



Wegmarkeringen en verlichting voor fietsvoorzieningen



Aanbevelingen voor de keuze,
de aanbrenging en het onderhoud



Het fietsvademecum van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest biedt technische ondersteuning voor de verbetering van fietsvoorzieningen. Het is bestemd voor alle actoren die het fietsen in Brussel promoten.

De veiligheid en het comfort van fietsers worden in hoge mate bepaald door de kwaliteit van de verharding, van de wegmarkeringen en van de verlichting.

In deze aflevering geven we aanbevelingen voor de keuze, de aanbrenging en het onderhoud van wegmarkeringen en verlichting voor kwalitatieve fietsvoorzieningen.

De aanbevelingen voor verhardingen worden door dezelfde auteur vanuit dezelfde benadering in een afzonderlijke aflevering van het fietsvademecum behandeld.

Tekst, vertaling en tekeningen

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW)

Met medewerking van

Pierre-Jean Bertrand, Isabelle Corten, Florence Dekoster,
Frederik Depoortere, Eric Falier en Catherine Fierens
van Mobiel Brussel

Foto's

Mobiel Brussel en OCW

Grafische vormgeving

Dominique Boon

Deze brochure kan worden gedownload van
www.ocw.be en www.velo.irisnet.be

Disponible en français

D/2009/0690/4

Verantwoordelijke uitgever: Jean-Claude Moureau (Mobiel Brussel)

Mei 2009

Inhoud

1- Inleiding	3
2- Wegmarkeringen	5
2.1 Tekens voor wegmarkeringen en de toepassing ervan op fietsvoorzieningen	5
2.2 Soorten van wegmarkeringsproducten en -systemen	7
2.3 Eisen aan wegmarkeringen voor fietsvoorzieningen	10
2.4 Algemene aanbevelingen	15
2.5 Invloedsfactoren bij de keuze van wegmarkeringsproducten en -systemen	17
2.6 Aanbrenging	23
2.7 Onderhoud	25
2.8 Overzichtstabel	26
3- Verlichting	28
3.1 Verlichtingskwaliteit	28
3.2 Prestaties	29
3.3 Algemene ontwerpregels	30
3.4 Opstelling van de verlichting	31
3.5 Wanneer verlichten?	32
3.6 Keuze van de verlichtingsmiddelen	33
Literatuur	35

Afkortingenlijst

KB	Koninklijk besluit
MB	Ministerieel besluit
MTD	<i>Mean Texture Depth</i> (gemiddelde textuurdiepte)
OCW	Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
PBM	Persoon met beperkte mobiliteit
REACH	<i>Registration, Evaluation and Autorisation of Chemical Substances</i> (Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen)
SRT	<i>Skid Resistance Tester</i> (toestel om de stroefheid van een wegdek of wegmarkering te bepalen)

Terminologie

Gelijkmatigheidsfactor van de verlichtingssterkte	Verhouding van de kleinste tot de gemiddelde verlichtingssterkte op het beschouwde oppervlak
Lumen (lum)	Eenheid van lichtstroom
Rafeling	Schadebeeld na het verdwijnen van steenslag uit een verhardingsoppervlak
Verlichtingssterkte	Quotiënt van de lichtstroom die op een element van een vlak invalt en de oppervlakte van dat element

I - Inleiding

Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wil het gebruik van de fiets aanmoedigen. Dat past in het streven naar een duurzame mobiliteit.

In deze aflevering van het fietsvademeccum geven we aanbevelingen voor de keuze, de aanbrenging en het onderhoud van wegmarkeringen en verlichting voor kwalitatieve fietsvoorzieningen.

Het gebruik van fietsvoorzieningen staat of valt immers met de kwaliteit ervan.

In de kwaliteitseisen die aan een fietsvriendelijke infrastructuur worden gesteld, dient dan ook rekening te worden gehouden met de wensen van de fietsers. Dat wil zeggen een infrastructuur die directe en comfortabele verplaatsingen per fiets mogelijk maakt in een aantrekkelijke en veilige verkeersomgeving of, samengevat, infrastructuur die voldoet aan vijf kernwoorden:

- veiligheid;
- comfort;
- directheid;
- aantrekkelijkheid;
- samenhang.

