

KWALITEITSVERBETERINGEN AAN DE VERLICHTING VAN FIETSEN

Consult ten behoeve van de Directie Verkeersveiligheid

R-85-6

Dr. ir. D.A. Schreuder

Leidschendam, 1985

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding
2. Functionele vereisten
3. Lichttechnische aspecten
 - 3.1. De signalering
 - 3.2. De verlichting
 - 3.3. Combinatie van signalering en verlichting
4. Technische aspecten
 - 4.1. Algemeen
 - 4.2. Verlichting niet steeds ingeschakeld wanneer nodig
 - 4.3. Verlichting vaak defect
 - 4.4. Verlichting vaak ontoereikend
 - 4.5. Verlichting bij stilstand
5. Weerstanden tegen het invoeren van verbeteringen
6. Discussie
7. Conclusies
8. Aanbevelingen

Appendix: Enige functionele vereisten voor fietsverlichting

VOORWOORD

In het onderhavige rapport wordt een probleemanalyse gegeven betreffende de mogelijke verbeteringen die zouden kunnen worden voorgesteld voor de verlichting van fietsen. Daarbij is in de eerste plaats aandacht besteed aan het opsporen van lacunes in de momenteel aanwezige kennis - die in een "state of the art"-rapport kunnen worden opgevuld - en aan mogelijkheden van toepassing van maatregelen en/of technische hulpmiddelen die momenteel daarvoor reeds ver genoeg zijn uitgewerkt.

Aangezien het hier om een aanzet gaat, zijn de meeste verwijzingen naar reeds uitgevoerd onderzoek achterwege gelaten. Een eventuele nadere uitwerkingen kan in een "state of the art"-rapport uitgebreid worden besproken. Wel kan nu reeds worden verwezen naar de rapportages van IWACC, IW/TNO, IZF/TNO en SWOV over dit onderwerp. Een eventueel op te stellen "state of the art"-rapport zal voor een aanzienlijk deel op deze rapportage kunnen voortbouwen.

De notitie past in de activiteiten die de SWOV onderneemt ter ondersteuning van de onderbouwing van het Nationaal Verkeersveiligheidsplan, in de vorm van een antwoord op een consultaanvraag van de Directie Verkeersveiligheid.

Het consult is opgesteld door dr. ir. D.A. Schreuder (afdeling Pre-crash Onderzoek).

Prof. ir. E. Asmussen

Directeur Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

1. INLEIDING

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat een aanzienlijk aantal nachtelijke verkeersongevallen waarbij fietsers (meestal als slachtoffer) zijn betrokken, mede of zelfs voor het grootste deel wordt veroorzaakt door een onvoldoende zichtbaarheid van de fiets(er).

Als tegenmaatregel tegen deze categorieën van ongevallen zijn fietsers verplicht om bij duisternis verlichting te voeren. Deze verlichting is aan regels gebonden; deze regels zijn echter zeer summier en beslaan maar een gedeelte van het aspect "fietsverlichting". In zijn algemeenheid kan veilig worden gesteld dat het systeem van fietsverlichting in de praktijk niet voldoet. Voorts zijn er goede gronden om aan te nemen dat de verkeersveiligheid gediend zou worden als de fietsverlichting beter zou voldoen. Dit te meer daar er een aantal maatregelen wordt overwogen die slecht zichtbare fietsers in een nog meer dan momenteel kwetsbare positie zouden kunnen plaatsen, te weten een verandering in de voorrangsregeling van langzaam verkeer, en een verandering in de classificatie van tweewielers. Overigens is noch over deze maatregelen, noch over hun eventuele invloed op de verkeersveiligheid, met name die van fietsers momenteel veel te zeggen.

Een alternatieve aanpak is om te kijken of de fietsverlichting niet overbodig kan worden gemaakt. Men kan daarbij aan twee mogelijkheden denken: het aanbrengen van installaties voor openbare verlichting, of het voorzien van de fietsen met retroreflecterende middelen. Beide methoden worden op grote schaal toegepast en blijken onder vele omstandigheden ook uiterst effectief te kunnen zijn. Uit theoretische overwegingen, maar veel meer nog uit de ervaringen in de praktijk blijkt echter dat deze twee alternatieven (apart of in combinatie) de fietsverlichting niet onder alle omstandigheden kunnen vervangen. Dit ligt deels in de fysische beperkingen van die twee alternatieven, deels in de onmogelijkheid ze overall toe te passen uit overwegingen van kosten (en van doelmatige kostenbesteding). Fietsverlichting moet derhalve als onontbeerlijk worden beschouwd.

Het feit dat fietsverlichting momenteel niet voldoet, heeft in grote lijnen drie oorzaken:

- de verlichting wordt niet ingeschakeld wanneer het nodig (of verplicht, of beide) is;
- de verlichting is defect;
- de verlichting is ontoereikend, ook al is hij niet defect en wel ingeschakeld.

Het doel van het onderhavige rapport is een analyse te geven van deze problematiek. Daarbij zal meer in het bijzonder aandacht worden besteed aan vragen waarvan men mag verwachten dat - wanneer ze beantwoord kunnen worden - een positief effect zal uitgaan:

1. Bestaan er voorstellen voor maatregelen die op uitvoering liggen te wachten?
2. Zijn er maatregelen aan te wijzen die nog verdere onderbouwing vereisen?
3. Zijn er probleemgebieden te definiëren waarvoor nog geen maatregelen in zicht zijn?

Uit de verdere analyse zal blijken dat de eerste vraag bevestigend kan worden beantwoord. Er zijn inderdaad maatregelen aan te wijzen die ver genoeg zijn uitgewerkt om op korte termijn ingevoerd te kunnen worden. Deze maatregelen blijken te liggen zowel op het gebied van de regelgeving en -handhaving, als van de technische hulpmiddelen. Er blijkt echter van een zekere weerstand sprake te zijn om dergelijke maatregelen ook daadwerkelijk in te voeren. We zullen nog terug moeten komen op deze weerstand.

Uit de uitwerking van de probleemanalyse zal blijken dat er voldoende materiaal aanwezig lijkt te zijn om tot zekere, voorzichtige conclusies te kunnen besluiten. Er zijn echter ook nog bepaalde lacunes aan te geven; wanneer deze lacunes in de kennis moeten worden opgevuld, en wanneer voor de reeds getrokken conclusies een nadere en hechtere onderbouwing gewenst wordt, is een nadere studie (een "state of the art"- rapport bijvoorbeeld) noodzakelijk. Een dergelijk rapport zou dan tevens de nadere onderbouwing in de zin van verwijzingen naar de literatuur en naar reeds uitgevoerde onderzoeken kunnen verbreden.

Dit consult sluit aan op een aantal eerdere SWOV-studies waarbij de verlichting en signalering van voertuigen aan de orde is geweest. De functionele aspecten zijn in detail uitgewerkt in een studie van R. Roszbach "Verlichting een signalering aan de achterzijde van voertuigen" (SWOV R-74-11), terwijl aspecten van verlichting en signalering in hun onderlinge samenhang in detail zijn besproken in een studie van D.A. Schreuder "Voertuigverlichting binnen de bebouwde kom" (SWOV R-76-7) en in het consult "De waarneembaarheid bij duisternis van de zijkant van fietsen" (SWOV R-82-36).

Een groot deel van de problematiek is in deze rapporten behandeld; het onderhavige rapport is daarom kort wat dit betreft. Een aantal van de factoren die van belang zijn, is volledigheidshalve in een Appendix toegevoegd.

In dit consult wordt een overzicht gegeven van de aspecten die bij fietsverlichting aan de orde komen, en tevens is een overzicht gegeven van de oplossingen die voor de verschillende problemen in aanmerking zouden komen. Er wordt volstaan met een globale aanduiding van de probleemgebieden en de oplossingen. Er is niet in detail ingegaan op de mogelijkheden ze ook praktisch uit te voeren. Ook is niet nader ingegaan op de onderlinge samenhangen tussen de problemen en tussen de eventuele oplossingen, en al evenmin op de eventuele consequenties die de invoering zou kunnen hebben op andere aspecten van het verkeerssysteem. Deze zaken kunnen in een eventueel vervolgrapport aan de orde te komen.

Het rapport is beperkt tot fietsen; snor- en bromfietsen hebben door het feit dat ze motorisch worden voortbewogen en niet door middel van de spierkracht van de berijder, geheel andere problemen; en ook geheel andere oplossingen daarvoor. Dit geldt in nog sterkere mate voor motorfietsen. Dit punt betekent wel dat eventuele veranderingen in de categorie-indeling, evenals eventuele veranderingen in voorrangregelingen, van invloed kunnen zijn op hetgeen hier is behandeld: er kunnen zich veranderingen voordoen in de problemen, in de onderlinge afstemming van problemen en oplossingen en op de oplossingen zelf. In dit verband kan worden verwezen naar een aantal recente studies van het IWACC en van IW/TNO over de problemen van verlichting en markering van fietsen in verband met de voorgenomen wijziging in de voorrangregeling van langzaam verkeer.

