Kom verder

SAXION

Bewust Verlichten in de Provincie Overijssel

Eindrapportage

saxion.nl

Colofon

Datum 9 maart 2018

Referentie 2018 000449

Versie 1

Afdeling Saxion, Lectoraat Risicobeheersing

Auteur drs. W.K.F. Rodenhuis, Dr. H.J. Korthals Altes, K. Takken Msc.

Met dank aan:
Marjolein Klaver, Ruben Maat, Koen Bechtel, Lisanne Bouwmeester, Yuri Bruggeman, Ruben Zweekhorst, Thijs Niemeijer, Marjolein Vloedgraven, Nicola Durdzic, Kristen Jaspers, Lars van Nieuwburg, Robin Ravers, Saskia Stein, Christian Broekhuisen, Marije Mulder, Henk Leeuw, Chiel Paus, Ron Hekhuis, Bastian Drees, Mylou Heupink, Danique Kolkman, Pim Pruijn, Wouter van de Zeeuw, Lina Hereijgers, Gerrit Borst, Chris Vulker, Mark Geurds, Ruziye Arpali, Olivier Peereboom, Carl Furda, Maarten Eising, Hylco Worm, Jan-Willem Beenen, Sylvia Ek en Sebastiaan Besseling

© Saxion. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5
1.1 Aanleiding van het onderzoek en opdracht 5
1.2 Sociale Veiligheid 6
1.3 Verkeersveiligheid 7
1.4 Dynamische verlichting 7
1.5 Belang van specifieke omstandigheden 7
1.6 Doelstelling en onderzoeksvragen 8
2 Onderzoeksmethodiek 11
2.1 Vooraf 11
2.2 Schouw en lichtmeting 12
2.3 Meting kleurweergave 13
2.4 Enquête 14
2.4.1 Onderzoeksdesign 14
2.4.2 Woonwijken 15
2.4.3 Autowegen en fietspaden 16
2.5 Overige dataverzamelingsmethoden 16
2.5.1 Interviews aan de deur 16
2.5.2 Interviews met professionals 16
2.5.3 Analyse van registratiegegevens 16
3 Resultaten van projecten in woongebieden (LED) 19
3.1 Project Dedemsvaart 19
3.2 Projecten gemeente Hof van Twente 27
3.3 Projecten gemeente Enschede 35
3.4 Project gemeente Losser 48
3.5 Conclusie overgang naar LED (woonwijken). 55
4 Resultaten van projecten met vermindering van verlichting 59
4.1 Project Wijhe; fietspad Noord en fietspad Zuid 59
4.2 Project Wijhe; Raalterweg en de Omloop 65
4.3 Project Dedemsvaart; fietspad Dedemsvaart – Balkbrug 69
4.4 Conclusies verminderen van de verlichting 73

5 Samenvatting: conclusies en aanbevelingen 77
Bijlage 1 Bronnen 83
Bijlage 2 Methoden bepaling gemiddelde verlichtingssterkte 85
Bijlage 3 Project Dedemsvaart; Kotermeerstal 87
Bijlage 4 Experimenten Kotermeerstal 89

1 Inleiding

Voor u ligt de eindrapportage van het onderzoek "Bewust Verlichten", waarvoor het lectoraat Risicobeheersing van Saxion en Bureau Licht en Donker Advies in juni 2014 opdracht kregen van de provincie Overijssel. Het onderzoek brengt de effecten in kaart van veranderingen in de openbare verlichting op de (beleving van) sociale veiligheid en verkeersveiligheid in een vijftal Overijsselse gemeenten: Enschede, Hardenberg, Hof van Twente, Losser en Olst-Wijhe. In totaal werden tien projecten uitgevoerd, waarvan zes projecten in woonwijken en vier projecten buiten de bebouwde kom (dit betrof autowegen, fietspaden en een recreatiegebied). In de woonwijken was sprake van een overgang van traditionele verlichting naar LED verlichting. Bij de projecten buiten de bebouwde kom was sprake van vermindering van verlichting. Licht en Donker Advies was belast met de organisatorische kant van het project (onder meer het werven van gemeenten die onderzoeksprojecten konden aandragen) en Saxion voerde de onderzoeken in deze gemeenten uit.
Deze rapportage geeft in hoofdlijnen de resultaten weer van de verschillende deelonderzoeken, die per gebied zijn uitgevoerd door studenten van Saxion gedurende de afgelopen twee jaar. De geleverde onderzoeksdata en berekeningen zijn voor deze rapportage opnieuw gecontroleerd en uitgevoerd door onderzoekers van het Saxion lectoraat Risicobeheersing. De presentatie van de gegevens is zoveel mogelijk gelijkvormig gemaakt en een aanvullende analyse is uitgevoerd waarin de resultaten van de deelonderzoeken zijn vergeleken.

1.1 Aanleiding van het onderzoek en opdracht

De provincie Overijssel wil verspilling en hinder van verlichting in de openbare ruimte door overheden en bedrijven of instellingen zoveel mogelijk beperken. Het kader voor dit beleid is vastgelegd in het programma 'Gezond en veilig wonen en werken in Overijssel; Gezond en Veilig Leefmilieu 2012 – 2015' (Provincie Overijssel, 2012). Dit programma richt zich op de maatschappelijke ambitie voor milieu, die in de kerntaak Milieu en Energie van het provinciale hoofdlijnenakkoord van 2011-2015 is vastgelegd.
De hoofddoelstelling van het provinciale beleid is: 'realiseren, verder borgen en versterken van een gezonde en veilige woon- en werkomgeving in Overijssel.' Vanuit deze ambitie heeft de provincie veel aandacht voor het thema ´bewust verlichten´, gericht op het voorkomen van verspilling van energie en onnodige lichthinder door openbare verlichting op plaatsen en tijden waar deze niet strikt nodig is. Uitgangspunt is dat interventies in de openbare verlichting niet ten koste mogen gaan van de sociale veiligheid of de verkeersveiligheid. Voorgenomen interventies in de openbare verlichting zullen eerst getoetst worden op hun verwachte effect op sociale veiligheid en verkeersveiligheid.
Nationaal is er in de afgelopen jaren eveneens veel aandacht voor "lichthinder". Het gaat daarbij dan niet alleen om te fel of verblindend licht, maar ook om de ecologische en milieutechnische gevolgen van onnatuurlijk licht. Op landelijk niveau kwam het tot het indienen van een motie in de Tweede Kamer op 5 november 2013 door het Tweede Kamerlid Carla Dik-Faber (ChristenUnie). De motie ging in op de norm voor openbare verlichting: de Richtlijn Openbare Verlichting (ROVL) van 2011. Deze richtlijn staat - volgens de motie- op gespannen voet met het streven naar voorkoming van lichthinder en met het streven

naar energiebesparing, terwijl er tegelijkertijd geen wetenschappelijk bewijs lijkt te bestaan over de effecten van verlichting op sociale veiligheid en verkeersveiligheid. De motie verzoekt de regering te laten onderzoeken wat er minimaal nodig is aan openbare verlichting om de sociale veiligheid en de verkeersveiligheid te borgen, en wat dit zou betekenen voor de richtlijn (de ROVL). Dit onderzoek is nadien uitgevoerd door de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde, die tevens uitgever is van de ROVL.[1]

1.2 Sociale Veiligheid

Openbare verlichting is vaak aangelegd vanuit het idee dat verlichting de zichtbaarheid in de openbare ruimte vergroot en daarmee een bijdrage levert aan verkeersveiligheid en sociale veiligheids(beleving). Over de effecten van verlichting op veiligheid (criminaliteit) bestaat nog steeds geen eenduidig wetenschappelijk beeld. In een van de meest recente internationale wetenschappelijke literatuurstudies uitgevoerd door Brandon Welsh en David Farrington (Brandon P. Welsh & David C. Farrington; 2008), wordt de conclusie getrokken dat er twee belangrijke theorieën bestaan over hoe een betere straatverlichting een vermindering van de criminaliteit kan veroorzaken. De eerste suggereert dat betere verlichting leidt tot meer toezicht op potentiële overtreders (zowel door verbetering van de zichtbaarheid en door het verhogen van het aantal mensen op de straat) en vandaar tot grotere afschrikking voor potentiële overtreders. De tweede suggereert dat betere verlichting in het gebied het signaal geeft dat het gebied is verbeterd, wat leidt tot grotere gemeenschapstrots, communautaire samenhang en informele sociale controle. De eerste theorie voorspelt dalingen van de misdaad vooral tijdens de uren van de duisternis, terwijl de tweede theorie daling in misdaad tijdens zowel dag en nacht voorspelt. Uit de geselecteerde literatuur trekken de onderzoekers de conclusie dat betere straatverlichting criminaliteit aanzienlijk kan verminderen, maar dat dit afhankelijk is van de specifieke fysieke en sociale omstandigheden. Deze uitkomst verleent steun aan het voortgezette gebruik van verbeterde straatverlichting ter voorkoming van criminaliteit in de openbare ruimte. Maar de onderzoekers constateren ook dat er eigenlijk nog veel en beter onderzoek gedaan zou moeten worden.

De in de Tweede Kamer ingediende motie Dik-Faber heeft geleid tot de uitvoering van onderzoek en de rapportage *Minder Licht?! Een onderzoek naar de relatie tussen openbare verlichting, richtlijnen, energiebesparing en veiligheidsbeleving*. (R. van Ratingen, J. van Dijk, W. Tooren en H.J. Zandbergen;2015). In het tweede deel van deze rapportage (blz. 68) wordt de conclusie getrokken: *ten aanzien van de genoemde vraag is er nog erg weinig onderzoek gedaan. Het meeste onderzoek komt uit het buitenland*. Een voorname bron die de onderzoekers hebben geraadpleegd is Boyce, 2014: *Human Factors in Lighting*. Dit onderzoek vat de eerder uitgevoerde onderzoeken samen die we kennen van Welsh, Painter en Farringdon. Uit al deze bronnen volgt de conclusie: *er zijn wel aanwijzingen, maar er is geen bewijs voor een relatie tussen openbare verlichting en sociale veiligheid*. Er is wel consensus over

[1] Ratingen, R. van, en J. van Dijk, W. Tooren, H.J. Zandbergen (2015). Minder Licht?! Een onderzoek naar de relatie tussen openbare verlichting, richtlijnen, energiebesparing en veiligheidsbeleving. Ede: Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV)

het feit dat verlichting van invloed is op sociale veiligheids*beleving, maar er is nog weinig inzicht in hoe licht hierbij een rol speelt en wat voor licht er nodig is.*

1.3 Verkeersveiligheid

Veel kwantitatief onderzoek is uitgevoerd naar de relatie tussen openbare verlichting en verkeersveiligheid. In Nederland vooral door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV). Visuele waarneming is voor verkeersdeelnemers van groot belang en kan in donkere omstandigheden worden gefaciliteerd door openbare verlichting. Openbare verlichting heeft een overwegend gunstig effect op de verkeersveiligheid. Het verlichten van voorheen onverlichte wegen leidt over het algemeen tot minder en minder ernstige verkeersongevallen. Dit effect lijkt groter op wegen in landelijke, dan op wegen in stedelijke gebieden. Op kruispunten lijkt het effect van openbare verlichting juist groter te zijn in stedelijke gebieden. Verder blijkt het effect op het risico van kwetsbare verkeersdeelnemers (voetgangers, fietsers, bromfietsers) groter te zijn dan op dat van bestuurders van motorvoertuigen. Het verhogen van het verlichtingsniveau op wegen die reeds verlicht zijn, heeft beduidend minder effect. Het verlagen van een bestaand verlichtingsniveau daarentegen, blijkt tot een toename in het aantal ongevallen te leiden. Openbare verlichting lijkt op de meeste Nederlandse wegen kosteneffectief te kunnen worden toegepast. Een toename in verlichtingsniveau op reeds verlichte wegen buiten de bebouwde kom is echter niet kosteneffectief. (SVOW; 2011) In het factsheet van de SWOV wordt ook ingegaan op onderzoek naar effecten van vermindering van de verlichting.

1.4 Dynamische verlichting

Steeds vaker, aldus de SVOW factsheet 2011, wordt in onderzoek ook bekeken of de verkeersveiligheid achteruitgaat als het bestaande verlichtingsniveau wordt verminderd. Dit heeft te maken met de toegenomen interesse in energie-, milieu- en kostenbesparende maatregelen (zie bijvoorbeeld AVV, 2006a; Martens, 2005). Een bekende maatregel op dit gebied is het concept van dynamische openbare verlichting. Onder dynamische verlichting worden verscheidene methoden verstaan. Zo is er dimbare openbare verlichting die de mogelijkheid biedt om te variëren tussen twee of meer verlichtingsniveaus. Het uitgangspunt is hierbij dat het benodigde niveau van openbare verlichting afhangt van de verkeers- en weersomstandigheden. In een Nederlands onderzoek naar deze vorm van dynamische openbare verlichting is het effect ervan op rijgedrag, beleving en acceptatie onderzocht (Hogema & Van der Horst, 1998). De conclusie was dat onder gunstige omstandigheden (lage verkeersintensiteit, droog weer) zonder problemen een (veel) lager lichtniveau dan gebruikelijk gehanteerd kan worden, namelijk 20% van het normale niveau. Het factsheet verwijst echter ook naar de internationale meta-analyse van Elvik, et al (2009) die er op wijst dat een halvering van het verlichtingsniveau gepaard gaat met een ongevallen toename van ongeveer 17%.

1.5 Belang van specifieke omstandigheden

Bij het voorgaande moet echter worden opgemerkt, dat bij het bestuderen van de effecten van vermindering van verlichting steeds de *specifieke omstandigheden* op een wegtracé in acht moeten worden genomen. Het gaat dan om zaken als verkeersintensiteit, overzichtelijkheid, de mogelijkheid om

andere wegen naar een bestemming te kiezen (Schreuder, D.A.; 1988) en de mate waarin licht wordt gereflecteerd vanaf het wegdek (Schreuder, D.A.; 2008). Het verlichten van openbare wegen zal (per definitie) geen verkeersveiligheidseffect hebben op plaatsen waar het niet nodig is. Maar leidt wel tot onnodige verspilling en lichtvervuiling. (Narisada, K. & Schreuder, D.A.;2013)

1.6 Doelstelling en onderzoeksvragen

Zowel in het politiek-bestuurlijke debat als in de discussie in de wetenschappelijke literatuur zien we aanleiding voor onderzoek naar de effecten van straatverlichting op sociale veiligheid en verkeersveiligheid. Vanuit de geschiedenis van het in toenemende mate verhogen van het verlichtingsniveau, maar ook vanuit onze constatering dat onderzoek naar de effecten van veranderingen in straatverlichting (in het bijzonder bij vermindering van verlichtingsniveaus) geen algemeen geldende conclusies heeft geleverd, is het van belang om de verlichtingspilots in Overijssel te flankeren met een monitoring van de verkeersveiligheid en de sociale veiligheid.

Het doel van ons onderzoek is om de effecten van de uitgevoerde interventies in de openbare verlichting (overgang naar LED en vermindering van licht) op de veiligheid in kaart te brengen. Doel is ook om de opgedane kennis over de veiligheidseffecten van interventies in de openbare verlichting te verspreiden onder de beheerders van gemeentelijke en eventuele andere openbare verlichtingssystemen in de provincie Overijssel, zodat beheerders een basis hebben om keuzes te maken in hun beleidsplannen en vervangingsplannen voor de openbare verlichting. Daartoe wordt parallel aan deze eindrapportage over de onderzoeksprojecten een ‘Leidraad voor gemeenten’ uitgebracht.

In het onderzoek richten we ons op de volgende onderzoeksvragen:

1. In welke mate zijn na de interventies in de openbare verlichting in de projectgebieden veranderingen in veiligheid en veiligheidsbeleving opgetreden (sociale veiligheid en verkeersveiligheid)?
2. In hoeverre verschillen de gevonden resultaten in de projectgebieden ten opzichte van een vergelijkbaar controlegebied?
3. Welke factoren (naast aanpassing van het verlichtingsniveau) zijn mede van invloed geweest op (veranderingen van) de veiligheid en het veiligheidsgevoel?

1.7 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt uitgebreid de gevolgde onderzoeksmethodiek beschreven. In het bijzonder wordt aandacht geschonken aan de verlichtingsmetingen. Hierbij is gekozen voor een methodiek die de verlichting meet op gebruikersniveau. Hierdoor ontstaan wel verschillen met metingen die doorgaans door technische verlichtingsdeskundigen worden gehanteerd. Van belang is echter dat de metingen

herhaalbaar zijn en telkens op dezelfde manier zijn uitgevoerd. In de beschrijving worden daarnaast de andere, meer sociaal wetenschappelijke, methodieken beschreven die studenten hebben gebruikt bij hun deel onderzoeken.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de pilots in de woongebieden samengevat. Kenmerkend voor deze pilots is dat er telkens een vergelijking plaatsvindt van veranderingen in een straat waar de verlichting is aangepast en een vergelijke straat waar niets is veranderd. We bespreken de veranderingen in beoordeling van de verlichting en de beleving van sociale veiligheid en verkeersveiligheid. Het ging hierbij om vervanging door LED verlichting

In hoofdstuk 4 worden de resultaten weergegeven in de pilots bij infrastructuur. Het gaat hierbij om het verminderen (uitschakelen) van verlichting. De onderzoeksopzet is iets anders. We hebben hier gebruikers van de infrastructuur geënquêteerd. Er is geen sprake van controle straten/fietspaden, omdat de ligging en inrichting erg specifiek zijn.

Tot slot vatten we onze conclusies samen in hoofdstuk 5 en worden enkele aanbevelingen gedaan.

2 Onderzoeksmethodiek

2.1 Vooraf

Allereerst laten we zien hoe de tien projecten in de vijf gemeenten in te delen zijn in typen gebieden en typen interventies.

Tabel 2.1 Overzicht van deelnemende gemeenten en onderzoeksprojecten

Gemeente	Kern/projectgebied	Type gebied	Type interventie
Enschede	Pluimstraat	Woongebied	Overgang naar LED
	Kerkstraat Glanerbrug	Woongebied	Overgang naar LED
Hardenberg	Dedemsvaart	Woongebied	Overgang naar LED
	Dedemsvaart	Recreatiegebied	Vermindering van licht
	Dedemsvaart	Infrastructuur	Vermindering van licht
Hof van Twente	Delden	Woongebied	Overgang naar LED
	Goor	Woongebied	Overgang naar LED
Losser	Overdinkel	Woongebied	Overgang naar LED
Olst-Wijhe	De Omloop	Infrastructuur	Vermindering van licht
	Raalterweg	infrastructuur	Vermindering van licht

De tabel laat twee typen interventies zien: 'overgang naar LED' en 'vermindering van licht'.
Projecten met vermindering van licht komen alleen voor bij infrastructuur (autowegen en fietspaden) en in een recreatiegebied. Gemeenten achten vermindering van licht in woongebieden doorgaans niet verantwoord, wel passen zij daar vaak overgang naar LED toe. In die gevallen wordt de doelstelling 'energiebesparing' wel gehaald, maar de andere doelstelling, 'vermindering van lichtvervuiling', wordt niet gehaald.
Door de samenloop van type gebied en type interventie ontstaan er twee typen projecten: 'overgang naar LED in woongebieden' en 'vermindering van licht bij autowegen en fietspaden'. (Het project in een recreatiegebied in Dedemsvaart delen we in bij 'infrastructuur' omdat de vermindering van licht plaatsvindt langs een fietspad dat door het recreatiegebied loopt).
De projecten worden onderstaand in detail besproken in de hoofdstukken 3 en 4.

Om een zo breed mogelijke basis te hebben voor het onderzoek, zijn gegevens verzameld door middel van verschillende methoden:

- schouw in het projectgebied, met lichtmetingen
- enquêtes onder bewoners en gebruikers van het projectgebied
- interviews aan de deur bij bewoners

- analyse van registratiegegevens (aangiften van incidenten bij de politie).

De enquêtes onder bewoners en gebruikers vormen het hart van het onderzoek; de andere onderzoeksmethoden leveren aanvullende informatie op.
De meetinstrumenten, zoals de vragenlijsten voor de bewoners en voor de gebruikers van autowegen en fietspaden, zijn ontwikkeld door het lectoraat Risicobeheersing van Saxion.
De gegevens zijn verzameld door studenten van Saxion onder supervisie van hun docent. De betreffende studenten volgden op dat moment de onderzoeksminor 'sociaal veilig ontwerpen'. Ook hebben twee studenten hun afstudeerscriptie in het kader van dit onderzoek gemaakt. In de drie achtereenvolgende schooljaren 2014-2015, 2015-2016 en 2016-2017, zijn aldus wisselende groepen studenten met het onderzoek Bewust Verlichten provincie Overijssel aan de slag geweest. De rapportages die de studenten hebben opgeleverd als eindwerkstuk, vormde in belangrijke mate de basis voor het rapport dat nu voor u ligt. (De rapportages van de studenten zijn vermeld in de bronnenlijst bij dit rapport). Onderstaand lichten we de gehanteerde methoden nader toe.

2.2 Schouw en lichtmeting

Elk projectgebied is tweemaal bezocht: eenmaal overdag, om een beeld te krijgen van het gebied, en eenmaal 's avonds, om de lichtmetingen te kunnen uitvoeren. De lichtmetingen zijn steeds gedaan op momenten dat de verlichting maximaal brandde, dus niet tijdens de periode waarin bij sommige projecten werd gedimd (laat op de avond en 's nachts).
De lichtmetingen zijn bij de voor- en nameting op identieke wijze uitgevoerd, teneinde een zo zuiver mogelijke basis voor vergelijking van de resultaten te verkrijgen. Voor de lichtmetingen is een gekalibreerde luxmeter voor professionele doeleinden gebruikt (zie afbeelding). De lichtgevoelige cel werd gemonteerd op een statief dat standaard ingesteld werd op een hoogte van 150 cm. Alleen de horizontale verlichtingssterkte is gemeten. (Er is voor gekozen om de verticale verlichtingssterkte niet te meten, omdat deze metingen gemakkelijk vervuild kunnen zijn door reflecties van het wegdek en strooilicht vanuit omliggende woningen).

Als regel zijn voor alle lichtmasten in het projectgebied gegevens verzameld. In de projectgebieden die daarvoor te omvangrijk waren, is een representatieve steekproef van lichtmasten genomen.

De volgende gegevens zijn verzameld:

- Maximum verlichtingssterkte (Eh-max); deze waarde is onder of nabij de lichtmast gemeten, daar waar de luxmeter de maximale waarde aangaf;
- Minimum verlichtingssterkte (Eh-min); deze waarde is gemeten op het donkerste punt tussen twee opeenvolgende lichtmasten in;
- Kleurweergave op een schaal van 0 tot 5 (voor toelichting zie hieronder).

Uit de minimum verlichtingssterkte en de maximum verlichtingssterkte werd per straat het gemiddelde berekend. Het gemiddelde van alle straten samen vormt het gemiddelde van het totale projectgebied, zoals dat in het volgende hoofdstuk is weergegeven.
Uit de minimum verlichtingssterkte en de gemiddelde verlichtingssterkte is de gelijkmatigheidscoëfficiënt (Uh) berekend. (Uh = Emin/Egem). De Uh waarden per project worden in het volgende hoofdstuk eveneens weergegeven.

Er is niet gewerkt met tussenliggende meetpunten of met een rastermeting. De meetresultaten kunnen daardoor een overschatting van de gemiddelde verlichtingssterkte en een onderschatting van de gelijkmatigheid opleveren. De gevonden waarden mogen daarom niet vergeleken worden met landelijke richtlijnen of met meetresultaten in andere projecten.
De resultaten kunnen wel *tussen de Overijsselse projecten onderling* worden vergeleken, omdat overal op dezelfde manier is gewerkt. In de bijlage wordt dieper ingegaan om de mogelijke vertekening van de gemiddelde verlichtingssterkte en de gelijkmatigheid.

2.3 Meting kleurweergave

Voor het professioneel meten van de kleurweergave (Ra-waarde) is een spectrometer nodig, waarover Saxion in dit onderzoek niet beschikte. Als een zo goed mogelijk vervanging van genoemd instrument is een 'kleurenwaaier' gebruikt, met vijf kleuren (zie afbeelding). Bij elke luxmeting is aan de hand van de kleurenwaaier bepaald hoeveel van de vijf kleuren correct konden worden waargenomen: de K-waarde. De kleurenwaaier werd bij deze metingen horizontaal gehouden op een hoogte van ongeveer 100 cm. K-max is de waarde die onder de lamp werd gemeten, K-min is de waarde die werd gemeten op het donkerste punt tussen twee lichtmasten in.
Van de K-waarden is op dezelfde wijze het gemiddelde per straat en per gebied bepaald als dit bij de Lux-waarden is gedaan.

Voorbeeld van luxmeter zoals gebruikt bij dit onderzoek	Kleurenwaaier zoals gebruikt bij dit onderzoek

Met behulp van deze methode kon ondanks het ontbreken van een spectrometer enig beeld van de prestaties van de verlichting op het gebied van kleurweergave worden verkregen. De K-waarden vormen aldus een substituut voor de Ra-waarden.

2.4 Enquête

2.4.1 Onderzoeksdesign

Een belangrijk onderdeel van de uitgevoerde onderzoeken bestond uit de analyse van enquêteresultaten. Gebruik is gemaakt van een onderzoeksdesign bestaande uit een voor- en een nameting. De voormeting vond plaats voorafgaande aan de verandering in de verlichting. De nameting vond plaats na de verandering. Om er voor te zorgen dat er vergelijkbare dag- en nachtlicht omstandigheden zijn in beide metingen, werd de nameting ongeveer een jaar na de voormeting uitgevoerd.
Noodzakelijkerwijze moest een onderscheid gemaakt worden tussen de projecten in woonwijken en de overige (infrastructurele) projecten. In de woonwijken werden alle bewoners ondervraagd. In de infrastructurele projecten werden gebruikers van de weg of het fietspad ondervraagd.

In de woonwijken is de onderzoeksdesign uitgebreid met een controle gebied. Dit is een vergelijkbare straat in de betreffende gemeente waar geen verandering in verlichting is geweest. Bij de infrastructurele projecten konden we dit niet doen, omdat er geen vergelijkbare infrastructuur in de gemeente voor handen was. Er is bijvoorbeeld maar 1 rondweg en er is maar 1 fietspad tussen de dorpen.