De eisen met betrekking tot veiligheid en comfort worden in hoge mate bepaald door de verharding (met inbegrip van de aansluitingen, afwezigheid van obstakels, enz.), de wegmarkeringen en de verlichting. De verhardingen worden vanuit dezelfde benadering in een afzonderlijke aflevering van het fietsvademeccum behandeld.

Naast de gebruikerseisen mogen ook andere parameters niet uit het oog worden verloren.

Vooraf in stedelijke gebieden waar ruimte schaars is, is de verkeers- en ruimtelijke omgeving mee bepalend voor de aard van de fietsvoorzieningen.

Daarnaast moet ook met de huidige milieueisen rekening worden gehouden en dienen de fietsvoorzieningen harmonieus in de omgeving te worden ingepast.

Tegelijk moeten zij een duurzame en betaalbare oplossing bieden.

De aanleg van fietsvoorzieningen is dus het sluitstuk van een uitgebreid ontwerp- en overlegproces, waarbij tal van invloedsfactoren en vaak tegenstrijdige belangen en eisen moeten worden afgewogen.

De uitdaging voor ontwerpers en beheerders is fietsvoorzieningen te ontwerpen en te realiseren die worden gebruikt. Kwaliteit en zorg voor het detail zijn dus zeer belangrijk.

Het ontwerpen van fietsvoorzieningen mag niet alleen aan de tekentafel of met de computer gebeuren. Ontwerpers, technici en beheerders moeten ter plekke gaan kijken, om het feitelijke gedrag op straat en de essentiële constructieve aandachtspunten in te schatten.

Voor de juiste keuze en dimensionering van de verharding en wegmarkeringen moet de ontwerper een goede kennis van de materialen bezitten.

Vanzelfsprekend is het steeds zaak na te gaan of alle materialen, inrichtingen, enz. aan de huidige regelgeving, normen en andere aanbevelingen voldoen.

Ontwerpers en wegbeheerders moeten nauwlettend op de kwaliteit van de uitvoering toezien en voor, tijdens en na de uitvoering nauwgezet aangepaste controles verrichten.

In deze aflevering toetsen we de gangbare wegmarkeringsproducten aan de gebruikerseisen en aan de criteria van de wegbeheerder af:

- wegenverven;
- thermoplasten;
- koudplasten;
- voorgevormde producten;
- markeringsystemen;
- diverse materialen.

Als de eisen van de fietsers naar wegmarkeringen worden vertaald, gaat het in het bijzonder om:

- stroefheid;
- vlakheid;
- afwatering;
- obstakelvrij parcours;
- leesbaarheid en zichtbaarheid;
- netheid.

Andere parameters die de keuze van de ontwerper en de wegbeheerder beïnvloeden, zijn:

- duurzaamheid;
- ruimtelijke kwaliteit en beperkingen;
- gezondheid van mens en milieu;
- uitvoeringseisen en -beperkingen;
- onderhoudseisen en -beperkingen;
- kosten.

Net zoals een kwalitatieve verharding en wegmarkering draagt een aangepaste verlichting aan de (objectieve en subjectieve) veiligheid en het comfort van fietsers bij. Daarover handelt dan ook het derde hoofdstuk van deze aflevering.



2- Wegmarkeringen

Wegmarkeringen maken deel uit van het wegoppervlak. Zij zijn een hulpmiddel voor de weggebruiker en bedoeld voor geleiding, het aanduiden of verduidelijken van een feitelijke verkeerssituatie. Zij dragen niet alleen bij aan de leesbaarheid van de verkeersruimte, zij moeten zelf ook goed leesbaar zijn. Bij wegmarkeringen voor fietsvoorzieningen geldt dit nog meer dan bij wegmarkeringen voor het overige verkeer. Wegmarkeringen voor fietsers geven namelijk aan:

- waar de (visuele) afscherming voor de fietser zich bevindt en waar hij in principe meer bescherming geniet;
- waar andere weggebruikers fietsers op de rijbaan kunnen verwachten.

