



Transferium De Punt

Licht

Provincie Drenthe

15 februari 2018

Project
Opdrachtgever

Transferium De Punt
Provincie Drenthe

Document
Status
Datum
Referentie

Licht
Definitief
15 februari 2018
101725/18-002.380

Projectcode
Projectleider
Projectdirecteur

101725
mw. L.H. Meijhuis MSc
drs. M.J. Schilt

Auteur(s)
Gecontroleerd door
Goedgekeurd door

ing. M. A. van't Hazeveld
mw. T.M.F. Pessanha MSc
P. van Weelden MSc
drs. M.J. Schilt

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Koningin Julianaplein 10, 12e etage
Postbus 85948
2508 CP Den Haag
+31 (0)70 370 07 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
2	ROLLEN	6
3	KADERS	7
3.1	Bestemmingsplan	9
3.2	Beleid en richtlijnen	9
4	AANBEVELINGEN VERLICHTING TRANSFERIUM	10
4.1	Omgevingsfactoren	10
4.1.1	Cumulatie en verblinding	10
4.1.2	Hemelhelderheid	11
4.2	Richtlijnen voor het (minimale) verlichtingsniveau	13
4.3	Richtlijnen voor het voorkomen van lichthinder	13
4.3.1	Algemene principes	13
4.3.2	Omgevingszones en lichthinder	14
4.3.3	Verlichting parameters	15
4.3.4	Verlichtingswijze en maatregelen	16
4.3.5	Verlichtingsberekeningen	19
5	FEEDBACK NAAR HUIDIGE LICHTONTWERP RICHTINGEN	21
6	CONCLUSIE	22
7	REFERENTIES	23
	Laatste pagina	23

1

INLEIDING

Dit rapport dient als basis voor het ontwerp voor de verlichting van het Transferium de Punt.

Er wordt ingegaan op de rol van de diverse betrokkenen, de kaders waarbinnen het terrein moet worden verlicht, aanbevelingen voor de (uitwerking van de) verlichting waarmee aan de gestelde kaders zou moeten kunnen worden voldaan en hoe de toetsing aan de kaders zal plaatsvinden.

2

ROLLEN

Opdrachtnemer voor voorliggend document is de Combinatie BügelHajema en Witteveen+Bos. De opdrachtgever is de provincie Drenthe. Witteveen+Bos stelt de kaders op waarbinnen het verlichtingsontwerp dient te worden gemaakt met het oog op de mogelijke lichthinder dat voor de omgeving kan ontstaan en hoe dit zou kunnen worden beperkt. De provincie Drenthe maakt het ontwerp voor verlichting van het Transferium. Witteveen+Bos zal vervolgens het ontwerp toetsen op de gestelde kaders en de mogelijke mitigerende maatregelen.

KADERS

In dit hoofdstuk worden de kaders beschreven waar het Transferium (het parkeerterrein) qua verlichting aan moet voldoen. Per kader wordt puntsgewijs beschreven welke richtlijnen van toepassing zijn. Er wordt ingegaan op het huidige beleid en diverse van toepassing zijnde richtlijnen.

Allereerst wordt een overzicht gegeven van de omliggende gebieden en objecten die qua verlichting mogelijk hinder kunnen ondervinden, oftewel gebieden en overige zaken die binnen de invloedsfeer kunnen liggen van de verlichting.

Gebieden en objecten die verlichten

De te verlichten gebieden of objecten op en rond het Transferium betreffen:

- parkeerterrein;
- in-/uitgang;
- servicelocaties;
- bushaltes/-plein;
- gebouw(-en) (indien gepland);
- bewegwijzering.

Daarnaast is er een relatie met de aangrenzende gebieden die in beheer zijn bij de gemeente Tynaarlo en Rijkswaterstaat. Dit zijn:

- toegangswegen (in beheer bij de gemeente Tynaarlo), dit betreft de bestaande Groningerstraat, inclusief aanpassingen;
- Rijksweg A28, inclusief op- en afritten (in beheer bij Rijkswaterstaat).

Bovenstaande is gebaseerd op het 'Technisch ontwerp OV-knooppunt met P+R-voorziening De Punt', concept, opgesteld door de Provincie Drenthe, d.d. 13 februari 2017.

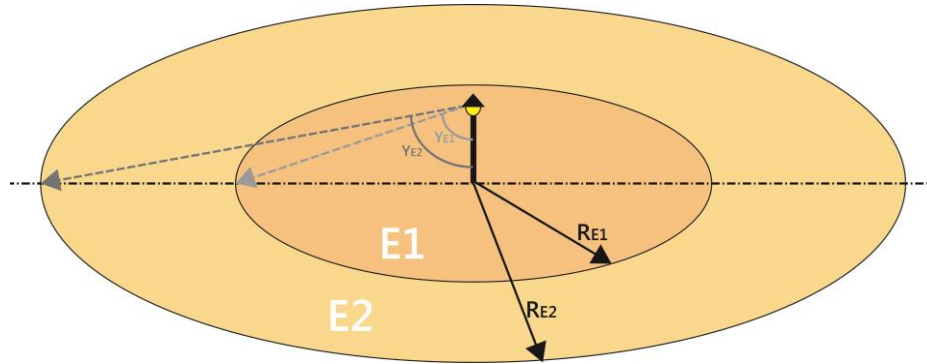
Gebieden binnen de invloedsfeer van het Transferium

Om een passende verlichting van een object te realiseren moeten niet alleen de effecten van de toe te passen lichtbronnen op de te verlichten objecten worden beschouwd, maar ook de effecten van de verlichting op de bredere omgeving. In principe wordt voor een efficiënt verlichtingsmodel gekozen en wordt daardoor het effect van de verlichting op de omgeving beperkt. Als dit principe niet gerespecteerd wordt, kan de verlichting voor mens en dier, soms tot een grote afstand, hinderlijk zijn. Die hinder ontstaat door enerzijds het directe zicht op de lichtbron en anderzijds een oplichtende hemel als gevolg van verstrooiing van het licht. Belangrijke parameters voor deze lichthinder zijn: de positie van de lichtbron, de luminantie van de omgeving, de intensiteit van de lichtbron en de kijkhoek van de waarnemer.