Door de uitbreiding met controle gebieden in woonwijken kunnen we niet alleen nagaan of er tussen voor- en nameting (significante) verschillen zichtbaar zijn, maar kunnen we ook nagaan of deze verschillen anders zijn ten opzichte van de controle gebieden. Deze laatste vergelijking vergroot de validiteit van onze conclusies. Immers, wanneer er in de gemeente in de onderzoeksperiode gebeurtenissen zijn die van invloed op bijvoorbeeld veiligheidsbeleving, dan zal dat ook invloed hebben op het controle gebied.

Onderzoek met behulp van voor- en nameting en controle groepen wordt ook wel “quasi-experimenteel” genoemd. Het is nog steeds geen experimentele onderzoeksopzet zoals we dat bijvoorbeeld in laboratoria uitvoeren. Een onderzoek, waarbij we alle mogelijke omstandigheden die van invloed kunnen zijn, controleren. Dat we toch voor onze opzet hebben gekozen hangt samen met de praktische uitvoerbaarheid van onderzoek in een echte leefomgeving.

Daarnaast is het heel bijzonder dat we in dit onderzoek beschikken over meer onderzoeksgebieden. Dit stelt ons in staat om ook “over de verschillende gebieden heen” een vergelijking uit te voeren. Omdat onze onderzoeksgebieden niet “at random” (willekeurig) zijn geselecteerd is het niet mogelijk om bij een dergelijke vergelijking zware statistische berekeningen uit te voeren. Maar wij menen dat onze

bevindingen hierdoor wel, zij het tentatief en voorzichtig, versterkt kunnen worden wanneer we herhaaldelijk vergelijkbare uitkomsten in de verschillende gebieden opmerken.

Tot slot van deze paragraaf een opmerking over het tijdstip van de interventie. De interventie viel uiteraard altijd op een tijdstip tussen de voor- en de nameting in. Idealiter zou de interventie kort na de voormeting plaatsvinden. Dan hebben de gebruikers van de openbare ruimte een gewenningstijd van meer dan een half jaar. Zou de interventie vlak voor de nameting plaatsvinden, dan zou men kunnen veronderstellen dat de onderzoeksresultaten vertekend worden doordat men nog moet wennen aan de nieuwe situatie. In de projecten in Enschede, Wijhe en Overdinkel werd de ideale situatie benaderd: daar was de tijd tussen interventie en nameting 3 tot 11 maanden. In Dedemsvaart en Hof van Twente was dit 1-2 maanden.

2.4.2 Woonwijken

In de woonwijken is onder de bewoners een enquête op papier afgenomen. Er is twee maal dezelfde enquête afgenomen: vóór de interventie en na de interventie. De enquêtes werden tevens afgenomen in een controlegebied: een gebied van vergelijkbare grootte, met vergelijkbare woningtypes en een vergelijkbare woningdichtheid. Het controlegebied lag direct naast of maximaal enkele honderden meters verwijderd van het experimentgebied. Dit met het oog op het streven de context van de onderzoeksgebieden zo constant mogelijk te houden. Alle bewoners kregen de enquête in de bus, er is dus geen steekproef genomen. In alle enquêtes zijn dezelfde vragen gesteld. Het enige dat per project verschilde, waren de namen van de straten. Bewoners werd gevraagd de straat aan te kruisen waar zij wonen, om achteraf het responspercentage per straat te kunnen vaststellen.

De werkwijze was daarbij als volgt:
Als eerste kregen de bewoners uit naam van de gemeente of uit naam van Saxion een aankondigingsbrief in de bus. Een week later kregen de bewoners de enquête, die zij met een antwoord envelop konden terugsturen aan de gemeente of aan Saxion. In de straten waar de respons onder de 20% bleef, gingen de studenten langs de deur om de enquêtes op te halen of op het moment zelf af te nemen. Met deze werkwijze werd in vrijwel alle straten een respons boven de 40% behaald. (In de bijlage is een overzicht opgenomen van de respons per project). Om de respons te verhogen, plakten de studenten op elke enquête een post-it met een persoonlijke boodschap, bijvoorbeeld 'Alvast hartelijk dank voor uw medewerking!'. De indruk is dat deze persoonlijke boodschap daadwerkelijk hielp om een goede respons te verkrijgen. Dit leiden wij onder meer af uit het gegeven dat een (klein) deel van de respondenten de post-it op het ingevulde formulier plakten en mee terugstuurden, eveneens met een persoonlijke boodschap, bijvoorbeeld 'Succes met jullie onderzoek!'.

De data uit de ingevulde enquêtes zijn gecontroleerd en met behulp van het statistisch programma SPSS vervolgens geanalyseerd. De studenten die een voormeting deden, beschreven in hun rapport een analyse van de veiligheidssituatie op dat moment. De studenten in de latere groepen, die een nameting deden, konden de gegevens uit de eerdere voormeting daadwerkelijk vergelijken met de resultaten van hun eigen meting, en daaruit conclusies trekken over de effecten van de interventie.

2.4.3 Autowegen en fietspaden

Voor de ondervraging van gebruikers van autowegen en fietspaden is gekozen voor een online enquête, omdat de herkomst van deze doelgroep niet bekend is. De vragenlijst werd eerst op papier ontwikkeld en vervolgens online gezet in een omgeving die door een helpdesk van Saxion wordt ondersteund (Parantion of Qualtrix).
Door middel van berichten in de plaatselijke krant, op de gemeentelijke website, flyers in de brievenbus van aanwonenden en flyers die werden uitgedeeld aan gebruikers van fietspaden bij een stoplicht of een overweg, werd aan mensen gevraagd om deel te nemen aan de enquête. De verkregen gegevens werden vanuit Parantion of Qualtrix overgezet in SPSS en vervolgens geanalyseerd.

Omdat er geen zicht is op het totaal aantal mensen dat regelmatig of dagelijks gebruik maakt van de infrastructuur, kan er geen responspercentage worden berekend. Wel kan worden vastgesteld dat het werven van respondenten bij infrastructuur meer energie vergt dan in woonwijken. Mensen voelen zich kennelijk geen eigenaar van infrastructuur in het buitengebied.

2.5 Overige dataverzamelingsmethoden

2.5.1 Interviews aan de deur

In een aantal woonwijken zijn door de studenten interviews aan de deur gehouden om gegevens te verzamelen over de mate waarin bewoners het dimmen van de openbare verlichting opmerken en ervaren. Deze vraag kon niet in de standaardenquête worden opgenomen, omdat er niet in alle projecten sprake van is dat de verlichting ‘s nachts wordt gedimd. De resultaten van de interviews aan de deur zijn, vanwege de geringe aantallen, handmatig verwerkt.

2.5.2 Interviews met professionals

In alle onderzoeksgebieden is door de studenten een interview gehouden met één of meer professionals die werkzaam zijn in het beheer van de wijk of van de infrastructuur, of die daar vanuit hun functie kijk op hebben. De wijkagent is daarbij de belangrijkste gesprekspartner geweest.
Belangrijkste doel van deze interviews was het verzamelen van informatie over de veiligheidssituatie en andere zaken die eventueel spelen in de omgeving. Deze informatie zou in bepaalde gevallen kunnen helpen om enquêteresultaten te verklaren.

2.5.3 Analyse van registratiegegevens

De onderzoeksopzet voorzag in het verzamelen van gegevens over de feitelijke criminaliteit hoofdzakelijk door het verzamelen en analyseren van aangiften bij de politie. Uitgangspunt bij de oorspronkelijke onderzoeksopzet was dat er minimaal een jaar tijdsverschil tussen het uitvoeren van de interventie en het uitvoeren van de nameting zou liggen. Dit was in de praktijk echter slechts bij drie projecten het geval, namelijk twee projecten in de gemeente Enschede en een in Overdinkel. In Overdinkel was het

onderzoeksgebied dermate klein (nog geen 40 woningen) dat een betrouwbare analyse niet mogelijk zou zijn. Een kleine, wellicht op toeval berustende verandering in het aantal delicten in twee opvolgende jaren zou dan een grote verandering in het slachtofferpercentage betekenen, waaraan men dan onterecht de conclusie zou toekennen dat het veiligheidsniveau is gedaald of gestegen.

3 Resultaten van projecten in woongebieden (LED)

In dit hoofdstuk bespreken we de belangrijkste uitkomsten van de enquêtes in de woongebieden. Hierbij worden de resultaten op een vergelijkbare manier gepresenteerd. In paragraaf 3.5 worden de uitkomsten uit de verschillende onderzoeksgebieden onderling met elkaar vergeleken.

3.1 Project Dedemsvaart

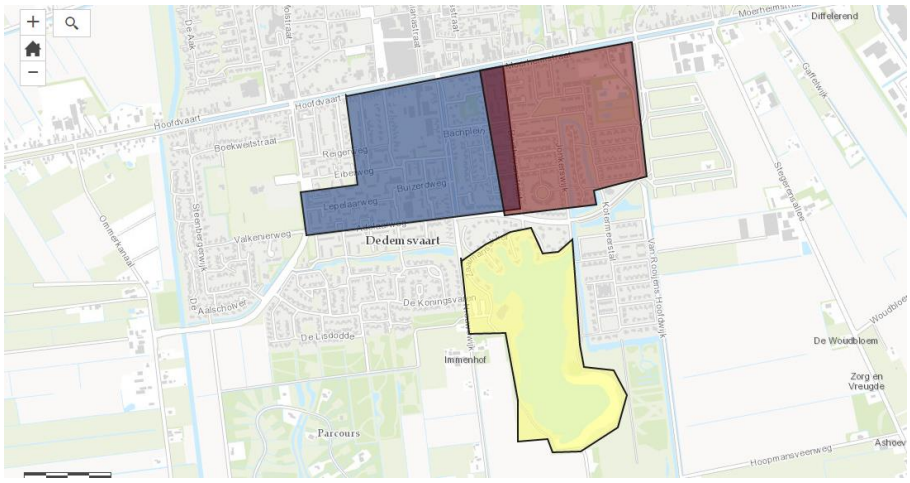
In het zuidelijk deel van Dedemsvaart, gemeente Hardenberg, heeft de gemeente in een wijk van ongeveer 600 woningen de oude verlichting vervangen door LED. De wijk als geheel was te groot om te onderzoeken, daarom is een selectie gemaakt van straten zodat het totaal aantal woonadressen waar de enquête zou worden gehouden, op ruim 300 uitkwam. De naastgelegen wijk, waar de verlichting van recentere datum is en die niet zou worden vervangen, was geschikt als controlegebied. In dit gebied werd eveneens een selectie gemaakt van een aantal straten, zodat het totaal aantal woonadressen ook in het controlegebied op ruim 300 uitkwam.

De voormeting is uitgevoerd door een groep studenten in de minor van het studiejaar 2014-2015. De resultaten zijn neergelegd in het eindwerkstuk (Bechtel, et al. 2015). De nameting is uitgevoerd door een groep studenten in de minor 2016-2017. De resultaten van de nameting zijn te vinden in het eindrapport van deze minorgroep (Beenen, et al. 2017).

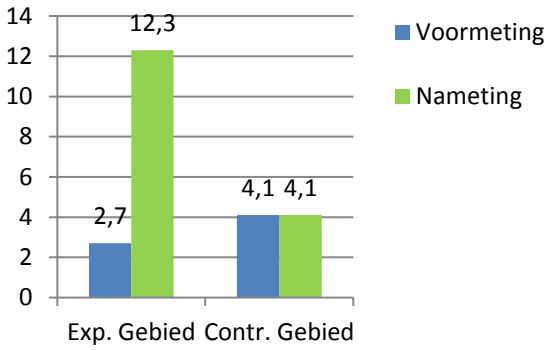
Het aantal respondenten in Dedemsvaart is goed te noemen. Het responspercentage ligt tussen de 38% en de 48%. De streefwaarde is een responspercentage van 30% zodat het onderzoek een representatief beeld geeft van de daadwerkelijke situatie. Er zit wel een verschil in respons tussen de voormeting en de nameting. In de voormeting is een responspercentage behaald van 48% in het experimentgebied en 38% in het controlegebied. In de nameting is een responspercentage behaald van 46% in het experimentgebied en 40% in het controlegebied. In onderstaande tabel wordt de respons van het project Dedemsvaart weergegeven.

Dedemsvaart	Exp.	Contr.
Voormeting verzonden	336	307
Voormeting ontvangen	163 (48%)	118 (38%)
Nameting verzonden	336	307
Nameting ontvangen	156 (46%)	122 (40%)

In de volgende paragraaf worden de belangrijkste effecten van de verandering van het licht binnen het projectgebied Dedemsvaart toegelicht. Deze analyse betreft zowel het experimentgebied als het controlegebied. In onderstaande afbeelding is het experimentgebied als blauw gebied weergegeven en het controlegebied als rood gebied. Het gele gebied in onderstaande afbeelding is de Kotermeerstal. Hierover zal later in dit rapport worden bericht.



Kenmerken verlichting[2]



Door de interventie is de gemiddelde verlichtingssterkte (Egem) toegenomen van 2,7 naar 12,3 in het experimentgebied. De gemiddelde verlichtingssterkte in het controlegebied is 4,1. De gelijkmatigheid (Uh) van de verlichting is licht veranderd door de verandering van de verlichting. De gelijkmatigheid ligt in het experimentgebied iets hoger dan in het controlegebied. Dit was al zo tijdens de voormeting. In de grafiek is de gemiddelde verlichtingssterkte weergegeven van het experimentgebied en het controlegebied. In de tabel worden de Egem waardes en de gelijkmatigheid van de verlichting gepresenteerd.

	Experiment gebied voormeting	Experiment gebied nameting	Controle gebied
Gemiddelde verlichtingssterkte	2,7	12,3	4,1
Gelijkmatigheid	0,23	0,3	0,18

Beoordeling van de verlichting:

Door de interventie in het experimentgebied, kan de beoordeling van de verlichting veranderen. In het onderzoek is de respondenten gevraagd of zijn 'te donkere' plekken constateren in het onderzoeksgebied. In het experimentgebied geeft 31,9% van de respondenten aan te donkere plekken te constateren. In de nameting is dit percentage statistisch significant[3] gedaald naar 26,8%. De verandering van de verlichting heeft dus een positief effect op het percentage geconstateerde donkere plekken. In het controlegebied daalt dit percentage ook (van 27,1% naar 24,4%) echter is deze daling niet statistisch significant. De percentages zijn opgenomen in onderstaande tabel.

	% geconstateerde donkere plekken		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	31,9	26,8	Ja
Controlegebied	27,1	24,4	Nee

[2] De gemelde waarden zijn niet vergelijkbaar met landelijke richtlijnen. Zie par 2.2. pagina 13

[3] Statistisch significant betekent dat de kans dat we de waargenomen verandering meten, terwijl deze in werkelijkheid niet bestaat, kleiner is dan 5%. Significantie is afhankelijk van de omvang van de verandering en van de steekproefomvang. We hebben gebruik gemaakt van de t-toets.

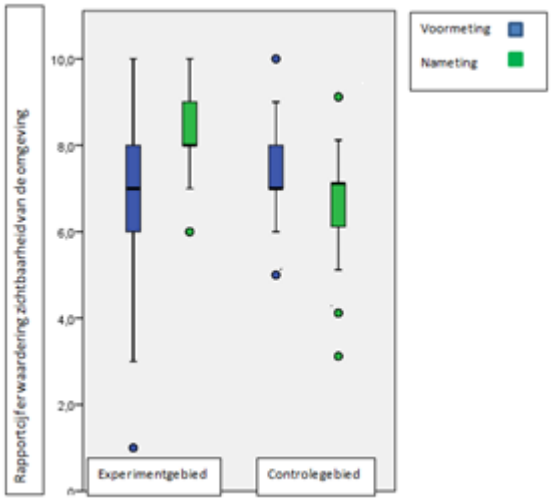
Naast de vraag of respondenten te donkere plekken constateren, is eveneens de vraag gesteld of de respondenten plekken beoordelen in het onderzoeksgebied die 'te sterk' verlicht zijn. In het experimentgebied stijgt het percentage geconstateerde plekken met te sterke verlichting van 3,7% naar 17,2%. Dit is een statistisch significante stijging die veroorzaakt wordt door de verandering van de openbare verlichting. In het controlegebied stijgt het percentage geconstateerde plekken met te sterke verlichting ook (van 5,9% naar 8,1%) maar deze stijging is niet statistisch significant. In onderstaande tabel zijn de percentages betreffende het aantal geconstateerde plekken met te sterke verlichting weergegeven.

	% geconstateerde plekken met te sterke verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	3,7	17,2	Ja
Controlegebied	5,9	8,1	Nee

Zichtbaarheid van de omgeving

In het onderzoek is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de tevredenheid over de zichtbaarheid van de omgeving. In het experimentgebied stijgt dit gemiddelde rapportcijfer significant van 7,0 naar 8,3. In het controlegebied is geen stijging waar te nemen van het rapportcijfer. Omdat deze significante verandering alleen in het experimentgebied waar te nemen is, kan voorzichtig worden geconcludeerd dat de verandering van de verlichting een positief effect heeft op de zichtbaarheid van de omgeving.

In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten weergegeven van de zichtbaarheid van de omgeving in binnen het project Dedemsvaart.

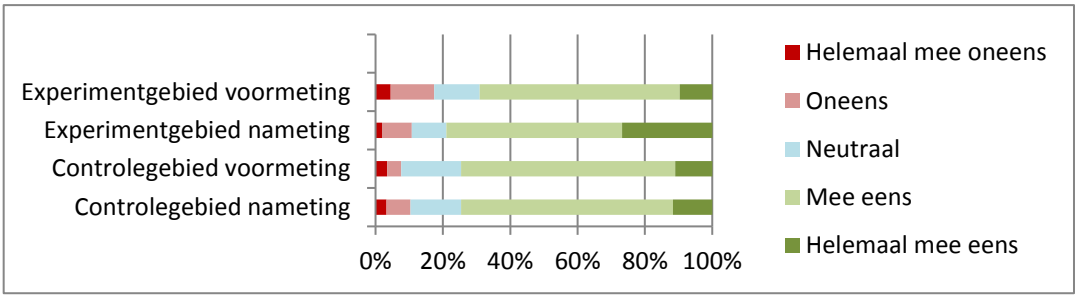


	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Dedemsvaart exp.	7	8,3	Ja
Dedemsvaart contr.	7,5	7,4	Nee

Hoeveelheid verlichting

In het onderzoek konden respondenten aangeven in welke mate zij tevreden zijn met de hoeveelheid verlichting. De respondenten konden op de stelling 'in de buurt is het buiten goed verlicht' aangeven of zij het hiermee 'helemaal mee eens, mee eens, neutraal, oneens of helemaal mee oneens' zijn. In Dedemsvaart is de grote meerderheid in de voormeting tevreden met de hoeveelheid verlichting. Door het experiment verandert dit niet significant.

In onderstaande figuur wordt weergegeven hoe vaak respondenten het helemaal oneens zijn met de stelling 'in de buurt is het buiten goed verlicht', oneens, neutraal, eens of helemaal eens.

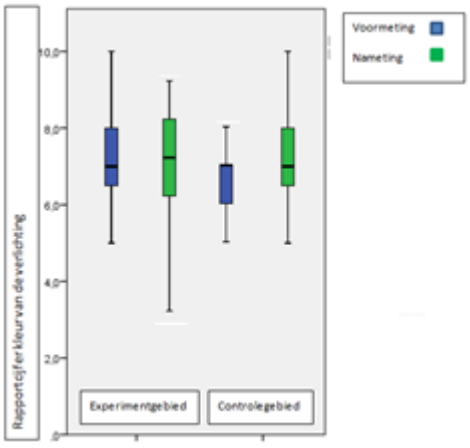


Het percentage "(helemaal) mee eens" verandert in zowel het experimentgebied als in het controlegebied niet statistisch significant. In het experimentgebied stijgt het aantal respondenten dat het (helemaal) eens is met de stelling van 69,7% naar 78,4%. Deze stijging is echter niet statistisch significant. Het percentage in het controlegebied blijft hetzelfde en stijgt of daalt niet (74,6%).

Kleur van de verlichting:

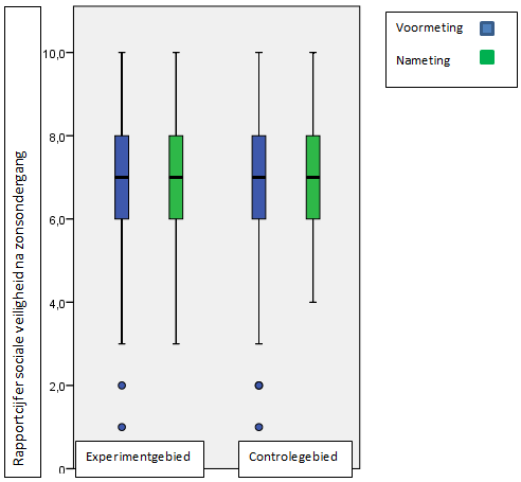
De kleur van de openbare verlichting kan door de interventie veranderen. Respondenten is dan ook gevraagd naar het gemiddelde rapportcijfer dat zij geven voor de kleur van de openbare verlichting. Het gemiddelde rapportcijfer verandert niet significant in zowel het experimentgebied als in het controlegebied. In onderstaande tabel worden deze gemiddelde rapportcijfers gepresenteerd.

	Gemiddeld rapportcijfer kleur van de verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	7,1	7,3	Nee
Controlegebied	7,3	7,2	Nee



Sociale veiligheidsbeleving

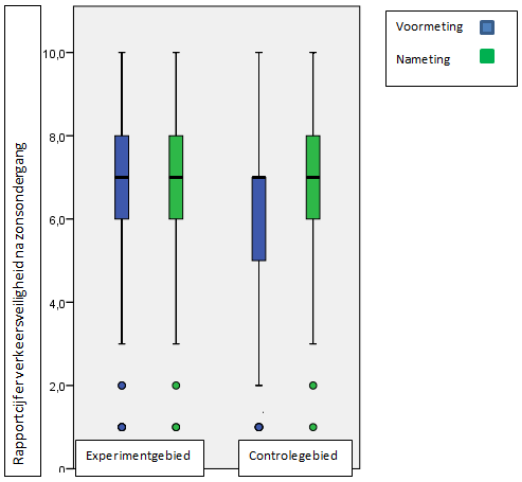
In de enquête is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de beleving van de sociale veiligheid na zonsondergang in het onderzoeksgebied. In het experimentgebied stijgt het rapportcijfer van 6,8 naar 7,1. In het controlegebied stijgt het rapportcijfer van 6,7 naar 7,1. Beide stijgingen zijn echter niet statistisch significant waardoor niet aan te geven is in hoeverre de verandering van de openbare verlichting een rol speelt bij de beleving van de sociale veiligheid na zonsondergang in dit onderzoeksgebied. In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten van het gegeven rapportcijfer in Dedemsvaart weergegeven.



	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Dedemsvaart exp.	6,8	7,1	Nee
Dedemsvaart contr.	6,7	7,1	Nee

Verkeersveiligheidsbeleving

Naast de beleving van de sociale veiligheid is tevens aan de respondenten gevraagd een gemiddeld rapportcijfer te geven voor de beleving van de verkeersveiligheid na zonsondergang. In Dedemsvaart wordt in het experimentgebied een voldoende gegeven voor de verkeersveiligheid. Het rapportcijfer stijgt van 6,6 naar 6,8. Deze stijging is echter niet statistisch significant. In het controlegebied stijgt het rapportcijfer echter van 5,9 naar 6,4. Deze stijging is wel significant, maar in het controlegebied is de verlichting niet veranderd. Het is dus niet te bepalen of de verandering van de verlichting hierbij een rol speelt. In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten van het gegeven rapportcijfer betreffende de verkeersveiligheid weergegeven.



	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Dedemsvaart exp.	6,6	6,8	Nee
Dedemsvaart contr.	5,9	6,4	Ja

Conclusie

De interventie betreffende de openbare verlichting heeft in Dedemsvaart effect gehad op de tevredenheid over de zichtbaarheid van de omgeving. Het gemiddelde rapportcijfer stijgt op dit gebied statistisch significant van een 7,0 naar een 8,3. De gemiddelde rapportcijfers voor de sociale veiligheid na zonsondergang en de verkeersveiligheid na zonsondergang veranderen echter niet statistisch significant. Ook de tevredenheid over de hoeveelheid verlichting laat geen significante veranderingen zien tussen de voormeting en de nameting in zowel het experimentgebied als het controlegebied.

Het percentage respondenten dat ‘te donkere’ en ‘te sterke’ verlichte plekken constateerde, wordt in het experimentgebied wel significant beïnvloed door de verandering van de verlichting. In het experimentgebied daalt het aantal geconstateerde ‘te donkere’ plekken statistisch significant. Ook het aantal ‘te sterke’ verlichte plekken maakt een statistisch significante stijging door. Deze veranderingen worden in het controlegebied niet waargenomen.

3.2 Projecten gemeente Hof van Twente

De gemeente hof van Twente droeg in twee van haar kernen, namelijk Delden en Goor, projectgebieden aan als experimentwijken. Het betrof woonerf-achtige wijken uit de jaren 70 van de vorige eeuw, beide bestaande uit ongeveer 300 woningen. In deze wijken kregen alle straten nieuwe armaturen met LED lampen.

In Goor werd als controle gebied een kleinschalige nieuwbouwwijk (gebouwd rond 2000) gekozen. In die tijd werd nog niet gewerkt met LED. Het viel bij de voormeting op dat de verlichting daar aanzienlijk helderder, comfortabeler en gelijkmatiger was dan in het experimentgebied. In Delden was het niet mogelijk om een aaneengesloten gebied als controlewijk aan te wijzen. Daar is gewerkt met een groep straten, die op enige afstand van elkaar liggen, maar die qua bebouwingskenmerken wel op elkaar en op de experimentwijk lijken.

De voormeting is in het voorjaar van 2015 uitgevoerd door een afstudeerder van de opleiding Integrale Veiligheidskunde, Ruben Maat. De resultaten zijn neergelegd in diens afstudeerscriptie (Maat, 2016). De nameting is uitgevoerd in de minor 2015-2016. Van de projecten in woongebieden, waren de projecten in Delden en Goor de eerste waarvan nametingsgegevens bekend werden. De nameting is vastgelegd in het eindwerkstuk van de studenten (Durdzich et al. 2016).