Het rapport is als volgt opgebouwd: Uitgegaan wordt van de eisen die aan de verlichting van fietsen dienen te worden gesteld opdat deze verlichting adequaat als zodanig kan fungeren (de zgn. functionele vereisten). Er zijn twee hoofdfuncties: de signaleringsfunctie en de verlichtingsfunctie. In Hoofdstuk 2 en in de Appendix worden deze begrippen nader uitgewerkt. Vervolgens komen in Hoofdstuk 3 de lichttechnische eisen aan de orde die uit deze functionele vereisten kunnen worden afgeleid. In Hoofdstuk 4 wordt nagegaan welke technische mogelijkheden momenteel bestaan, of in de naaste toekomst verwacht mogen worden, die het de fietser mogelijk zouden maken om aan de gestelde lichttechnische eisen te voldoen. Immers, wanneer steeds aan deze lichttechnische eisen zou worden voldaan, zou er geen "probleem fietsverlichting" bestaan. Geconstateerd is echter dat niet steeds aan deze eisen is voldaan. Er bestaat een zekere weerstand tegen het gevolg geven aan deze eisen; in Hoofdstuk 5 zal nader worden bekeken waar die weerstand ligt en hoe ze zich uit. Het rapport zal besluiten met een nadere discussie dienaangaande, en met een opsomming van een aantal conclusies die uit het gepresenteerde materiaal kunnen worden getrokken. Er is reeds aangegeven dat deze conclusies een nadere onderbouwing zouden kunnen krijgen vanuit een eventueel vervolgrapport. Tenslotte worden enige voorlopige aanbevelingen, gebaseerd op deze conclusies, gegeven.

2. FUNCTIONELE VEREISTEN

Fietsverlichting heeft twee verschillende functies, die ieder hun eigen lichttechnische eisen vertegenwoordigen.

De eerste functie is het zichtbaar maken van de fiets voor andere weggebruikers, meer in het bijzonder voor bestuurders van auto's. De fiets moet daarbij op een zodanig tijdstip (of op een zodanige afstand) kunnen worden ontwaard, en als fiets kunnen worden herkend, dat de bestuurder van de auto nog die maatregelen kan treffen die nodig zijn om een botsing te voorkomen - bijvoorbeeld uitwijken of snelheid verminderen. Bij deze functie wordt er dus vanuit gegaan dat de taak ter vermindering van de botsingen geheel ligt bij de bestuurders van de andere (motor)voertuigen. We zullen deze functie de signaleringsfunctie noemen.

De fiets kan in beginsel van alle kanten worden genaderd op een zodanige wijze dat een botsing zou kunnen volgen; dit houdt in dat de signalering vanuit alle richtingen effectief moet zijn (uiteraard alleen de ongeveer horizontale richtingen!). De informatie die aan de naderende andere weggebruiker (die we hier korthedshalve als automobilist zullen aanduiden, ofschoon natuurlijk ook andere weggebruikers op een botskoers met een fiets terecht kunnen komen) moet worden overgebracht, is complex. Niet alleen de aanwezigheid van de fiets moet worden aangeduid, en dat dan bij aanwezigheid van allerlei visueel storende elementen. Ook de plaats, afstand, snelheid en rijrichting ten opzichte van de rijrichting van de auto moet worden aangeduid. En, misschien het belangrijkste, er moet worden aangeduid dat het om een fiets gaat, en niet om een ander voorwerp in het verkeersveld. In het volgende hoofdstuk zullen we in het kort aanduiden tot welke technische (lichttechnische) eisen dit leidt.

De tweede functie van de fietsverlichting is het zichtbaar maken van de weg, meer in het bijzonder het duidelijk zichtbaar maken van het pad dat de fiets zal gaan afleggen. Zichtbaar betekent hier: het duidelijk aangeven van het verloop van het pad (bochten, hellingen), het aanduiden van oneffenheden en beschadigingen in de bestrating van het pad, en het zeer duidelijk aangeven van eventuele obstakels op het pad. Ook aangaande deze tweede functie kunnen een aantal lichttechnische eisen worden opgesteld. We zullen dit de verlichtingsfunctie noemen.

Een belangrijke vraag betreft de relatieve prioriteit van deze twee functies. Hierover bestaat verschil van mening, maar duidelijk is wel dat tenminste aan de eerste functie moet kunnen worden voldaan: zonder adequate signalering kan er van veilig fietsen bij duisternis geen sprake zijn. Voorts is het duidelijk dat bij het fietsen bij duisternis op een pad zonder openbare verlichting ook aan de tweede functie moet kunnen worden voldaan; fietsen over een onverlicht pad is niet of nauwelijks mogelijk, en is zeker niet te rijmen met veilig fietsverkeer. De vraag over de prioriteit van de twee aspecten of functies is er dus eerder één van het relatief voorkomen van deze twee soorten van situaties; anders gezegd: de mate waarin, behalve aan de eerste functie, ook aan de tweede functie kan worden voldaan, hangt vooral af van de frequentie waarin fietsers van onverlichte paden bij duisternis gebruik moeten maken. Hierover bestaan heel weinig gegevens; wel bestaat het vermoeden dat het over een numeriek zeer kleine fractie van alle verplaatsingen per fiets gaat, maar ook dat deze verplaatsingen voor een deel van de bevolking onontbeerlijk zijn, in de zin dat de personen die dat deel van de bevolking uitmaken voor het realiseren van hun sociale functies vrijwel uitsluitend op de fiets zijn aangewezen, terwijl de bij die sociale functie horende verplaatsingen voor een aanzienlijk deel bij duisternis plaatsvinden over onverlichte (fiets)paden. We denken hier speciaal aan de scholieren van de lagere klassen van het middelbaar onderwijs, meer in het bijzonder diegenen woonachtig in kleine plaatsen of op het platteland.

In de Appendix komen de signaleringsfunctie, de wijze waarop informatie met behulp van signaallichten kan worden gecodeerd, en de verlichtingsfunctie in detail aan de orde. Deze hebben geleid tot de lichttechnische eisen die in het volgende hoofdstuk worden beschreven.

3. LICHTTECHNISCHE ASPECTEN

Uit de in de Appendix beschreven functionele vereisten kunnen de eisen aan de technische uitvoering worden afgeleid. We zullen ons hier beperken tot de lichttechnische eisen; andere eisen komen verderop aan de orde.

3.1. De signalering

In de eerste plaats wordt de signalering besproken. Wat betreft de praktische uitvoering gelden daarbij de volgende conclusies:

1. Voor de signalering is voor de zichtbaarheid naar alle kanten tenminste een lichtsterkte van ca. 0,1 cd nodig, onafhankelijk van de kleur. Voor voldoende opvallendheid is een aanzienlijk grotere lichtsterkte nodig. Er zijn geen onderzoeken beschikbaar die voor de hier aan de orde zijnde situaties geldige resultaten hebben opgeleverd, zodat de lichttechnische eisen wat dit punt betreft vooral op praktijkervaringen zijn gebaseerd. Men neemt daarbij meestal aan dat een voldoende opvallendheid bij duisternis op wegen met tamelijk druk verkeer en met verstoringen uit de omgeving is gewaarborgd bij een lichtsterkte van ca. 10 à 20 cd voor een wit voorlicht en van ca. 3 à 6 cd voor een rood achterlicht. Daarbij is rekening gehouden met de grotere opvallendheid van rood licht ten opzichte van wit licht en met de geringere naderingssnelheid die bij nadering van achteren te verwachten is. Voor de lichtsterkte die naar opzij voldoende opvallendheid moet waarborgen is nog minder te zeggen omdat daaraan tot nu toe vrijwel in het geheel geen aandacht is besteed. Men mag echter verwachten dat, mede gezien de verkeerssituaties die horen bij nadering van opzij, lichtsterkten die wat lager zijn kunnen worden geaccepteerd - als schatting: ca. 1 cd. De verkeerssituaties zijn immers gewoonlijk verbonden met kruisingen van wegen, waarbij ook op andere wijze aan de opvallendheid aandacht wordt besteed. Maar zoals gezegd, het is niet meer dan een schatting. De genoemde waarden zijn gebaseerd op de ervaringen die men heeft opgedaan bij de signalering van auto's, die overigens gezien hun meestal aanzienlijk hogere snelheid grotere lichtsterkten hebben - en hebben moeten.
2. Voor de kleurcodering komen, zoals reeds is opgemerkt, eigenlijk alleen rood en geel of wit in aanmerking. Voor fietsen wordt aansluiting gezocht bij de traditionele markering van voertuigen, waar rood is ge-

reserveerd voor de achterzijde en wit (of eventueel witachtig geel) voor de voorzijde. Voor de zijkant overheerst geel of oranje (amber). Dit kleursysteem wordt niet consequent gehanteerd, noch in de praktijk, noch in allerlei voorstellen tot verbetering van de zichtbaarheid van fietsen. Voor de verlichting vindt men gewoonlijk dat het zijwaarts uitgestraalde licht van voor- en achterlampen (zo het er al is) wit, resp. rood is, en niet geel. Voor retroreflecterende middelen vindt men nog grotere afwijkingen. De achterreflector is steeds rood, en de voorreflector (voor zover aanwezig) moet wit zijn. Maar pedaalreflectoren die zowel van voren als van achteren zichtbaar zijn, maar niet van opzij, zijn geel, evenals de reflectoren opzij aan trappers en stuur, die overigens niet veel worden toegepast. Spaakreflectoren zijn soms wit, soms geel en soms rood, terwijl het achterspatscherm van fietsen diffuus wit is (in Nederland tenminste) of reflecterend geel. Derhalve een weinig gestandaardiseerde toestand!

Dit gebrek aan eenvormigheid is natuurlijk niet gewenst. Maar de waarneembaarheid van juist de fiets is van dusdanig groot belang dat, bij botsingen tussen belangen van waarneembaarheid en eenvormigheid, meestal de keuze ten voordele van de waarneembaarheid uitvalt.