Het directe licht in de zones E1 en E2 van afbeelding 3.1 moet beperkt zijn, in de avond en nacht (19.00 tot 7.00 uur), tot een gebied met een straal 'R' rondom het lichtpunt. 'R' varieert volgens de zone (zie afbeelding 3.1):

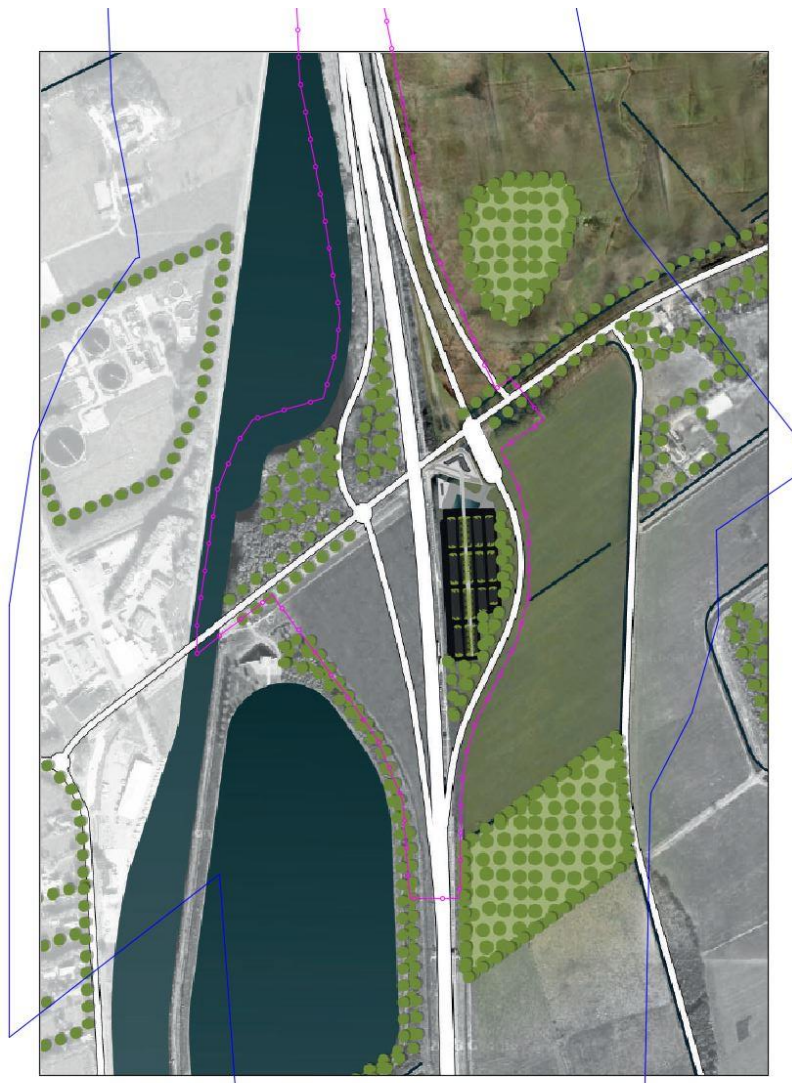
- E1 (gebieden met een zeer lage omgevingshelderheid): 'R' bestaat uit 25 maal de lichtpunthoogte van het lichtpunt;
- E2 (gebieden met een lage omgevingshelderheid): 'R' bestaat uit 50 maal de lichtpunt hoogte.

Afbeelding 3.1 Uitstralingshoek in relatie tot afstand en lichtpunthoogte in meer verschillende zones



Afbeelding 3.1 illustreert een richtlijn die voor de lichtontwerp van De Punt van toepassing is. Afbeelding 3.2 illustreert een voorbeeld van de omgeving binnen 'R E1' in het geval van omliggende masten met 10 m hoogte (daarom een offset van 250 m van het huidige projectgrens).

Afbeelding 3.2 Voorbeeld van beperkte verlichting bereiken binnen zone E1 (in roze: huidige projectgrens; in blauw: offset van 250 m) (bronnen: Onix ontwerp; Technische ontwerp van het Transferium)



De gebieden of objecten waar de verlichting van het Transferium mogelijk een effect op kan hebben betreffen (zie ook verderop):

- het omliggende landschap, (on-)zichtbaarheid vanuit het landschap;
- directe omgeving:
 - flora en fauna;
 - Natuurnetwerk Nederland (NNN);
 - Natura2000-gebied.

Woongebieden/woonkernen vallen hierbuiten.

3.1 Bestemmingsplan

In het kader van een goede ruimtelijke ordening moet in de planvorming rekening worden gehouden met het aspect licht in relatie tot toegelaten functies. In de toelichting van het bestemmingsplan moet terug te vinden zijn wat de overwegingen zijn geweest met betrekking tot de functie die wordt toegestaan in relatie tot licht(hinder). De norm voor lichthinder is de Richtlijn Lichthinder van de Nederlandse Vereniging voor Verlichtingskunde. Dit is geen wettelijk vastgestelde norm. Deze norm wordt echter over het algemeen gehanteerd en ook jurisprudentie wijst uit dat deze norm wordt gebruikt.

3.2 Beleid en richtlijnen

Beleid

De provincie Drenthe heeft beleid op het gebied van de openbare verlichting binnen haar grondgebied. Dit is opgenomen in het document 'Openbare verlichting, provinciale wegen Drenthe', d.d. november 2007. In het algemeen gaat de provincie behoudend om met het verlichten van haar areaal. Er dient een goede balans te zijn tussen licht en donker.

Uitgangspunten, onder andere

- Goede balans tussen licht en donker.
- 30 % minder licht dan landelijke norm.
- Sociale veiligheid.

De Gemeente Tynaarlo heeft haar beleid op het gebied van openbare verlichting vastgelegd in het document 'Beleidsplan openbare Verlichting Gemeente Tynaarlo', versie 1.0, concept, d.d. 8 juni 2017. Ondanks dat het Transferium buiten het beheersgebied van de gemeente valt, heeft het wel een raakvlak met het gebied en zal het beleid van de gemeente bij het verlichten van het Transferium moeten worden beschouwd.

Richtlijnen

Naast het beleid van de diverse overheden zijn op het gebied van openbare verlichting in Nederland in het algemeen de richtlijnen van de NSVV (Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde) van toepassing. Onlangs is de nieuwe Nederlandse Praktijkrichtlijn voor openbare richtlijn uitgebracht: NPR13201:2016 (NSVV/NEN). De ROVL-2011 is hiermee komen te vervallen. De NPR13201 benadert parameters van de International Commission on Illumination (CIE) en geeft praktijkrichtlijnen aan wegbeheerders (zoals Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen) om een keuze te maken in de verlichtingskwaliteit.

Voor parkeerterreinen kan de NEN 2443:2013 (parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages) worden gehanteerd.

In het kader van lichthinder is de Richtlijn Lichthinder (november 2014) van de NSVV van toepassing. In deze richtlijn worden handreikingen gegeven hoe lichthinder in diverse situaties kan worden voorkomen/beperkt.

In de volgende paragraaf komt hetgeen van toepassing is op het Transferium aan de orde.