Experimentwijk in Goor tijdens de nameting. Links op de foto is de nieuwe armatuur te zien dat overal in de wijk is geplaatst.	Detail van de nieuwe LED armaturen in de experimentwijk in Goor	Controlewijk in Goor; de lichtmasten staan hier dicht op elkaar (15-20m); de armaturen hebben brede kappen aan de bovenzijde, om het licht van de lamp naar de straat te richten.

De respons in beide projecten is hoog. In Delden ligt het responspercentage tussen de 42% en 53%. Als streefwaarde wordt een responspercentage van 30% gehanteerd zodat de resultaten van het onderzoek ook representatief zijn voor de daadwerkelijke situatie. De resultaten van de respons in Delden zijn in onderstaande tabel weergegeven.

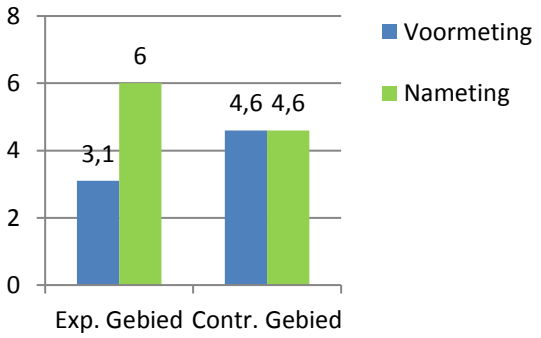
Delden	Exp.	Contr.
Voormeting verzonden	86	137
Voormeting ontvangen	43 (50%)	57 (42%)
Nameting verzonden	86	137
Nameting ontvangen	46 (53%)	59 (43%)

Het project in Goor kent eveneens een voldoende groot responspercentage. Daar ligt het percentage tussen 34% en 38%. In onderstaande tabel zijn de responspercentages voor het project in Goor weergegeven.

Goor	Exp.	Contr.
Voormeting verzonden	169	158
Voormeting ontvangen	65 (38%)	55 (35%)
Nameting verzonden	169	158
Nameting ontvangen	63 (37%)	53 (34%)

Kenmerken verlichting[4]

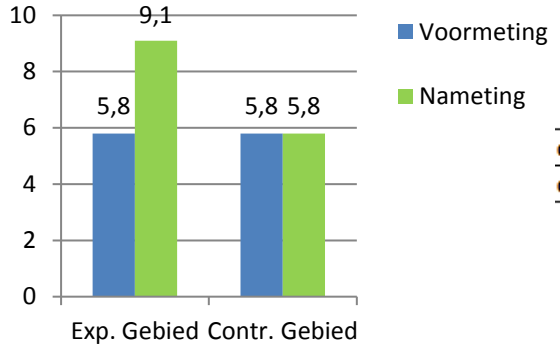
Door de interventie is in **Delden** de gemiddelde verlichtingssterkte (Egem) toegenomen van 3,1 naar 6. De gelijkmatigheid (Uh) van de verlichting is niet veranderd naar aanleiding van de interventie.De gelijkmatigheid in het controlegebied ligt overigens hoger (0,22 ten opzichte van 0,10) dan in het experimentgebied. In onderstaande figuur en tabel worden de verlichtingssterktes van het project in Delden gepresenteerd.



	Experiment-gebied voormeting	Experiment-gebied nameting	Controle-gebied
Gemiddelde verlichtingssterkte	3,1	6,0	4,6
Gelijkmatigheid (Uh)	0,10	0,10	0,22

In **Goor** is de gemiddelde verlichtingssterkte toegenomen van 5,8 naar 9,1. Ook hier verandert de gelijkmatigheid (Uh) door de interventie nauwelijks. De gelijkmatigheid in het controlegebied ligt fors hoger dan de gelijkmatigheid in het experimentgebied. Dit kan te maken hebben met de relatief korte mastafstanden in het controlegebied (zie ook het onderschrift bij de foto op de vorige pagina). In onderstaande figuur en tabel worden de verlichtingswaarden van het project in Goor gepresenteerd.

[4] De vermelde waarden zijn niet vergelijkbaar met landelijke richtlijnen. Zie par 2.2. pagina 13



	Experiment-gebied voormeting	Experiment-gebied nameting	Controle-gebied
Gemiddelde verlichtingssterkte	5,82	9,1	5,82
Gelijkmatigheid	0,07	0,08	0,31

Beoordeling van de verlichting

De respondenten is gevraagd aan te geven of zij te donkere plekken constateren in het onderzoeksgebied. In **Delden** daalt het percentage respondenten dat te donkere plekken waarneemt zeer licht: van 16,4% naar 16,1%. Deze daling is niet statistisch significant. In het controlegebied stijgt het percentage van 23,5% naar 28,8%, maar ook deze verandering is niet statistisch significant. In onderstaande linker tabel worden de percentages gepresenteerd.

	% geconstateerde donkere plekken		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	16,4	16,1	Nee
Controlegebied	23,5	28,8	Nee

Delden

	% geconstateerde donkere plekken		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	21,7	27,7	Ja
Controlegebied	28,2	19,6	Ja

Goor

In Goor is de situatie anders dan in Delden. (zie de rechter tabel voor de resultaten van het project in Goor). Hier zijn de verschillen tussen de voormeting en de nameting wel statistisch significant. In het experimentgebied stijgt het percentage geconstateerde donkere plekken van 21,7% naar 27,7%. Dit geeft aan dat de vernieuwde verlichting mogelijk meer contrastwerking met zich mee brengt.
In het controlegebied is er een daling te zien van het geconstateerde percentage donkere plekken. Hier daalt het percentage van 28,2% naar 19,6%. In het controlegebied is de verlichting niet veranderd, waardoor deze verschillen niet veroorzaakt worden door de verlichting.

Er is eveneens gevraagd naar plekken waar de verlichting te sterk aanwezig is. In het project in **Delden** worden er geen significante verschillen gevonden tussen de voormeting en de nameting. Hieruit blijkt dat het veranderen van de verlichting geen effect heeft op het percentage plekken met te sterke verlichting. In het project in **Goor** wordt wel een significant verschil gevonden, namelijk in het experimentgebied. Het percentage geconstateerde plekken met te sterke verlichting stijgt daar van 4,3% naar 13,8%. In het

controlegebied is weliswaar ook een stijging zichtbaar (van 9% naar 13,7%) maar deze stijging is niet statistisch significant. Hier hebben we, net als bij de beoordeling van de te donkere plekken die is weergegeven op de vorige pagina, een aanwijzing voor een grotere ervaren contrastwerking door de overgang naar LED.
In onderstaande tabellen worden de resultaten gepresenteerd. In de linker tabel staan de resultaten uit Delden. In de rechtertabel zijn de resultaten van de het project in Goor gepresenteerd.

	% geconstateerde plekken met te sterke verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	8,2	10,9	Nee
Controlegebied	0	1,8	Nee

Delden

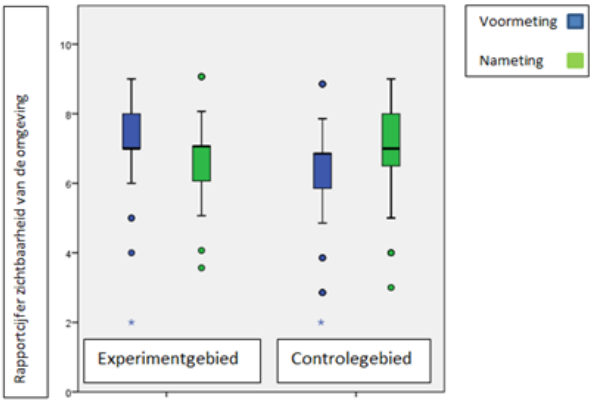
	% geconstateerde plekken met te sterke verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	4,3	13,8	Ja
Controlegebied	9	13,7	Nee

Goor

Zichtbaarheid van de omgeving

In het onderzoek is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de tevredenheid over de zichtbaarheid van de omgeving. In zowel Delden als Goor is er geen significante verschillen gevonden tussen de voormeting en de nameting in zowel het experimentgebied als in het controlegebied. Beide projecten scoren in zowel de voormeting als de nameting een ruime voldoende.

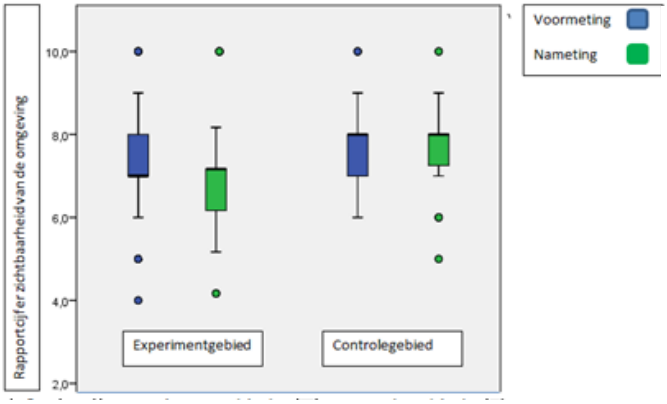
In **Delden** ligt het gemiddelde rapportcijfer op 7,3 (experimentgebied) en 7,1 (controlegebied). Deze verschillen zijn niet statistisch significant. In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten van het project in Delden afgebeeld.



	Gemiddelde cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Delden experimentgebied	7,3	7,3	Nee
Delden controlegebied	7,2	7	Nee

Delden

In **Goor** ligt het gemiddelde op 7,3 (experimentgebied) en 7,9 (controlegebied). Tussen de voormeting en de nameting worden geen statistisch significante verschillen gevonden. In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten uit het project in Goor gepresenteerd.



	Gemiddelde cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Goor experimentgebied	7,3	7,4	Nee
Goor controlegebied	8	7,9	Nee

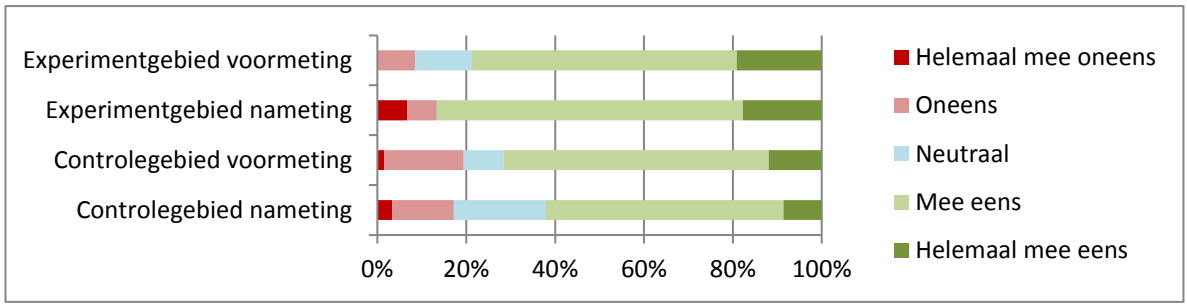
Goor

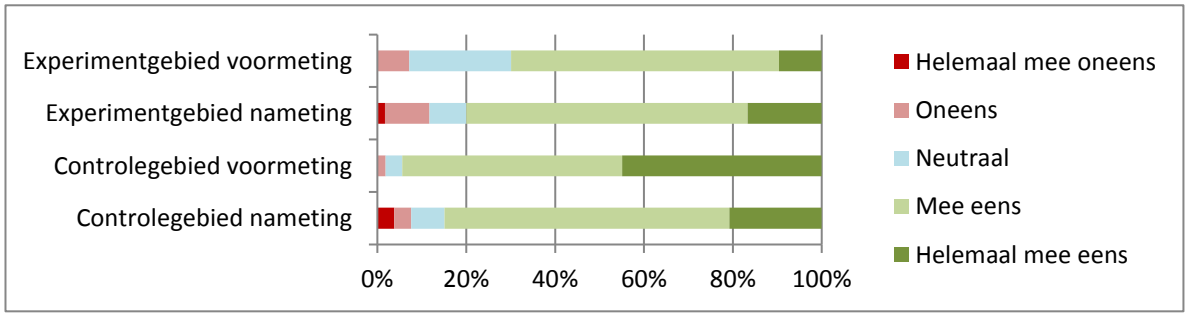
Hoeveelheid verlichting:

In het onderzoek konden respondenten aangeven in welke mate zij tevreden zijn met de hoeveelheid verlichting. De respondenten konden op de stelling 'in de buurt is het buiten goed verlicht' aangeven of zij het 'helemaal mee eens, mee eens, neutraal, oneens of helemaal mee oneens' zijn. In Delden is de meerderheid van de respondenten tevreden met de hoeveelheid verlichting. Door de interventie verandert dit niet significant. Ook in Goor is de meerderheid tevreden over de hoeveelheid verlichting. Ook hier verandert dit door de interventie niet. De verandering van licht heeft in Hof van Twente dan ook geen direct invloed op de tevredenheid over de hoeveelheid verlichting.

In de grafieken op de volgende pagina worden de resultaten voor de projecten Delden en Goor weergegeven. In de bovenste grafiek staan de resultaten van het project Delden, in de onderste grafiek staan de resultaten voor het project Goor.
De grafieken laten het volgende zien. In **Delden** stijgt het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met de stelling dat de straat goed verlicht is van 78,7% naar 82,8% in het experimentgebied. Deze stijging is niet statistisch significant. In het controlegebied stijgt dit percentage van 62,0% naar 69,2%. In het experimentgebied in **Goor** stijgt het percentage 'helemaal eens' en 'eens' van 69,8% in de voormeting naar 73,3% in de nameting (niet significant). In het controlegebied te Goor daalt het percentage significant van 93,7% naar 85,1.

Delden





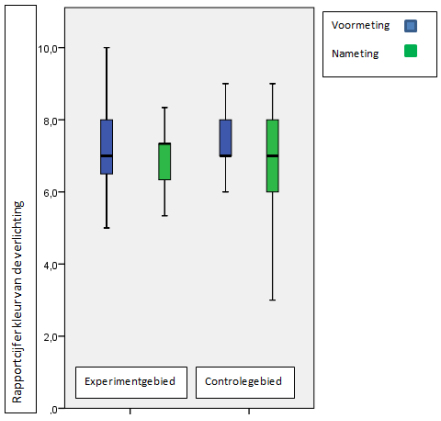
Goor

Kleur van de verlichting:

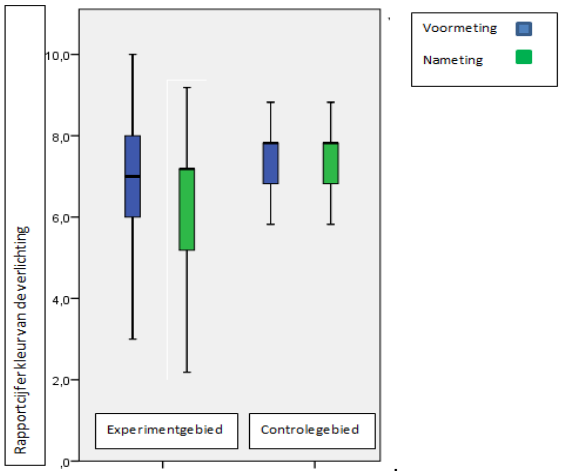
In het onderzoek is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de waardering van de kleur van de verlichting. In beide projecten zijn geen significante verschillen tussen de voormeting en de nameting. In Delden stijgt het gemiddelde rapportcijfer wel van 6,9 naar 7,4 maar deze stijging is niet statistisch significant. In onderstaande tabel en figuur worden de resultaten van **Delden** gepresenteerd.

	Gemiddeld rapportcijfer kleur van de verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	6,9	7,4	Nee
Controlegebied	7,1	6,8	Nee

Delden



In **Goor** blijft het rapportcijfer vrijwel gelijk wanneer er wordt gekeken naar de verschillen tussen de voormeting en de nameting. In onderstaande tabel en figuur worden de resultaten van Goor weergegeven.



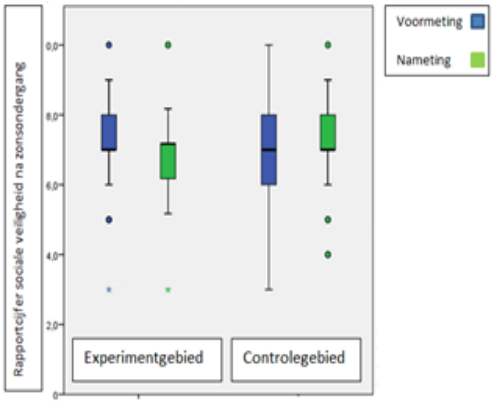
	Gemiddeld rapportcijfer kleur van de verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	7,1	7,2	Nee
Controlegebied	7,7	7,6	Nee

Goor

Sociale veiligheidsbeleving

In de enquête is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de sociale veiligheid na zonsondergang in het onderzoeksgebied. In zowel Delden als Goor verandert het rapportcijfer dat wordt gegeven niet significant. In Delden ligt het gemiddelde rapportcijfer iets hoger dan in Goor.

In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten gepresenteerd van het project **Delden**.

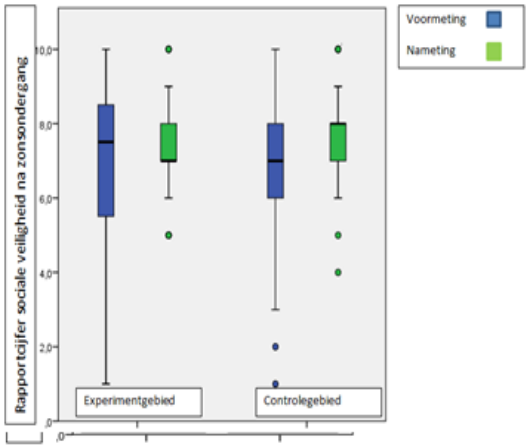


Delden

	Gemiddelde cijfer		
	V	N	Sig.
Delden exp. **	7,38	7,34	Nee
Delden contr. **	7,18	7,27	Nee

** Na zonsondergang

In het project **Goor** in scoort de nameting hoger dan de voormeting. Dit verschil is echter niet significant. Het verschil bestaat zowel in het experimentgebied als in het controlegebied In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten van het project in Goor weergegeven.



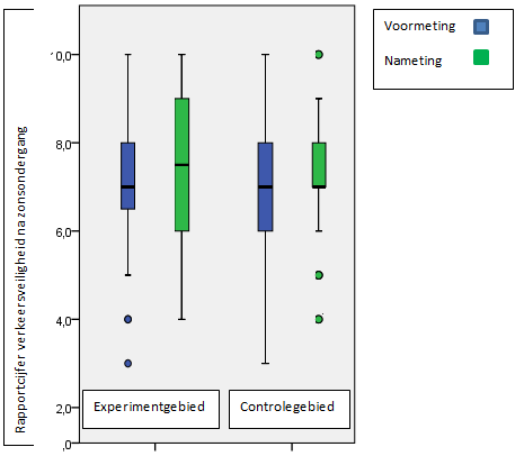
	Gemiddelde cijfer		
	V	N	Sig.
Goor exp. **	6,35	7,44	Nee
Goor contr. **	6,76	7,69	Nee

** na zonsondergag

Goor

Verkeersveiligheidsbeleving:

Naast de sociale veiligheid is tevens aan de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de verkeersveiligheid na zonsondergang. In alle gevallen scoort de verkeersveiligheid een (krappe) voldoende. In beide projecten (Delden en Goor) verandert het gegeven rapportcijfer voor de verkeersveiligheid niet significant na de verandering van het licht. Dit geldt voor zowel het experimentgebied als het controlegebied. Dit betekent dat ook bij de verkeersveiligheid geen helderheid gegeven kan worden over de invloed van de openbare verlichting.
In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten weergegeven van het project in **Delden**. Er zijn tussen de voormeting en de nameting geen statistisch significante verschillen gevonden in zowel het experimentgebied en het controlegebied.



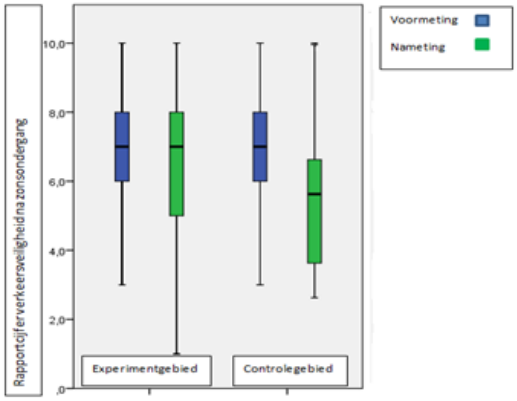
	Gemiddelde cijfer		
	V	N	Sig
Delden exp. **	7,2	7,4	Nee
Delden contr. **	7,3	7,3	Nee

** na zonsondergang

Delden

Wanneer we kijken naar het project in **Goor, dan valt op dat** de nameting in het controlegebied nog maar een krappe voldoende scoort (5,5). Dit is lager dan het rapportcijfer dat wordt gegeven in de voormeting. In het controlegebied is de verlichting niet veranderd, waardoor de daling daar niet door de verlichting kan zijn veroorzaakt. Het gevonden verschil is overigens niet statistisch significant.

In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten voor het project in Goor weergeven.



	Gemiddelde cijfer		
	V	N	Sig
Goor exp. **	6,5	6,3	Nee
Goor contr. **	6,9	5,5	Nee
** na zonsondergang			

Goor

Conclusie

De interventie betreffende de openbare verlichting heeft in Delden en Goor geen significant effect gehad op de tevredenheid over de zichtbaarheid van de omgeving, de sociale veiligheid na zonsondergang en de verkeersveiligheid na zonsondergang. Ook de tevredenheid over de hoeveelheid verlichting verandert niet significant. Er zijn hoofdzakelijk relatief kleine, niet statistisch significante, verschillen gevonden tussen de voormeting en de nameting . In sommige gevallen treden deze verschillen zowel in het experimentgebied als in het controlegebied op, waardoor deze niet aan de verandering van de verlichting kunnen worden toegeschreven.

In het project in **Goor** zijn er wel significante verschillen gevonden met betrekking tot het percentage geconstateerde plekken met te zwakke verlichting of het percentage geconstateerde plekken met te sterke verlichting. Of deze verschillen ook geheel aan de verandering van de verlichting zijn toe te schrijven is niet helemaal met zekerheid te zeggen, maar we hebben wel twee keer een aanwijzing gekregen dat er een verhoogde contrastwerking wordt ervaren na de overgang naar LED.

3.3 Projecten gemeente Enschede

De gemeente Enschede heeft twee projecten aangedragen: Een woonstraat (De Pluimstraat) en een straat met een gecombineerde woon- en verkeersfunctie (De Kerkstraat).
In overleg met de gemeente werd in de nabijheid van beide straten een andere straat aangewezen, die als controlegebied dienst kan doen. Daarbij is het belangrijkste kenmerk (woonfunctie versus gecombineerde woonfunctie en verkeersfunctie) constant gehouden. Ook andere kenmerken die mogelijk van belang zijn voor de beleving van de openbare verlichting, zoals de bebouwing langs de straat, de woningdichtheid, de straatbreedte en de aanwezigheid van voortuinen en bomen in de straat, zijn zoveel mogelijk vergelijkbaar de tussen experimentstraat en controlestraat.

Project 1: De Pluimstraat

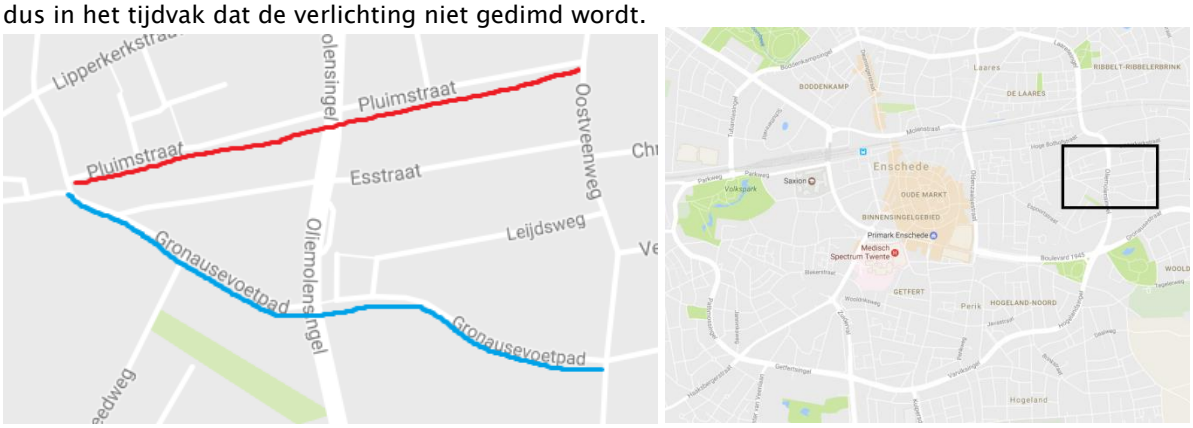
De interventie vond plaats in de Pluimstraat. Deze straat is een woonstraat. Als vergelijkbaar controlegebied is het Gronausevoetpad gekozen. Beide straten zijn één rijstrook breed en worden onderbroken door een doorgaande weg. In onderstaande afbeelding wordt de Pluimstraat in rood weergegeven. Het Gronausevoetpad is afgebeeld in blauw. In de rechterafbeelding is de positionering van het projectgebied afgebeeld. Zoals te zien op de kaart is het onderzoeksgebied gepositioneerd aan de oostzijde van het centrum van Enschede.

De respons in de Pluimstraat en het Gronausevoetpad is voldoende te noemen en ligt tussen de 27% en de 38%. Als streefwaarde wordt een percentage van 30% gehanteerd, zodat de resultaten van het onderzoek ook een correcte afspiegeling zijn van de daadwerkelijke situatie. In onderstaande tabel zijn de responscijfers opgenomen van de Pluimstraat en het Gronausevoetpad.

Pluimstraat/Gronausevoetpad	Exp.	Contr.
Voormeting verzonden	96	135
Voormeting ontvangen	36 (38%)	36 (27%)
Nameting verzonden	96	135
Nameting ontvangen	30 (31%)	41 (30%)

Interventie in de Pluimstraat

In de Pluimstraat is de oude verlichting vervangen door nieuwe armaturen met duurzame LED verlichting, die tussen 22.30 en 06.00 fors wordt gedimd. Het onderzoek is verricht vóór 22.30 uur, dus in het tijdvak dat de verlichting niet gedimd wordt.