3. De mogelijkheid om ook bij duisternis een fiets als zodanig te herkennen wordt bevorderd door de kenmerken van de fiets door signaleringsmiddelen te onderstrepen. Het gaat daarbij om de tweewieligheid en om de specifieke trapbewegingen. Voor de daartoe opzettelijk aangebrachte middelen komen eigenlijk alleen retroreflectoren in aanmerking, ofschoon het zwaaiende licht van een fietskoplamp toch wel een zeer specifieke beweging vertegenwoordigt. Het zijn vooral de reeds genoemde pedaalreflectoren die de trapbeweging zeer duidelijk doen uitkomen, maar weinig effectief zijn (afscherming, vervuiling, beschadiging). De tweewieligheid wordt op uitstekende wijze gekenmerkt door band- of stripreflectoren, en ook door spaakreflectoren van verschillende vorm, zo goed zelfs dat gewaakt moet worden voor overdrijving: "overreflectorisatie" is een reëel gevaar!

4. Een speciaal geval van noodzaak voor signalering komt voor in situaties waar de fiets op de rijbaan stil staat - stil moet staan, bijvoorbeeld bij het voorsorteren op een kruising. De situatie is tamelijk specifiek: de fiets staat gewoonlijk (bijna) midden op de weg, enigszins schuin ten opzichte van de wegas. De traditionele door een dynamo gedre-

ven fietsverlichting werkt niet - uiteraard niet bij stilstand. De signaleringsvereisten zijn dezelfde als bij rijdende fietsen, maar de technische mogelijkheden zijn anders. Momenteel bestaat er onzekerheid over de precieze omvang van het zich hierbij voordoende probleem - uit te drukken in aantal en/of ernst van de ongevallen.

3.2. De verlichting

De lichttechnische eisen voor zover het de verlichtingsfunctie betreft zijn slechts zeer summier bekend. Op basis van enige laboratoriumproeven, rijproeven, praktijkervaringen en de meting van bestaande fietsverlichting neemt men meestal aan dat de bundel van het hoofdlicht als piekwaarde tenminste ca. 400 cd moet opleveren, en dat de bundelbreedte (halfwaardebreedte) tenminste ca. tweemaal 10^0 moet bedragen.

3.3. Combinatie van signalering en verlichting

De ISO-norm die in ontwerp is aanvaard en die in een aantal landen is geratificeerd stelt dat een verlichting als omschreven in par. 3.2. aan de voorzijde van de fiets aanwezig moet zijn. Op zichzelf is dat een goede - zij het wat beperkte - waarde die met moderne (halogeen-)koplampen vrij gemakkelijk is te bereiken. Met de huidige middelen is het echter niet mogelijk om tegelijk aan de hier gegeven eisen van verlichting en signalering te voldoen. De genoemde ISO-norm stelt dan ook eisen aan de lichtuitstraling naar opzij en naar achter die veel lager zijn dan de in par. 3.1 genoemde eisen.

In Hoofdstuk 2 is er reeds op gewezen dat het niet goed bekend is hoe het relatieve belang is van de twee groepen van functionele vereisten. Het is daarom moeilijk te zeggen wat het beste compromis is; maar wanneer men uitgaat van botsingen dan lijkt de signaleringsfunctie veel belangrijker te zijn. Tegen het zonder nadere overwegingen aanvaarden van de ISO-norm dient dan ook te worden gewaarschuwd. Immers er zijn nog wel andere en betere compromis-voorstellen te bedenken.

4. TECHNISCHE ASPECTEN

4.1. Algemeen

Zoals reeds in de Inleiding is vermeld is de situatie wat betreft de verlichting van fietsen in Nederland momenteel niet bevredigend. Het is niet precies bekend hoe de situatie is in andere landen, maar er is geen reden om aan te nemen dat het er veel beter zou zijn.

Wanneer aan de lichttechnische eisen zoals geformuleerd in het vorige hoofdstuk zou zijn voldaan, bestond er geen probleem. Er zal worden nagegaan wat de technische aspecten daarbij zijn; welke technische problemen er kunnen worden gesignaleerd, en ook welke technische oplossingen daarbij kunnen worden vermeld. Deze zullen vooral liggen op het gebied van de eerste en de tweede van de drie in de Inleiding geformuleerde vragen. Een aantal van de mogelijkheden tot verbetering van de situatie is naar voren gebracht in de antwoorden die zijn gegeven op de prijsvraag "Fiets Veilig". We komen in Hoofdstuk 5 terug op deze prijsvraag.

Het zal blijken dat er vrij veel mogelijkheden bestaan om, reeds nu, de technische problemen van fietsverlichting bevredigend te kunnen oplossen. We hebben reeds enige malen melding gemaakt van een zekere weerstand om deze technische hulpmiddelen ook daadwerkelijk toe te passen; ook daarop komen we in Hoofdstuk 5 nader terug.

In de Inleiding zijn reeds drie gebieden signaleerd alwaar de problemen vooreerst lijken te liggen, te weten:

- de verlichting wordt niet steeds ingeschakeld wanneer dit nodig is;
- de verlichting is defect;
- de verlichting is ontoereikend, ook al is hij niet defect en wel ingeschakeld.

Daaraan kan nog worden toegevoegd het probleem dat kan ontstaan bij stilstand.

In hetgeen volgt zullen we deze vier aspecten behandelen.

4.2. Verlichting niet steeds ingeschakeld wanneer nodig

Voor het feit dat de verlichting niet steeds wordt ingeschakeld wanneer dat nodig is, is een aantal redenen aan te voeren. Ten eerste hebben de gangbare uitvoeringsvormen van de fietsverlichting (in Nederland tenminste!) een dynamo die door het voorwiel wordt aangedreven. Deze aandrijving is meestal zeer weinig efficiënt, zodat de verlichting een grote extra weerstand teweegbrengt. Onderzoek van o.a. IW/TNO heeft uitgewezen dat een extra "weerstand" van ca. 25 Watt niet ongebruikelijk is, terwijl de "weerstand" van de fiets in zijn geheel bij gemiddeld gebruik op een vlakke weg ca. 80 Watt bedraagt. Het is dus niet te verwonderen dat vele fietsers aarzelen om hun verlichting in te schakelen. Daarbij komt als tweede reden het feit dat de constructie van de dynamo zodanig is dat het in- en uitschakelen van de verlichting tijdens het fietsen niet altijd gemakkelijk is - ook dit werkt een frequent gebruik van de fietsverlichting niet in de hand. En ten derde is de aandrijving door een rol tegen de band niet positief; er treedt gemakkelijk slip op waarbij het toerental van de dynamo uiteraard afneemt of zelfs tot nul teruggaat. Deze slip komt bij droge rol en droge band sporadisch voor, maar is vooral frequent bij natte rol en band; bij regen dus en sneeuw en bij het rijden over natte en modderige wegen.

Voor al deze drie probleemgebieden zijn op betrekkelijk eenvoudige wijze remedies te bedenken; een aantal van die remedies is zelfs momenteel al in de handel. Ze worden echter niet op grote, laat staan algemene, schaal toegepast. Het eerste betreft dynamo's met een beter mechanisch rendement, hetgeen onder andere te bereiken is door een betere lagering van de rotor. Ook een meer positieve aandrijving kan hierbij helpen. Het rollertje dat scheef door een veer tegen de band wordt gedrukt, levert een grote weerstand op. Bovendien is, zoals uit het voorkomen van de genoemde slip blijkt, de aandrijving bij natte, besneeuwde of bemodderde toestand vaak zeer onvoldoende. Een afdoende oplossing voor de twee genoemde problemen van te grote weerstand en te veel slip is het toepassen van de naafdynamo. Daarbij is dan tevens het in- en uitschakelen van het licht teruggebracht tot het omzetten van een schakelaar.

Een alternatief dat buiten Nederland, meer in het bijzonder in Engeland, vrij veel wordt toegepast, is het vervangen van de dynamo door een batterij. Alle problemen van aandrijving, inschakeling, slip en mechanische weerstand zijn opgelost of tot zeer geringe proporties teruggebracht. Als zeer groot bezwaar staat daar echter tegenover dat de batterijen regelmatig moeten worden vervangen, hetgeen veel geld en veel aandacht van de kant van de fietser vereist. Bovendien is de lichtopbrengst niet constant: bij nieuwe batterijen is de lichtopbrengst maximaal, maar al snel neemt die af om tenslotte tot nul terug te gaan. Als alternatief daarvoor is weer een andere methode te bedenken: men kan oplaadbare accumulators toepassen die hetzij thuis door het lichtnet of tijdens het fietsen door een dynamo worden opgeladen, resp. op spanning gehouden. Uiteraard voorkomt de eerste mogelijkheid van oplading niet dat de batterij leeg kan raken, en de tweede vereist tenminste even zwaar trappen. Een ander aspect van de batterij en van de accumulator is de mogelijkheid om de verlichting tijdens stilstand te laten doorbranden.

4.3. Verlichting vaak defect

Als tweede hoofdoorzaak voor de gebrekkige verlichting is genoemd het feit dat de verlichting vaak defect is. De meest voorkomende defecten zijn doorgebrande lampen (vooral van het achterlicht), losgeraakte of gebroken draden, gebrekkige elektrische retourleidingen en vandalisme. Remedies zijn gemakkelijk te bedenken, maar niet steeds even gemakkelijk uit te voeren, zeker niet wanneer wordt bedacht dat de oplossingen niet duur mogen zijn. We zullen enige suggesties noemen:

1. Doorgebrande lampen. Dit kan worden vermeden door een spanningsregelaar in het elektrische circuit op te nemen, iets wat toch nodig is wanneer een bij het fietsen op te laden accumulator wordt toegepast. De spanningsregelaar moet voorkomen dat de elektrische spanning op de lamp te hoog wordt; dit kan gemakkelijk gebeuren wanneer de spanning afhankelijk is van het toerental van de dynamo en dus van de gereden snelheid. Een andere mogelijkheid, vooral van belang voor het achterlicht, is de toepassing van lampen met een hoger wattage, zodat de gloeidraad dikker kan zijn. Een dikkere gloeidraad is beter bestand tegen elektrische overspanning en tegen trillingen. Bij constant totaal vermogen betekent meer vermogen in het achterlicht uiteraard minder vermogen voor het voorlicht;

daarmee wordt het nog moeilijker dan het momenteel al is om aan de eisen aangaande de verlichtingsfunctie te voldoen. Alternatieven zijn: het toepassen van gasontladingslampen of lichtuitstralende dioden (LED's) in plaats van gloeilampen.