4

AANBEVELINGEN VERLICHTING TRANSFERIUM

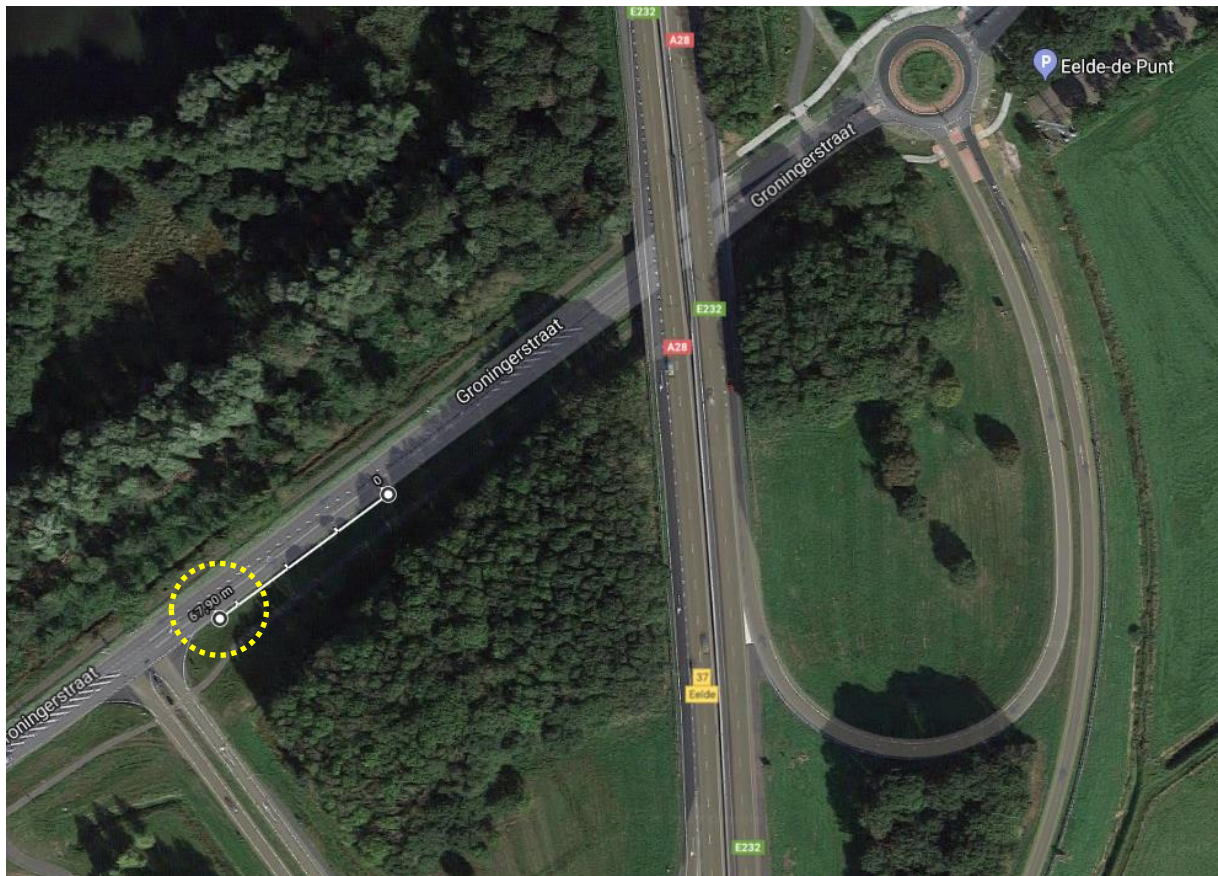
4.1 Omgevingsfactoren

4.1.1 Cumulatie en verblinding

Cumulatie

Dichtbij het projectgebied zijn de wegen Ydermade, Groningerstraat en A28. Langs de Ydermade en A28 staat geen openbare verlichting. Langs de Groningerstraat staan masten met afgeschermdde lichtbronnen aan elke kant van de weg op een onderlinge afstand van ongeveer 68 m (zie afbeelding 4.1).

Afbeelding 4.1 Verlichte en omliggende wegen rond het projectgebied



Hier is van belang dat de cumulatieve verlichtingssterkte die omgevingszones E1 en E2 bereikt, voldoet aan de beperkingen 'verlichtingssterkte E_v (lx) op de gevel' in tabel 4.5 van dit rapport.

(Voorkomen van) verblinding

Aan de andere kant is de invloed van de verlichting op het parkeerterrein op de omgevingswegen en, daarom, op weggebruikers. Kort gezegd wordt hiermee bedoeld: mogelijke verblinding van weggebruikers door verlichting op het parkeerterrein. Hier is voor lichtrekening de Threshold Increment volgens de publicatie nr. 150 van de International Commission on Illumination (CIE, 2003) van belang. Threshold increment bestaat uit een maat voor het verlies van zichtbaarheid als gevolg van uitval van de verlichting van de wegarmaturen. Deze waarde is een percentage toename van het luminantieverschil dat nodig is om een object zichtbaar te maken wanneer er verblinding is in vergelijking met wanneer de object nauwelijks zichtbaar is in afwezigheid van verblinding. Voor dit project zijn twee wegclassificaties benaderd (volgens de wegverlichting in de projectomgeving): wegen met geen verlichting (Ydermade en A28) en wegen met verlichting (Groningerstraat). Volgens de CIE-publicatie 150 zijn de volgende Threshold Increment (TI) maten van toepassing (zie tabel 4.1).

Tabel 4.1 Threshold Increment voor elke type weg rond het projectgebied

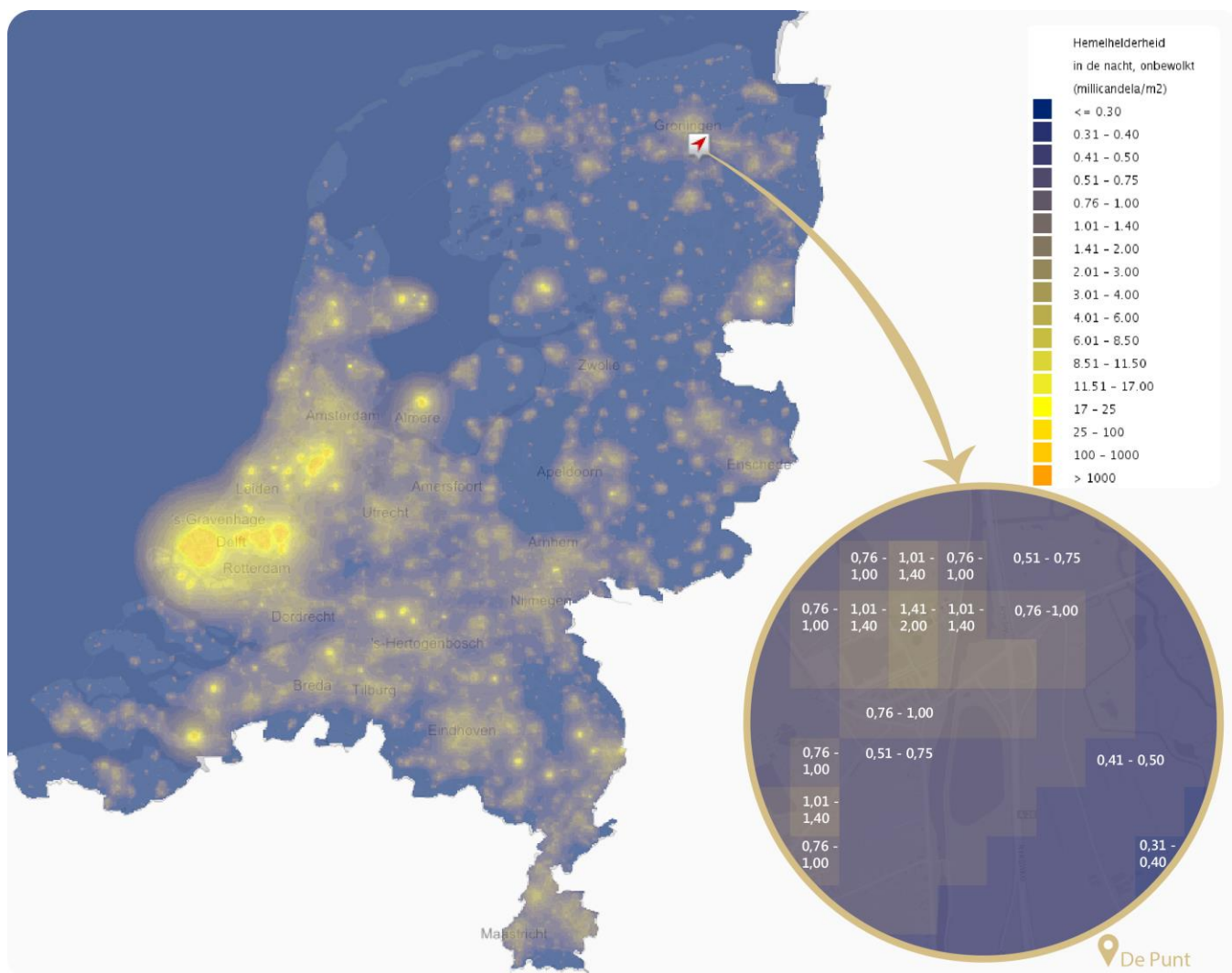
Luchttechnische parameter	Geen wegverlichting	Snelweg (type M4 / M3)
Threshold Increment (TI)	15 % gebaseerd op een adaptatieluminantie van 0,1 cd/m ²	15 % gebaseerd op een adaptatieluminantie van 2 cd/m ²