Pluimstraat (interventiegebied) en Gronausevoetpad (controle gebied) gemeente Enschede

Project 2: De Kerkstraat

De Kerkstraat is een straat met een gecombineerde woon- en verkeersfunctie. Als vergelijkbaar controlegebied is gekozen voor de Schipholtstraat. Beide straten zijn breder en langer dan de Pluimstraat en het Gronausevoetpad, daar ze een gecombineerde woon- verkeersfunctie bieden. In onderstaande afbeelding is de Kerkstraat in rood afgebeeld. De blauwe kleur betreft de Schipholtstraat.

In de rechterafbeelding is de positionering van het project afgebeeld. Het Project bevindt zich in Glanerbrug, in het oosten van Enschede, direct aan de Duitse grens.

Kerkstraat (interventiegebied) en Schipholtstraat (controle gebied) gemeente Enschede

Het responspercentage in de Kerkstraat en de Schipholtstraat ligt tussen de 32% en de 36% In dit project wordt de streefwaarde van 30% dus in alle gevallen behaald, zodat de resultaten van het onderzoek ook een correcte afspiegeling zijn van de daadwerkelijke situatie. In onderstaande tabel zijn de responspercentages weergegeven van de Kerkstraat en de Schipholtstraat.

Kerkstraat/Schipholtstraat	Exp.	Contr.
Voormeting verzonden	102	156
Voormeting ontvangen	37 (36%)	54 (35%)
Nameting verzonden	102	156
Nameting ontvangen	33 (32%)	47 (32%)

Interventie in de Kerkstraat

In de Kerkstraat wordt de verlichting niet gedimd vanwege de aanwezige verkeersfunctie. Bovendien zijn in deze straat de bestaande armaturen gehandhaafd en zijn alleen de lampen vervangen door 'LED vervangers'. Dit is een LED-lamp die in een bestaand armatuur kan worden ingebouwd (wanneer het armatuur nog niet is afgeschreven blijkt dit een kostenefficiënte oplossing).

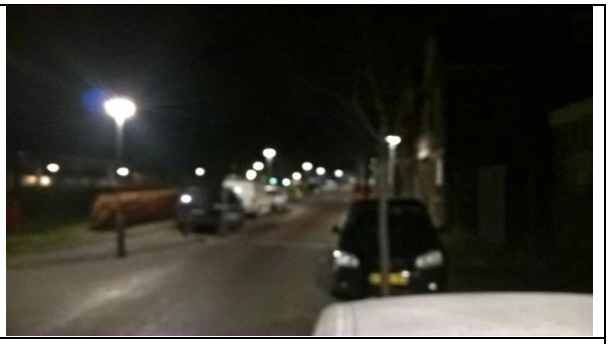
Effecten van de interventies op de verlichting[5]

De voormeting van beide projecten is uitgevoerd tijdens de minor in het studiejaar 2015-2016. De resultaten ervan zijn opgenomen in de rapportage 'Bewust verlichten Enschede' (Drees et al, 2016). De

[5] De vermelde waarden zijn niet vergelijkbaar met de landelijke richtlijnen. Zie par. 2.2. pagina 13.

nameting van beide projecten is uitgevoerd in de minor 2016-2017. Hiervan zijn de resultaten opgenomen in de rapportage 'Bewust verlichten Enschede' (Arpali et al, 2017).

Speelplek in de Pluimstraat te Enschede, belicht door het nieuwe LED armatuur



Nachtbeeld Pluimstraat bij de nameting

Door de interventies is in beide projecten de gemiddelde verlichtingssterkte toegenomen. In de Kerkstraat is de gemiddelde verlichtingssterkte (Egem) toegenomen van 7,57 lux naar 13,57 lux ten opzichte van 9,11 in het controlegebied. In de Pluimstraat is de gemiddelde verlichtingssterkte toegenomen van 9,25 lux naar 23,17 lux ten opzichte van 9,75 lux in het controlegebied. De gelijkmatigheid van de verlichting (Uh) is in de Kerkstraat iets afgenomen ten opzichte van de voormeting en is in de Pluimstraat iets toegenomen. De verschillen in gelijkmatigheid van de verlichting met die in de controlegebieden was al klein en is dat in de nameting nog steeds. In onderstaande tabellen zijn de gevonden waarden (Egem en Uh) opgenomen. De linker tabel presenteert de gegevens van het project in de Kerkstraat. De rechtertabel presenteert de gegevens van het project in de Pluimstraat.

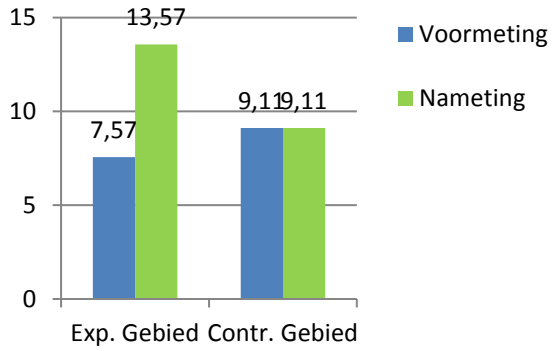
	Experiment gebied voormeting	Experiment gebied nameting	Controle gebied
Gemiddelde verlichtingssterkte	7,57	13,57	9,11
Gelijkmatigheid (Uh)	0,15	0,12	0,11

Kerkstraat

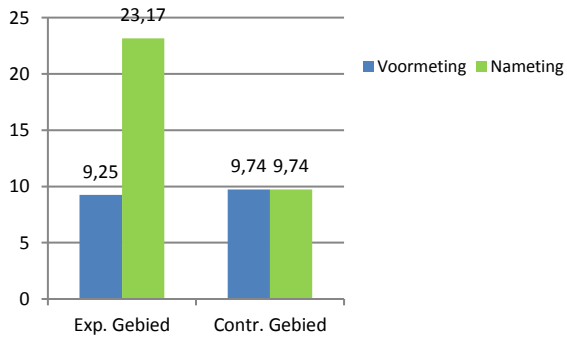
	Experiment gebied voormeting	Experiment gebied nameting	Controle-gebied
Gemiddelde verlichtingssterkte	9,25	23,17	9,74
Gelijkmatigheid (Uh)	0,06	0,08	0,09

Pluimstraat

In onderstaande figuren zijn de gemiddelde verlichtingssterktes[6] weergegeven van respectievelijk de Kerkstraat en de Schipholtstraat en de Pluimstraat en het Gronausevoetpad.



Gemiddelde verlichtingssterkte Kerkstraat/Schipholtstraat



Gemiddelde verlichtingssterke Pluimstraat/Gronausevoetpad

Beoordeling van de verlichting

Door de interventie in beide projecten kan de beleving van de verlichting veranderd zijn. Respondenten is gevraagd aan te geven of zij donkere plekken constateren in het projectgebied. Respondenten konden dit aangeven door middel van het beantwoorden van de stelling met 'ja' of 'nee'; 'Zijn er donkere plekken in uw buurt, dat wil zeggen plekken waar naar uw mening de openbare verlichting te zwak is?"

In de Kerkstraat is het percentage respondenten dat te donkere plekken constateert, gedaald van 29,7% naar 21,2%. Deze daling is statistisch significant. In de Schipholtstraat is een stijging te zien van het percentage respondenten dat donkere plekken constateert van 25,9% naar 27,3%. Deze stijging is echter niet significant. In onderstaande tabel worden deze waardes weergegeven.

Kerkstraat

	% geconstateerde donkere plekken		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	29,7	21,2	Ja
Controlegebied	25,9	27,3	Nee

In de Pluimstraat daalt het percentage respondenten dat donkere plekken heeft geconstateerd van 33,3% naar 21,2%. In het Gronausevoetpad daalt het percentage respondenten dat te donkere plekken heeft geconstateerd eveneens (van 26,9% naar 25,5%). In het Gronausevoetpad is de verlichting niet veranderd,

[6] De vermelde waarden zijn niet vergelijkbaar met de landelijke richtlijnen. Zie par.2.2 pagina 13.

waardoor deze daling niet direct door de interventie te verklaren is. In onderstaande tabel worden de percentages weergegeven voor de Pluimstraat en het Gronausevoetpad.

Pluimstraat

	% geconstateerde donkere plekken		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Experimentgebied	33,3	21,2	Ja
Controlegebied	26,9	25,5	Ja

De respondenten is ook gevaagd of zij te sterk verlichte plekken constateerden. In de Kerkstraat is het percentage van de respondenten dat plekken met te sterke verlichting constateerde, gedaald van 29,7% naar 26,1%. Deze daling is statistisch significant. In de Schipholtstraat is er ook een daling zichtbaar van het percentage geconstateerde plekken met te sterke verlichting (van 24,6% naar 22,3%) maar deze daling is niet statistisch significant.

In de Pluimstraat is het percentage respondenten met geconstateerde plekken met te sterke verlichting gedaald van 33,2% naar 23,3%. Deze daling is statistisch significant. In Het Gronausevoetpad is een stijging te zien van het percentage aantal geconstateerde plekken met te sterke verlichting van 27,7% naar 29,8%. Deze stijging is echter niet statistisch significant. In beide projecten daalt het percentage geconstateerde plekken met te sterke verlichting in het experimentgebied. Dit betekent dat de verandering van de openbare verlichting een positief en meetbaar effect heeft op het aantal geconstateerde plekken met te sterke verlichting. In onderstaande tabellen worden deze cijfers gepresenteerd. In de linker tabel worden de uitkomsten gepresenteerd van de Kerkstraat en de Schipholtstraat. In de rechtertabel worden de uitkomsten gepresenteerd van de Pluimstraat en het Gronausevoetpad.

	% geconstateerde plekken met te sterke verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	29,7	26,1	Ja
Controlegebied	24,6	22,3	Nee

Kerkstraat

	% geconstateerde plekken met te sterke verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	33,2	23,3	Ja
Controlegebied	27,7	29,8	Nee

Pluimstraat

Zichtbaarheid van de omgeving

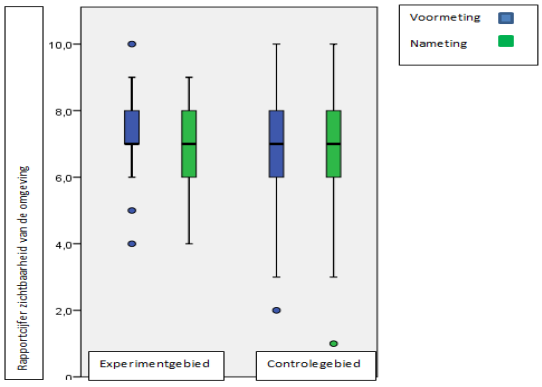
In het onderzoek is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de tevredenheid over de zichtbaarheid van de omgeving. In alle gevallen wordt voor de zichtbaarheid van de omgeving gemiddeld een ruime voldoende gegeven. In beide projecten is er geen significant verschil gevonden

tussen de voormeting en de nameting. Dit geldt voor zowel het experimentgebied als het controlegebied.

De tevredenheid over de zichtbaarheid van de omgeving verandert dus niet significant door het aanpassen van de verlichting. In onderstaande figuren is de verdeling van de respondenten weergegeven middels een boxplot. In deze figuren is de spreiding van de gegeven antwoorden te zien, evenals het gemiddelde rapportcijfer.

In onderstaande tabel en boxplot wordt het rapportcijfer van het project Kerkstraat /Schipholtstraat afgebeeld. In de Kerkstraat stijgt het rapportcijfer van 6,9 naar 7,0. In de Schipholtstraat blijft het gemiddelde rapportcijfer onveranderd (7,0).

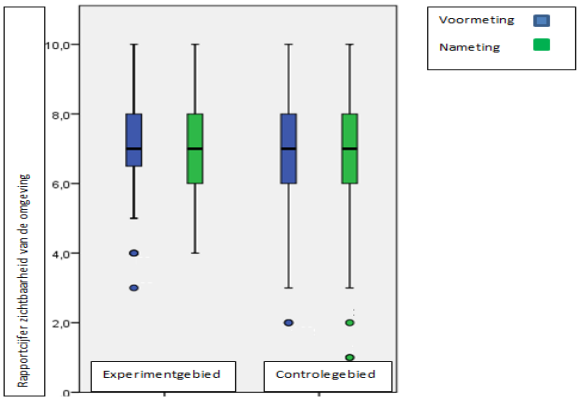
	Rapportcijfer zichtbaarheid omgeving		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Experimentgebied	6,9	7,0	Nee
Controlegebied	7,0	7,0	Nee



Kerkstraat

In onderstaande tabel en boxplot worden de resultaten van het projectgebied Pluimstraat/Gronausevoetpad afgebeeld. In de Pluimstraat stijgt het rapportcijfer van 7,0 naar 7,1. In het Gronausevoetpad blijft het rapportcijfer onveranderd (7,1).

	Rapportcijfer zichtbaarheid omgeving		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Experimentgebied	7,0	7,1	Nee
Controlegebied	7,1	7,1	Nee

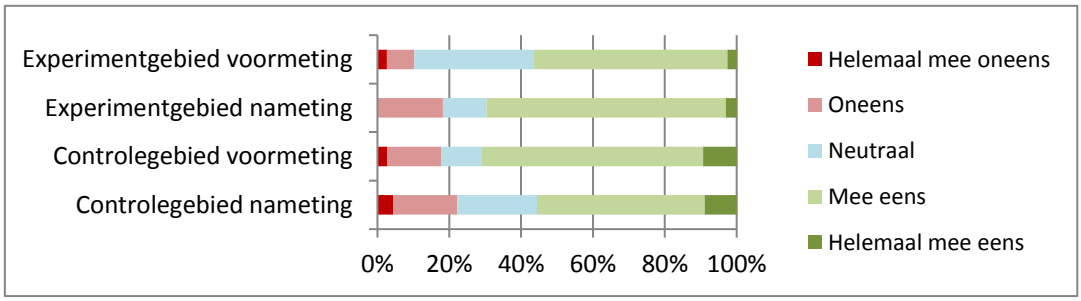


Pluimstraat

Hoeveelheid verlichting

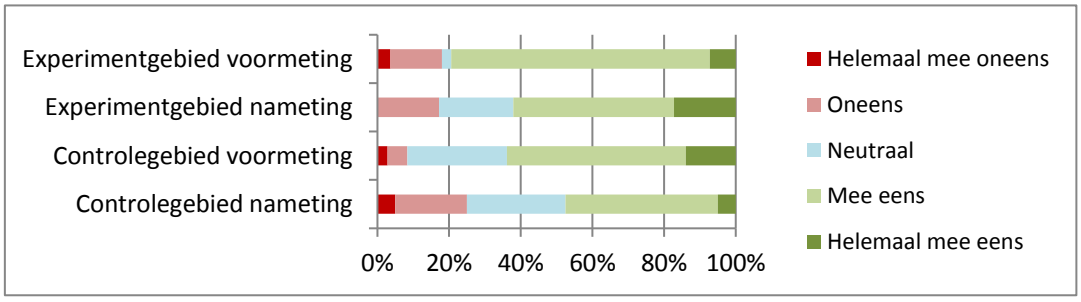
In het onderzoek konden respondenten aangeven in welke mate zij tevreden zijn met de hoeveelheid verlichting in de betreffende straat. De respondenten konden op de stelling ‘in de buurt is het buiten goed verlicht’ aangeven of zij het ‘helemaal mee eens, mee eens, neutraal, oneens of helemaal mee

oneens' zijn. In beide projecten is de grote meerderheid tevreden met de hoeveelheid verlichting in de Buurt. In de onderstaande figuur wordt het projectgebied Kerkstraat/Schipholtstraat weergegeven. Het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met de hoeveelheid verlichting betreft in de Kerkstraat 56,4% in de voormeting en 69,7% in de nameting. Deze stijging is statistisch niet significant op een 95% betrouwbaarheidsinterval, op een interval van 90% is deze stijging wel significant. In de Schipholtstraat is een tegenovergestelde tendens zichtbaar. Daar is het percentage (helemaal) mee eens gedaald van 73,1% naar 55,6%. Deze daling is statistisch niet significant op een 95% betrouwbaarheidsinterval, op een interval van 90% is deze daling wel significant.



Kerkstraat

In onderstaande figuur wordt weergegeven hoe vaak respondenten het (helemaal) eens zijn met de stelling over de hoeveelheid verlichting. In de Pluimstraat is 61,1% van de respondenten het (helemaal) eens met de hoeveelheid verlichting en stijgt dit percentage naar 62,0% in de nameting. Deze stijging is niet statistisch significant. In het Gronausevoetpad daalt het percentage (helemaal) eens van 63,9% naar 47,5%. Deze daling is wel statistisch significant, maar in het controlegebied is geen interventie geweest op het gebied van openbare verlichting. Deze verandering kan daar niet door de verlichting worden veroorzaakt zijn.



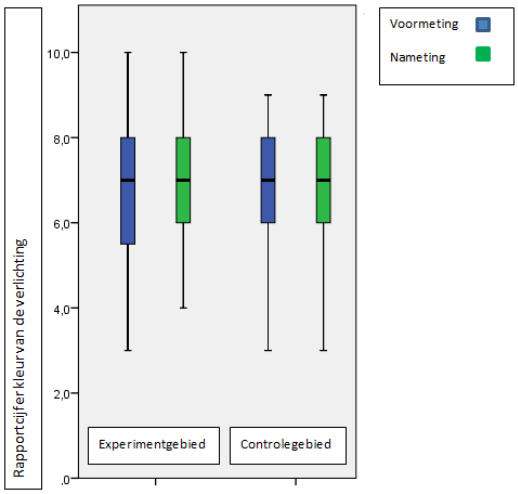
Pluimstraat

Kleur van de verlichting

Wanneer er wordt gekeken naar de tevredenheid over de kleur van de verlichting, aangeduid met een rapportcijfer op een schaal van 1 tot 10, dan stijgt het rapportcijfer in de Kerkstraat van 6,6 naar 6,8.

Deze stijging is echter niet statistisch significant. In de Schipholtstraat daalt het rapportcijfer van 6,9 naar 6,8 maar deze daling is niet statistisch significant. Dit betekent dat de tevredenheid over de kleur van openbare verlichting niet significant verandert door de interventie. In onderstaande tabel en figuur worden de resultaten van dit project weergegeven.

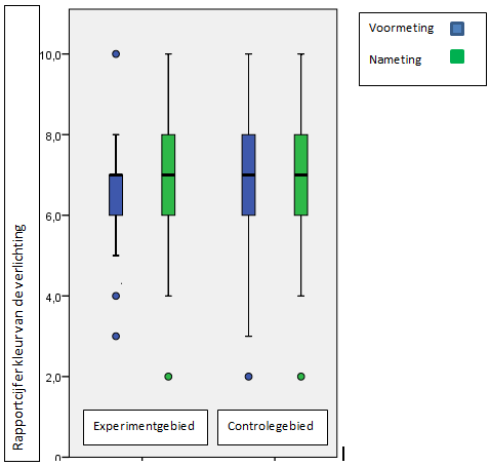
	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	6,6	6,8	Nee
Controlegebied	6,9	6,8	Nee



Kerkstraat

In de Pluimstraat en het Gronausevoetpad wordt een zelfde beeld waargenomen. In de Pluimstraat stijgt het rapportcijfer van 6,9 naar 7,0. In het Gronausevoetpad stijgt het rapportcijfer van 6,7 naar 6,8. Beide veranderingen zijn niet statistisch significant, waardoor ook hier aangenomen kan worden dat de tevredenheid over de kleur van de openbare verlichting niet significant is veranderd door de aanpassing van de verlichting. In onderstaande tabel en figuur worden de gemiddelde rapportcijfers met betrekking tot de kleur van de verlichting weergegeven.

	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	6,9	7	Nee
Controlegebied	6,7	6,8	Nee

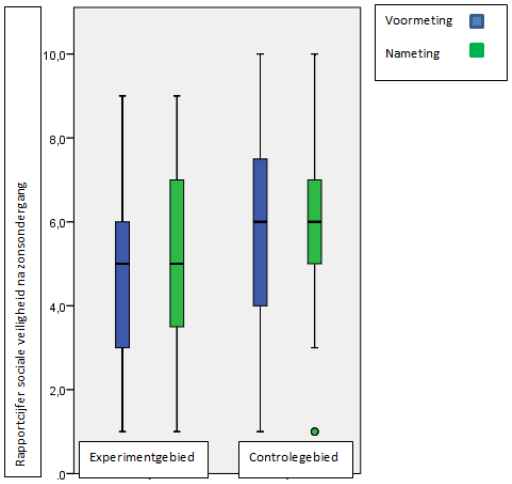


Pluimstraat

Sociale veiligheidsbeleving

In de enquête is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de sociale veiligheid na zonsondergang in het onderzoeksgebied. Opvallend is dat in de Kerkstraat (experimentgebied) een significante toename wordt geconstateerd. Het rapportcijfer stijgt van 4,3 naar 5,0. In het controlegebied stijgt het rapportcijfer van 5,5 naar 5,7 maar deze stijging is niet statistisch significant. Er kan dan ook voorzichtig geconcludeerd worden dat de verandering van de verlichting een positief effect heeft op het gemiddelde rapportcijfer van de sociale veiligheid, mits er in het onderzoeksgebied geen andere activiteiten hebben plaatsgevonden. Wel moet gezegd worden dat de Kerkstraat in de nameting nog steeds onvoldoende scoort op het gebied van sociale veiligheid.

In het volgende figuur en tabel worden de resultaten gepresenteerd van het projectgebied Kerkstraat/Schipholtstraat van het gegeven rapportcijfer voor de sociale veiligheid.

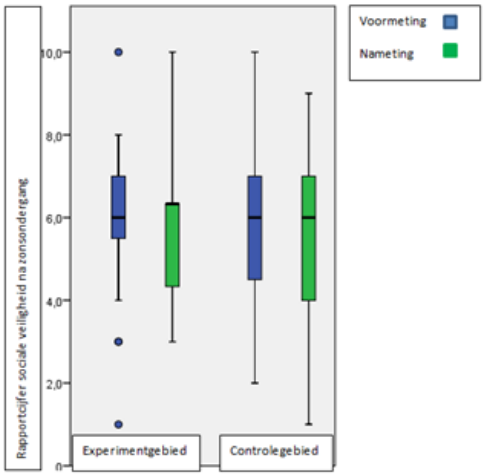


	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Experimentgebied	4,3	5	Ja
Controlegebied	5,5	5,7	Nee

Kerkstraat

Wanneer er wordt gekeken naar het andere onderzoeksgebied (Pluimstraat/Gronausevoetpad) is er geen statistisch significant verschil gevonden tussen de voormeting en de nameting. In het experimentgebied stijgt het rapportcijfer van 6,0 naar 6,3. In het controlegebied is het gemiddelde rapportcijfer een 5,8 in zowel de voormeting als nameting. Beide straten scoren een krappe voldoende. In de experimentstraat gaat de beleving er iets op vooruit, maar zoals gezegd is dit te weinig om statistisch significant te zijn. Dit in tegenstelling tot de Kerkstraat, waar het verschil tussen de voormeting en de nameting wel statistisch significant was.

In het onderstaande figuur en de onderstaande tabel worden de resultaten gepresenteerd met betrekking tot de gegeven rapportcijfers voor de sociale veiligheid in het projectgebied Pluimstraat/Gronausevoetpad.



	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Experimentgebied	6	6,3	Nee
Controlegebied	5,8	5,8	Nee

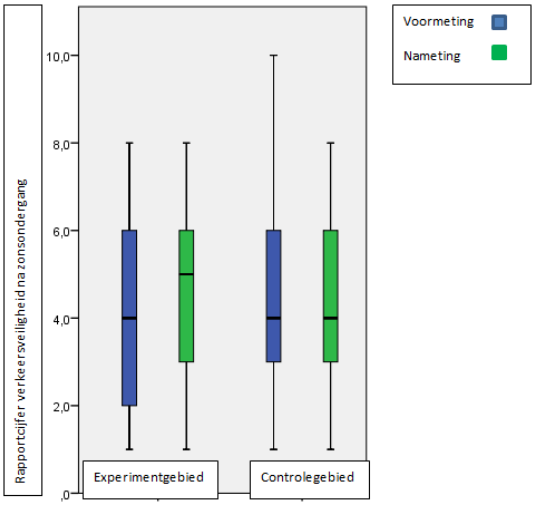
Pluimstraat

Verkeersveiligheidsbeleving

Naast de sociale veiligheid is tevens aan de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de verkeersveiligheid na zonsondergang. Allereerst bespreken we het project in de Kerkstraat en de Schipholtstraat. Opvallend is het lage rapportcijfer dat wordt gegeven voor verkeersveiligheid in zowel het experimentgebied als het controlegebied. In beide gevallen scoort de verkeersveiligheid een ruime onvoldoende.

In het project Kerkstraat/Schipholtstraat blijkt in het experimentgebied (Kerkstraat) het rapportcijfer voor de verkeersveiligheid significant te stijgen van 3,9 naar 4,7. In het controlegebied is deze relatief sterke stijging niet zichtbaar. Daar stijgt het rapportcijfer van 4,0 naar 4,1. Deze toename is ook niet significant. De verandering van de openbare verlichting kan een aanleiding zijn voor de stijging van het rapportcijfer, mits er in het onderzoeksgebied geen andere activiteiten hebben plaatsgevonden die de verkeersveiligheid beïnvloed kunnen hebben. In het onderzoek is niet gebleken dat er dergelijke andere activiteiten hebben plaatsgevonden.

In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten gegeven voor het rapportcijfer van de verkeersveiligheidsbeleving in het projectgebied Kerkstraat/Schipholtstraat.