We behandelen in dit hoofdstuk uitsluitend producten, systemen en diverse andere materialen voor de uitvoering van wegmarkeringen. De regelgeving voor wegmarkeringen valt buiten het opzet van deze publicatie¹.

Gekleurde verhardingsoppervlakken beschouwen we als een bijzondere toepassing van de betrokken verhardingsmaterialen. Ze worden dan ook in aflevering 5 *Verhardingen* van het fietsvademecum behandeld.

Voor een goede begrijpelijkheid beginnen we dit hoofdstuk met een kort overzicht van de tekens voor wegmarkeringen en de toepassing ervan op fietsvoorzieningen.

2.1 Tekens voor wegmarkeringen en de toepassing ervan op fietsvoorzieningen

Als tekens onderscheiden we lengte-, symbool- en dwarsmarkeringen.

De hierna beschreven tekens worden afzonderlijk of gecombineerd toegepast op gemarkeerde fietspaden, fietssuggestiestroken, fietsoversteekplaatsen en fietstopstelstroken (zogenoemde fietssluisen). Ze kunnen met een roodgekleurd verhardingsoppervlak worden ondersteund, om in conflictsituaties op gevaar te wijzen of om een onduidelijke situatie leesbaarder te maken (zie 2.3.4).

2.1.1 Lengtemarkeringen

Lengtemarkeringen zijn wegmarkeringen die in principe parallel met de weg lopen. Een lengtemarkering wordt meestal gewoon streep of verkeersstreep genoemd.

Om auto- en fietsverkeer te scheiden, worden gemarkeerde fietspaden afgebakend met twee evenwijdige onderbroken strepen, eventueel aangevuld met symbolen: enkele of dubbele sergeantstrepen en/of fietslogo's.

Als er voldoende breedte beschikbaar is, kan een zogenoemde Sauwenslijn de rijbaan versmallen en meer afstand scheppen tussen fietsers en autoverkeer.

1. Wegmarkeringsproducten en -systemen en bestanddelen; aanbrenging; technische specificaties, certificatie en keuring; contracten; veiligheid, gezondheid en milieubescherming en aanduiding van werkzaamheden in uitvoering zijn beschreven in OCW-publicatie *Handleiding voor de uitvoering van wegmarkeringen (A79/07)* en in het standaardbestek voor wegwerkzaamheden van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Het verdient aanbeveling om bij het opstellen van lastenboeken de vereisten opgesomd in dat standaardbestek over te nemen. De regelgeving voor wegmarkeringen is vervat in het verkeersreglement en de "straatcode" (KB van 1 december 1975 met opeenvolgende wijzigingen) en het reglement van de wegbeheerder (MB van 11 oktober 1976 met opeenvolgende wijzigingen). De goede toepassing ervan wordt in andere afleveringen van het Fietsvademecum van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en in hoofdstuk III *Wegmarkeringen van het Geïllustreerd reglement voor de wegbeheerder van het OCW* behandeld.



Gemarkeerd fietspad. Wegmarkeringen zorgen dat fietsers aan de kruising voorrang behouden



Fietssuggestiestrook. Afwisselende markering van fietslogo's en sergeantstrepen bakent het fietstraject af

2.1.2 Symboolmarkeringen

Symboolmarkeringen zijn wegmarkeringen die een specifieke vorm hebben en een figuur uitbeelden zoals fietsymbolen en sergeantstrepen om een fietssuggestiestrook aan te duiden.

Bij gemengd verkeer worden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest fietssuggestiestroken gemarkeerd met fietslogo's en sergeantstrepen, die afwisselend en op een vaste afstand van elkaar worden aangebracht.

2.1.3 Dwarsmarkeringen

Dwarsmarkeringen zijn wegmarkeringen die in principe haaks op de weg zijn aangebracht zoals stopstrepen en blokmarkering van fietsoversteekplaatsen. Een fietsoversteekplaats is een voorziening die fietsers in staat stelt een weg over te steken.