4.1.2 Hemelhelderheid

De hemelhelderheid is een maat voor hoe donker het 's nachts is. Het betreft de luminantie (lichtsterkte per oppervlakte eenheid) in een punt aan de hemel als je recht omhoog kijkt (het zogenaamde Zenit). Vooral door de hoeveelheid kunstmatige verlichting kan de luminantie sterk variëren in Nederland. In de kaart op afbeelding 4.2 wordt de berekende hemelhelderheid, uitgedrukt in milicandela per m² voor een onbewolkte nacht (Rijksinstituut Volksgezondheid en Milieu), weergegeven.

Afbeelding 4.2 illustreert dat de hemelhelderheid in en rondom het projectgebied maximaal 2 milicandela per vierkante meter of 0,002 candela per vierkante meter is. Dit is relatief laag.

Afbeelding 4.2 Hemelhelderheid in het projectgebied van Transferium De Punt

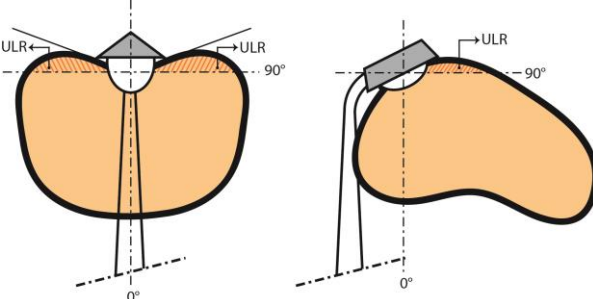


De hemelhelderheid, die het gevolg is van de lichtbronnen in de wijde omgeving, kan worden gemeten, maar ook modelmatig berekend worden. In Nederland is hiervoor in opdracht van de provincies de software IPOlicht ontwikkeld. Hiermee kunnen verschillende scenario's doorgerekend worden en het is daarom een goed instrument voor het onderzoek voor dit project. De totale lichtuitstraling door verlichtingsinstallaties in de richting van de hemel moet zo beperkt mogelijk gehouden worden. Dit kan bereikt worden door toepassing van armaturen met een zodanige lichtbundel en zodanige plaatsing van de armaturen dat, geen licht, of nagenoeg geen licht, direct richting de hemel wordt gestraald.

Voor de vermindering van opwaartse verlichting is voor iedere omgevingszone een maximum vastgesteld aan de hoeveelheid licht dat direct van een armatuur naar boven gestraald wordt. De verhouding tussen het boven het horizontaal uitgestraald licht (Upward Light Ratio - ULR¹) ten opzichte van het totaal uitgestraalde licht mag niet hoger zijn dan de volgende waarden (zie tabel 4.2).

¹ De beoordelingsgrootte voor de begrenzing van het strooilight ten gevolge van door een armatuur direct naar boven uitgestraald licht is de relatieve opwaartse lichtstroom. Deze relatieve opwaartse lichtstroom wordt internationaal aangeduid met Upward Light Ratio (ULR). Die ratio is alleen rekenkundig te bepalen en in de praktijk niet meettechnisch te toetsen.

Tabel 4.2 Waarden

Zone	Upward Light Ratio (ULR)	Omstandigheden
E1	0	
E2	0,05	

4.2 Richtlijnen voor het (minimale) verlichtingsniveau

Het parkeerterrein van het Transferium is openbaar toegankelijk en de terreinverlichtingsinstallatie krijgt het karakter van een openbare verlichtingsinstallatie. Voor het verlichtingsniveau van het parkeerterrein is de NEN 2443:2013 van toepassing. Hierin is wat betreft het verlichtingsniveau het volgende opgenomen:

- openbaar parkeerterrein:
 - rijstroken en parkeervakken: 2 lux op de grond, kleurweergave (Ra) 50, gelijkmatigheid (Uo) 0,5;
 - in- en uitritten 25 lux op 1 m hoogte, kleurweergave (Ra) 50, gelijkmatigheid (Uo) 0,5;
 - betaalautomaten 40 lux op 1 m hoogte, kleurweergave (Ra) 80, gelijkmatigheid (Uo) 0,5.

Voor de toeleidende wegen is de NPR13201:2016 van toepassing. Op basis van de verkeerscijfers en diverse omgevingsfactoren kunnen de van toepassing zijnde verlichtingsklassen worden bepaald. Voor Groningerstraat en aanpassingen wordt de verlichtingsklasse van wegen volgens gemeente Tynaarlo bepaald. Voor Rijksweg A28 (inclusief op- en afritten) wordt de verlichtingsklasse van wegen volgens Rijkswaterstaat bepaald.

4.3 Richtlijnen voor het voorkomen van lichthinder

4.3.1 Algemene principes

In het algemeen kan worden gesteld dat, om lichthinder te voorkomen, de volgende 'principes' van toepassing zijn:

- verlichten op maat (waar, wanneer, hoeveel);
- gericht verlichten, beperken strooilicht.