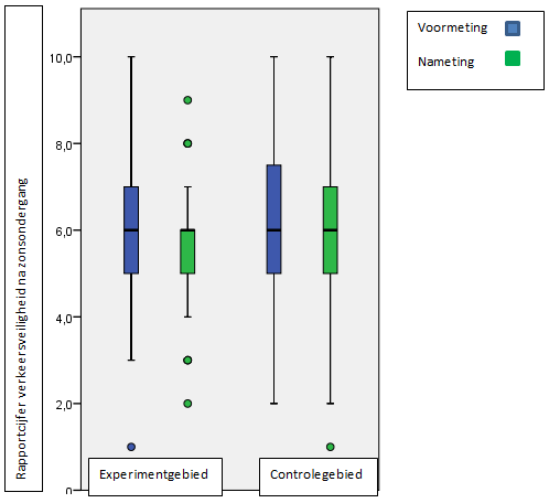


	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Experimentgebied	3,9	4,7	Ja
Controlegebied	4	4,1	Nee

Kerkstraat

In de Pluimstraat stijgt het gemiddelde rapportcijfer van 5,8 naar 6,0. Deze stijging is echter niet significant. In het Gronausevoetpad (controlegebied) daalt het gemiddelde rapportcijfer eveneens (van 6,2 naar 5,9) en ook hier is dit verschil tussen voormeting en de nameting niet significant.

In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten weergegeven van het projectgebied Pluimstraat/Gronausevoetpad met betrekking tot het rapportcijfer voor de verkeersveiligheid.



	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Experimentgebied	5,8	6,0	Nee
Controlegebied	6,2	5,9	Nee

Pluimstraat

Conclusie

De interventie in de openbare verlichting heeft in de Kerkstraat geleid tot een significante stijging van het gemiddelde rapportcijfer voor de sociale veiligheidsbeleving en verkeersveiligheidsbeleving. Deze significante toenames zijn alleen waar te nemen in het experimentgebied. In het controlegebied veranderen de rapportcijfers niet significant.

In de Pluimstraat en het Gronausevoetpad zijn er geen significante verschillen gevonden tussen de voormeting en de nameting. De beleving van de sociale veiligheid gaat er iets op vooruit, maar dit is zoals eerder opgemerkt niet statistisch significant. De beleving van de verkeersveiligheid echter gaat er iets op achteruit, maar ook dit is niet statistisch significant. De veranderingen aan de openbare verlichting hebben hier geen meetbaar effect gehad op het gegeven rapportcijfer voor de sociale veiligheidsbeleving en verkeersveiligheidsbeleving.
Op het gebied van de hoeveelheid verlichting, daalt in het Gronausevoetpad het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met de hoeveelheid verlichting. In het controlegebied is echter geen interventie uitgevoerd, waardoor aannemelijk is dat deze daling niet te maken heeft met de openbare verlichting.

3.4 Project gemeente Losser

Het project in Overdinkel, gemeente Losser, is het meest kleinschalige uit de reeks deelprojecten. In een straat met woningen die gedeeltelijk nog van de periode voor de Tweede Wereldoorlog dateren, was herprofilering en het plaatsen van nieuwe verlichting aan de orde. Het betreft hier de Tjibbe Knolstraat. Deze straat vormde het experimentgebied van het onderzoek. Twee aangrenzende straten vormden het controlegebied welke qua omvang en bebouwing dezelfde kenmerken heeft als de experimentele straat. De controlestraten betreffen de Julianastraat en de Schoolstraat. De interventie die heeft plaatsgevonden aan de openbare verlichting betreft het vervangen van de traditionele verlichting doorLED verlichting. Deze aanpassingen hebben alleen plaats gevonden in het experimentgebied. In het controlegebied heeft deze aanpassing aan de openbare verlichting niet plaatsgevonden. Evenmin was daar herprofilering van de straat aan de orde.

De voormeting van dit project is uitgevoerd door twee afstudeerders Integrale Veiligheidskunde in het voorjaar van 2015. Gezien de geringe omvang van het project is er van de voormeting geen aparte rapportage beschikbaar. De nameting van het project is uitgevoerd binnen de minor Sociaal Veilig Ontwerpen in het najaar van studiejaar 2016-2017. De resultaten van deze nameting zijn te vinden in de rapportage over de deelprojecten in de gemeente Enschede (Arpali et al, 2017).

In onderstaande afbeelding zijn de experimentele straat (rood) en de controlestraten (blauw) afgebeeld. De rechter afbeelding geeft de positionering van het onderzoeksgebied weer ten opzichte van Overdinkel.

In de volgende paragraaf worden de belangrijkste effecten van de verandering van het licht binnen het projectgebied Overdinkel toegelicht. De Tjibbe Knolstraat vormt het experimentgebied waar de verlichting daadwerkelijk is veranderd. De Julianastraat en de Schoolstraat vormen het controlegebied.

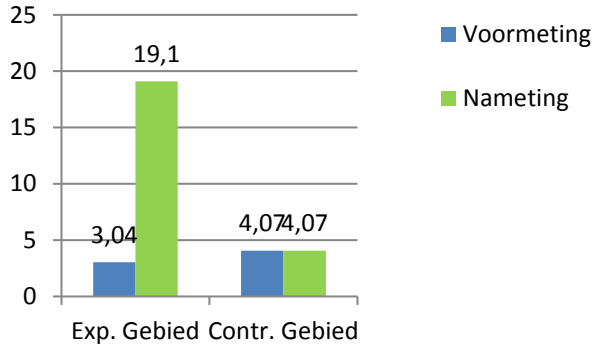
Straatbeeld experimentgebied, met aan de rechterzijde woningen van vóór de Tweede Wereldoorlog en aan de linkerzijde nieuwbouw	Nieuwe LED armatuur in experiment-gebied	Straatbeeld controlegebied, met de oude armatuur zoals deze bij de voormeting ook in het experimentgebied werd aangetroffen.

De respons in Overdinkel ligt tussen de 28% en 58%. Als streefwaarde wordt een percentage van 30% gerekend, zodat de resultaten ook daadwerkelijk representatief zijn voor de daadwerkelijke situatie. In de voormeting scoorde het experimentgebied een responspercentage van 34% ten opzichte van 59% in de nameting. Het controlegebied scoorde in de voormeting een responspercentage van 28% ten opzichte van 39% in de nameting. In onderstaande tabel wordt de respons voor het project Overdinkel weergegeven.

Kerkstraat/Schipholtstraat	Exp.	Contr.
Voormeting verzonden	41	71
Voormeting ontvangen	14 (34%)	20 (28%)
Nameting verzonden	41	71
Nameting ontvangen	26 (59%)	29 (39%)

Kenmerken verlichting[7]

Door de interventie is de gemiddelde verlichtingssterkte in Losser toegenomen van 3,04 naar 19,1(Egem). De gelijkmatigheid (Uh) van de verlichting is toegenomen van 0,04 naar 0,08. Daarmee is de gelijkmatigheid op hetzelfde niveau gekomen als die in het controlegebied. In onderstaande figuur worden de resultaten van de lichtmetingen in Losser weergegeven.



	Experiment gebied voormeting	Experiment gebied nameting	Controle gebied
Gemiddelde verlichtingssterkte	3,04	19,1	4,07
Gelijkmatigheid (Uh)	0,04	0,08	0,09

Beoordeling van de verlichting

In zowel het experimentgebied als het controlegebied is er een significant statistisch verschil waarneembaar in het percentage respondenten dat te donkere plekken heeft geconstateerd. Opvallend is dat dit percentage zowel in het experimentgebied als in het controlegebied daalt (van respectievelijk 42,9% naar 20,0% en 41,7% naar 28,6%). Omdat deze daling in zowel het experimentgebied als het controlegebied naar voren komt, is het niert helemaal zeker dat deze daling wordt veroorzaakt door de interventie aan de openbare verlichting. Mogelijk is er sprake van een uitstralingseffect: bewoners van het controlegebied kennen de nieuwe situatie in het experimentgebied en wegen deze mee in hun oordeel. De experimentstraat en de controlestraten liggen vlak naast elkaar. Bewoners van de controlestraat zullen regelmatig gebruik maken van de experimentstraat wanneer zij naar het dorpscentrum gaan of een rondje met de hond maken, en daarbij in de experimentstraat een positievere beleving van de verlichting hebben. In onderstaande tabel worden de resultaten van de ervaren doinkere plekken weergegeven.

	% geconstateerde te donkere plekken		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	42,9	20	Ja
Controlegebied	41,7	28,6	Ja

[7] De vermelde waarden zijn niet vergelijkbaar met landelijke richtlijnen. Zie par.2.2. pagina 13.

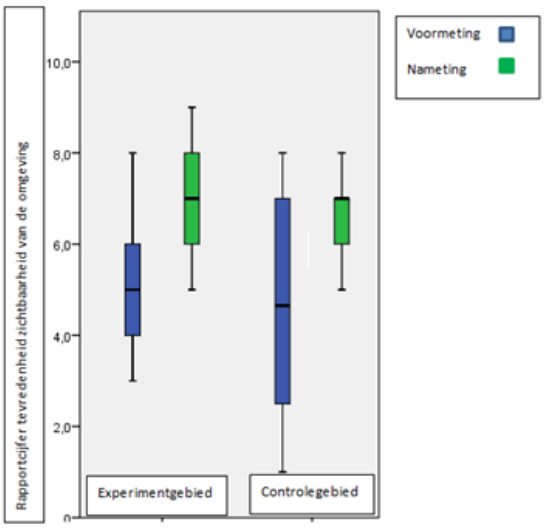
In zowel het experimentgebied als het controlegebied daalt het percentage respondenten dat plekken met te sterke verlichting heeft geconstateerd. Deze daling is echter alleen in het controlegebied statistisch significant. Dit betekent dat de verlichting geen invloed kan hebben gehad op deze daling. In het controlegebied is de verlichting niet veranderd. In onderstaande tabel worden de percentages weergegeven betreffende de geconstateerde plekken met te sterke verlichting.

	% geconstateerde plekken me te sterke verlichting		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	7,1	5	Nee
Controlegebied	4,2	0	Ja

Zichtbaarheid van de omgeving

In het onderzoek is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de tevredenheid over de zichtbaarheid van de omgeving. In zowel het experimentgebied als in het controlegebied stijgt dit gemiddelde rapportcijfer significant. In het experimentgebied stijgt het cijfer van 5,2 naar 6,9 en in het controlegebied stijgt dit cijfer van 4,9 naar 6,6. Ook van deze verandering is het niet helemaal zeker of deze toegeschreven kan worden aan de verandering van het licht. In het controlegebied is de verlichting immers niet veranderd, maar stijgt wel het rapportcijfer dat de respondenten geven voor de zichtbaarheid in de omgeving. De opmerking over het uitstralingseffect, die in het voorgaande is gemaakt, is ook hier van toepassing.

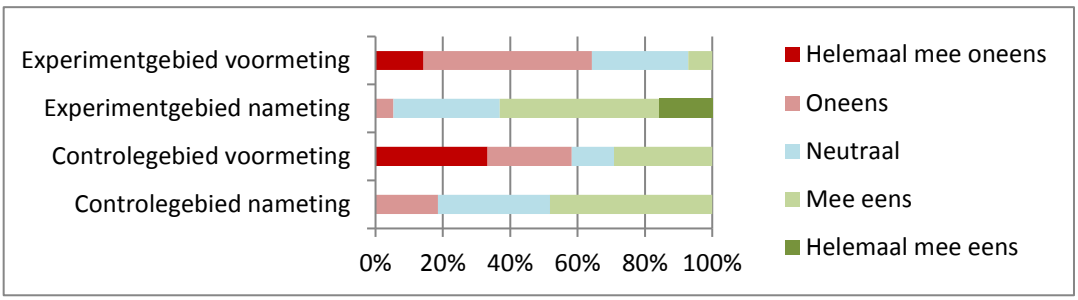
In de figuur en de tabel op de volgende pagina worden de resultaten weergegeven van het project Overdinkel.



	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Overdinkel exp.	5,2	6,9	Ja
Overdinkel contr.	4,9	6,6	Ja

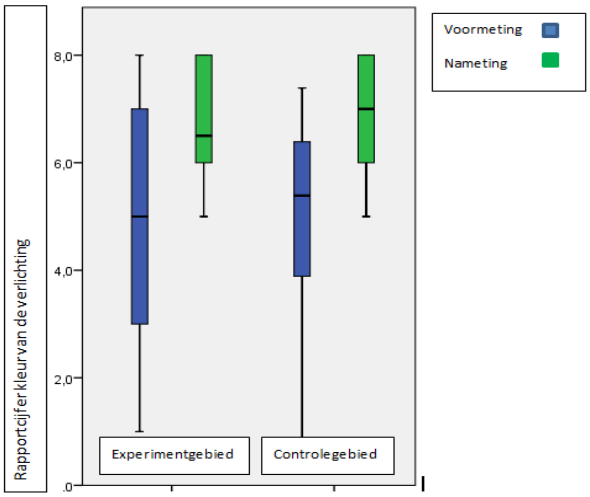
Hoeveelheid verlichting

In het onderzoek konden respondenten aangeven in welke mate zij tevreden zijn met de hoeveelheid verlichting in de betreffende straat. De respondenten konden op de stelling 'in de buurt is het buiten goed verlicht' aangeven of zij het 'helemaal mee eens, mee eens, neutraal, oneens of helemaal mee oneens' zijn. In Overdinkel is de grote meerderheid in de voormeting ontevreden met de hoeveelheid verlichting. Door het experiment verandert dit: meer mensen geven aan tevreden te zijn met de hoeveelheid verlichting tijdens de nameting. Deze tendens is zichtbaar in zowel het experimentgebied als in het controlegebied en ook statistisch significant. In het experimentgebied stijgt het percentage respondenten dat aangeeft het (helemaal) eens te zijn met de stelling van 7,1% naar 63,2%. In het controlegebied stijgt dit percentage van 29,2% naar 48,1%. Opnieuw: deze verandering is niet met zekerheid toe te schrijven aan de interventie aangezien in zowel het experimentgebied als in het controlegebied het percentage (helemaal) eens significant stijgt. De opmerking over het uitstralingseffect, die in het voorgaande is gemaakt, is ook hier van toepassing.
In het volgende figuur zijn de resultaten bij de stelling 'In de buurt is het buiten goed verlicht'van zowel de voormeting en de nameting van het experimentgebied en het controlegebied in Overdinkel opgenomen.



Kleur van de verlichting:

Respondenten is gevraagd hoe zij de kleur van de openbare verlichting waarderen op een schaal van 1 tot 10. In onderstaande tabel zijn de gemiddelde rapportcijfers weergegeven van zowel het experimentgebied als het controlegebied. Opvallend is dat in beide gebieden het rapportcijfer met een ruime punt stijgt. Deze stijging is statistisch significant zowel in het experimentgebied als in het controlegebied. Opnieuw: omdat het rapportcijfer in beide gebieden stijgt, is de stijging niet met zekerheid toe te schrijven aan de verandering van de verlichting. De opmerking over het uitstralingseffect, die in het voorgaande is gemaakt, is ook hier van toepassing.

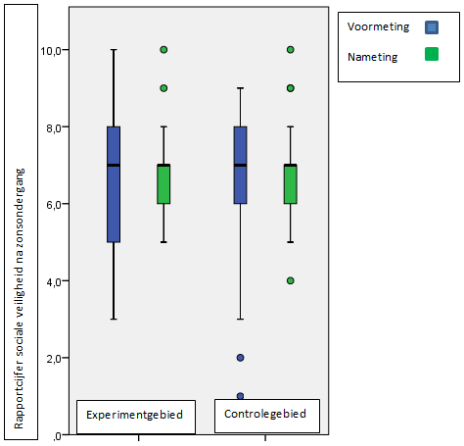


	Gemiddeld rapportcijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig
Experimentgebied	5,1	6,5	Ja
Controlegebied	5,4	6,7	Ja

Sociale veiligheidsbeleving

In de enquête is de respondenten gevraagd een rapportcijfer te geven voor de beleving van de sociale veiligheid na zonsondergang in het onderzoeksgebied. In Overdinkel geeft men gemiddeld een voldoende voor deze sociale veiligheid. In het experimentgebied stijgt het rapportcijfer van 6,4 naar 6,6. In het controlegebied stijgt het rapportcijfer van 6,4 naar 6,5. Beide stijgingen zijn niet statistisch significant.

In onderstaande figuur en tabel zijn de resultaten weergeven van de gegeven rapportcijfers met betrekking tot de sociale veiligheid in Overdinkel.



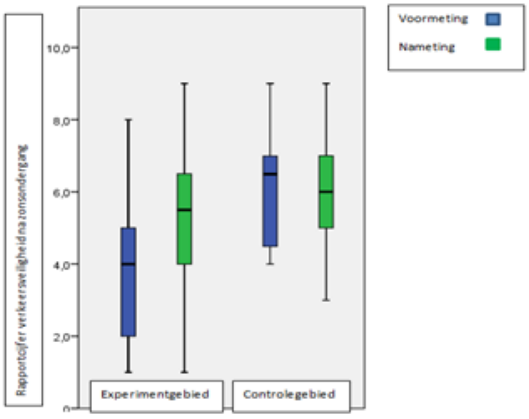
	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Overdinkel exp.	6,4	6,6	Nee
Overdinkel contr.	6,4	6,5	Nee

Verkeersveiligheidsbeleving

Naast de beleving van de sociale veiligheid is tevens aan de respondenten gevraagd een gemiddeld rapportcijfer te geven voor de beleving van de verkeersveiligheid na zonsondergang. In Overdinkel wordt in het experimentgebied gemiddeld een onvoldoende gegeven voor de verkeersveiligheid. Dit geldt voor zowel de voormeting (4,0) als de nameting (5,3). Het rapportcijfer laat wel een stijging zien na de interventie, maar deze stijging is niet statistisch significant.

Het rapportcijfer voor de verkeersveiligheidsbeleving na zonsondergang in het controlegebied is wel voldoende. Hier daalt het rapportcijfer van een 6,3 (voormeting) naar een 6,1 (nameting). Ook deze verandering is niet significant.

In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten weergeven van de gegeven rapportcijfers voor de verkeersveiligheid in Overdinkel.



	Gemiddeld cijfer		
	Voormeting	Nameting	Sig.
Overdinkel exp.	4	5,3	Nee
Overdinkel contr.	6,3	6,1	Nee

Conclusie

De interventie betreffende de openbare verlichting heeft in Overdinkel geen statistisch significant effect gehad op de tevredenheid over de zichtbaarheid van de omgeving, de beleving van de sociale veiligheid na zonsondergang en de beleving van de verkeersveiligheid na zonsondergang.

De tevredenheid over de hoeveelheid verlichting verandert echter wel. Meer mensen zijn tevreden met de hoeveelheid verlichting in Overdinkel maar omdat deze stijging zichtbaar is in zowel het experimentgebied als het controlegebied, kan deze verandering niet met zekerheid aan de verandering van de openbare verlichting worden toegeschreven. Hetzelfde geldt voor de percentages geconstateerde donkere plekken en plekken met te sterke verlichting. Deze percentages veranderen wel significant, maar zijn niet met zekerheid toe te schrijven aan de verlichting. Mogelijk is er wel sprake van een uitstralingseffect van de straat waar de verlichting is aangepast naar de omliggende straten (in Overdinkel lagen de controlestraten vlak naast de experimentstraat).

3.5 Conclusie overgang naar LED (woonwijken).

Resultaten van de lichtmetingen

Door de overgang naar LED verlichting is in de experimentgebieden in alle gevallen sprake geweest van een toename van de gemeten gemiddelde verlichtingssterkte. Na de overgang naar LED verlichting laat de gelijkmatigheid van de verlichting een iets wisselender beeld zien. In Enschede Kerkstraat constateren we een zeer lichte afname van de gemeten gelijkmatigheid. In Delden werd geen verandering gemeten en in de andere experimentgebieden werd een zeer lichte toename gemeten. Gemiddeld over de zes interventiegebieden constateren we een toename van de verlichtingssterkte en geen tot nauwelijks verandering in de gelijkmatigheid.
De gemeten toename van de gemiddelde lichtingssterkte is een direct gevolg van overgang naar LED verlichting. Er zijn in de interventiegebieden geen lantaarnpalen uitgeschakeld of bijgekomen. Ook zijn er in de gebieden geen andere veranderingen aangebracht, die van invloed zijn op de in dit onderzoek uitgevoerde lichtmetingen .

	Δ Egem (lux)[8]	Δ Uh[9]
Dedemsvaart	9,6	0,07
Delden	2,9	0
Goor	3,3	0,01
Pluimstraat Enschede	13,9	0,02
Kerkstraat Enschede	6	-0,03
Overdinkel	16,1	0,04
Gemiddelde verandering	**8,6**	**0,02**

In de volgende paragrafen wordt de beoordeling van de verandering door respondenten uit de zes experimentgebieden besproken. Daarbij worden enerzijds de gemiddelde verandering in de experimentgebieden samengevat. Deze verandering wordt berekend door het verschil te nemen tussen tweede en eerste meting. ($\Delta I = I_2 - I_1$) Ook wordt het verschil berekend tussen de verandering in het experimentgebied en de verandering in het controle gebied. Wanneer een gevonden verschil statistisch significant is, gevn we dit aan met een sterretje (*).

Gevolgen voor de beoordeling van de verlichting

Het gemiddelde beoordelingscijfer dat de respondenten gaven voor zichtbaarheid is niet tot nauwelijks toegenomen. Met uitzondering van de projecten in Dedemsvaart en Overdinkel. Wanneer we deze veranderingen vergelijken met veranderingen in de controlegebieden, dan concluderen we dat alleen in Dedemsvaart sprake is van een toename in de beoordeling van zichtbaarheid.

[8] De vermelde waarden zijn niet vergelijkbaar met de landelijke richtlijnen. Zie par.2.2. pagina 13
[9] idem

	Verandering zichtbaarheidscijfer experimentgebied	Verschil in verandering: Δ Interventiegebied– Δ controle gebied
Dedemsvaart	1,3*	1,4
Delden	0	0,2
Goor	0,1	0,2
Pluimstraat Enschede	0,1	0,1
Kerkstraat Enschede	0,1	0,1
Overdinkel	1,7*	0
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	**0,7**	**0,3**

In alle gebieden is sprake van een toename van het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met de stelling dat er goede verlichting is. Vooral in Overdinkel en in de Kerkstraat te Enschede was dit het geval, waar deze toenamen statistisch significant zijn. Wanneer we dit resultaat vergelijken met de waargenomen veranderingen in de controle groepen dan kunnen we constateren dat er sprake is van een fors grotere verbetering, met uitzondering van Delden.

	Verandering % respondenten (helemaal) eens (procentpunten)	Verschil in verandering: Δ Interventiegebied– Δ controle gebied (procentpunten)
Dedemsvaart	8,7	8,7
Delden	4,1	-2,2
Goor	3,5	12,1
Pluimstraat Enschede	0,9	17,3
Kerkstraat Enschede	13,3 *	30,8
Overdinkel	56,1*	37,2
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	**14,4**	**17,3**

Een toename in de verlichtingssterkte, maar ook in soort verlichting (overgang naar LED) kan leiden tot verschillen in de beleving van te sterk verlichte, of juist te donkere plekken op straat. In Goor zien we in vergelijking met de controle gebieden zelfs een relatieve toename van het percentage van de respondenten, dat te donkere plekken constateert. Wederom, voorzichtig en indicatief, constateren we gemiddeld (gebiedsscores) een lichte afname van het percentage respondenten dat te donkere plekken ervaart.

	Verandering % respondenten te donkere plekken (procentpunten)	**Verschil in verandering: Δ Interventiegebied– Δ controle gebied** (procentpunten)
Dedemsvaart	-5,1*	-2,4
Delden	-0,3	-5,6
Goor	6*	14,6
Pluimstraat Enschede	-12,1*	-10,7
Kerkstraat Enschede	-8,5*	-9,9
Overdinkel	-22,9*	-9,8
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	**-7,2**	**-4,0**

Het percentage respondenten dat aangeeft juist te sterk verlichte plekken op straat aan te treffen geeft een wisselend beeld. De gemiddelde gebiedsscore neemt iets toe, ook in vergelijking met de veranderingen in de controle gebieden. Maar het beeld is niet eenduidig.

	Verandering % respondenten te sterk verlichte plekken (procentpunten)	**Verschil in verandering: Δ Interventiegebied– Δ controle gebied** (procentpunten)
Dedemsvaart	13,5*	11,3
Delden	2,7	0,9
Goor	9,5*	4,8
Pluimstraat Enschede	-9,9*	-12
Kerkstraat Enschede	-3,6*	-1,3
Overdinkel	-2,1	2,1
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	**1,7**	**1,0**

Sociale veiligheidsbeleving

Alleen in de Kerkstraat in Enschede hebben we een significante toename in het beoordelingscijfer voor sociale veiligheid waargenomen. Ten opzichte van de controle gebieden is het beeld diffuus.
Over alle experimentgebieden bekeken (gebiedsscores) zien we een zeer lichte stijging.

	Verandering Sociale veiligheidscijfer	Relatieve verandering: Δ Interventiegebied– Δ controle gebied
Dedemsvaart	0,3	-0,1
Delden	-0,1	-0,2
Goor	1	0,1
Pluimstraat Enschede	0,3	0,3
Kerkstraat Enschede	0,7*	0,5
Overdinkel	0,2	0,1
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	**0,4**	**0,1**

Verkeersveiligheidsbeleving

Ook bij verkeersveiligheidsbeleving hebben we slechts bij de Kerkstraat in Enschede een lichte statistisch significante toename gevonden. Ten aanzien van verkeersveiligheid blijft het beeld in de overige gebieden eveneens diffuus. We zien dat bijvoorbeeld terug in het feit dat in Dedemsvaart sprake is van een relatieve geringe verslechtering ten opzichte van het controle gebied.
De berekende gebiedsscores stijgen gemiddeld zeer licht.