Aan verkeerslichtengeregelde kruispunten dient een fietsopstelstrook of zogenoemde fietssluis te worden gemarkeerd door middel van twee witte stopstrepen en fietslogo's.



Fietsopstelstrook

2.2 Soorten van wegmarkeringsproducten en -systemen

2.2.1 Wegmarkeringsproducten en -systemen

2.2.1.1 Wegmarkeringsproducten

Als wegmarkeringsproducten onderscheiden we wegeverven, thermoplasten, koudplasten en voorgevormde producten.

- *Wegenverven*²: deze vloeibare producten bevatten vaste stoffen die opgelost zijn in een organisch of waterig oplosmiddel. Naargelang van de aard van het oplosmiddel onderscheiden we dus twee soorten: solventverven en waterverdunbare verven (in dit laatste geval spreekt men van "waterverven"). Zij kunnen ook mengparels bevatten.



Markeren van een fietspad met wegeverf en sjablonen

- *Thermoplasten*³: deze markeringsproducten bevatten geen solvents en worden in blok-, korrel- of poedervorm geleverd. Zij worden verwarmd en in gesmolten toestand op een wegdek aangebracht.



Markeren van een fietspad met thermoplasten

- *Koudplasten*⁴: deze meercomponentenproducten vormen door een chemische reactie tussen de vermengde componenten een hard laagje op het wegdek. Bij het vloeistof-vloeistofprocédé wordt net voor de aanbrenging een verhardingsmiddel met de koudplast vermengd. Dit middel brengt na korte tijd een polymerisatieproces op gang, waardoor het product uithardt. Bij het vloeistof-vastprocédé omhult het verhardingsmiddel de nagestrooide of tijdens de verwerking ingemengde glasparels.

2. Wegenverven worden beschreven in de Europese normen NBN EN 1817 en NBN EN 12802.

3. Voor thermoplasten gelden de Europese normen NBN EN 1790, NBN EN 1871 en NBN EN 12802.

4. Voor koudplasten gelden de Europese normen NBN EN 1436, NBN EN 1817, NBN EN 12802 en NBN EN 13212.

- *Voorgevormde producten*⁵: deze producten worden ingedeeld in twee soorten: *warm gekleefde voorgevormde producten* (voorgevormde thermoplasten) en *koud gelijkde voorgevormde producten*.
- *Warm gekleefde voorgevormde producten* zijn eigenlijk thermoplasten. Zij moeten dan ook aan de voorschriften voor thermoplasten voldoen – behalve wat de warmtebestendigheid betreft, omdat zij niet bestemd zijn om in een kuip te worden verwarmd.



Voorgevormd fietslogo



Aanbrenging van een voorgevormd fietslogo met gasbrander en afstrooien met glasparels met retroreflecterend effect

- *Koud gelijkde voorgevormde producten* (tape) worden geleverd op rollen van standaardlengte en een aan de vraag aangepaste breedte. Zij vormen een volledig, zelfklevend systeem, dat gewoon door aan-

drukken op het wegoppervlak kan worden bevestigd. Naargelang van de kwaliteit van het wegoppervlak en/of de temperatuur op het tijdstip van aanbrenging kan eerst een kleeflaag (primer) worden toegepast.

2.2.1.2 Wegmarkeringssystemen

Een markeringsysteem is een combinatie van een markeringsproduct en één of meer soorten glasparels of een geschikt mengsel van glasparels en een stroefmakend middel⁶. Dit geheel wordt volgens uiteenlopende technieken op de weg aangebracht in de vorm van een harde of hard wordende film met een gegeven dikte, die van de toegepaste doseringen afhangt. We onderscheiden *vlakke en geprofileerde systemen*.