De richtlijn Lichthinder (NSVV, 2014) geeft een grenswaarden voor de mate van lichthinder voor verschillende soorten verlichtingssituaties in verschillende omgevingszones. De algemene grenswaarden hebben betrekking op het verlichtingsniveau op een gevel (de verticale verlichtingssterkte) en de lichtsterkte van elk armatuur. Verder kunnen grenswaarden worden gesteld aan de uitstralingshoek van de verlichting om strooilicht te beperken.

Het parkeerterrein is openbaar toegankelijk en de terreinverlichtingsinstallatie krijgt zeer waarschijnlijk het karakter van een openbare verlichtingsinstallatie. In het kader van lichthinder zal bij de verlichting van het parkeerterrein daarom de grenswaarden behorende bij openbare verlichting van toepassing zijn, zie tabel 4.4.

Het Transferium is gelegen in een landelijke omgeving nabij natuurgebieden (tevens Natura2000). In het kader van lichthinder betreffende natuur, kunnen grenswaarden worden gesteld aan de hoeveelheid licht die op een bepaald oppervlak valt, de uitstralingshoek van het licht en de kleur van het licht. De bijbehorende waarden zijn afhankelijk van de omgevingszone en wat vanuit ecologisch onderzoek aan randvoorwaarden

worden gesteld. Als vuistregel geldt dat schadelijke of negatieve effecten worden voorkomen onder 0,1 lux (zie ook paragraaf 4.3.2).

4.3.2 Omgevingszones en lichthinder

De richtlijn Lichthinder kent 4 omgevingszones: E1 tot en met E4, respectievelijk natuurgebied, landelijk gebied, stedelijk gebied, stadscentrum/industriegebied. Het bevoegd gezag stelt deze omgevingszones vast. Vermoedelijk zijn op en rond de projectlocatie zones E1 en E2 van toepassing.

In het omgevingsgebied van Transferium de Punt zijn er twee type omgeving zones volgens de Commission on Illumination (CIE, 2003):

- zone E1: gebieden met een zeer lage omgevingshelderheid; in het algemeen natuurgebieden buiten stedelijke en landelijke gebieden ver van woonkernen;
- zone E2: gebieden met een lage omgevingshelderheid; in het algemeen buiten stedelijke en landelijke (woon)gebieden.

Omgevingszone 1 (natuurgebieden) bestaat uit Natura 2000 gebieden en de Natuurnetwerk Nederland - NNN. In de Natuurnetwerk Nederland liggen de volgende type gebieden (Rijksoverheid, online):

- natuurgebieden;
- nieuwe natuur;
- landbouwgebieden die beheerd volgens agrarisch natuurbeheer worden;
- wateren: meren, rivieren, het Nederlandse deel van de Noordzee en de Waddenzee;
- alle **Natura 2000-gebieden**.

Afbeelding 4.3 illustreert de bestaande gebiedstypen rond het Transferium de Punt. Links is het 'Drentsche Aa-gebied' (Natura 2000) in rood weergegeven (Synbiosys Nederland, online). Rechts is het Natuurnetwerk Nederland (NNN) van de provincie Drenthe in groen weergegeven (Geoportal Provincie Drenthe, online). Dit bestaat uit de zone E1 van het projectgebied. In lichtgrijs is zone E2 gemarkeerd. Op basis hiervan zijn de condities voor verlichting in tabel 4.5 van toepassing.

Afbeelding 4.3 Bestaande zones rond het Transferium de Punt



Flora en fauna, Natura2000

Het is praktisch onmogelijk om voor alle soorten, met elk een eigen waarneembaar spectrum, het effect van lichtintensiteiten te bepalen en vast te stellen. Op basis van beschikbare onderzoeken en experimenten in de lichteffecten op plant- en diersoorten, kan worden gesteld dat het niet aannemelijk is dat significant negatieve effecten optreden onder 0,1 lux. Volgens parameters van de richtlijn Lichthinder (NSVV, 2014) geeft tabel 4.3 de maximale waarden van licht voor gevoelige groepen in fauna en flora.

Tabel 4.3 Waarden

Soort groep	Effect	Drempel Verlichtingsniveau in lux
broedvogels	vervroeging broedperiode	1-10
grutto's	keuze broedplaats	<2,5
nachtactieve (herbivore) zoogdieren	kortere foerageerperiode	0,25 (maanlicht)
nachtactieve insecten	voortplanting geremd	<1
schaduwplanten	remming van kieming	vanaf 0,1
planten	vochtverlies 's nachts	vanaf 0,5

0,1 lux is hiermee de meest kritische waarde en daarom wordt 0,1 lux als veilige grenswaarde voor het effect op flora en fauna aangehouden alsook op Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000-gebied Drentsche Aa-gebied.

Weggebruikers

In dit geval is het van belang dat wegsignalering duidelijk zichtbaar is. Daarom moeten het volgende vermeden worden:

- verblinding (zie paragraaf 4.1);
- een onduidelijk visueel beeld door signalen tegen de achtergrond van reclameverlichting;
- signalen die dezelfde of bijna dezelfde kleur hebben als de toegepaste lampen.

Voor verlichtingsrekening is de Threshold of Increment (TI) belangrijk. Hierbij zijn de waarden van tabel 4.1 van toepassing.

4.3.3 Verlichting parameters

Tabel 4.5 betreft grenswaarden voor de lichtimmissie ter plaatse van een vensteropening op een verticaal oppervlak en de lichtemissie van een verlichtingsinstallatie ter voorkoming van lichthinder. In de tabel is tevens, conform richtlijn, een advies opgenomen voor de toe te passen G-klasse van een armatuur. Dit betreft een mate van begrenzing aan de lichtsterkte onder een bepaalde hoek van uitstraling van het licht. Daar waar de gehinderde zich bevindt, zijn de betreffende grenswaarden van toepassing.

Tabel 4.5 Van toepassing zijnde omgevingszones en bijbehorende parameters

Te hanteren parameter	Toepassingscondities		Omgevingszone E1		Omgevingszone E2	
			algemeen	openbare verlichting	algemeen	openbare verlichting
verlichtingssterkte Ev (lx) op de gevel	dag en avond, 07.00 - 23.00 uur		2 lx	5 lx	5 lx	10 lx
	nacht, 23.00 - 07.00 uur		1 lx	1 lx	1 lx	2 lx
lichtsterkte I (cd) van elk armatuur	dag, avond en nacht	dag en avond 07.00 - 23.00 uur	2500 cd	500 cd	7500 cd	500 cd
		nacht 23.00 - 07.00 uur	0 cd		500 cd	
wegtype ROVL-2011 - NSVV				alle wegen		alle wegen
advies toe te passen G-klasse			G6		G3 t/m G6	

De richtlijn Lichthinder (NSVV, 2014) kijkt op het gebied van openbare verlichting af van de algemene parameters. Een toelichting daarop is beschreven op pagina 27 van de richtlijn. De kern is, dat openbare verlichting bijdraagt aan een veiligere openbare ruimte en dat in dat verband over het algemeen meer licht op gevels wordt getolereerd dan als gevolg van andere verlichtingsinstallaties.