	Verandering Verkeers veiligheidscijfer	Relatieve verandering: Δ Interventiegebied– Δ controle gebied
Dedemsvaart	0,2	-0,3
Delden	0,2	0,2
Goor	-0,2	1,2
Pluimstraat Enschede	-0,4	0,5
Kerkstraat Enschede	0,8*	0,7
Overdinkel	1,3	1,5
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	**0,3**	**0,6**

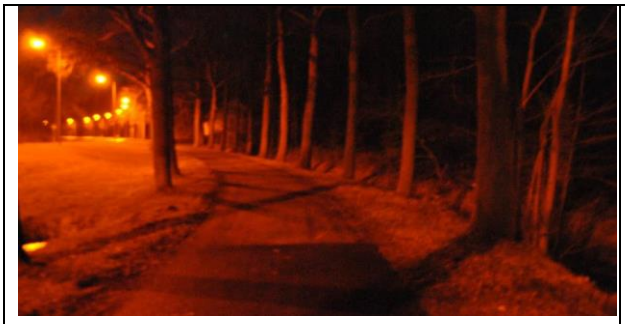
4 Resultaten van projecten met vermindering van verlichting

4.1 Project Wijhe; fietspad Noord en fietspad Zuid

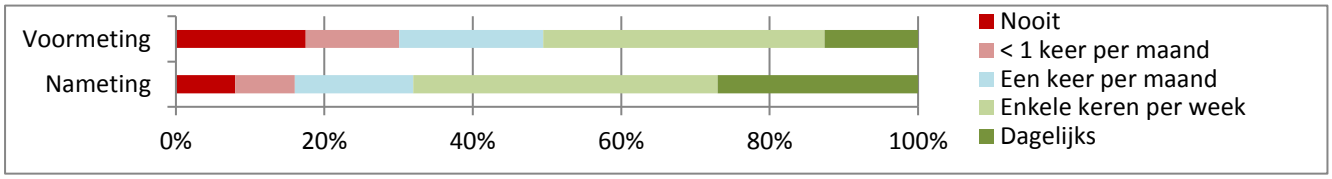
In de gemeente Olst-Wijhe droeg de gemeente twee projecten aan: een ringweg en een doorgaande weg. Beide wegen liggen aan de rand van de bebouwde kom. De doorgaande weg (Raalterweg) is aan weerszijden voorzien van fietspaden. Langs de fietspaden was er geen aparte verlichting aangelegd, wel viel er strooilicht van de wegverlichting (de masten zijn 12 m hoog) op de fietspaden.
De interventie hield in dat de wegverlichting is gedoofd op de rechte stukken van de weg. Bij de kruisingen en rotondes bleef het licht branden. Deze interventie heeft ook effect op de verlichting van de fietspaden.

Er is in dit project niet met een controlegebied gewerkt, omdat deze wegen een op zichzelf staand ruimtelijk geheel vormen. Het is onmogelijk om in de nabije omgeving een situatie te vinden, die voldoende kenmerken gemeen heeft met het project in Wijhe.

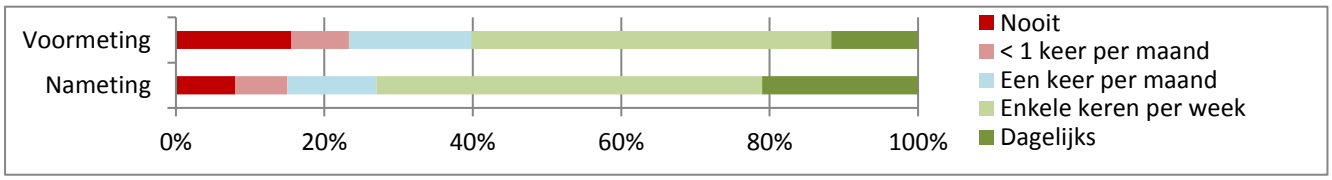
De voormeting is in het voorjaar van 2015 uitgevoerd door een afstudeerstudent van de opleiding Integrale Veiligheidskunde, Marjolein Klaver. De resultaten zijn opgenomen in haar afstudeerscriptie (Klaver, 2016). De nameting is uitgevoerd door een groep studenten in de minor 2015-2016. De resultaten zijn door deze groep opgenomen in hun eindwerkstuk (Broekhuisen, et al. 2016)

	
Fietspad (Oude Raalterweg) aan de noordzijde van de Raalterweg in Wijhe tijdens de voormeting. Links op de foto is de wegverlichting van de later aangelegde (bredere) doorgaande weg te zien, de Raalterweg. Strooilicht van de wegverlichting valt ook op de fietspaden aan weerszijden.	Fietspad aan de zuidzijde van de Raalterweg in Wijhe tijdens de voormeting. Bron (beide foto's): Klaver, 2016.

In de voormeting hebben 103 respondenten deelgenomen aan het onderzoek en in nameting 100 respondenten. Aan de respondenten is gevraagd hoe vaak zij gebruik maken van het betreffende fietspad. Dit is gedaan om een indruk te krijgen van de gebruiksfrequentie, dus niet om een toename dan wel afname in het individuele gebruik te kunnen constateren (om dat te kunnen doen, zou je precies dezelfde groep gebruikers in je voor- en nameting moeten hebben). Respondenten die minder dan 1 keer per maand van het fietspad gebruik maken zijn niet meegenomen bij de beoordeling van de verlichting. Dit om de representativiteit van het onderzoek te bevorderen. In onderstaande figuren is weergegeven hoe vaak de respondenten gebruik maken van het fietspad aan de Noordzijde (bovenste figuur) en aan de Zuidzijde (onderste figuur).



- In de voormeting maakt 50,5% van de respondenten dagelijks of enkele keren per week gebruik van het fietspad Noord. In de nameting is dit 68,0%.



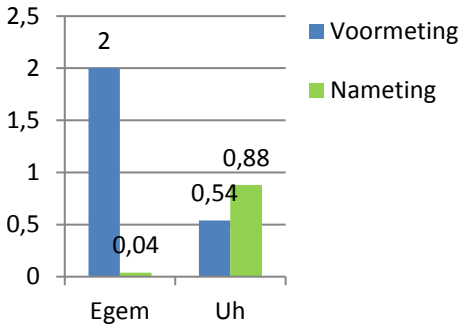
- In de voormeting maakt 60,2% van de respondenten dagelijks of enkele keren per week gebruik van het fietspad Zuid. In de nameting is dit 73,0%.

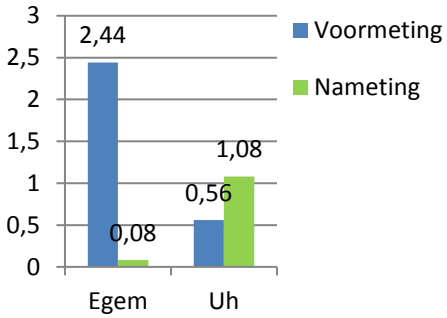
Kenmerken van de verlichting[10]

Door de interventie verandert de gemiddelde verlichtingssterkte op het fietspad en verandert ook de gelijkmatigheid. Op fietspad Noord daalt de gemiddelde verlichtingssterkte van 2,0 naar 0,04 (Egem). De gelijkmatigheid (Uh)stijgt van 0,54 naar 0,88. Op fietspad Zuid daalt de gemiddelde verlichtingssterkte (Egem) van 2,44 naar 0,08 en stijgt de gelijkmatigheid (Uh)van 0,56 naar 1,08. Opgemerkt moet worden dat in een volstrekt donkere situatie de gelijkmatigheid als grootheid weinig zegt. Een hoge Uh-waarde zegt in dit geval dat het overal even donker is. Maar daar is de grootheid 'gelijkmatigheid' niet voor bedoeld. Die is bedoeld om een kwaliteitsaspect van de openbare verlichting in kaart te brengen. Als die openbare verlichting er niet is, kiezen we ervoor om de gelijkmatigheid wel te vermelden, maar om deze bij de vergelijkende analyse tussen haakjes te zetten.

[10] De vermelde waarden zijn niet vergelijkbaar met landelijke richtlijnen. Zie par.2.2. pagina 13.

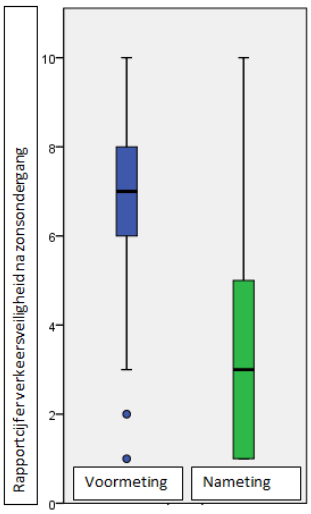
In onderstaande figuren zijn de eerder genoemde gegevens opgenomen. Aan de linkerkant wordt het fietspad Noord gepresenteerd, aan de rechterkant wordt het fietspad Zuid gepresenteerd.





Verkeersveiligheidsbeleving:

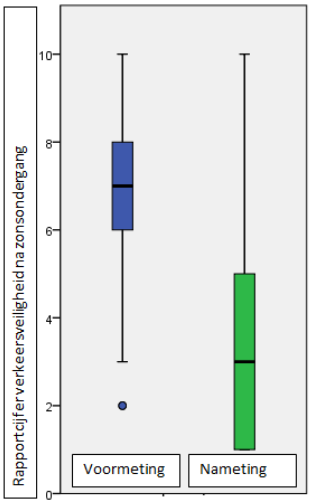
De respondenten is gevraagd een rapportcijfer te geven voor de beleving van de verkeersveiligheid wanneer zij gebruik maken van het fietspad (Noord of Zuid). Het rapportcijfer betreffende de verkeersveiligheid op het fietspad aan de noordkant is statistisch significant gedaald van 6,46 naar 3,45 na de interventie. Dit betekent dat de gebruikers van het fietspad aan de noordzijde de verkeersverkeersveiligheid na het uitzetten van (delen van) de openbare verlichting aanmerkelijk lager beoordelen dan voor de interventie. In onderstaande tabel en figuur zijn de cijfers met betrekking tot de verkeersveiligheidsbeleving aan de noordkant te vinden.



	Voormeting	Nameting	Sig.
Rapportcijfer	6,46	3,45	Ja

Aan de zuidzijde van het fietspad wordt eenzelfde tendens waargenomen. Hier daalt het rapportcijfer statistisch significant van 6,67 naar 3,42. Dit betekent dat ook hier gebruikers van het fietspad aan de zuidkant de verkeersveiligheid aanzienlijk lager beoordelen dan voor de interventie.

In onderstaande tabel en figuur zijn de cijfers met betrekking tot de verkeersveiligheidsbeleving aan de zuidkant te vinden.



	Voormeting	Nameting	Sig.
Rapportcijfer	6,67	3,42	Ja

Beleving van de openbare verlichting Fietspad Noordzijde:

Respondenten zijn gevraagd naar de beleving van de openbare verlichting op het fietspad aan de noordzijde. In onderstaande tabel zijn een viertal stellingen gepresenteerd, evenals het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met de betreffende stelling. Bij alle stellingen is waar te nemen dat het aantal respondenten dat het (helemaal) eens is met de stelling statistisch significant daalt. Met andere woorden: men kan andere gebruikers minder goed zien, ervaart meer donkere plekken en men heeft meer last van schaduwen. Dit betekent dat de beleving van de openbare verlichting in negatieve zin verandert naar aanleiding van de interventie.

% helemaal eens/eens	Voormeting	Nameting	Sig.
Ik vind de kleur van de openbare verlichting prettig	30,2	21,7	Ja
De openbare verlichting verspreidt een gelijkmatig licht. Er zijn geen donkere plekken	24,5	9,8	Ja
Ik heb 's avonds en 's nachts geen last van schaduwen	32,6	16,3	Ja
Ik kan andere gebruikers altijd goed zien	29,1	13,1	Ja

In onderstaande tabel zijn de stellingen opgenomen waarop de respondenten 'vaak', 'soms' en 'nooit' konden antwoorden. In onderstaande tabel is het percentage opgenomen dat de respondenten 'vaak' antwoorden op de stellingen. Belangrijk om te vermelden is dat onderstaande stellingen naast de veiligheidsbeleving ook het vermijdingsgedrag in kaart brengen van de respondenten. Dit kan worden gezien als een belangrijke indicator voor de sociale veiligheidsbeleving binnen het onderzoeksgebied.

% Vaak	Voormeting	Nameting	Sig.
Hoe vaak komt het voor dat u: Het fietspad vermijdt door met de fiets via een andere route te rijden?	1,1	31,5	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: Het fietspad vermijdt door met een ander vervoermiddel te gaan?	3,5	30,4	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: De rit op een ander tijdstip maakt dan u eigenlijk wenst?	0,0	18,5	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: Zorgt dat u de rit samen met anderen kunt maken?	0,0	20,7	Ja
Voelt u zich weleens onveilig of angstig op het Fietspad Noord?	2,4	53,3	Ja

Uit bovenstaande tabel is af te lezen dat bij alle stellingen het percentage 'vaak' statistisch significant stijgt. Dit betekent dat de respondenten vaker het fietspad vermijden, een ander vervoersmiddel pakken, de reis op een ander tijdstip maken of de rit samen met anderen maken. Ook voelen de respondenten zich vaker onveilig of angstig nadat de verlichting is veranderd.

Beleving van de openbare verlichting Fietspad Zuidzijde:

In de vorige paragraaf zijn de resultaten voor het fietspad aan de Noordzijde beschreven. In deze paragraaf komen de resultaten aan bod van de beleving van de openbare verlichting van het fietspad aan de Zuidzijde. In onderstaande tabel is te zien dat het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met onderstaande stellingen, statistisch significant daalt in de nameting ten opzichte van de voormeting. Dit betekent dat minder respondenten de verlichting als prettig ervaren. De verandering van de openbare verlichting heeft dan ook een negatief effect op de beleving van de openbare verlichting op het fietspad zuidzijde .

% helemaal eens/eens	Voormeting	Nameting	Sig.
Ik vind de kleur van de openbare verlichting prettig	34,5	21,7	Ja
De openbare verlichting verspreidt een gelijkmatig licht. Er zijn geen donkere plekken	34,4	7,6	Ja
Ik heb 's avonds en 's nachts geen last van schaduwen	40,2	17,4	Ja
Ik kan andere gebruikers altijd goed zien	41,3	10,9	Ja

In onderstaande tabel staat weergegeven hoeveel procent van de respondenten 'vaak' antwoord op onderstaande stellingen. In deze tabel is af te lezen dat ten opzichte van de voormeting de respondenten in de nameting statistisch significant vaker 'vaak' antwoorden op de stellingen. Dit betekent dat de respondenten vaker het fietspad vermijden, een ander vervoersmiddel kiezen, de rit op een ander tijdstip maken of de rit met anderen maken. Ook voelen meer respondenten (46,7% ten opzichte van 4,6%) zich onveilig of angstig op het fietspad Zuid.

% Vaak	Voormeting	Nameting	Sig.
Hoe vaak komt het voor dat u: Het fietspad vermijdt door met de fiets via een andere route te rijden?	1,1	31,5	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: Het fietspad vermijdt door met een ander vervoermiddel te gaan?	3,4	21,7	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: De rit op een ander tijdstip maakt dan u eigenlijk wenst?	0,0	16,3	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: Zorgt dat u de rit samen met anderen kunt maken?	0,0	20,7	Ja
Voelt u zich weleens onveilig of angstig op het Fietspad Zuid?	4,6	46,7	Ja

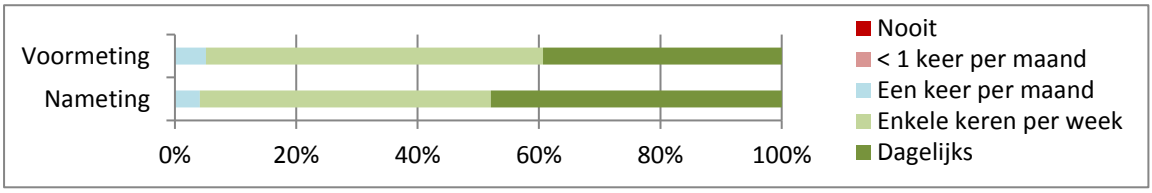
Conclusie:
De verandering van de verlichting heeft op zowel het fietspad Noord als het fietspad Zuid negatieve invloed op de beleving van de verkeersveiligheid en de beleving van de openbare verlichting. Meer respondenten geven aan het fietspad te willen vermijden of zich angstig te voelen naar aanleiding van het uitzetten van de verlichting binnen dit onderzoeksproject.

4.2 Project Wijhe; Raalterweg en de Omloop

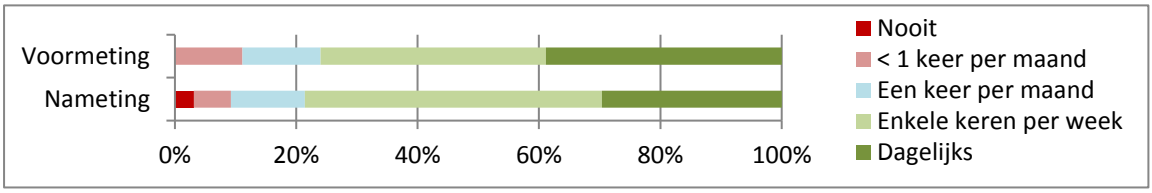
In deze paragraaf verschuift de focus van de fietspaden naar de autowegen. Zoals eerder vermeld droeg de gemeente Olst-Wijhe twee projecten aan: een ringweg en een doorgaande weg. Beide wegen liggen aan de rand van de bebouwde kom. De doorgaande weg (Raalterweg) is aan weerszijden voorzien van fietspaden, waarvan de resultaten in de vorige paragraaf zijn besproken. De ringweg (De Omloop) is meer recent (rond 2000) aangelegd; deze weg is puur voor autoverkeer, er zijn geen fietspaden of ventwegen aangelegd langs deze weg. Er is in dit project niet met een controlegebied gewerkt, omdat deze wegen een op zichzelf staand ruimtelijk geheel vormen. Het is onmogelijk om in de nabije omgeving een situatie te vinden, die voldoende kenmerken gemeen heeft met het project in Wijhe.
In de oude situatie was er wegverlichting langs het gehele traject op beide wegen. De interventie hield in, dat de wegverlichting is gedoofd op de rechte stukken van de weg. Bij de kruisingen en rotondes bleef het licht branden.

De voormeting is in het voorjaar van 2015 uitgevoerd door een afstudeerstudent van de opleiding Integrale Veiligheidskunde, Marjolein Klaver. De resultaten zijn opgenomen in haar afstudeerscriptie (Klaver, 2016). De nameting is uitgevoerd door een groep studenten in de minor 2015-2016. De resultaten zijn door deze groep opgenomen in hun eindwerkstuk (Broekhuisen, et al. 2016).

In de voormeting hebben 117 automobilisten deelgenomen aan het onderzoek betreffende de Raalterweg. In de nameting hebben 98 automobilisten deelgenomen. In de voormeting maakte 94,8% van de respondenten dagelijks of enkele keren per week gebruik van de Raalterweg, in de nameting was dit 95,8%. De respons is in onderstaande figuur afgebeeld.

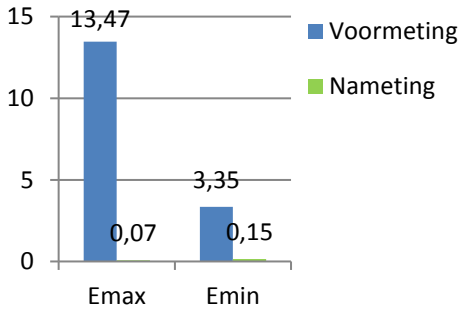


Bij de Omloop hebben in de voormeting 116 automobilisten deelgenomen aan het onderzoek en in de nameting 98 automobilisten. In de voormeting maakte 75,9% van de respondenten dagelijks of enkele keren per week gebruik van de Omloop. In de nameting betrof dit percentage 78,5%. In onderstaande figuur zijn de responspercentages weergegeven van de Omloop. Belangrijke opmerking: respondenten die minder dan 1 keer per maand gebruik maken van de Omloop worden niet meegenomen in de resultaten betreffende de beleving van de verlichting.

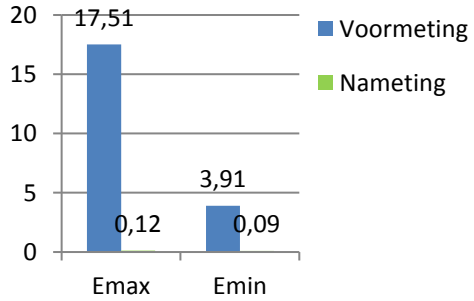


Kenmerken verlichting[11]

Op de Raalterweg en op de Omloop verandert de verlichtingssterkte door de interventie. Delen van de verlichting worden uitgezet, waardoor de maximale verlichtingssterkte en de minimale verlichtingssterkte veranderen. Op de Raalterweg neemt de maximale sterkte af van 13,47 naar 0,07 (Emax) en de minimale sterkte daalt van 3,35 naar 0,15 (Emin). Bij de Omloop daalt de maximale sterkte van 17,51 naar 0,12 (Emax) en de minimale sterkte van 3,91 naar 0,09 (Emin). Voor de gemiddelde verlichtingssterkte betekent dit dat Egem daalt van 8,27 lux naar 0,14 lux op de Raalterweg. Voor de Omloop is de gemiddelde verlichtingssterkte afgenomen van 10,71 lux naar 0,10 lux. In onderstaande figuren zijn de kenmerken van de verlichting weergegeven. Links worden de waarden van de Raalterweg afgebeeld, rechts worden de waarden van de Omloop getoond. De waarden van de Emin zijn als groene balk niet of nauwelijks te zien omdat deze naderen naar nul. Volledigheidshalve vermelden wij dat de gelijkmatigheidsscores tijdens de voormeting voor beide wegen rond 0,4 ligt. Bij de nameting was het overal donker, en kwam de gelijkmatigheidsscore uit op 1,0.



Raalterweg



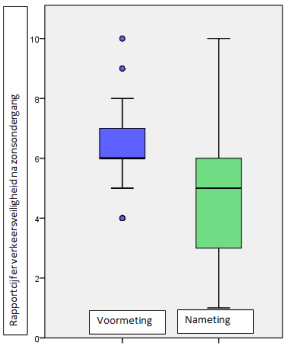
De Omloop

Verkeersveiligheid beleving

Respondenten is gevraagd een rapportcijfer te geven voor de verkeersveiligheid op respectievelijk de Raalterweg en de Omloop. Automobilisten geven aan de Raalterweg in de voormeting gemiddeld een 6,4. In de nameting, dus na het uitzetten van de verlichting, geven automobilisten een 4,6. Dit betekent dat het rapportcijfer statistisch significant daalt in de nameting ten opzichte van de voormeting.

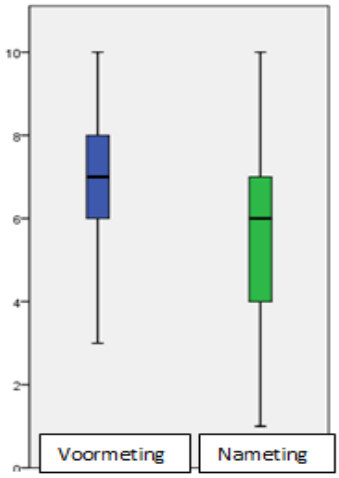
[11] De vermelde waarden zijn niet vergelijkbaar met landelijke richtlijnen. Zie par.2.2. pagina 13.

In onderstaande figuur worden de resultaten van de **Raalterweg** weergegeven.



	Voormeting	Nameting	Sig.
Rapportcijfer	6,38	4,59	Ja

Bij de **Omloop** is eenzelfde tendens zichtbaar. Daar daalt het rapportcijfer van een 7,0 naar een 5,7. Ook deze daling is statistisch significant wat betekent dat de waardering van de verkeersveiligheid daalt na de interventie. In onderstaande figuur en tabel worden de resultaten weergegeven van de Omloop.



	Voormeting	Nameting	Sig.
Rapportcijfer	6,97	5,68	Ja

Beleving van de openbare verlichting Raalterweg

Respondenten is gevraagd hoe zij de openbare verlichting beleven op de Raalterweg. Aan de hand van stellingen konden respondenten aangeven het 'helemaal eens', 'eens', 'neutraal', 'oneens' of 'helemaal oneens' te zijn. In onderstaande tabel wordt aangegeven welk percentage, per stelling, aangeeft het (helemaal) eens te zijn.

% helemaal eens/eens	Voormeting	Nameting	Sig.
Ik vind de kleur van de openbare verlichting prettig	38,8	29,9	Nee
De openbare verlichting verspreidt een gelijkmatig licht. Er zijn geen donkere plekken	35,3	18,6	Ja
De openbare verlichting is nergens verblindend	46,5	26,8	Ja
Ik heb 's avonds en 's nachts op deze weg geen last van schaduwen	65,5	54,6	Nee
De belijning op deze weg is goed te zien	56,1	37,2	Ja
Verkeersborden langs de weg kan ik op tijd zien	56,0	33,0	Ja
Voertuigen die met een lagere snelheid op deze weg rijden kan ik op tijd zien	53,5	29,9	Ja

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de beleving van de gelijkmatigheid significant daalt. Ook de zichtbaarheid van de belijning, de zichtbaarheid van verkeersborden en de zichtbaarheid van andere voertuigen daalt significant. Wat betreft de beleving van de kleur van het licht en van de mate van verblinding zijn de scores in de nameting ook slechter, maar niet statistisch significant. Desondanks kan worden gesteld dat de verandering van de verlichting over de hele linie een negatief effect heeft op de beleving van de openbare verlichting van de Raalterweg.

Beleving van de openbare verlichting de Omloop

Ook de respondenten van de Omloop is gevraagd welke beleving zij hebben bij de verkeersveiligheid in relatie met de openbare verlichting. In onderstaande tabel is het percentage respondenten opgenomen dat het (helemaal) eens is met de stellingen.

% helemaal eens/eens	Voormeting	Nameting	Sig.
Ik vind de kleur van de openbare verlichting prettig	44,8	28,2	Ja
De openbare verlichting verspreidt een gelijkmatig licht. Er zijn geen donkere plekken	41,1	14,1	Ja
De openbare verlichting is nergens verblindend	67,7	64,1	Nee
Ik heb 's avonds en 's nachts op deze weg geen last van schaduwen	51,1	33,7	Nee
De belijning op deze weg is goed te zien	67,1	49,9	Ja
Verkeersborden langs de weg kan ik op tijd zien	62,6	43,4	Ja
Voertuigen die met een lagere snelheid op deze weg rijden kan ik op tijd zien	56,9	37,0	Ja

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat de waardering van de kleur van de openbare verlichting en de gelijkmatigheid statistisch significant verminderd is. Ook de zichtbaarheid van de belijning op de weg,

de zichtbaarheid van verkeersborden en de zichtbaarheid van andere voertuigen vermindert statistisch significant. Wat betreft de beleving van de mate van verblinding en van schaduwwerking zijn de scores in de nameting ook slechter, maar niet statistisch significant. Ook hier kan worden gesteld dat de verandering van de verlichting over de hele linie een negatief effect heeft op de beleving van de openbare verlichting van de Raalterweg.