2. Losse en gebroken draden. Deze kunnen worden voorkomen door steviger aansluitingen toe te passen, dikkere draden en beter beschermde aansluitpunten. Een speciaal probleem wordt gevormd door de overgang van het draaibare voorwiel (het stuur) naar het vaste frame en achterlicht. Een deel van deze problemen is op te lossen door van glasfibreroptieken gebruik te maken; elektrische verbindingen naar verscheidene lampen zijn dan overbodig. Toepassing van glasfibreroptieken stuit echter op andere problemen, waarvan de grootte momenteel nog niet goed is in te schatten.

3. Gebrekkige retourleiding. De retourleiding ("aarde") wordt meestal door het frame gevormd. Slechte elektrische verbindingen en verbindingen die door corrosie en vervuiling slecht worden, zijn de hoofdoorzaken van gebrekkige "aarding". Principieel zouden deze problemen kunnen worden opgelost door een veel hogere elektrische spanning voor de fietsverlichting toe te passen; dit is echter uit praktische overwegingen en vooral uit veiligheidsoogpunt niet mogelijk. De meest voor de hand liggende, en vrijwel afdoende, oplossing is het toepassen van een tweede draad die als retourleiding fungeert. De momenteel gangbare verlichtingselementen hebben echter gewoonlijk geen aansluitpunten voor een tweede draad.

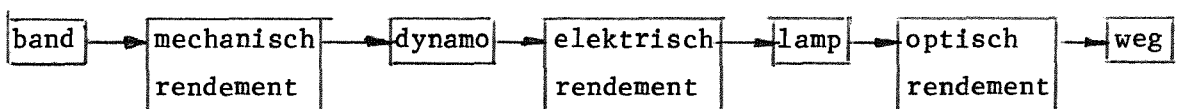
4. Vandalisme. Dit is een moeilijk punt. De ervaring leert dat kinderen, wanneer ze willen, ongeveer alles kapot kunnen krijgen. Tegen moedwillig vandalisme is dan ook niet veel te doen, ofschoon achterlichtjes waarbij de lamp alleen met een schroevendraaier verwijderd kan worden, enig soelaas kunnen bieden. Meer is er te ondernemen tegen het onopzettelijk vandalisme: het ruw omgaan met de fiets, uiteraard allereerst de schoolgaande jeugd - die overigens de fiets meer nodig heeft dan welke andere bevolkingsgroep dan ook! Beschadiging kan worden voorkomen of tenminste worden verminderd door stevige constructie van de verlichtingselementen en de fietsonderdelen waar ze aan worden bevestigd (lantaarnhaken, spatborden, bagagedragers), stevige bevestigingsvoorzieningen (vooral met het oog op het lostrillen van onderdelen) en het beschermd inbouwen van verlichtingsmiddelen. Bij het laatste kan men als voorbeeld denken aan achterlichten en reflectoren die tussen de steunen van de bagagedrager zijn gemonteerd. Overigens kan die plaatsing aanleiding geven tot af-

scherming van de lamp of reflector door jassen of tassen. Men moet bij dit alles een belangrijk punt in gedachten houden, namelijk dat fietsen niet worden onderhouden; men zou een "zero-maintenance"ontwerp verlangen! Of, men zou een status-vehoging van de fiets wensen!

4.4. Verlichting vaak ontoereikend

De derde hoofdoorzaak voor het weinig bevredigende van de situatie omtrent fietsverlichting is het feit dat de verlichting vaak ontoereikend is. We hebben eerder reeds aangeduid aan welke functionele vereisten de verlichting van fietsen dient te voldoen, en welke (licht)technische eisen daaruit kunnen worden afgeleid. Het blijkt nu dat in zeer vele gevallen aan die technische eisen niet wordt voldaan, ook al is de verlichting niet defect en wel ingeschakeld. Kort gezegd komt het meestal erop neer dat de door de installatie geleverde lichtstroom te gering is om aan de functionele vereisten te kunnen voldoen, en zeker om aan de verschillende functionele vereisten tegelijk te kunnen voldoen. En dit is weer een gevolg van het lage systeemrendement, dat te meer kritisch is omdat het totale beschikbare vermogen zeer gering is. Uit onderzoek is gebleken dat "normaal" fietsen ca. 80 Watt aan vermogen noodzakelijk maakt. Het lijkt gerechtvaardigd te stellen dat een extra benodigd vermogen voor de verlichting alleen zal worden geaccepteerd door de "normale" fietser wanneer het te leveren vermogen met niet meer dan ca. 10% toeneemt. Vaak wordt aangenomen dat de toelaatbare grens voor het voor de verlichting benodigde extra vermogen derhalve ca. 10 Watt bedraagt. Ter vergelijking moge worden opgemerkt dat dit overeen komt met het oprijden tegen de helling van minder dan een halve graad!

Het systeem voor de fietsverlichting bestaat uit een aantal elementen zoals in de navolgende figuur in schema is aangegeven:



Volgens dit schema is er dus sprake van drie "rendementen" die alle drie voor verbetering in aanmerking komen,

a. mechanisch rendement: betere aandrijving; meer positieve aandrijving; minder wrijving aan de band en in de dynamo, enz.;

b. elektrisch rendement: beter ontwerp van de dynamo; betere materiaalkeuze, enz.;

c. optische rendement: lampen met meer lichtopbrengst (hogere lumen/Watt), bijv.: halogeenlampen, lampen met hogere spanning, gasontladingslampen of LED's; beter ontwerp van de verlichtingsmiddelen (betere maatvoering, kleinere fabrikagetoleranties vooral wat betreft afstand gloeidraad-lampvoet); betere optiek (beter ontwerp, betere materialen, kleinere toleranties, betere bevestiging, enz.); gebruik van glasfiberoptieken.

Ook hier geldt weer dat de verbeteringen in het algemeen van eenvoudige aard zijn en slechts kleine ingrepen vereisen, maar dat de wil om ze toe te passen (te regelen, te construeren, te verkopen en te kopen) blijkbaar nog niet alom aanwezig is. Nog een opmerking: we vermelden gasontladingslampen als mogelijk middel om het lamprendement te verbeteren. In beginsel is dit zeer goed mogelijk - er zijn gasontladingslampen met een specifieke lichtstroom die het twintigvoudige bedraagt van hetgeen gangbaar is bij fietslampjes. Andere aspecten: afmetingen, voorschakelapparatuur, bedrijfsspanning, grootte van de beschikbare eenheden, maken toepassing voor fietsen, zeker in de nabije toekomst, niet mogelijk.

4.5. Verlichting bij stilstand

We hebben als apart punt genoemd de noodzaak om de fiets zichtbaar te maken bij stilstand, meer in het bijzonder bij het op de rijbaan stil staan, bijv. bij voorsorteren. De gebruikelijke dynamoconstructie is daarbij niet toe te passen, omdat die bij stilstand van de fiets ook stil staat en dus geen elektrisch vermogen levert. Een batterij en/of een accumulator is dan noodzakelijk, alsmede een schakelsysteem dat de lamp (automatisch) inschakelt bij de bedoelde situaties. Ook dit is gemakkelijk en betrekkelijk goedkoop te maken; een aantal installaties zijn in de handel, terwijl verscheidene fietsen een dergelijke installatie als standaard hebben (bijv. Raleigh). Zolang echter dergelijke verlichtingsinstallaties nog tot de uitzonderingen behoren, dient men zich vooral te beperke tot (zij)reflectie. Zoals uit studies is gebleken komt hiervoor vooral de reflecterende band of velg(strip) in aanmerking, gezien de mogelijkheden om de tweewieligheid van de fiets, en ook de plaats en positie duidelijk aan te geven.

5. WEERSTANDEN TEGEN HET INVOEREN VAN VERBETERINGEN

Wanneer men overweegt verbeteringen in te voeren wat betreft de verlichting van fietsen, heeft men te maken met vier groepen betrokkenen:

- de wet- of regelgever
- de wetshandhaver
- de fabrikant (van fietsen en van verlichtingsmiddelen)
- de gebruiker (en, voor jeugdige gebruikers, met hun ouders).

Er is reeds enige malen op gewezen dat er sprake lijkt te zijn van een zekere weerstand om eventuele maatregelen in te voeren, te implementeren en te handhaven. Het lijkt noodzakelijk deze weerstanden nader te analyseren en te overwegen wat ertegen is te ondernemen. Daarbij moet men ermeê rekening houden dat in beginsel de weerstand bij ieder van de vier genoemde groepen van betrokkenen kan liggen of bij allemaal tegelijk! In dat laatste geval zou er bovendien sprake kunnen zijn van een onderlinge versterking.

