kabel XLPE (Halogeenvrij)
- Geleidermateriaal kabel Koper/Koper
- Voedingskabel 4 aderig 400V (3fase + nul +aardscherm)
- Spanningsverlies maximaal 5% van bronspanning 230VAC
- Cosinus $\phi = 0,9$
- Grondtemperatuur 15 graden Celsius
- Warmteweerstandscoefficiënt = Droog 2,5 K.m/W
- Rekening te houden met fase uitval
- Ondersteunende aarde is niet toegestaan
- Groepsveiligheid (automaat met B-karakteristiek of Gg smeltveiligheid) groter of gelijk aan 10A (selectief t.o.v. mastveiligheid Gg smeltveiligheid 4A)
- IN/UIT aansluiting lichtmasten (ondergrondse aftakkingen middels kabelmoffen zijn niet toegestaan)
- Vermogens gelijk verdeeld over 3 fasen
- Aanlegmethode 63. Een of meeraderige kabel direct in de grond gelegd met aanvullende bescherming

Bij het maken van een ontwerp dient als basis gekozen te worden voor een installatie met installatie-automaten. Alleen bij lange kabelafstanden ($> \sim 500$ mtr) mag een protec beveiliging toegepast worden.

3.3 Aandachtspunten tijdens Ontwerp

Bij het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de volgende zaken:

Bochten

Bij het verlichten van bochten moet de mastafstand iets verkleind worden. In de praktijk geldt dat hiervoor vooral aandacht nodig is bij bochten met een kleine boogstraal. Een voorbeeld



hiervan zijn de bogen in knooppunten.

Aandachtspunten om te komen tot een goede keuze:

- De mastafstand moet bij knooppunten vaak aangepast worden. In dergelijke gevallen kan onderstaande formule een oplossing bieden:

$$\alpha\text{-bocht} = 0,8\alpha\text{-weg bij een opstelling in de buitenbocht}$$

Af- en toeritten, weefstroken

Door het kiezen van een goede opstelling van de lichtmasten is het wegverloop voor het doorgaande en afslaande verkeer goed te markeren.

In Noord Brabant is er voor gekozen om vooral door toepassing van hogere lichtmasten in de middenberm de doorgaande hoofdroute aan te geven (visuele geleiding). Door toepassing van lage lichtmasten, eventueel aangesterkt door toepassing van een andere lichtkleur (Warm Wit i.p.v. Neutraal Wit) wordt het begin en einde van de betreffende af- en toerit aangegeven. Hierbij is het wenselijk om deze verlichting te laten beginnen en / of eindigen vanaf het verbrede profiel.

Ook als de middenbermverlichting voldoende capaciteit heeft om de af- en toerit te verlichten wordt geadviseerd om deze verlichting te plaatsen voor de verkeersgeleiding.

Als regel bij het verlichten van weefstroken wordt aangegeven dat, als de middenberm verlicht is de weefstrook in het geheel verlicht dient te worden.

Af- en toeritten nabij benzinestations in combinatie met een verzorgingsplaats

Af- en toeritten van benzinestations in combinatie met een verzorgingsplaats dienen verlicht te worden door toepassing van installatiematerialen conform alle overige af- en toeritten langs het traject. De verlichting langs de toerit dient gelijktijdig geschakeld te worden met de overige openbare verlichting.

Verzorgingsplaatsen

Op verzorgingsplaatsen dient de verlichting op rijstroken ontworpen te zijn met verkeersfunctie. De openbare verlichting op de verzorgingsplaats dient ontworpen te zijn als verblijfsgebied waarbij vooral door toepassing van lage lichtpunthoogten en een goede kleurweergave een "sociaal veilig" gevoel gegeven dient te worden.

Het verschil in verlichtingssterkte tussen het verkeersgebied en het verblijfsgebied mag niet meer bedragen dan twee verlichtingsklassen.

Viaducten

Bijzondere aandacht verdient de overgang van de verlichting op de weg naar de situatie onder een viaduct. Hierbij wordt als stelregel aangehouden dat de op de weg geldende verlichtingskwaliteit ook onder het viaduct toegepast dient te worden.

De afstand van een mast tot een viaduct is gelijk aan zijn lichtpunthoogte.

Bij het plaatsen van een mast boven op een viaduct is het nodig om de plaats van de mast zowel te beschouwen vanuit de bovenliggende als van de onderliggende weg. De kans op het ontstaan van verblinding en een verwarrend wegbeeld is anders erg groot.



4 Bijlagen

- 4.1 Voorbeeld determinatietabellen (lichtklasse-bepaling)**
- 4.2 Voorbeeld luminantie lichtberekening rijbanen en lichtsterkte lichtberekening fietspad (calculux road / Dialux straatproject)**
- 4.3 Voorbeeld lichtsterkte lichtberekening conflictvlak (calculux area / Dialux buitenproject)**
- 4.4 Voorbeeld kabelberekening C-Services**

5 NEN-NORMEN en Richtlijnen

- Alle plaatselijke en landelijke voorschriften voor de aanleg en het gebruik van laagspanningsinstallaties;
- De eisen en richtlijnen van de Nederlandse Spoorwegen voor werkzaamheden in de nabijheid van spoorweg(kruisingen).
- De eisen en richtlijnen van het energieleverend bedrijf voor werkzaamheden in de nabijheid van hoogspanningsleidingen.
- CROW Publicatie 328 t/m 331, Handboek wegontwerp 'Basiscriteria, erftoegangswegen, gebiedsontsluitingswegen en regionale stroomwegen', onderwerpen m.b.t. openbare verlichting;
- Standaard RAW bepalingen 2015, incl. aanvullingen, van de CROW;
- ARW laatste versie;
- NEN 1010, laatste versie;
- NEN 3140, laatste versie;
- Aanbevelingen voor openbare verlichting NPR13201-1;
- Verlichting (korte) tunnels en onderdoorgangen van de NSVV (juli 2001);
- Aanbevelingen voor verlichting van lange verkeerstunnels;
- CROW Publicatie 112, Richtlijnen openbare verlichting natuurgebieden van de NSVV (februari 1997);
- Richtlijnen actieve markering van de NSVV;
- Eisen lichtmasten conform NEN-EN 40 en NEN-EN 12767;
- CE-keur;
- Beleidsnota "Zicht Op Licht", van de Provincie Noord Brabant d.d.19-8-2008;
- Moederbestek (RAW) Provincie Noord-Brabant, deel 2 en 3 d.d. 1 november 2015;
- Voorschriften Ontwerp Openbare Verlichting PNB V2.0;
- 'Wanneer Waar' Openbare Verlichting PNB;
- Voorschriften Uitvoerings-EISEN Openbare Verlichting PNB V3.0
- Bijlagen OVL-documenten.