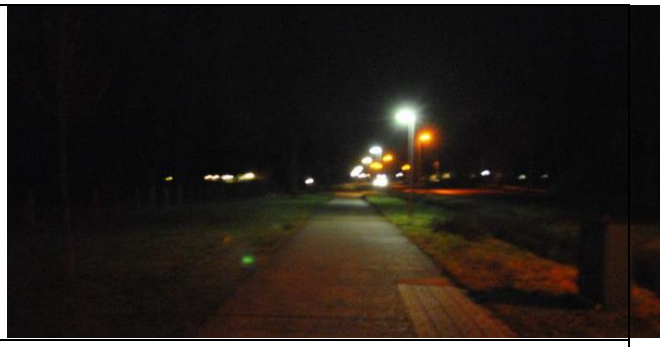
<u>Conclusie voor de autowegen:</u>
Door het uitzetten van de verlichting daalt de beleving van de verkeersveiligheid op zowel de Raalterweg als de Omloop. Ook de beleving van de openbare verlichting vermindert statistisch significant door het uitzetten van (delen van) de verlichting. De interventie heeft dus bij de automobilisten een negatief effect op de verkeersveiligheidsbeleving en de beleving van de openbare verlichting op de Raalterweg en de Omloop.

4.3 Project Dedemsvaart; fietspad Dedemsvaart – Balkbrug

De gemeente Hardenberg droeg behalve een woonwijk (die in de vorige paragraaf besproken is) ook twee andere projecten aan: het fietspad Dedemsvaart – Balkbrug en het fiets/voetpad in het recreatiegebied Kotermeerstal.
Voor beide fietspaden gold, dat zij vol in de openbare verlichting stonden, terwijl ze ‘s avonds en ‘s nachts weinig gebruikt worden. De gemeente wilde, om aan deze verspilling een einde te maken, de openbare verlichting versoberen. Dit gebeurde door een aantal lampen (maar niet alle) te doven. De overblijvende verlichting zou dan het karakter van oriëntatieverlichting krijgen. In deze paragraaf worden de resultaten van het fietspad Dedemsvaart-Balkbrug besproken.

Bij het fietspad tussen Dedemsvaart en Balkbrug is de situatie divers. Het fietspad bestaat uit twee deeltrajecten:

- Het vrij liggende gedeelte Het Rak (traject I): hier zijn van elke vier lampen er drie gedoofd en blijft er één branden.
- Het gedeelte van het fietspad dat langs de provinciale weg ligt (traject II): hier zijn alle lampen langs het fietspad gedoofd, en ontvangt het fietspad alleen nog strooilicht van de verlichting van de naastgelegen autoweg.

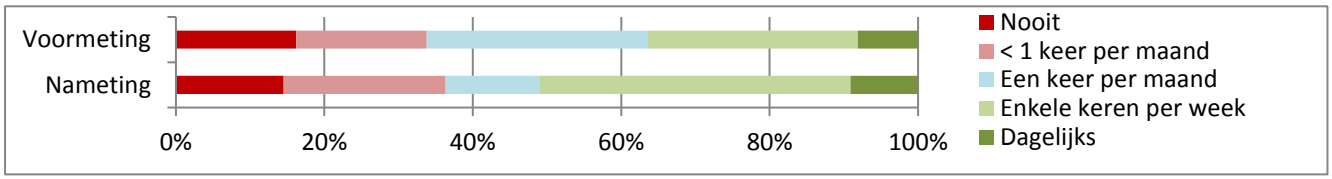
	
Fietspad Dedemsvaart-Balkbrug, traject I (Het Rak) overdag, tijdens de nameting. Van elke vier lichtmasten blijft er één lamp aan. De masten waarvan de lamp is gedoofd, zijn nog aanwezig.	Fietspad Dedemsvaart-Balkbrug, traject I (Het Rak) 's avonds, tijdens de voormeting. Rechts naast het witte licht dat op het fietspad schijnt, is het oranje licht van de parallelle autoweg te zien.

De voormeting bij het fietspad Dedemsvaart - Balkbrug is uitgevoerd in het voorjaar van 2015 door een afstudeerstudent, Marjolein Klaver, die ook de wegen en fietspaden in Wijhe onderzocht. De resultaten zijn opgenomen in haar afstudeerscriptie, samen met de resultaten van de wegen en fietspaden in Wijhe (Klaver, 2016). De nameting op het fietspad Dedemsvaart-Balkbrug loopt nog is uitgevoerd door een groep studenten in de minor van het collegejaar 2016-2017. De resultaten zijn opgenomen in het onderzoeksrapport (Beenen, et al. 2017).

Er is in dit project niet met een controlegebied gewerkt, omdat deze wegen een op zichzelf staand ruimtelijk geheel vormen. Het is onmogelijk om in de nabije omgeving een situatie te vinden, die voldoende kenmerken gemeen heeft met het project betreffende het fietspad in Dedemsvaart.

In de voormeting hebben 76 respondenten deelgenomen aan het onderzoek en in de nameting 75 respondenten. Aan de respondenten is gevraagd hoe vaak zij gebruik maken van het fietspad. Dit is puur gedaan om een indruk te krijgen van de gebruiksfrequentie, dus niet om een toename dan wel afname in het gebruik te kunnen constateren (om dat te kunnen doen, zou je precies dezelfde groep gebruikers in je voor- en nameting moeten hebben). Respondenten die minder dan 1 keer per maand van het fietspad gebruik maken zijn niet meegenomen bij de beoordeling van de verlichting. Dit om de representativiteit van het onderzoek te bevorderen. Ook verschilt het aantal respondenten per onderzoeksvraag. Bij een afwijkend aantal respondenten wordt dit per paragraaf aangegeven.

In onderstaand figuur is weergegeven hoe vaak de respondenten gebruik maken van het fietspad tussen Dedemsvaart en Balkbrug na zonsondergang.

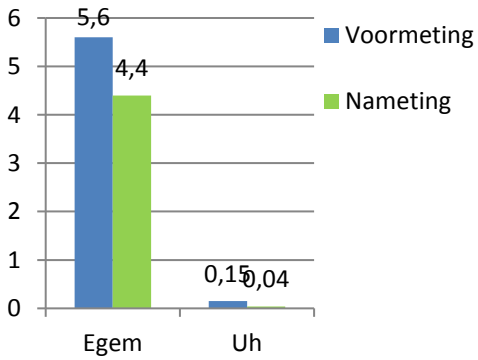


- In de voormeting maakt 36,5% van de respondenten dagelijks of enkele keren per week gebruik van het fietspad Dedemsvaart-Balkbrug. In de nameting is dit 50,9%.

Kenmerken van de verlichting[12]

Voorafgaand aan de presentatie van de gegevens over de kenmerken van de verlichting, merken we op dat er in de nameting op precies dezelfde plaatsen is gemeten als in de voormeting. In de nameting werd een groot deel van de metingen gedaan onder een lantaarnpaal waarvan het licht uit was. Uiteraard werd de uitkomst van deze metingen niet geregistreerd als een waarde voor de Emax, zoals bij de voormeting, maar als een waarde voor de Emin (in de gevallen dat de uitgeschakelde lantaarnpaal precies in het midden stond tussen twee lantaarns die nog aan waren) of als een waarde die gebruikt is om Egem te bepalen (in de gevallen dat de uitgeschakelde lantaarnpaal naast een lantaarnpaal stond die nog aan was). Door de interventie verandert de gemiddelde verlichtingssterkte en de gelijkmatigheid van de verlichting op het fietspad. De gemiddelde verlichtingssterkte daalt van 5,6 lux naar 4,4 lux (Egem). Ook de gelijkmatigheid daalt: van 0,15 naar 0,04 (Uh).

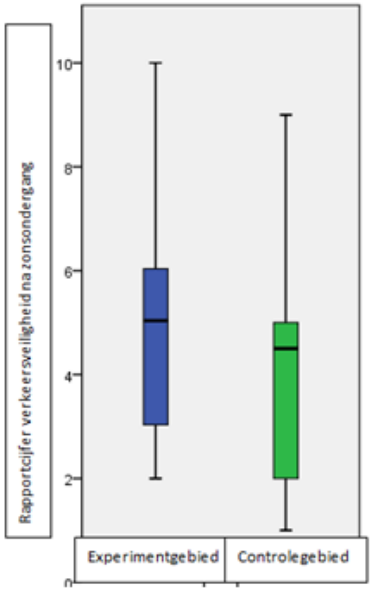
In onderstaand figuur zijn deze gegevens opgenomen.



[12] De vermelde waarden zijn niet vergelijkbaar met de landelijke richtlijnen. Zie par.2.2. pagina 13.

Verkeersveiligheidsbeleving

De respondenten is gevraagd een rapportcijfer te geven voor de beleving van de verkeersveiligheid wanneer zij gebruik maken van het fietspad. Het rapportcijfer betreffende de verkeersveiligheid op het fietspad na zonsondergang is statistisch significant gedaald van 5,5 naar 4,1 na de interventie. Dit betekent dat de gebruikers van het fietspad de verkeersverkeersveiligheid na het uitzetten van de openbare verlichting aanmerkelijk lager beoordelen dan voor de interventie. In onderstaande tabel en figuur zijn de cijfers met betrekking tot de verkeersveiligheidsbeleving te vinden.



	Voormeting	Nameting	Sig.
Rapportcijfer	5,5	4,1	Ja

Beleving van de openbare verlichting

Respondenten zijn gevraagd naar de beleving van de openbare verlichting op het fietspad tussen Dedemsvaart en Balkbrug. In onderstaande tabel zijn een viertal stellingen gepresenteerd, evenals het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met de betreffende stelling. Bij alle stellingen is waar te nemen dat het aantal respondenten dat het (helemaal) eens is met de stelling statistisch significant daalt. Dit betekent dat de beleving van de openbare verlichting op een negatieve manier verandert naar aanleiding van de interventie.

% helemaal eens/eens	Voormeting	Nameting	Sig.
Ik vind de kleur van de openbare verlichting prettig	33,8	14,3	Ja
De openbare verlichting verspreidt een gelijkmatig licht. Er zijn geen donkere plekken	19,3	10,2	Ja
Ik heb 's avonds en 's nachts geen last van schaduwen	24,2	8,5	Ja
Ik kan andere gebruikers altijd goed zien	25,8	8,1	Ja

In onderstaande tabel zijn de stellingen opgenomen waarop de respondenten 'vaak', 'soms' en 'nooit' konden antwoorden. In de tabel is het percentage van de respondenten opgenomen dat 'vaak' antwoordt op de stellingen.

% Vaak	Voormeting	Nameting	Sig.
Hoe vaak komt het voor dat u: Het fietspad vermijdt door met de fiets via een andere route te rijden?	6,5	12,5	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: Het fietspad vermijdt door met een ander vervoermiddel te gaan?	9,7	37,8	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: De rit op een ander tijdstip maakt dan u eigenlijk wenst?	4,8	22,2	Ja
Hoe vaak komt het voor dat u: Zorgt dat u de rit samen met anderen kunt maken?	22,6	30,4	Nee
Voelt u zich weleens onveilig of angstig op het Fietspad Dedemsvaart-Balkbrug?	17,7	20,8	Nee

Uit bovenstaande tabel is af te lezen dat bij alle stellingen het percentage 'vaak' stijgt, en dat dit verschil bij drie van de vijf stellingen statistisch significant is. Alleen het percentage respondenten dat zegt de rit 'vaak' samen met anderen te maken of dat zich angstig voelt op het fietspad stijgt niet significant. De cijfers wijzen desondanks wel allemaal in dezelfde richting: een verslechtering van de veiligheidsbeleving.

Conclusie

De verandering van de verlichting heeft op het fietspad Dedemsvaart-Balkbrug negatieve invloed op de beleving van de verkeersveiligheid en de beleving van de openbare verlichting. Meer respondenten geven aan het fietspad te willen vermijden of de rit op een ander tijdstip te maken.

4.4 Conclusies verminderen van de verlichting

Door het uitzetten van delen van de verlichting is in alle projectgebieden sprake geweest van een afname van de gemeten gemiddelde verlichtingssterkte. Deze afname het gevolg van het uitzetten van (delen van) de verlichting,

In de projectgebieden waar de openbare verlichting geheel is uitgeschakeld, stijgt de gelijkmatigheid van de verlichting. We vermelden de waarden van deze stijging wel, maar plaatsen ze tussen haakjes, omdat het hier gaat om uniform donker in plaats van uniform verlicht. Op het fietspad Dedemsvaart-Balkbrug waar de verlichting niet is uitgeschakeld, maar is verminderd, constateren we een daling van de uniformiteit.

	Δ Egem (lux)[13]	Δ Uh[14]
Fietspad Noord	-1,96	(+0,30)
Fietspad Zuid	-2,36	(+0,52)
Raalterweg	-8,27	(+0,60)
De Omloop	-10,6	(+0,63)
Fietspad Dedemsvaart-Balkbrug	-1,2	-0,11
Gemiddelde verandering	**-4,88**	

In de volgende paragrafen wordt de beoordeling van de verandering door respondenten uit de experimentgebieden besproken. Daarbij wordt de gemiddelde verandering in de projectgebieden samengevat. Doordat er geen controlegebieden zijn aangewezen wordt er geen vergelijking gemaakt met de gemiddelde verandering in het controlegebied.

Verkeersveiligheidsbeleving
Bij de verkeersveiligheid zien we in elk projectgebied een statistisch significante afname van het gegeven rapportcijfer voor de beleving van de verkeersveiligheid. Gemiddeld gezien over alle projectgebieden genomen daalt het gegeven rapportcijfer met 2,15 punten, zoals onderstaande tabel laat zien.

	Verandering Verkeers veiligheidscijfer
Fietspad Noord	-3,01*
Fietspad Zuid	-3,25*
Raalterweg	-1,79*
De Omloop	-1,29*
Fietspad Dedemsvaart-Balkbrug	-1,40*
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	***-2,15***

Gevolgen voor de beleving van de verlichting op fietspaden:
Het uitzetten van delen van de verlichting heeft effect op de tevredenheid van de openbare verlichting. Omdat er verschillende vragenlijsten zijn gebruikt voor fietspaden en autowegen, wordt de beleving van de verlichting voor beide interventies apart beschreven. In deze paragraaf komt de beleving van de verlichting op fietspaden aan de orde.

[13] De vermelde warden zijn niet vergelijkbaar met de landelijke richtlijnen. Zie par 2.2. pagina 13.
[14] idem

Alle indicatoren van de beleving van de openbare verlichting dalen statistisch significant. Onderstaande vragen zijn gemeten aan de hand van stellingen waarop respondenten aan konden geven het 'helemaal oneens', 'oneens', 'neutraal', 'eens' of 'helemaal eens' te zijn. In onderstaande tabel wordt het verschil tussen de voormeting en de nameting van het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met de stelling weergegeven. Gemiddeld genomen over de drie fietspaden daalt de beleving van de openbare verlichting statistisch significant.

	Verandering waardering kleur van de verlichting	*Verandering beleving gelijkmatigheid van de verlichting*	*Verandering 'ik heb geen last van schaduwen op de weg'*	*Verandering waardering van de zichtbaarheid van de omgeving*
Fietspad Noord	-8,5	-14,7*	-16,3*	-16,0*
Fietspad Zuid	-12,8*	-26,8*	-22,8*	-30,4*
Fietspad Dedemsvaart-Balkbrug	-19,5*	-9,2*	-15,7*	-17,7*
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	***-13,6***	***-16,9***	***-18,26***	***-21,36***

Gevolgen voor de beleving van de verlichting op autowegen:
Naast de beleving van de openbare verlichting op fietspaden is eveneens de beleving van de openbare verlichting op de autowegen in kaart gebracht. In veel gevallen daalt de beleving significant in beide projecten. De gelijkmatigheid, de zichtbaarheid van de belijning op de weg, de zichtbaarheid van verkeersborden en de zichtbaarheid van langzame voertuigen op de weg dalen in beide projectgebieden statistisch significant. De waardering van de kleur van de verlichting daalt ook in beide projecten, maar alleen bij de Omloop is deze daling significant. In beide projectgebieden daalt het percentage respondenten dat het (helemaal) eens is met stelling 'ik heb geen last van schaduwen' maar in beide projectgebieden is deze daling niet statistisch significant. Gemiddeld genomen over beide autowegen kan worden gesteld dat de beleving van de verlichting achteruit gaat door het uitzetten van (delen van) de verlichting.

	Δ Kleur	*Δ gelijkmatig-heid*	*Δ 'de verlichting is nergens verblindend'*	*Δ 'geen last van schaduwen'*	*Δ 'belijning goed te zien'*	*Δ zichtbaar-heid verkeers borden*	*Δ zichtbaar-heid langzame voertuigen*
Raalterweg	-8,9	-16,7*	-19,7*	-10,9	-18,9*	-23,0*	-23,6*
De Omloop	-16,6*	-27,0*	-3,6	-17,4	-17,2*	-19,2*	-19,9*
Gemiddelde verandering In gebiedsscores	***-12,75***	***-21,85***	***-11,65***	***-14,15***	***-18,05***	***-21,1***	***-21,75***

Gevolgen voor de sociale veiligheidsbeleving op fietspaden:
Het uitzetten van delen van de verlichting heeft gevolgen voor de beleving van de sociale veiligheid op fietspaden. Deze sociale veiligheidsbeleving is gemeten aan de hand van stellingen die voornamelijk ingaan op het vermijdingsgedrag van de respondenten. Respondenten konden onderstaande stellingen beantwoorden met 'vaak', 'soms' of 'nooit'. In onderstaande tabel wordt het verschil in percentage weergegeven van respondenten die 'vaak' hebben geantwoord in de voormeting of de nameting.

	Δ *Andere route nemen*	Δ *Ander vervoers-middel nemen*	Δ *Ander tijdstip de weg gebruiken*	Δ *Samen met anderen fietsen*	Δ *Voelt u zich weleens onveilig?*
Fietspad Noord	30,4*	26,9*	18,5*	20,7*	50,9*
Fietspad Zuid	30,4*	18,3*	16,3*	20,7*	42,1*
Fietspad Dedemsv.-Balkbrug	6,0*	28,1*	17,4*	7,8	3,1
Gemiddelde verandering in gebiedsscores	***22,26***	***24,43***	***17,40***	***16,40***	***32,02***

Zoals in bovenstaande tabel is te zien, dalen alle indicatoren van sociale veiligheidsbeleving op de fietspaden. Het percentage respondenten dat een andere route neemt, een ander vervoersmiddel kiest of een ander tijdstip kiest om de reis af te leggen stijgt zelfs in alle drie de projectgebieden statistisch significant. Het percentage dat de reis vaker samen met anderen aflegt of het percentage respondenten dat zich vaak onveilig voelt stijgt statistisch significant op de fietspaden noord en zuid in Raalte. Op het fietspad Dedemsvaart- Balkbrug stijgen deze cijfers ook, maar niet op statistisch significante wijze. Wanneer er gekeken wordt naar het gemiddelde van de drie projectgebieden, dan wordt een stijging waargenomen van alle indicatoren van sociale onveiligheid. Dit betekent dat respondenten zich vaker onveilig voelen na het uitzetten van (delen van) de verlichting, maar ook dat het vermijdingsgedrag is toegenomen.

5 Samenvatting: conclusies en aanbevelingen

Het onderzoek 'Bewust Verlichten provincie Overijssel' werd door Hogeschool Saxion in opdracht van de provincie Overijssel uitgevoerd in de periode najaar 2014- voorjaar 2017. Het betrof een onderzoek bij tien projecten in vijf Overijsselse gemeenten waarbij de verlichting werd aangepast.

Tabel 2.1 Overzicht van deelnemende gemeenten en onderzoeksprojecten

Gemeente	Kern/projectgebied	Type gebied	Type interventie
Enschede	Pluimstraat	Woongebied	Overgang naar LED
	Kerkstraat Glanerbrug	Woongebied	Overgang naar LED
Hardenberg	Dedemsvaart	Woongebied	Overgang naar LED
	Dedemsvaart	Recreatiegebied	Vermindering van licht
	Dedemsvaart	Infrastructuur	Vermindering van licht
Hof van Twente	Delden	Woongebied	Overgang naar LED
	Goor	Woongebied	Overgang naar LED
Losser	Overdinkel	Woongebied	Overgang naar LED
Olst-Wijhe	De Omloop	Infrastructuur	Vermindering van licht
	Raalterweg	infrastructuur	Vermindering van licht

De tabel laat de twee typen bestudeerde interventies zien: 'overgang naar LED' en 'vermindering van licht'. Bestudeerde interventies met een overgang naar LED verlichting vonden plaats in woongebieden. Bestudeerde Interventies met vermindering van licht vonden plaats bij infrastructuur (autowegen en fietspaden) en in een recreatiegebied.

In het onderzoek in woongebieden werd gebruik gemaakt van een voor- en een nameting. Zo kon worden nagegaan in welke mate er veranderingen optraden in de beoordeling van de verlichting, de veiligheid en de veiligheidsbeleving in de woongebieden. Deze waargenomen veranderingen werden vergeleken met vergelijkbare controlegebieden waarin geen verandering in de verlichting plaatsvond.

Om een zo breed mogelijke basis te hebben voor het onderzoek, werden gegevens verzameld door middel van verschillende methoden:

- schouw in het projectgebied, met lichtmetingen
- enquêtes onder bewoners en gebruikers van het projectgebied
- interviews aan de deur bij bewoners
- analyse van registratiegegevens (aangiften van incidenten bij de politie).

De enquêtes onder bewoners en gebruikers vormden het hart van het onderzoek; de andere onderzoeksmethoden leverden aanvullende informatie op.

Bij de drie onderzochte infrastructuur projecten (twee fietspaden en een rondweg) werd een andere onderzoeksopzet gekozen. Deze projecten waren dermate eigenstandig, zowel naar type gebruikers als

naar fysieke omstandigheden, dat geen gebruik gemaakt kon worden van vergelijkbare controle gebieden elders. Bij deze projecten vormden gebruikersenquetes voor en na de interventie de belangrijkste gegevens.

Het onderzoek bij recreatiegebied Kotermeerstal had een ander karakter. Hier werd vooral kwalitatief onderzoek gedaan en werd een experiment met verschillende verlichtingsarmaturen uitgevoerd. Dit deelonderzoek kreeg daarmee een specifiek karakter en is beschreven in een afzonderlijke bijlage bij dit rapport.

Bijzondere aandacht vragen wij voor de methodiek van lichtmetingen. Gekozen is voor een eenvoudig “op straat” te hanteren methodiek, waarbij gebruik werd gemaakt van een gekalibreerde luxmeter. De gebruikte metingen werden telkens gedaan direct onder het lichtpunt en in het midden tussen twee lichtpunten. Dit gebeurde onder vergelijkbare omstandigheden zowel voor als na de interventie. Er is niet gewerkt met tussenliggende meetpunten of met een rastermeting. De meetresultaten kunnen daardoor een overschatting van de gemiddelde verlichtingssterkte en een onderschatting van de gelijkmatigheid opleveren. De gevonden waarden kunnen daarom niet vergeleken worden met landelijke richtlijnen of met meetresultaten in andere projecten.

In dit onderzoek stonden drie onderzoeksvragen centraal:

1. In welke mate zijn na de interventies in de openbare verlichting in de projectgebieden veranderingen in veiligheid en veiligheidsbeleving opgetreden (sociale veiligheid en verkeersveiligheid)?
2. In hoeverre verschillen de gevonden resultaten in de projectgebieden ten opzichte van een vergelijkbaar controlegebied?
3. Welke factoren (naast aanpassing van het verlichtingsniveau) zijn mede van invloed geweest op (veranderingen van) de veiligheid en het veiligheidsgevoel?

Veiligheidsbeleving in woonwijken

We constateren in de woonwijken dat in tegenstelling tot wat wij hadden verwacht bij de start van het onderzoek, de gemiddelde gemeten verlichtingssterkte in alle experiment gebieden is toegenomen door vervanging van de bestaande verlichting met LED.

In alle experiment gebieden constateren we een zeer lichte stijging van het beoordelingscijfer voor sociale veiligheid. Alleen in de Kerkstraat in Enschede is sprake van een statistisch significante toename. Ook in de controle gebieden meten we veranderingen. Ten opzichte van deze veranderingen in controlegebieden is het beeld diffuus. Over alle experimentgebieden bekeken (gebiedsscores) zien we gemiddeld een zeer lichte stijging. Voorzichtig en slechts indicatief luidt de conclusie dat de verhoging van de verlichtingssterkte niet tot nauwelijks effect heeft gehad op de sociale veiligheidsbeleving.

De beoordeling van de verkeersveiligheid laat een iets ander beeld zien. In alle experimentgebieden, met uitzondering van Goor is sprake van een lichte toename in de verkeersveiligheidsbeleving. Ook hierbij

zien we dat alleen in de Kerkstraat te Enschede sprake is van een statistisch significante toename. In Goor daalt het beoordelingscijfer voor verkeersveiligheid licht. Als we de gebiedsscores vergelijken met de controlegebieden, dan zien we gemiddeld een zeer lichte toename in de verkeersveiligheidsbeleving, met uitzondering van Dedemsvaart. Ook hier moeten we deze conclusie slechts voorzichtig en als indicatief opvatten.

Op grond van deze voorzichtige conclusies bevelen wij aan om in de toekomst voorzichtiger om te gaan met verhoging van het verlichtingsniveau bij gebruikmaking van LED vervanging. Deze verhoging heeft immers niet of nauwelijks geleid tot een toename in veiligheidsbeleving. Men zou er naar kunnen streven om het bestaande lichtniveau bij vervanging zo veel mogelijk gelijk te houden. In dat geval dient men nadrukkelijk rekening te houden met de vormgeving van armaturen om te voorkomen dat het LED licht te ongelijkmatig wordt verdeeld met als gevolg het ontstaan van te donkere plekken op straat.