- *Vlakke systemen* zijn het gangbaarst. Ze bestaan uit een film met een constante dosering. Op een vlakke ondergrond vormt deze film een markering met een constante nominale dikte.
- *Geprofileerde systemen* worden voor bijzondere doeleinden toegepast. Ze hebben een in de dwars- en/of lengterichting veranderlijke filmdikte. Hierdoor ontstaat een reliëf met wisselende hoogte (h). Crepi's vormen een discontinue film op het oppervlak. Structuurfilms zijn gemiddeld minder dan 5 mm dik ($h < 5$ mm). Reliëffilms zijn gemiddeld dikker dan 5 mm ($h \geq 5$ mm).

2.2.2 Diverse materialen

In deze groep onderscheiden we straatstenen en tegels, verkeerspunaises, verkeersgeleidingselementen, en retroreflecterende wegdekreflectoren.

2.2.2.1 Straatstenen en tegels

In elementenverhardingen kunnen gekleurde (in het bijzonder witte) betonstraatstenen als markering worden ingestraat.

Ribbeltegels kunnen worden toegepast als aankondiging van een paaltje op een tegel-fietspad.

5. Voorgevormde producten worden beschreven in de Europese norm NBN EN 1790.

6. Voor glasparels gelden de Europese normen NBN EN 1423 en 1424, en voor stroefmakende middelen de Europese norm NBN EN 1423.

Witte marmmermarkeringen in straatkeiverhardingen zijn af te raden. Ze zijn te glad, onvoldoende sterk en niet vorstbestendig.



Wegmarkering van witte betonstraatstenen

2.2.2.2 Verkeerspunaises

Verkeerspunaises zijn boven het verhardingsoppervlak uitstekende vaste, niet-ervormbare elementen in de vorm van een punaise, die deel uitmaken van de wegmarkering. Omdat

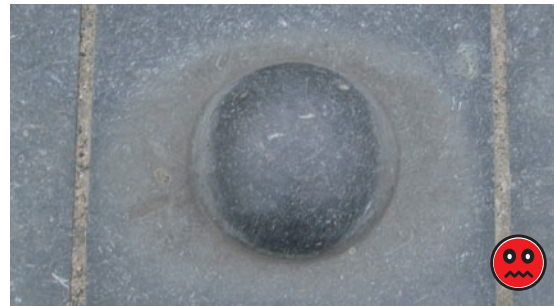


Verkeerspunaises zijn glad

ze boven het wegoppervlak uitsteken en glad zijn, vormen zij een gevaar voor fietsers en bromfietzers. De toepassing ervan is dan ook af te raden.

2.2.2.3 Verkeersgeleidingselementen

Verkeersgeleidingselementen worden als afscheiding tussen rijbaan en fietsvoorziening toegepast. Een voorwaarde is wel dat de afstand tussen het gemarkeerde fietspad en de elementen (bv. biggenruggen) voldoende breed is, om te voorkomen dat fietsers het materiaal raken en de macht over het stuur verliezen.



Bolvormig verkeersgeleidingselementen zijn af te raden wegens het verhoogde risico op valpartijen



Op deze weg met beperkt eenrichtingsverkeer schermen biggenruggen de fietsers van het autoverkeer af

2.2.2.4 Retroreflecterende wegdekreflectoren⁷

Om de onder 2.2.2.3 vermelde reden wordt het gebruik van wegdekreflectoren als permanente markering van fietsvoorzieningen afgeraden. Daarbij komt dat de reflectorwerking voornamelijk optreedt bij aanstraling door koplampen van auto's en niet door die van fietsers.