Omtrent dit laatste nu zullen we een vermoeden uitspreken. Het vermoeden betreft het volgende: aangenomen wordt dat de fietsers niet het belang van goede verlichting (daarbij inbegrepen signalering) inzien; dit nu kan gebeuren wanneer men constateert dat vele (de meeste?) fietsers zonder of met gebrekkig licht rijden, en dat het meestal goed gaat. De mening dat verlichting niet eens zo nodig, zinvol of nuttig is, kan dan gemakkelijk postvatten. Dit betekent weer dat voorschriften omtrent fietsverlichting massaal worden overtreden of genegeerd; dit is weer geen aanmoediging voor de wet- of regelgever om te proberen tot betere voorschriften te komen, noch voor de wetshandhaver om ernst te maken met de naleving ervan. En tenslotte resulteert dit in een onaantrekkelijk marktklimaat, zodat de industrie niet geneigd is betere produkten te ontwerpen en in de handel te brengen. Er bestaat dus een duidelijk defaitisme zowel van de kant van de wetgever (ze doen er toch niets aan), van de kant van de industrie (ze hebben er toch geen cent voor over), als van de kant van de weggebruiker (het doet het toch niet, niemand heeft behoorlijke verlichting, dus het is zeker niet eens zo nodig, zinvol of nuttig). Men mag verwachten dat het doorbreken van deze defaitistische houding een belangrijke stimulans kan zijn voor verbeteringen aan de fietsverlichting -

evenals overigens voor verbeteringen aan de fiets meer in het algemeen. Het is niet zo eenvoudig aan te geven op welke wijze dit defaitisme kan worden doorbroken, maar vermoedelijk zal een belangrijke invloed kunnen zijn de realisering te doen post vatten dat de fiets een legitiem en volwaardig vervoermiddel is - voor belangrijke groepen van de bevolking zelfs vaak het enige in aanmerking komende vervoermiddel! Veelal wordt de fiets beschouwd als een project voor hobbyisme of voor maatschappijkritiek, of voor een hulpmiddel bij trimmen en andere "health-fads". En voor de kinderen wordt - door de volwassenen! - de fiets vaak alleen maar als een stuk speelgoed gezien. Het opvijzelen van de status van de fiets tot volwaardig vervoermiddel zal wellicht een goede basis kunnen vormen voor de bereidheid om betere wettelijke regels op te stellen, betere produkten te vervaardigen en in de handel te brengen, en om wat meer geld uit te geven voor die verbeterde produkten - ook voor de fiets van zijn kinderen!

Een belangrijk initiatief hierbij is de onder auspiciën van het Ministerie van Economische Zaken uitgeschreven prijsvraag "Fiets Veilig". Hierbij is verzocht om ideeën in te zenden die de bruikbaarheid (niet alleen de veiligheid!) van de fiets als volwaardig vervoermiddel kunnen bevorderen. In een paar opzichten is dit initiatief, en de daaraan binnengekomen reacties interessant:

- * het feit dat de overheid de lage status van de fiets inziet, en bereid is daar iets aan te doen;
 - * het feit dat er een groot aantal reacties binnengekomen is; een aanduiding dat het probleem toch bij velen leeft;
 - * het feit dat een groot gedeelte van de inzendingen betrekking heeft op de verlichting; een aanduiding dat de waarneembaarheid kennelijk als een probleem wordt ervaren;
 - * het feit dat vele inzendingen ideeën betroffen die bekend zijn, en zelfs niet zelden reeds in produkten in de handel zijn; een aanduiding dat voor veel van de problemen voor de hand liggende oplossingen bestaan, en dat ook de industrie op de hoogte is van de bestaande problemen.
- De jury onderstreept in haar eindrapport vele van de in dit consult aan de orde gekomen problemen.
- Ook de lage status en de daaraan verbonden bezwaren is door de jury geconstateerd; als één van de mogelijkheden om de problemen het hoofd te

bieden wordt gewezen op de verbetering van een controle op de kwaliteit; kwaliteitskeurmerken kunnen daarbij een belangrijke rol spelen, vooruitlopend op eventueel in de toekomst in te stellen wettelijke kwaliteitsnormen.

6. DISCUSSIE

In dit hoofdstuk zal verder worden ingegaan op de verschillende aspecten die in het voorafgaande aan de orde zijn geweest, waarbij de nadruk ligt op hun onderlinge relatie. Daartoe zullen we uitgaan van de drie in de Inleiding gestelde vragen:

1. Bestaan er voorstellen voor maatregelen die op uitvoering liggen te wachten?
2. Zijn er maatregelen aan te wijzen die nog verdere onderbouwing vereisen?
3. Zijn er probleemgebieden te definiëren waarvoor nog geen maatregelen in zicht zijn?

1. Voorstellen voor maatregelen zijn er vele; en vele ervan kunnen min of meer direct worden ingevoerd. In de voorafgaande paragrafen zijn er een aantal genoemd; de meeste liggen op het vlak van de technische uitvoering van de fietsverlichting. Het betreft zaken die momenteel reeds bestaan en in zekere, zij het geringe, mate reeds in de handel zijn. Ook gaat het om maatregelen die de invoering en de uitmonstering kunnen regelen. Zo lang echter de in Hoofdstuk 5 genoemde weerstanden niet zijn overwonnen zal, ofschoon er vele goede en goed uitvoerbare maatregelen beschikbaar zijn, de invoering van die maatregelen vaak belemmerd worden door deze weerstanden. En het is te verwachten dat dit geldt zowel voor technische maatregelen (nieuwe produkten, enz.) als voor beleidsmaatregelen (verplichting tot aanbrengen en/of gebruiken van bepaalde voorzieningen). Wat betreft de beleidsmaatregelen, meer in het bijzonder de regelgeving, moet nog worden vermeld dat de situatie zeer onduidelijk is. De regels zijn niet goed op elkaar afgestemd; er zijn gebieden waar regels geheel ontbreken, en andere waar de regels duidelijk nieuwe ontwikkelingen en toepassingen in de weg staan.

2. Maatregelen die nog verdere onderbouwing vereisen zijn ook naar voren gekomen; minder dan men misschien had verwacht. Zo bleek dat de inzendingen op de innovatieprijsvraag - behalve een hartverwarmende dosis zuivere fantasie - voor het allergrootste deel zaken betrof die reeds bekend zijn, vaak zelfs - zij het in geringe mate - reeds in de handel zijn. Ofschoon het in zekere zin buiten het onderwerp van dit consult

valt, kan hier echter wel worden gewezen op verbeteringen aan de openbare verlichting, waarmee fietsverlichting minder cruciaal wordt - ofschoon de fietsverlichting ook bij de beste openbare verlichting niet overbodig wordt. Nadere onderbouwing is gewenst om meer nauwkeurig te weten te komen aan welke eisen de openbare verlichting moet voldoen om optimaal te kunnen werken als een maatregel die het aantal en/of de ernst van fietsongevallen kan verminderen. Voor zover het om het autoverkeer gaat, is er reeds veel bekend; maar wat betreft het fietsverkeer bestaan er nog aanzienlijke lacunes. Een nadere studie komt dus zeker in aanmerking; deze studie zou dan tevens moeten ingaan op de baten die de verlichting voor de fietsers zou kunnen opleveren; daarmee de basis leverend voor een doelmatigheidsanalyse (kosten/baten). Natuurlijk zijn er nog wel maatregelen te noemen die verdere onderbouwing vereisen voor eventuele invoering kan worden overwogen; gezien echter de moeilijkheid om zelfs maatregelen waarvan de doeltreffendheid bekend is in te voeren, lijkt het beter het nadere onderbouwen van nog meer maatregelen voorlopig een lage prioriteit toe te kennen.

3. Probleemgebieden waarvoor nog geen maatregelen in zicht zijn, zijn reeds op verschillende plaatsen in dit consult aan de orde gekomen. Het belangrijkste lijkt te zijn het feit dat de fiets vaak niet als een volwaardig vervoermiddel wordt beschouwd. Dit wordt soms wel aangeduid met de "lage status" van de fiets. Dit punt is uit gesprekken en indirecte gegevens naar voren gekomen; het lijkt zinvol om na te gaan of deze indruk ook inderdaad met de feiten overeenstemt. Een enquête - bijvoorbeeld onder lezers van verkeerstijdschriften en onder bepaalde groepen van gebruikers (scholieren) EN hun ouders(!) - lijkt zowel nuttig en doelmatig als redelijk gemakkelijk uitvoerbaar. Wanneer een dergelijke enquête - als voorstudie - de indruk heeft bevestigd, kan worden overwogen om te pogen hier iets aan te doen. Men kan daarbij denken aan voorlichting en educatie; het is wat voorbarig om daar nu meer over te zeggen. Een nadere probleemstelling is daartoe gewenst. Omdat het hier om een eventuele ombuiging van een "mentaliteit" gaat moet men rekenen op een langdurige zaak. Een tweede punt is de geringe belangstelling om de fiets - en dus ook de verlichting ervan - te onderhouden. Het is niet zo moeilijk om goede, doeltreffende en doelmatige fietsverlichting te ontwerpen en maatregelen te bedenken waarmee die zou kunnen worden inge-

voerd; wanneer de fiets en zijn verlichting niet wordt onderhouden, is het een uitzichtloze zaak. Men kan vermoeden dat het hier al evenzeer om een "mentaliteit" gaat; sport- en recreatiefietsers onderhouden hun tweewielige vriend meestal zeer zorgvuldig. En ook kan men denken aan het feit dat politietoezicht en andere "enforcement"-maatregelen zo weinig helpen. We hebben dienaangaande in Hoofdstuk 5 het vermoeden uitgesproken dat de weerstanden van de kant van de gebruiker (of de ouders!) daarbij van toonaangevend belang zijn.