Aangaande de kleur van het licht kan het beste uitgegaan worden van neutraal witte verlichting, oftewel een kleurtemperatuur van 4.000 K. Deze kleur komt overeen met de vastgestelde kleurtemperatuur van 4.100 K van het maanlicht. Voor een nadere toelichting hierop wordt verwezen naar bijlage 13 van de richtlijn Lichthinder (NSVV, 2014).

4.3.4 Verlichtingswijze en maatregelen

Het voorgaande beschouwend zou in de basis, om aan de kaders te kunnen voldoen, gericht moeten worden verlicht om zo de mogelijke lichthinder voor de omgeving te beperken. In dit aspect zijn er drie principes voor verlichting:

- waar nodig (plaats);
- wanneer nodig (tijd);
- zoveel als nodig (hoeveelheid).

Voor het voorkomen en verminderen van lichthinder dienen de volgende aanbevelingen te worden gehanteerd bij het verlichten van het Transferium:

- verlichting door middel van masten met armaturen die zoveel mogelijk een horizontale positie hebben;
- bij hoge masten zal kunnen worden gedacht aan een wijze vergelijkbaar met verlichting voor sportvelden, echter dan met een veel lagere intensiteit;
- armaturen dienen minimaal aan de G-klasse G4 te voldoen;
- vuistregels voor een ontwerp zonder lichtberekeningen:
 - lichtpunthoogte: komt meestal overeen met de breedte van het te verlichten gebied;
 - mastafstanden: 4 à 5 x de lichtpunthoogte. Tegenwoordig met led eerder 4 dan 5 x;
- bekijken of het mogelijk en gewenst (vanuit hinder bekeken) is dynamisch te verlichten;
- verlichting vanuit gebouwen afschermen, beperken uittreding van licht;
- bewegwijzering zoveel mogelijk reflecterend uitvoeren;

- omhooggerichte verlichting niet toepassen.

Toelichting

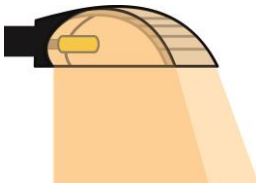
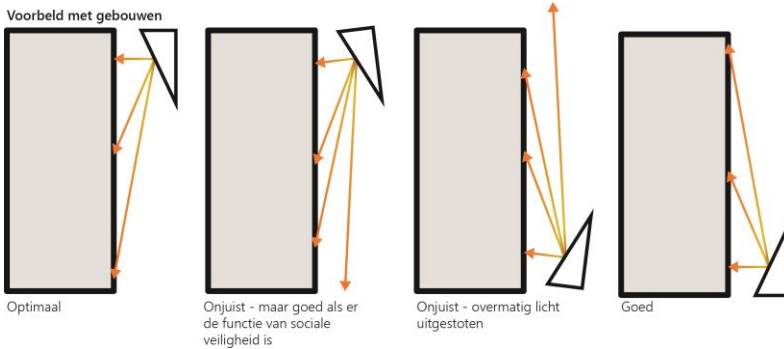
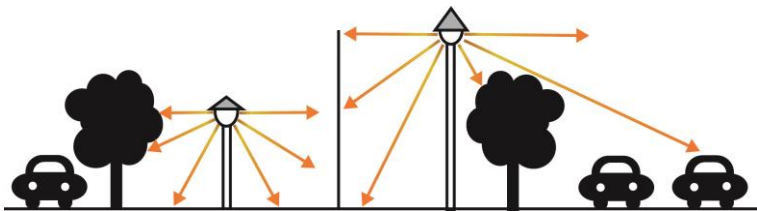
Het positioneren onder verschillende hoeken kan tot resultaat hebben dat lichthinder voor omwonenden en flora en fauna kan optreden. Daarnaast kunnen de masten (armaturen) al op enige afstand van het terrein zichtbaar zijn. Geadviseerd wordt de lichtpunthoogte te beperken en armaturen zoveel mogelijk horizontaal te positioneren.

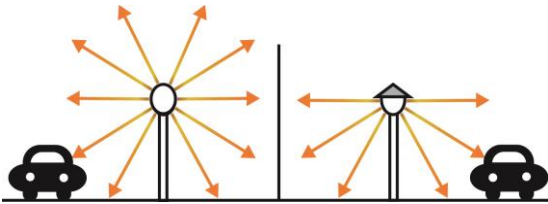
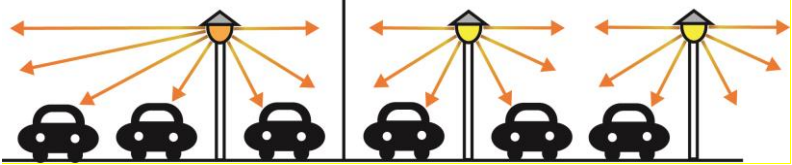
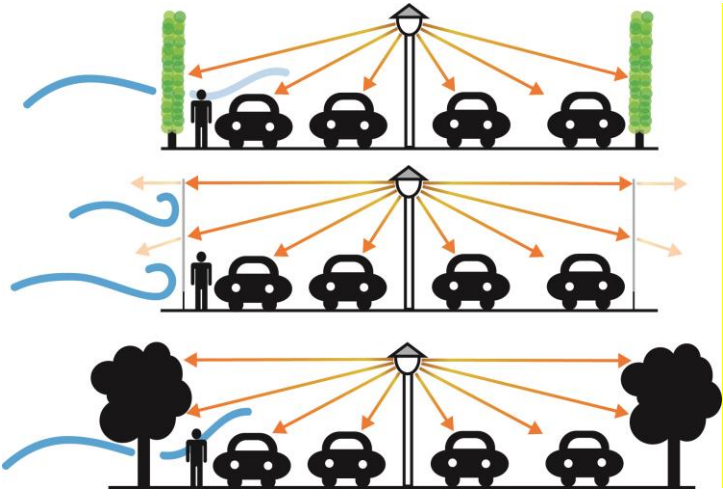
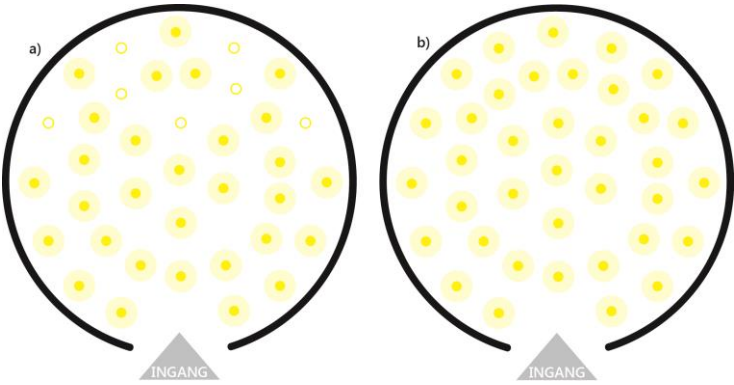
Grondverlichting (spots) kunnen als oriëntatie dienst doen, in bijvoorbeeld het markeren van gebieden of het extra accentueren van het wegverloop. Een spot met een omhooggerichte lichtbundel schijnt niet op die plek waar je het eigenlijk zou willen hebben en zorgt ervoor dat onnodig licht naar de hemel wordt uitgestraald. Daarnaast kan het verblindend werken in het voorbijgaan. Als het om markeren van bijvoorbeeld parkeervakken gaat, kan beter worden gekozen voor markeren door middel van spots waarbij de bovenzijde is afgeschermd en de spot als het ware rondom horizontaal uitstraalt. Daarmee wordt echter alleen het wegdek aangelicht. Vanuit sociale veiligheid bekeken kan niet alleen worden volstaan met spots. Daarnaast zal zeer waarschijnlijk ook moeilijk kunnen worden voldaan aan de beoogde parameters behorende bij het verlichtingsniveau, bijvoorbeeld de gelijkmatigheid. Geadviseerd wordt om lichtmasten toe te passen en grondspots als verlichtingswijze achterwege te laten.