Veiligheidsbeleving fietspaden en autowegen

In de experimentgebieden in Wijhe, Olst en Dedemsvaart is sprake van een duidelijk vermindering van de verlichting. Lantaarns werden daar gedoofd. Bij deze experimenten is geen gebruik gemaakt van een controle gebied. Het onderzoek bestond uit een gebruikersmeting. Tussen voor- en nameting constateren we een grote, significante afname in de verkeersveiligheidsbeleving. Ook de sociale veiligheidsbeleving neemt af. Sociale veiligheidsbeleving werd hier gemeten middels stellingen over vermijdingsgedrag van de fietspaden en het percentage van de respondenten dat aangeeft zich vaak onveilig te voelen. We constateerden dat in alle gevallen meer vermijding optreedt volgens de respondenten. Niet in alle projecten is deze stijging overigens statistisch significant, maar lichte tot significante stijging komt wel in alle onderzoeksgebieden naar voren.
Bij weginfrastructuur, vooral fietspaden met een doorgaande functie, komen we op grond van deze constatering tot de aanbeveling om de structuur met korte mastafstanden waar die aanwezig is, in stand te houden en over te schakelen op LED verlichting, in combinatie met statisch of dynamisch dimmen. Hierdoor kunnen doelstellingen van energiebesparing en vermindering van lichthinder worden bereikt, zonder vermindering van verlichtingsniveau voor de meeste gebruikers. Bij fietspaden in recreatiegebieden, die geen doorgaande functie hebben, of bij fietspaden waarvoor een gelijkwaardig alternatief langs bebouwing aanwezig is, geldt deze aanbeveling niet, of althans niet automatisch. Daar kan het geheel verwijderen van verlichting, of het overschakelen op een type verlichting dat alleen oriëntatie van de gebruiker op het wegdek tot doel heeft, een alternatief zijn. Een keuze is altijd maatwerk.

Objectieve Veiligheid

Veranderingen in objectieve veiligheid konden in dit onderzoek niet worden vastgesteld. De belangrijkste reden hiervoor is dat de jaarlijkse frequentie (incidentie) van misdrijven, overlastmeldingen en verkeersongevallen binnen de experiment- en controle gebieden eenvoudig te gering is om een uitspraak te kunnen doen. De jaarlijkse fluctuaties zijn daardoor te hoog om met enige zekerheid te kunnen vaststellen of er daadwerkelijk een relatie is met de verandering in verlichting. Daarnaast bleken in veel gevallen (met uitzondering van Overdinkel en Enschede) incidentiecijfers niet op straatniveau voor dit onderzoek beschikbaar.

Andere factoren

In het onderzoek hebben we geprobeerd om zoveel mogelijk te controleren voor “andere factoren” die van invloed zouden kunnen zijn op veiligheidsbeleving. Een belangrijke rol spelen gebeurtenissen zoals een eventuele ernstige toename van criminaliteit, verkeersongevallen of sterk toegenomen verkeersintensiteit. We hebben dit enerzijds trachten te controleren door gebruik te maken van controle gebieden. Anderzijds zijn tijdens de uitvoering van het onderzoek ook gesprekken gevoerd met bewoners, de lokale voor verlichting verantwoordelijke overheid en de politie. Hieruit bleken geen uitzonderlijke omstandigheden te bestaan die van invloed zouden kunnen zijn op de resultaten.
In Enschede (Pluimstraat), Dedemsvaart, Overdinkel, Delden en Goor is naast de verandering in het soort verlichting ook ’s nachts (na 23.00 uur) een beperkt dimregime uitgevoerd. Middels aanvullende gesprekken met bewoners is onderzocht in hoeverre dit beperkte dimregime van invloed kan zijn geweest op de gevonden resultaten. Wij constateerden uit deze aanvullende gesprekken dat de bewoners het nachtelijk dimmen vaak niet hadden opgemerkt en voorzover zij het wél hadden opgemerkt, geen opmerkingen of klachten daarover hebben geuit. Wij gaan er vanuit dat het dimmen de resultaten niet heeft beïnvloed.
In Overdinkel ging de verandering van de verlichting gepaard met een herinrichting van de weg, waardoor het niet geheel is uit te sluiten dat ook andere ruimtelijke factoren van invloed zijn geweest op de onderzoeksresultaten.

Vervolgonderzoek sterkte en zwakte

Ons onderzoek is uniek in de zin dat er voor het eerst in Nederland verschillende “real life” verlichtingsexperimenten op een vergelijkbare wijze zijn onderzocht met behulp van een controle groep design. Dit maakte het tevens mogelijk om ook, zij het voorzichtig en tentatief, uitspraken te doen over de verschillende experimenten als geheel. De conclusies lijken ook eerder onderzoek te bevestigen: Het verhogen van verlichtingsniveau’s van reeds goed verlichte straten leidt nauwelijks tot een verhoging van veiligheidsbeleving. Het verminderen van verlichtingsniveaus op de fietspaden en verkeerswegen leidt wel tot significante verlaging van verkeersveiligheidsbeleving en tot vermijdingsgedrag.

Met ons onderzoek sluiten we aan bij de lokale uitvoering van verandering in verlichting. De resultaten van onderzoek spelen daarbij een rol. Openbare verlichting is, zoals wij in de inleiding reeds verwoordden, vaak juist aangelegd om veiligheid en veiligheidsgevoel te verhogen. Vanuit dat perspectief is het belangrijk om met name bij toekomstige vermindering van de verlichting de gevolgen goed te blijven monitoren.

Ons onderzoek kent ook enkele zwakten. Allereerst waren de experimentgebieden over het algemeen klein. En juist in een klein gebied, met relatief geringe aantallen respondenten kunnen we vaak moeilijk vaststellen of een gemeten verandering ook in statistische zin significant is. We hebben door vergelijking met controle gebieden en een analyse over alle experimenten desondanks geprobeerd om een patroon te herkennen. Kleine gebieden kennen daarnaast ook een lage incidentie van criminaliteit en verkeersongevallen. Om toch een uitspraak te kunnen doen zouden de onderzoeksgebieden groter moeten zijn (wat juist vaak niet past als het gaat om pilots), of we zouden moeten beschikken over langere

reeksen van waarnemingen voorafgaand aan de interventie en nadien. Het zou daarom interessant zijn om de metingen over enkele jaren nogmaals te herhalen.

Van belang bij de interpretatie van onze resultaten is dat wij gekozen hebben voor een relatief eenvoudige uit te voeren manier van horizontale lichtmeting. Door bij zowel de voor- als nametingen een gelijke methodiek te hanteren kan verandering in de gemeten waarden worden vastgesteld, maar deze gemeten waarden kunnen niet worden gebruikt om de lichtsterkten te toetsen aan de officiële richtlijnen voor openbare verlichting. De metingen zijn uitsluitend geschikt voor het doel van dit onderzoek.

Tot slot bevelen wij aan om bij toekomstig onderzoek gebruik te maken van panels. Deze panels worden nu al in veel gemeenten gebruikt om meningen en behoeften van de bevolking in kaart te brengen. Een voordeel van panel onderzoek is dat we veranderingen in opvattingen en houdingen ook op individueel niveau kunnen volgen en daardoor preciezer kunnen achterhalen onder welke omstandigheden individuen hun mening aanpassen.

Bijlage 1 Bronnen

Elvik R., Vaa, T., Hoye, A. & Sorenson, M. (eds) (2009). The Handbook of road safety measures, 2nd revised edition, Elsevier, Amsterdam

Narisada, K. & Schreuder, D.A. (2013). Light Pollution Handbook, Springer

Provincie Overijssel (2012). *Gezond en veilig wonen en werken in Overijssel; Gezond en Veilig Leefmilieu 2012 – 2015.* Zwolle: Provincie Overijssel.

Ratingen, R. van, en J. van Dijk, W. Tooren, H.J. Zandbergen (2015). Minder Licht?! Een onderzoek naar de relatie tussen openbare verlichting, richtlijnen, energiebesparing en veiligheidsbeleving. Ede: Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV)

SWOV, 2011, SWOV Factsheet Openbare Verlichting, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam

Schreuder, D.A. (1988). De relatie tussen openbare verlichting en de verkeersveiligheid, een aanvullende literatuurstudie, SWOV, Leidschendam

Schreuder, D. (2008). Outdoor Lighting: Vision and Perception, Springer

Welsh, B.P., Farrington D.C. (2008). Effects of improved street lighting on crime. Campbell Systematic Reviews 2008:13

Rapporten door studenten:

Arpali, R., Borst, G., Geurds, M., Hereijgers, L., Peereboom, O. & Vulker, C. (2017). *Bewust verlichten Overijssel, Enschede nameting.* Enschede: Saxion

Bechtel, K., Bouwmeester, L., Bruggeman, Y. & Zweekhorst, R. (2016). *Bewust verlichten Overijssel, voormeting Dedemsvaart.* Enschede: Saxion

Broekhuisen, C., Hekhuis, R., Leeuw, H., Mulder, M. & Paus, C. (2016). *Bewust verlichten Overijssel, Wijhe nameting.* Enschede: Saxion

Drees, B., Heupink, M., Kolkman, D., Pruin, P. & Zeeuw, van de W. (2016). *Bewust verlichten Overijssel in Enschede, voormeting.* Enschede: Saxion

Durdzic, N., Jaspers, K., Nieuwburg, van, L., Ravers, R. & Stein, S. (2016). *Bewust verlichtien Overijssel Hof van Twente, nameting.* Enschede: Saxion

Klaver, M (2016). *Bewust verlichten fietspaden en autowegen Wijhe en Dedemsvaart, voormeting.* Enschede: Saxion

Maat, R.(2016). *Bewust verlichten Hof van Twente.Voormeting Delden en Goor.* Deventer: Saxion

Niemeijer, T. & Vloedgraven, M. (2016). *Bewust verlichten Overijssel, voormeting Kotermeerstal.* Enschede: Saxion

Bijlage 2 Methoden bepaling gemiddelde verlichtingssterkte

Bij het bepalen van de gemiddelde verlichtingssterkte speelt het gegeven een rol dat de verlichtingssterkte meer dan evenredig afneemt met de afstand tot de mast. Anders gezegd: op een punt precies tussen de mast (waar men de Emax meet) en het donkerste punt tussen twee masten in (waar men de Emin meet) meet men doorgaans niet precies het gemiddelde van Emax en Emin, maar een lagere waarde.

Zou men met tussenliggende meetpunten werken en deze resultaten in de berekening van het gemiddelde meenemen, dan zal naar verwachting de gemiddelde verlichtingssterkte lager uitkomen dan bij het werken zonder tussenliggende meetpunten. De vraag is nu: hoeveel lager? En, hoe groot is de afwijking bij verschillende onderlinge mastafstanden?

Om hier zicht op te krijgen zijn in augustus 2016 op een willekeurige locatie in Nederland enkele straten met uiteenlopende mastafstanden, in dit geval het dorp Driebergen, proefmetingen gedaan. Het betrof drie straten met een onderlinge mastafstand en een masthoogte van respectievelijk:

- 15m, masthoogte 4,5m (straat in het dorpscentrum)
- 20m, masthoogte 6m (straat met twee onder één kap woningen)
- 40 m, masthoogte 8m (straat met vrijstaande woningen).

Bij de straat met twee onder één kap woningen zijn de metingen in mei 2017 herhaald, omdat daar in de tussentijd de verlichting is aangepast.
Bij elke straat is een traject ingemeten van vijf opeenvolgende lichtmasten. Steeds werden behalve de Emax en de Emin twee extra metingen gedaan ten opzichte van het normale protocol, te weten op één kwart en op driekwart van de onderlinge mastafstand.
Van alle vier de grootheden (Emax, E1/4, Emin en E3/4) werd het trajectgemiddelde bepaald.
Vervolgens werd uit deze gemiddelden de gemiddelde verlichtingssterkte (Egem) op twee manieren bepaald:

1. de waarden E1/4 en E3/4 werden niet meegenomen in de berekening
2. de waarden E1/4 en E3/4 werden wel meegenomen in de berekening.

Gebleken is het volgende:
In de centrumstraat, waar de masten dicht op elkaar staan (15 m) is de afwijking slechts 2%. Met andere woorden: door tussenliggende meetpunten in de berekening mee te nemen, komt de gemiddelde verlichting sterkte 2% lager uit; een verwaarloosbaar verschil.
In de straat waar de masten het verst uit elkaar staan (40 m) is de afwijking 40%. Met andere woorden: door tussenliggende meetpunten in de berekening mee te nemen, komt de gemiddelde verlichtingssterkte 40% lager uit.

In de straat met de mastafstand van 20 m is de afwijking bij de eerste meting 35% en bij de herhaalde meting 60%.

Wat betekenen deze uitkomsten voor de interpretatie van de metingen die gedaan zijn in de project gebieden in de Overijsselse gemeenten?

Het betrof hier in de meeste gevallen woonstraten met een masthoogte van 4-6m en een onderlinge mastafstand van 20m. Het betrof in geen van de gevallen centrumstraten.
Er kan dus met enige voorzichtigheid van worden uitgegaan, dat in dit type straten met het gevolgde protocol (d.w.z. zonder te werken met tussenliggende meetpunten) er sprake is van een overschatting van de gemiddelde verlichtingssterkte van 35-60%.

Dit betekent tegelijkertijd een onderschatting van de gelijkmatigheid (Uh) van dezelfde orde. Immers, de gelijkmatigheid wordt bepaald door de minimale verlichtingssterkte (Emin) te delen door de gemiddelde verlichtingssterkte (Egem). Neemt de waarde van de noemer in de breuk af, dan neemt de waarde van de breuk (uitgedrukt als een coëfficiënt die ligt tussen 0,0 en 1,0) toe.
De in het hoofdrapport vermelde waarden van de gelijkmatigheid Uh geven dus een te negatief beeld van de werkelijkheid.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gemeten waarden in de proefstraten in Driebergen. Dit betreft gemiddelde waarden over het gehele meettraject, d.w.z. van 5 lichtmasten. Tussen haakjes staan de waarden die bij de herhaalde meting zijn gemeten (dit geldt alleen voor de straat met de onderlinge mastafstand van 20 m).

Tabel meetwaarden Driebergen

Mastafstand	Waarde	Met tussenmeting	Zonder tussenmeting	Verschil
40m	Emax	15,88	idem	
	Emin	1,43	idem	
	Egem	6,2	8,7	40%
	Uh	0,23	0,16	
20m	Emax	4,18 (10,89)	idem	
	Emin	0,34 (0,27)	idem	
	Egem	1,7 (3,5)	2,3 (5,6)	35% (60%)
	Uh	0,2 (0,08)	0,15 (0,05)	
15m	Emax	6,86	idem	
	Emin	2,52	idem	
	Egem	4,6	4,7	2%
	Uh	0,54	0,54	

Bijlage 3 Project Dedemsvaart; Kotermeerstal

De gemeente Dedemsvaart droeg naast de woonwijken en het fietspad, ook een recreatiegebied aan als onderzoeksproject. De voormeting in het recreatiegebied Kotermeerstal is uitgevoerd door een groepje studenten in de minor 2014-2015. Dit onderzoek is vooral op een kwalitatieve manier aangepakt en omvat ook andere elementen in het recreatiegebied, zoals parkeerterreinen en het toiletgebouw bij het strand. De belangrijkste methoden waren het uitvoeren van de schouw overdag en 's avonds (waarbij ook lichtmetingen zijn uitgevoerd) en interviews met professionals. Er is in dit onderzoek geen enquête afgenomen onder gebruikers. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in het rapport van de studenten (Niemeijer en Vloedgraven, 2015). De nameting is uitgevoerd in de minor 2016-2017.

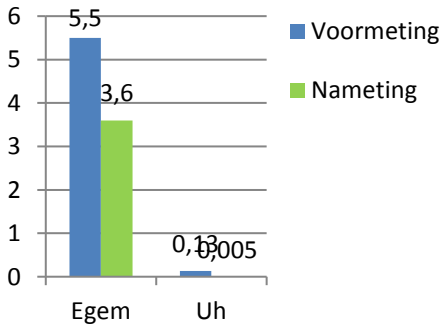
Bij het project in het recreatiegebied Kotermeerstal zijn de lampen om en om gedoofd, en is er bij de lichtmasten die in bedrijf blijven een nieuwe lamp gemonteerd (LED).

Fietspad recreatiegebied Kotermeerstal, Dedemsvaart. Bij de nameting branden de lampen om en om. De lichtmasten waarvan de lamp niet brandt zijn nog wel aanwezig.	Een gedeelte van het fietspad in het recreatiegebied Kotermeerstal ligt tussen bosschages. De lampen staan daardoor voor een deel in de bomen.

<u>Kenmerken verlichting:</u>

Voorafgaand aan de presentatie van de gegevens over de kenmerken van de verlichting, merken we op dat er in de nameting op precies dezelfde plaatsen is gemeten als in de voormeting. In de nameting werd een groot deel van de metingen gedaan onder een lantaarnpaal waarvan het licht uit was. Uiteraard werd de uitkomst van deze metingen niet geregistreerd als een waarde voor de Emax, zoals bij de voormeting, maar als een waarde voor de Emin.

De gemiddelde verlichtingssterkte in het projectgebied daalt door het uitzetten van delen van de verlichting van 5,5 lux naar 3,6 lux. De gelijkmatigheid van de verlichting daalt eveneens van 0,13 lux naar 0,005 lux. Dit betekent dat zowel de verlichtingssterkte als de gelijkmatigheid is afgenomen. In onderstaande figuur zijn deze gegevens grafisch afgebeeld.



Beoordeling van de verlichting

Er is op het fietspad in het recreatiegebied Kotermeerstal geen gebruikersonderzoek uitgevoerd zoals we dat bijvoorbeeld bij de fietspaden hebben gedaan. Het fietspad heeft voor niemand een doorgaande functie, het is een puur recreatief te gebruiken fietspad. Het zou in een vergelijkende analyse niet zuiver zijn wanneer een deel van de casussen een doorgaand fietspad betrof en een ander deel een puur recreatief fietspad. Daarom wordt wat betreft het standaard onderzoeksdesign bij de casus Kotermeerstal volstaan met de vermelding van de gegevens over de verlichting, zoals hierboven is gedaan.

Bij de casus Kotermeerstal deed zich, door bereidwilligheid en interesse van betrokken partijen (gemeente, aannemer en onderzoekers) de mogelijkheid voor een experiment te doen met verschillende typen (LED) verlichting. Het draaide in dit experiment om het gemak van het zoeken van een voorwerp, de herkenbaarheid van een tegemoet komend persoon en de herkenbaarheid van kleuren.
Het experiment vond plaats in april 2015 op een deeltraject van het fietspad in Kotermeerstal waarbij dit traject tijdelijk verlicht werd met vijf verschillende typen verlichting.
Een samenvatting van dit experiment is afgedrukt als bijlage 4 bij dit rapport.

Bijlage 4 Experimenten Kotermeerstal

In april 2015 is er een experiment gehouden op een deeltraject van het fietspad in Kotermeerstal waarbij dit traject tijdelijk verlicht werd met vijf verschillende typen verlichting. Aanleiding was het plan van de gemeente om hier verlichting te vervangen en daarvoor een aantal alternatieven te willen onderzoeken. (De gemeente wilde tegelijkertijd naar een vermindering van licht op dit fietspad door halvering van het aantal lichtmasten, maar dat gegeven speelde in dit vooronderzoek geen rol).
De vraagstelling van het experimentele onderzoek luidde: welk van de 5 typen verlichting in de proefopstelling komt er het best uit wanneer we kijken naar beleving van het licht en concrete prestaties, zoals herkenbaarheid van kleuren, personen en voorwerpen?
De onderzochte typen verlichting waren:

1. Indal Retroled paaltoparmatuur
2. Koffer LED mini (kofferarmatuur)
3. Innolumis Golden Green LED met kofferarmatuur Nicole
4. Saled lamp in huidig kofferarmatuur
5. Traditionale PL lamp (24W) in huidig kofferarmatuur.

Type 3 gaf groen licht. Type 2 gaf een geelachtig licht. De overige typen gaven wit licht.
Type 4 is een zogenaamde LED-vervanger: een LED lamp die in de huidige armatuur kan worden gemonteerd. Type 5 was de lamp zoals die al aanwezig was over het gehele traject van het fietspad, maar dan een nieuw exemplaar.
Er is op drie manieren onderzoek gedaan:

- Schriftelijke enquête onder de deelnemers aan het experiment (6 personen)
- Experiment met kleurherkenning, persoonsherkenning en het vinden van voorwerpen op het wegdek
- Lichtmetingen met de luxmeter.

Enquête

De meest opvallende uitkomsten van de enquête zijn de volgende:

- De typen met LED-armaturen en LED-verlichting (typen 1,2 en 3) komen iets beter uit de enquête dan de huidige verlichting en het huidige armatuur met LED-vervanger.
- Type 2 scoorde negatief op het verblindingseffect; bij type 3 ervaart de helft van de respondenten (enige) verblinding en de andere helft niet.
- Type 3, de groene LED, scoorde het hoogst op ‘prettige kleur’ (positief bij alle respondenten)

Luxmetingen

De metingen ondersteunen de enquêteresultaten. Typen 1,2 en 3 hebben de hoogste gemiddelde verlichtingssterkte en tevens de hoogste gelijkmatigheid.

Bij type 1 zijn deze waarden 8,6 lx respectievelijk 0,18; bij type 2 zijn deze waarden 6,1 lx en 0,11. Type 3 is wat betreft de gemiddelde verlichtingssterkte (7,2 lx) vergelijkbaar met type 1 en2, maar scoort minder gunstig op de gelijkmatigheid: 0,06.
Typen 4 en 5 scoren nog lager op gelijkmatigheid dan type 3: 0,04 (type 4) en 0,02 (type 5).

Experimenten

Proef 1: vinden van een voorwerp

Met deze proef werd in kaart gebracht in hoeverre de verlichting functioneel was om kleine voorwerpen (bijvoorbeeld een verloren handschoen) van enige afstand op het wegdek of in de berm (op maximaal een meter van de rand van het wegdek) te kunnen zien liggen. De groep van 6 personen werd verdeeld in 2 groepen van 3 personen, groep 1 en groep 2.

Er waren 2 waarnemingsmomenten c.q. -afstanden:

1. Het moment c.q. de afstand waarop men zag *dat* er een voorwerp lag
2. Het moment waarop men kon zien *welk* voorwerp het was (er waren twee voorwerpen: een handschoen en een houder van een rol hondenpoepzakjes, beide zwart).

Onderstaand worden per groep de resultaten weergegeven van de geregistreerde waarnemings-afstanden.

Groep 1

Sector/type	1	2	3	4	5
1e waarneming	8 meter	11 meter	25 meter	22 meter	4 meter
2e waarneming	4 meter	11 meter	2 meter	4 meter	4 meter

Groep 2

Sector/ type	1	2	3	4	5
1e waarneming	16 meter	19 meter	28 meter	38 meter	3 meter
2e waarneming	2,5 meter	3,5 meter	5 meter	3 meter	3 meter

De tabellen laten zien dat de vijf typen verschillend presteren, vooral op de 1e waarneming van het voorwerp, d.w.z. het moment dat men kan zien dát er iets ligt, maar nog niet wát er precies ligt.
Typen 3 en 4 (de groene LED en de LED-vervanger) springen er wat dat betreft positief uit.

Proef 2: herkennen van een tegemoetkomend persoon

Voor de sociale veiligheid is het moment c.q. de afstand waarop men een tegemoetkomend persoon in zijn gezicht kan zien en deze eventueel kan herkennen een belangrijk gegeven. Daarom is hiermee ook een proef gehouden. Aanvankelijk was de opdracht dat de waarnemer moest aangeven welk van de twee van zijn groepsgenoten hem tegemoet kwam. Deze opdracht werkte echter niet naar behoren. De waarnemer kon aan het postuur en de manier van lopen direct al zien wie van zijn twee groepsgenoten

hem tegemoet kwam. Daarom is de proef aangepast. De opdracht werd: wanneer (=op welke afstand) kun je als waarnemer de *gelaatsuitdrukking* van de persoon die je tegemoet komt voor het eerst zien? Deze proef is door één van de twee groepen uitgevoerd; de andere groep deed tegelijkertijd de proef met kleurherkenning (zie verderop).

Sector/type	1	2	3	4	5
Waarneming gelaatsuitdrukking	31 meter	31 meter	31 meter	30 meter	30 meter

De tabel laat zien dat de 5 typen verlichting alle dezelfde prestatie leverden bij deze proef.

Proef 3: kleurherkenning

Voor de sociale veiligheid is de mate waarin men kleuren kan herkennen een belangrijk gegeven. Daarom is hiermee ook een proef gedaan. De waarnemer moest zijn groepsgenoten tegemoet komen, en aangeven wanneer (=op welke afstand) hij op het paneel met 5 verschillende kleuren papier, dat zijn groepsgenoten vasthielden, alle kleuren kon herkennen. Deze proef gaf de volgende uitslag:

Sector/type	1	2	3	4	5
Positieve waarneming	23 meter	14 meter	0 meter	20 meter	26 meter

De tabel laat zien dat de prestaties van de verschillende typen licht op het aspect kleurherkenning behoorlijk uiteen lopen. De groene led (type 3) scoorde zeer slecht op kleurherkenning: zelfs op 1 meter afstand konden de kleuren nog niet worden herkend. Dit lukte pas wanneer men er een zaklamp of telefoon bij hield die wit licht geeft. Type 2 (met het geelachtige licht) scoort iets minder goed dan de typen met wit licht.

Slotsom

Type 1 komt het best uit de enquête en de luxmetingen; ook bij de experimenten komt type 1 er goed uit, zij het niet als beste. Type 1 kent bovendien geen verblindingsprobleem.
Type 2 komt redelijk uit de enquête en goed uit de luxmetingen en de experimenten, maar kent een probleem met verblinding.
Type 3 (de groene LED) komt goed uit de enquête, de luxmetingen en de enquête, maar zeer slecht uit één experiment: kleurherkenning. Men ervaart volgens de enquête de groene kleur wel als prettig en passend bij de natuurlijke omgeving, maar tegelijkertijd heeft deze groene kleur het nadeel dat de kleuren in de omgeving niet herkend kunnen worden.

Typen 4 en 5 kunnen beschouwd worden als alternatieven voor de typen 1 tot en met 3. Typen 4 en 5 komen weliswaar minder gunstig uit de enquête, luxmeting en experimenten dan typen 1 en 3, maar ook beslist niet slecht. Typen 4 en 5 kennen bovendien beide geen probleem met verblinding, zoals

type 2. Uit oogpunt van sociale veiligheid is de voorkeursvolgorde, zoals die voortvloeit uit de resultaten van het experiment: 1, 4 en 5.