7. CONCLUSIES

Uit het voorgaande kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De stand van zaken bij de fietsverlichting is verre van bevredigend. Het is gebleken dat de verlichting niet steeds wordt ingeschakeld wanneer dat nodig is; de verlichting is vaak defect, en de verlichting is vaak ontoereikend zelfs wanneer deze is ingeschakeld.
- Er zijn vele technische onvolkomenheden aan te wijzen aan het systeem van fietsverlichting zoals dat momenteel in Nederland gebruikelijk is. Ook bestaan er lacunes in de voorschriften en eisen wat betreft gebruik en keuring van de verlichtingsinstallatie.
- Ofschoon er op het gebied van maatregelen en produkten ("software" en "hardware") vele nieuwe mogelijkheden worden gesignaleerd, heeft het er de schijn van dat toepassing van deze nieuwe ideeën niet veel zal bijdragen; verbeteren van wat er momenteel beschikbaar is lijkt meer effect te zullen hebben.
- De reden lijkt te liggen in de weerstand die bij vele betrokkenen kan worden geconstateerd om bij te dragen tot het invoeren, implementeren en hadhaven van maatregelen die de situatie zouden kunnen verbeteren.
- Men kan vermoeden dat de hoofdoorzaak voor deze ongewenste situatie lijkt te zijn gelegen in de geringe mate waarin de fiets als een volwaardig voertuig wordt beschouwd; dit is in het bijzonder waar te nemen bij die groep fietsers voor wie de fiets juist het meest als vervoermiddel heeft te betekenen.

Deze conclusies zijn gebaseerd op een globaal overzicht van het probleemgebied; wanneer deze conclusies verder dienen te worden onderbouwd is een nadere uitwerking vereist, bijvoorbeeld in de vorm van een aanvullende analyse of een nadere literatuurstudie.

8. AANBEVELINGEN

Het consult heeft een aantal conclusies opgeleverd, die reeds zijn behandeld. Aan de hand van deze conclusies kan men, rekening houdende met de verschillende in het consult aangesneden aspecten, komen tot het opstellen van een aantal (voorlopige) aanbevelingen. Daarbij dient te worden opgemerkt dat het feitelijk opstellen van aanbevelingen eigenlijk buiten het terrein van een dergelijk consult valt. Wat hieronder volgt moet dan ook slechts als een aanzet tot aanbevelingen worden beschouwd. Met name geldt dit voor de volgorde waarin ze worden gepresenteerd: men moet daaruit niet zonder meer tot een volgorde van prioriteiten besluiten.

1. Het nader uitwerken en voor massafabrikage toepasbaar maken van een aantal verbeteringen aan de fietsverlichting die momenteel reeds op wat kleinere schaal ter beschikking staan.
2. Het nader onderbouwen van wat verder van de toepassing af liggende maatregelen.
3. Het aanvaarden van de ISO-norm voor fietsverlichting dient nader te worden bestudeerd. Deze dient niet zonder meer te worden geratificeerd.
4. De wettelijke maatregelen die op het gebied van de fietsverlichting bestaan, dienen beter op elkaar te worden afgestemd. Men zou aan een soort "mammoet-wet" voor verlichting en signalering van fietsen kunnen denken.
5. Aangezien het voor een deel lijkt te gaan om het overwinnen van weerstanden tegen het invoeren van maatregelen, lijkt een nadere analyse van die weerstanden gewenst. Daarbij kan in de eerste plaats, maar niet bij uitsluiting, worden gedacht aan de weerstanden bij de gebruikers. Als zesde aanbeveling kan worden gesteld:
6. Het opstellen van een aanvullende analyse en/of een nadere literatuurstudie waar de hier behandelde materie veel diepgaander en met gebruikmaking van veel meer literatuur en bestaande studies kan worden behandeld. Daarbij kan worden ingegaan op een aantal reeds beschikbare rapporten; meer in het bijzonder kan worden nagegaan in hoeverre deze rapporten nog aanvulling of nadere interpretatie of toelichting behoeven.

APPENDIX:

ENIGE FUNCTIONELE VEREISTEN VOOR FIETSVERLICHTING

A.1. DE SIGNALERINGSFUNCTIE

Signaleren is het overbrengen van een boodschap met het doel dat de ontvanger van die boodschap aan de hand van hetgeen hem is overgebracht een actie onderneemt. Hier gaat het dan om acties die een botsing tussen het voertuig dat door de ontvanger van de boodschap wordt bestuurd en de betreffende fiets kunnen voorkomen. Het gaat daarbij dus niet alleen om het aanduiden van de aanwezigheid van een voorwerp op of bij de weg; zelfs niet alleen om het aanduiden van de aanwezigheid van een fiets (fietser) op de weg. Het gaat om het overbrengen van de boodschap dat de fiets en de auto zich onderling op een botskoers bevinden, en dan nog wel op een zodanige wijze (op een zodanig tijdstip) dat de bestuurder van de auto nog de gelegenheid (ruimte, tijd) heeft om adequate ontwijkmanoeuvres uit te voeren. Als we spreken van signalering, dan rekenen we daartoe zowel lichten als reflectoren (retroreflectoren).

Op grond van wat bekend is van de rijtaak van bestuurders van motorvoertuigen, en met name van auto's, betekent dit dat er allereerst voldoende (en juiste) informatie moet worden verschaft over de aanwezigheid van de fietser: zichtbaarheid en opvallendheid. Voorts gaat het om de categorie-aanduiding: het moet duidelijk zijn dat het om een fietser gaat: herkenbaarheid. Daarnaast is er informatie nodig over de positie van de fietser: lokaliseerbaarheid. Ook informatie over de snelheid en richting van de fietser (absoluut en/of relatief ten opzichte van het motorvoertuig) is van groot belang: waarneembaarheid van de beweging. En tenslotte is de voorspelbaarheid van de manoeuvres van de fietser van belang.

De informatie moet op een zodanige wijze aan de bestuurder worden aangeboden dat hij daaruit zekerheid kan krijgen over de volgende aspecten:

- de aard van het voorwerp (hier dus: een fiets met berijder);
- de momentele positie van de fiets;
- de richting en snelheid van de fiets;

- de positie van het potentiële botspunt (d.w.z. het punt waar de botsing zou plaatsvinden als geen ontwijkende acties zouden worden ondernomen);
- de voorgenomen manoeuvres van de fietser (hierbij gaat het om twee mogelijke invloeden: de fietser kan zelf een ontwijkmanoeuvre inzetten - die mogelijkerwijs tot een nieuwe botskoers zou kunnen leiden met de gewijzigde koers van de auto! - en de botskoers kan optreden niet op basis van de momentele beweging van de fietser, maar op basis van de voorgenomen manoeuvre - een botskoers kan bijvoorbeeld pas ontstaan wanneer een voorgenomen linksaf manoeuvre ook daadwerkelijk wordt uitgevoerd).

De aanwezigheid van een fietser is gemakkelijk te detecteren. Daarvoor is het voldoende dat de fiets zelf, dan wel een aan de fiets bevestigde lamp of reflector zichtbaar is. De drempelwaarde voor het waarnemen van een witte puntvormige lichtbron bij volledige duisternis ligt bij ca. 2×10^{-7} lux verlichtingssterkte op het vlak van het oog. Ofschoon deze waarde vaak wordt geciteerd, is de bruikbaarheid in de praktijk zeer gering. Voor de praktijk moet met een waarde die 100 à 1000 maal hoger ligt, worden gerekend. Voor zover het de zichtbaarheid 's nachts betreft, stelt men dat een licht (een puntlichtbron) voldoende zichtbaar is wanneer de lichtsterkte tenminste 2 à 5 cd bedraagt. Voor grotere lichten wordt een wat hogere waarde aanbevolgen: 10 à 25 cd. Deze vuistregels zijn afgeleid uit de resultaten van waarnemingen en subjectieve beoordelingen onder praktijkomstandigheden in het verkeer.

Opvallendheid kan men definiëren als de waarneembaarheid in een omgeving die als storing kan worden beschouwd. Een deel van die omgeving bestaat echter ook weer uit objecten die van belang kunnen zijn voor een veilig verloop van het verkeer. Het verhogen van de opvallendheid van één bepaalde soort voorwerpen (hier de fietsen) kan ertoe leiden dat andere voor de verkeersveiligheid belangrijke voorwerpen minder opvallend worden. Dan bestaat de kans dat men ook deze andere voorwerpen weer opvallender wil gaan maken, zodat er een ongewenste "spiraalwerking" kan ontstaan.

De herkenbaarheid van fietsen kan worden bevorderd door de tweewieligheid benadrukken, en wielen te gebruiken die voorzien zijn van een reflecterende bies, bijvoorbeeld op de band of de velg.

Het herkennen van de twee cirkels als zodanig heeft wel wat weg van een leesbaarheidsprobleem. Het lijkt daarom wel te verantwoorden om als eis voor dergelijke reflecterende fietswielen te stellen dat ze een luminantie van ca. 100 cd/m^2 moeten hebben, een waarde die gevonden is voor de optimale leesbaarheid van verkeersborden met lichte letters op donkere (zwarte) achtergrond.

Om als bestuurder van een motorvoertuig een botsing met een fietser te kunnen vermijden is het essentieel dat de positie van de fiets nauwkeurig bekend is, zowel in absolute zin (ten opzichte van de weg) als in relatieve zin (ten opzichte van het eigen voertuig).