Verder speelt ook de mogelijke hinder die koplampverlichting kan veroorzaken. Daaraan valt niet te rekenen. Wel kan worden bepaald welke hoogte bijvoorbeeld hagen of grondwallen dienen te hebben om de uitstraling van koplampverlichting naar de omgeving te beperken.

Deze aanbevelingen en verdere strategieën voor het voorkomen en verminderen van lichthinder in de verlichtingspalen zijn in tabel 4.6 weergegeven.

Tabel 4.6 Strategieën voor de vermindering van lichthinder

Strategie	Voorbeeld
Toepassing van armaturen met spiegeloptiek, waarmee het licht zoveel mogelijk naar beneden gericht is.	
Plaats van masten: andere machtposities kan soms aanvaardbare gevolgen voor de gebruiker lichthinder worden gereduceerd of vermeden.	Voorbeeld met gebouwen  Optimaal Onjuist - maar goed als er de functie van sociale veiligheid is Onjuist - overmatig licht uitgestoten Goed
Hoogte van masten: door het kiezen van lagere lichtpunthoogten kan een hinderlijke bron soms beneden een kijkhoek verdwijnen door tussenliggende obstakels. Door het kiezen van een hogere lichtpunt kunnen hinderlijke armaturen instellingen worden gewijzigd in minder hinderlijke invalshoeken van het licht.	

Strategie	Voorbeeld
Het aanbrengen van afschermkappen: deze voorzieningen kunnen de lichtinval tot een aanvaardbaar reduceren.	
Het toepassen van meer lampen met een geringer vermogen: lampen met een lager vermogen hebben een lagere lichtstroom, waardoor hinderlijke lichtuitstraling kan worden gereduceerd.	
Het aanbrengen van een artificieel of groene obstakel dat het zicht op de bron vermindert of wegneemt: afhankelijk van de afstand tot de bron en de daarmee samenhangende hoogte van de bron kunnen deze voorzieningen het sterke zicht op de lichtbron wegnemen. Met verschillende hoogtes kunnen de volgende elementen op de grens van of binnen het projectgebied gebruikt worden: ondoorzichtige muur (niet interessant voor sociale veiligheid), semi-transparante glasbuffers (ook gebruikt als windbuffer voor thermisch comfort), groene muren of bomen.	
Het limiteren van de verlichting gedurende bepaalde perioden of onder bepaalde omstandigheden door toepassing van lichtregeling. Vanwege sociale veiligheid is het interessant om vaste en sensorlampen te mengen in meer afgelegen gebieden van de parkeerterrein.	

Een andere strategie draait om de omgevingsmaterialen. Elk oppervlak dat zichtbaar is, heeft een luminantie en straalt licht uit. Dit kan licht zijn van een lichtbron, maar het kan ook gereflecteerd zijn, zoals afkomstig van de maan. De luminantie geeft de 'helderheid' aan in de richting van de waarnemer. De luminantie wordt uitgedrukt in lichtsterkte (candela) per oppervlakte-eenheid (m^2), dus cd/m^2 . Volgens de NSVV is de volgende rekening suggereerde:

$$L = E^*(\rho / \pi)$$

$$(L = \text{luminantie in } \text{cd}/\text{m}^2; E = \text{verlichtingssterkte in lx}; \rho = \text{reflectiefactor})$$

Daarom kan het denken aan verschillende materialen ook bijdragen aan een meer efficiënt verlichtingsontwerp. Lichtere kleuren en/of meer reflecterende materialen (zonder verblinding) zijn een slimme optie voor de verticale oppervlakken van het project, omdat daarmee de hoeveelheid verlichting kan worden beperkt. Volgens de Commission on Illumination (CIE, 1994) zijn de volgende verlichtingssterkten toegestaan (zie tabel 4.7).

Tabel 4.7 Maximaal toegestane gemiddelde verlichtingssterkten op verlichte oppervlakken van verschillende materialen

Materiaal van het verlichte oppervlak	Maximaal toegestane gemiddelde verlichtingssterkte (lx)	
	Omgevingszone	
	E1 (natuurgebied)	E2 (landelijk gebied)
Witte steen, wit marmer, lichte pastelkleuren (reflectiefactor 0,9)	0	18
Licht getinte steen, licht getinte marmer, pastelkleuren (reflectiefactor 0,6)	0	26
Gekleurde steen, cement, getint marmer (reflectiefactor 0,3)	0	52
Donkere steen, grijs graniet, donker marmer (reflectiefactor 0,2)	0	157
Aluminium, gelakte oppervlakken (spiegelingshinder niet toegestaan) (reflectiefactor 0,1)	0	175

4.3.5 Verlichtingsberekeningen

Om het verlichtingsontwerp te kunnen toetsen aan de gestelde kaders, dienen zaken op een bepaalde wijze inzichtelijk te worden gemaakt. Dat kan in de meeste gevallen door het maken van verlichtingsberekeningen.

Uit de verlichtingsberekeningen moet blijken aan welke verlichtingsklassen (met bijbehorende parameters) wordt voldaan en of aan de gestelde grenswaarden voor lichthinder wordt voldaan.

Als het gaat om het verlichtingsniveau van het parkeerterrein, zal uit de berekeningsresultaten in de uitvoer van de lichtberekeningen blijken hoe aan de parameters wordt voldaan.

Voor het toetsen op het effect op de omgeving, zullen de potentieel gehinderde allereerst inzichtelijk moeten worden gemaakt. Op de betreffende locaties dienen meetpunten in het model te worden geplaatst. In de richtlijn lichthinder in bijlage 14 van de Richtlijn Lichthinder (NSVV, 2014) staat beschreven waarop en op welke wijze dient te worden gemeten in het geval van het ontwerp van een nieuwe installatie. Het gaat voornamelijk om de volgende parameters.

Voor natuur:

- verlichtingssterkte op een bepaald oppervlak (E in lux);
- kleurtemperatuur (T in K);
- begrenzingshoek van een armatuur (γ in graden).

De eerste is inzichtelijke te maken door middel van isolijnen in het model. De isolijnen dienen de waarden van de gemeten horizontale verlichtingssterkte te representeren van het licht dat buiten het terrein valt.