Positie is in essentie een relatie ten opzichte van de omgeving: het is dus niet mogelijk de positie te bepalen als de omgeving onzichtbaar is. Globaal kan men echter wel stellen dat, wanneer de omgeving voldoet aan datgene wat in het algemeen als "goede" openbare verlichting wordt aangemerkt de zichtbaarheid van de fiets en ook de lokaliseerbaarheid ervan redelijk gewaarborgd lijkt te zijn. Om de gedachten te bepalen: men kan stellen dat dit bij een gemiddelde luminantie van ca. 1 cd/m^2 of bij een verlichtingssterkte van ca. 10 à 15 lux wel het geval zijn. Voor zuivere woonstraten met uitsluitend bestemmingsverkeer en woonerven acht men echter een niveau van ca. 2 lux al voldoende. Dit is bepaald niet genoeg om een duidelijke waarneembaarheid - laat staan lokaliseerbaarheid - van objecten van de maat en de vorm van fietsen te waarborgen: de zichtbaarheid van het voorwerp zelf moet dan dus aangevuld worden met signaalmiddelen.

Bewegende voorwerpen worden, mits ze niet al te snel gaan, gemakkelijker gedetecteerd dan stilstaande voorwerpen. Een belangrijk bewegingsaspect betreft de beweging van onderdelen van de fiets ten opzichte van elkaar. In dit opzicht zijn de pedaalreflectoren erg nuttig: zolang de fietser trapt, bewegen de pedalen in de karakteristieke op-en-neer beweging. Dit geldt uiteraard in hoofdzaak wanneer de fiets van voren of van achteren wordt waargenomen.

Bij waarneming van opzij doen zich andere verschijnselen voor, uiteraard vooral wanneer de fiets van reflecterend materiaal is voorzien. Wanneer de zijreflectie bestaat uit één (of twee) gesloten ringen (zoals bij reflecterende fietsbanden het geval is) dan blijkt de beweging alleen uit

iets dat lijkt op het "verschuiven" (een translatie) van de twee cirkels. Dat de wielen draaien is niet duidelijk zichtbaar. Duidelijker wordt dit bij toepassing van spaakreflectoren.

Gezien de bewegingskenmerken van fietsen en auto's zijn niet alle botskoersen bij alle naderingsrichtingen fysisch mogelijk. Bovendien zijn de weg- en verkeerskenmerken van groot belang. Op basis van dergelijke overwegingen wordt een volledige inventarisatie voorbereid van alle mogelijke botskoersen bij alle voorkomende combinaties van bewegingen van fietsen en auto's. Wanneer men echter bedenkt dat de technische mogelijkheden voor verlichting op fietsen slechts beperkt zijn lijkt het in eerste benadering voldoende om een globale analyse te maken van de mogelijke botskoersen, en van een volledige inventarisatie af te zien.

Het is gebruikelijk om botsingen tussen fietsers en auto's wat betreft de relatieve bewegingsrichtingen in drie categorieën in te delen:

- frontale botsingen
- kop-staartbotsingen
- flankbotsingen.

Bij frontale botsingen naderen de fiets en de auto elkaar frontaal; ze komen elkaar tegen. Het snelheidsverschil, de naderingssnelheid dus, is maximaal, zodat voor een maximale opvallendheid moet worden gezorgd (een grote naderingssnelheid maakt een grote manoeuvreerruimte en dus een lange "previewtijd" nodig). Aan de andere kant kunnen de twee betrokken partijen elkaar zien; ze hebben dus beiden de mogelijkheid voor ontwijkmanoeuvres.

Bij kop-staartbotsingen hebben de twee betrokkenen dezelfde bewegingsrichting; de een komt de ander achterop. Gezien de bewegingskenmerken van fietsen en auto's kan men aannemen dat altijd de auto de fiets achterop komt. Voor de fijnproevers: Het is natuurlijk mogelijk dat een fietser een auto inhaalt bij een botskoers. Wij zullen dit indelen bij de verlichtingsfunctie, waarbij de langzaam rijdende auto als een stilstaand object wordt beschouwd. Bij kop-staartbotsingen zijn de mogelijkheden voor ontwijkmanoeuvres van de kant van de fietser zeer beperkt: in het algemeen zal de fietser slechts weinig informatie kunnen opvangen omtrent

de van achteren naderende auto. Dit geldt nog te meer wanneer we ons, zoals hier, zullen beperken tot visuele informatie, en geluidssignalen buiten beschouwing zullen laten. Hier staat echter tegenover dat de naderingssnelheid bij kop-staartbotsingen minimaal is.

Flankbotsingen hebben geheel andere karakteristieken. De bewegingsrichtingen van de betrokkenen maken een hoek met elkaar. Meestal neemt men gemakshalve aan dat die hoek ongeveer recht is. De waarnemingsgeometrie hangt bij loodrechte nadering heel sterk af van de relatieve snelheden van de elkaar naderende weggebruikers: wanneer de snelheid (bijna) gelijk is, zien de betrokkenen elkaar onder een hoek van ongeveer 45° met hun respectievelijke voorwaartse bewegingsrichting. Wanneer er echter een aanzienlijk snelheidsverschil is (of beter gezegd, wanneer de snelheden een groot relatief verschil vertonen) is de waarnemingshoek sterk afwijkend van 45° . De hoek met de voorwaartse bewegingsrichting waaronder de snellere de langzamere waarneemt is veel kleiner dan 45° , maar de hoek waaronder de langzamere de snellere waarneemt is veel meer dan 45° . Bij de ontmoeting tussen fietsers en auto's, en dan meer in het bijzonder bij die ontmoetingen waarbij het gevaar voor botsingen met ernstige afloop (bijna steeds voor de fietser ernstig!) groot is, moet men rekening houden met een groot relatief snelheidsverschil, dus met een situatie waarbij de automobilist min of meer recht vooruit kan blijven kijken, maar waarbij de fietser sterk, bijna recht, naar opzij moet kijken. Ook hierbij is de mogelijkheid voor een effectieve ontwijkmanoeuvre voor de autobestuurder groter - ofschoon zeker bij de huidige voorrangregeling de ontwijkmanoeuvre meestal door de fietser moet worden uitgevoerd! Bij flankbotsingen zijn de naderingssnelheden in beginsel lager dan bij frontale botsingen, maar hoger dan bij kop-staartbotsingen.

A.2. CODERING VAN INFORMATIE

Zoals gezegd zijn de mogelijkheden voor codering met behulp van fietsverlichting beperkt. Deze beperking heeft twee oorzaken: ten eerste zijn de technische mogelijkheden op fietsen beperkt - daar komen we verderop nog op terug - maar ten tweede zijn de mogelijkheden om in het wegverkeer signalen over te brengen en waar te nemen ook op meer fundamentele gronden beperkt. In beginsel zijn er vier mogelijkheden om signalen te onderscheiden, mogelijkheden die meestal als coderingsdimensies worden aangeduid:

- de afmetingen van de lichtbronnen;
- de kleur van de lichtbronnen;
- de intensiteit van de lichtbronnen;
- de vorm van de lichtbronnen, en de groepering ervan wanneer er verscheidene tegelijk worden gebruikt.

Onder laboratoriumomstandigheden kunnen in deze dimensies vele niveaus onderling worden onderscheiden, vooral wanneer de signalen kunnen worden vergeleken. In de praktijk van het verkeer, onder de omstandigheden van de open lucht en bij duisternis zijn de mogelijkheden echter zeer beperkt, vooral wanneer de waarnemer als hoofdtaak heeft het besturen van zijn eigen voertuig en zeker wanneer er geen mogelijkheden bestaan tot een rechtstreekse vergelijking van signalen onderling - wanneer er dus maar één fiets tegelijk in het beeld voorkomt. Onder dergelijke omstandigheden zijn er in een aantal gevallen niet meer dan een à drie niveaus per coderingsdimensie beschikbaar. Hoeveel er precies zijn, is niet te zeggen omdat vrijwel al het onderzoek op dit gebied beperkt is gebleven tot laboratoriumsituaties. Mede op basis van praktijkervaring kan men echter wel uitgaan van de volgende overwegingen:

1. De afmetingen van lichtbronnen komen niet in aanmerking als coderingsdimensie voor de signalering van fietsen: alle toe te passen lichtbronnen zijn zo klein dat ze in de praktijk niet van puntvormige lichtbronnen kunnen worden onderscheiden. Wanneer men gebruik maakt van retroreflectoren is de situatie iets anders; wanneer er echter geen vergelijking is met andere retroreflectoren, wanneer het dus om een schatting van de absolute afmeting gaat, zijn de afmetingen ook van ondergeschikt belang.

Wel kan de afmeting (de schijnbare afmeting) van een voorwerp waarvan de feitelijke afmetingen bekend zijn, een hulpmiddel opleveren bij de schatting van de afstand van een voorwerp, zeker wanneer dit gebeurt in combinatie met de schatting op basis van de helderheidsindruk.

2. De kleur van lichtbronnen (en van retroreflectoren) is wel een bruikbare coderingsdimensie, mits de lichtbronnen niet te klein zijn, te ver weg zijn, te zwak zijn of te sterk zijn. Wat te hier precies betekent, kunnen we in het midden laten: de meeste lichtbronnen en reflectoren die voor het gebruik op fietsen in aanmerking komen en door automobilisten dienen te worden waargenomen, voldoen ongeveer aan deze eis. Wanneer de kleuren die onderling moeten worden onderscheiden, tegelijk in het gezichtsveld voorkomen, kunnen vele gradaties worden onderscheiden. Wanneer ze echter één voor één voorkomen, en wanneer bovendien rekening wordt gehouden met fabriekstoleranties van filters en dergelijke, is er slechts een gering aantal combinaties ter beschikking. De meest geschikte en de meest voorkomende combinatie bestaat uit de volgende kleuren: rood, geel, groen, blauw. Met deze vier kunnen vrij ruime toleranties worden aangehouden, terwijl toch de kleurverschillen goed te onderscheiden blijven. Wanneer de kleuren zorgvuldig worden gekozen en gedefinieerd, is het mogelijk te bereiken dat ook kleurzwakke waarnemers de kleuren nog voldoende kunnen onderscheiden. Geel kan door oranje (amber) worden vervangen; systemen waarbij zowel geel als oranje voorkomen zijn echter moeilijk uit te voeren. Wanneer wit wordt toegevoegd, worden de grenzen te stellen aan de andere kleuren, met name geel en blauw, veel strenger. In de praktijk zijn geel en wit niet steeds duidelijk te onderscheiden; ze worden dan ook zelden tegelijk toegepast in signaleringssystemen. Ook worden geel en wit vaak tegelijk voor dezelfde functie toegelaten; dit geldt ook wel voor geel en oranje. Tenslotte moet worden opgemerkt dat door de aard van de lichtabsorptie in kleurfilters de lichtdoorlating van groene en blauwe filters meestal slechts gering is - veel minder dan geel en ook aanmerkelijk minder dan rood - wanneer tenminste een licht rood kan worden gebruikt, bijvoorbeeld bij afwezigheid van oranje als codekleur. Voor systemen waarbij gloeilampen met kleurfilters worden toegepast blijven er dus niet veel mogelijkheden meer over: in feite alleen rood en geel of wit. Dit zijn dan ook precies de kleuren die worden gebruikt bij signaleringssystemen voor wegvoertuigen - auto's en fietsen.

Wanneer andere lamptypen kunnen worden toegepast, bijvoorbeeld gasontladingslampen of flitslampen, dan bestaan er wat meer mogelijkheden.

Voor politie en brandweer worden blauwe lichten gebruikt. Deze vereisen een aanzienlijke technische uitrusting. Hetgeen hier is gesteld voor lichten, geldt in grote lijnen evenzeer voor retroreflectoren.

3. De intensiteit komt in geringe mate in aanmerking als coderingsdimensie. Het menselijk gezichtsorgaan is weliswaar goed in staat om een zeer groot aantal niveaus binnen de lichtintensiteit waar te nemen, maar ook hier zijn bij de in het wegverkeer relevante situaties slechts zeer weinig mogelijkheden. Voor de signalering van de achterzijde van auto's neemt men aan dat twee niveaus wel het meeste is dat in de praktijk nog toe te passen is: de ervaring met het gebruik van mistachterlampen - waarbij dus drie niveaus van rode lichten voorkomen: achterlichten, remlichten en mistlichten - heeft dit bevestigd. Daarbij moet het hoogste niveau zeker het tienvoudige bedragen van het laagste niveau, en het laagste niveau zelf moet niet al te laag zijn om de waarneming mogelijk te maken. Voor fietsen betekent dit dat het, tenminste voor rode lichten, in de praktijk niet mogelijk is twee niveaus toe te passen: het hoogste van de twee niveaus zou veel te veel elektrisch vermogen vereisen. Voor wit licht - waar geen filterverliezen optreden - zou het wellicht mogelijk zijn, ofschoon geen praktijkervaringen ter beschikking staan. Dit alles geldt in nog sterkere mate voor retroreflectoren, die immers afhankelijk zijn van het licht dat erop valt.

4. De groepering van de lichtbronnen, daarbij begrepen hun onderlinge afstand, vormt een goed bruikbare coderingsdimensie. Vooral de afstand kan, wanneer die tenminste van geval tot geval niet te veel verschilt, worden gebruikt bij de schatting van afstand en dus ook bij de schatting van de snelheid en tot zekere hoogte van de richting. Het aantal coderingsmogelijkheden hangt allereerst af van het aantal lichtpunten dat wordt toegepast. Wanneer men zich tot twee lichtpunten beperkt dan zijn de mogelijkheden: naast elkaar - boven elkaar, en dat met twee "niveaus" in de onderlinge afstand van de lichten. Bij drie lichten is de keuze uiteraard aanzienlijk groter. Drie lichten zijn echter voor een fiets nauwelijks meer te gebruiken.

5. De vorm van lichtbronnen komt voor codering nauwelijks in aanmerking, omdat de lichtbronnen die op fietsen - en eigenlijk op alle wegvoertuigen kunnen worden toegepast slechts klein zijn, zodat de vorm van enige afstand af niet meer behoorlijk te herkennen is. Anders is het bij retroreflectoren: die kunnen gemakkelijk zo groot worden gemaakt, en dan nog op een fiets worden aangebracht, dat van een flinke afstand de vorm nog te herkennen is. Voor zover het fietsen betreft, geldt dit uiteraard vooral voor de zijkant! Daar wordt dan ook op grote schaal van dit effect gebruik gemaakt, meer in het bijzonder bij de nieuwere uitvoeringsvormen van zijreflectie, waar door reflecterende banden of strippen de tweewieligheid van de fiets duidelijk wordt gekenmerkt. Voor de voor- en achterkant van fietsen zijn uiteraard de mogelijkheden wat meer beperkt, maar ook hier wordt dit effect toegepast.

Wanneer we de functionele vereisten en de mogelijkheden bij elkaar brengen en met elkaar vergelijken, dan blijkt dat een afdoende signalering van alle zijden eigenlijk niet goed mogelijk is: de technische mogelijkheden en de mogelijkheden voor visuele waarneming zijn niet toereikend. Dit laatste is een belangrijke constatering: het betekent dat dit probleem niet met betere fietsverlichting alleen is op te lossen, maar dat voor de oplossing ervan bovendien naar andere terreinen moet worden gekeken. Men kan dan denken aan gedragsregels (voorrang e.d.) of aan verkeerskundige maatregelen (vrijliggende fietspaden e.d.). We zullen daar hier niet verder op in gaan: we zullen ons beperken tot de mogelijkheden die bestaan voor verdere optimalisering van de fietsverlichting.

A.3. DE VERLICHTINGSFUNCTIE

Naast de signaleringsfunctie hebben we de verlichtingsfunctie genoemd. Het gaat daarbij om het adequaat verlichten van het pad voor de fiets uit, het pad dat in de zeer nabije toekomst door de fietser dient te worden bereden. In zeer vele gevallen is daartoe een installatie voor openbare verlichting aangebracht. Uit proefnemingen is echter de suggestie naar voren gekomen dat de in de praktijk aanwezige verlichting in vele gevallen niet toereikend is om eventuele obstakels op het pad tijdig aan de fietser duidelijk te maken. Er bestaan weer andere proefnemingen die suggereren dat dit door de meeste fietsers nauwelijks als een bezwaar wordt ervaren. Deze schijnbare tegenstrijdigheid van de resultaten lijkt op een dergelijke situatie zoals die bij de verlichting ten behoeve van het gemotoriseerde verkeer bekend is: ook hier wordt de verlichting vaak als voldoende ervaren, ook al zijn obstakels, meer in het bijzonder kleine, maar toch gevaarlijke, obstakels niet zichtbaar. Voor de verlichting ten behoeve van het autoverkeer heeft een nadere studie uitgezeten dat hier waarschijnlijk helemaal geen sprake is van een tegenstrijdigheid, maar van twee zeer verschillende deeltaken die ieder geheel verschillende eisen stellen aan de verlichting, en die in de praktijk beide, maar in van geval tot geval zeer uiteenlopende onderlinge verhouding, voorkomen. Men mag aannemen dat bij fietsers iets dergelijks een rol zou kunnen spelen; dat voor het volgen van de weg, van de route geheel andere visuele informatie uit de omgeving nodig is dan voor het ontwijken van (kleine) obstakels.

Deze overwegingen zijn van belang om de vraag te kunnen beantwoorden aan welke eisen een installatie van openbare verlichting moet voldoen om de "eigen" fietsverlichting als middel om het pad te kunnen overzien, overbodig te maken. Momenteel kunnen we deze vraag niet definitief beantwoorden, maar wel is zonder meer duidelijk dat in vele gevallen de openbare verlichting, zo die er al is, toch ten enen male onvoldoende is; met andere woorden, het is gerechtvaardigd om de eisen te stellen aan de fietsverlichting die uit de verlichtingsfunctie volgen nader te onderzoeken - die functie komt kennelijk voor!

De functionele eisen zelf zijn vrij simpel. Ten eerste is het nodig dat de weg - de wegrand en het rijstrookbegrenzing, zo die er is - goed

duidelijk te zien is. Aangezien retroreflecterende wegmarkeringen op fietspaden niet gebruikelijk zijn is het een kwestie van voldoende wegdekkluminantie op de vereiste afstand. Deze afstand hangt uiteraard allereerst af van de rijsnelheid, en voorts van de manoeuvres die die fietser moet uitvoeren op grond van de door de weg geleverde informatie - bijvoorbeeld bochten nemen of snelheid verminderen. Voor de tweede deeltaak, het kunnen vermijden van kleine obstakels, moeten die obstakels voldoende worden verlicht, alsmede het wegdekgedeelte dat als achtergrond kan fungeren voor dergelijke obstakels. Omdat de kenmerken (kleur, helderheid, reflectie) van dergelijke obstakels niet van te voren kan worden voorspeld, moet men erop rekenen zowel het obstakel als de weg te kunnen verlichten. Lichttechnisch gaat het bij deze twee deeltaken om zeer analoge eisen; bij de gangbare rijsnelheden voor fietsen betekent dit dat de weg over een traject van ca. 5 tot ca. 20 m vóór de fiets moet zijn verlicht, en wel over een breedte van 2 à 3 m.