Voor weggebruikers:

- lichtsterkte van een armatuur of lamp in een bepaalde richting (I in cd);
- luminantie van een armatuur of oppervlak in een bepaalde richting (L in cd/m^2);

- Threshold Increment (TI in %).

De eerste is in Dialux 4 inzichtelijk te maken door het betreffende meetpunt in het model op te nemen. De luminantie is via een luminantiemeter gemeten. TI is een percentage die berekend is op de luminantie.

De hemelhelderheid wordt ook berekend door de software IPOlicht ontwikkeld. Hier kunnen verschillende scenario's doorgerekend worden en is daarom een goed instrument.

Koplamphinder

Door middel van het maken van een schematische weergave van de positie van de koplampen (en de bijbehorende wijze van uitstraling van het licht) ten opzichte van de potentiële afscherming langs het terrein kan inzichtelijk worden gemaakt hoe de mogelijke hinder van koplampverlichting wordt beperkt.

5

FEEDBACK NAAR HUIDIGE LICHTONTWERP RICHTINGEN

Op dit moment heeft de ontwerpbureau die verantwoordelijk voor de lichtontwerp is een paar richtingen aangegeven. Tabel 5.1 presenteert de bestaande richtingen (volgens het document 'Concept: Transferium De Punt Visie op de beeldkwaliteit' van 22-11-2017) met respectieve advies.

Tabel 5.1 Bestaande richtingen voor lichtontwerp van het Transferium De Punt

Hoofdstuk	Richtingen die aanpak voor verlichting hebben	Detail niveau	Advies (voor toekomst ontwerp)
Landschappelijke inpassing: Verbinding Oost - West	Een goede verlichting van de onderdoorgang voor de sociale veiligheid. Verlichting onder de viaduct is een hoofde ontwerpstrategie van de bushalte aan de westzijde.	zeer laag	Voor specifieke ontwerp zie hoofdstuk 4 van dit rapport
Parkeervoorzieningen (bovenaanzicht)	Mastlocatie	laag	Aandacht naar legenda: locaties van 'verlichtingsmast' en 'lijngoot' zijn verkeerd.
Conceptbeeld	Inspiraties: Afbeeldingen 'Impressie van de verbinding in de nacht' en 'bijzondere verlichting onder het viaduct vergroot de sociale veiligheid'	laag	Aandacht naar: - verblinding voor weggebruikers: zie tabel 4.1 van dit rapport); - lichtintensiteit van lichtbron: zie tabel 4.5; - luminantie van omgeving: zie tabel 4.7; - Hoek van armaturen: voor alleen nodige verlichting - zie tabel 4.2
Licht	Omgevingservaring door licht: spelen met kleur (ook voor een sfeer beïnvloeden) , beweging, intensiteit en reflectie	zeer laag	Aandacht naar: - kleur: zie laatste alinea van hoofdstuk 4.3.3 - intensiteit: zie tabel 4.5; - reflectie: zie tabel 4.7; - beweging: aandacht naar ongemak voor weggebruikers, wandelaars en fietsers in het geval waarin het licht te snel oscilleert
Licht	Lichtplan door middel van duurzame verlichting en sensortechnologie. Het gebruik van sensorlicht om de automobilist naar de parkeerplekken en het buspaviljoen te begeleiden.	zeer laag	Aandacht naar veiligheid: Vanaf welke afstand wil jij de automobilist begeleiden? Als de sensoren alleen met een korte afstand zijn ingeschakeld, zijn sensoren niet efficiënt. Hier is een alternatief om sensoren voor <u>secundaire geleidingslichten</u> te gebruiken.
Licht	Inspiraties: Afbeeldingen	medium	Aandacht naar lichtpunt hoogte en obstakels: Soms kan een hinderlijke bron beneden een kijkhoek verdwijnen door tussenliggende obstakels (zie tabel 4.6)
(Algemeen)	Illustraties / ontwerpen	laag	Creatief en mooie strategieën voor lichtontwerpen. Aandacht naar specifieke richtlijnen volgens de situatie (weg, parkeerterrein, fietspad, voetpad)

6

CONCLUSIE

In het ontwerp voor licht inzake Transferium de Punt moeten bestaande lichtbronnen worden beschouwd, en moet rekening worden gehouden van lichthinder voor weggebruikers en de natuur. Voorliggend rapport bevat:

- een inventarisatie van de richtlijnen;
- grenswaarden of streefwaarden ten behoeve van het voorkomen van hinder;
- algemene advies naar de onlangs lichtontwerp richtingen van de ontwerpbureau.

Er gelden hierbij de volgende algemene principes:

- verlichten op maat (waar, wanneer, hoeveel);
- gericht verlichten, beperken strooilicht.

Op basis van de informatie in dit rapport worden verder de volgende algemene aandachtspunten voor het verlichtingsontwerp benadrukt. Dergelijke aandachtspunten worden ook verder gebruikt in de volgende stappen van de lichtontwerp, als volgt:

- type armaturen;
- hoogte van lichtmasten;
- lichthoek;
- lichtintensiteit;
- strategische lichtbelemmeringen en obstakels;
- distributie van lampen en de lichtintensiteit;
- strategische distributie van sensorlichten (ten behoeve van sociale veiligheid).

Het eerste concept lichtontwerp (ONIX, pagina 46/47) is creatief en bevat mooie alternatieven voor de verlichting. Deze alternatieven moeten verder worden uitgewerkt in overeenstemming met de richtlijnen en parameters die in dit rapport zijn bevatten.

REFERENTIES

CIE publicatie 94, (1993). Guide for floodlighting.

CIE publicatie 150, (2003). Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations.

CIE publicatie 94, (2014). Richtlijn Lichthinder.

Gemeente Tynaarlo (2017). Beleidsplan openbare Verlichting Gemeente Tynaarlo.

Geoportal Provincie Drenthe (online). NNN Provincie Drenthe 2017. Beschikbaar op:
https://geo.drenthe.nl/geoportaal/src/?lang=nl&topic=ehs&bgLayer=openbasiskaart.nl&catalogNodes=26,28,29&X=584719.60&Y=240071.07&zoom=2&layers=GBI.FO_MASK_DR_NL,GBI2015.NAT_EHS_2015_V-defensie,GBI.NAT_EHS_EVZ_2016_L,GBI_NAT_NNN_2017_V.

NEN (2016). Nederlandse praktijkrichtlijn: Openbare verlichting – Kwaliteitscriteria.

NEN (2013). Parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages.

Provincie Drenthe (2007). Openbare verlichting, provinciale wegen Drenthe

Rijksoverheid (online). Beschikbaar op: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/natuurnetwerk-nederland>.

RIVM (online). Meetnet Hemelhelderheid Nederland. Beschikbaar op:
http://www.rivm.nl/Onderwerpen/N/Nachtelijke_Verlichting/Meetnet_Hemelhelderheid_Nederland
Hemelherheid (Rijksinstituut Volksgezondheid en Milieu).

Synbiosys Nederland (online). Beschikbaar op:
<https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/googlemapszoek.aspx>.