2.3 Eisen aan wegmarkeringen voor fietsvoorzieningen

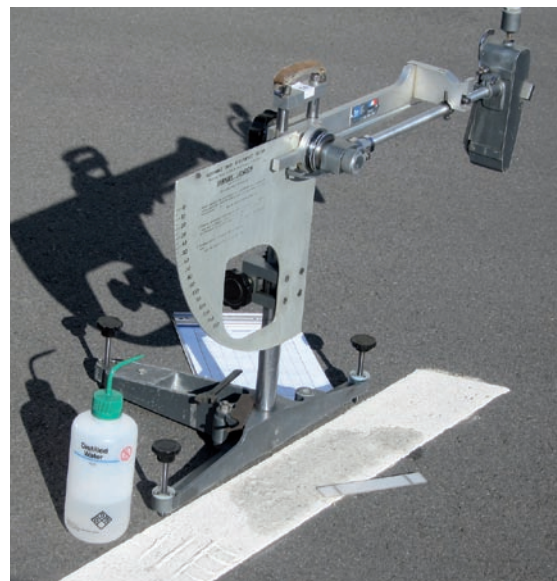
Wegmarkeringen voor fietsvoorzieningen moeten voldoen aan een reeks basisprestatiecriteria⁸: stroefheid, zichtbaarheid bij dag of bij kunstlicht, nachtzichtbaarheid (bij droog wegdek, nat wegdek en regenweer) en kleur. Die zijn in wezen dezelfde als voor wegmarkeringen op de rijbaan.

Hierna worden de relevante criteria kort toegelicht en waar nodig worden aanbevelingen voor op te leggen waarden gegeven. De NBN EN 1436 geeft immers geen grenswaarden, maar "prestatieklassen" voor elk criterium. Voor meer details verwijzen we naar het standaardbestek voor wegwerkzaamheden van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

We gaan ook dieper in op twee andere, voor fietsvoorzieningen belangrijke criteria: vlakheid en afwatering.

2.3.1 Stroefheid

Wegmarkeringen moeten ten minste een gelijkwaardige stroefheid als de wegverharding hebben, vooral bij vochtig weer. De verharding is immers het uitgangspunt voor het gedrag van de fietser: gladde wegmarkeringen maken de fietser onzeker (zodat hij vertraagt) of brengen hem zelfs in gevaar (verrassingseffect als hij niet met de situatie vertrouwd is).



Om de stroefheid van een wegdek of wegmarkering te bepalen, heeft het Road Research Laboratory (TRL, Verenigd Koninkrijk) een wrijvingsmeter ontworpen: de SRT-slinger (Skid Resistance Tester). De waarde die de SRT-slinger meet, wordt de Skid Resistance (stroefheid) genoemd.

7. Retroreflecterende wegdekreflectoren zijn beschreven in NBN EN 1463.

8. De basiscriteria zijn beschreven in NBN EN 1436.

Wat stroefheid betreft, voldoen de gebruikelijke materialen bij droog wegdek goed, maar bij nat wegdek laten ze soms te wensen over.

NBN EN-norm 1436 legt verschillende klassen vast voor de SRT-stroefheid van wegmarkeringen. Het verdient aanbeveling een stroefheidsklasse S2 ($SRT \geq 50$) voor te schrijven.

Om de stroefheid van wegmarkeringen te vergroten, kunnen stroefmakende middelen worden toegepast. Deze middelen bestaan uit harde korrels van natuurlijke of kunstmatige oorsprong, met de hardheid, witheid (of doorzichtigheid) en grootte van de korrels als relevante kenmerken. Het zijn nastrooi-middelen, die vaak met glasparels worden vermengd. Dit vermindert het retroreflecterende vermogen van de markering. In de voorschriften moet dus worden gezocht naar een compromis tussen stroefheid en retroreflectie. Bij dikke films moet worden gelet op de kwaliteit van de vulstoffen in het product, omdat zij voor de stroefheid op lange termijn moeten zorgen.

Als de reglementaire witte wegmarkeringen op een rode ondergrond worden aangebracht, mag dit geen aanleiding geven tot een verminderde stroefheid van het verhardingsoppervlak. De toepassing van bauxiet, een mineraal dat in verscheidene tinten van rood beschikbaar is, levert in dergelijke gevallen een goede stroefheid op.



Wegmarkering met rood bauxiet voor een betere stroefheid

2.3.2 Zichtbaarheid bij dag of bij kunstlicht

Om voor alle weggebruikers zichtbaar te zijn, moet een wegmarkering voldoende contrasteren (helderheid, kleur) met het oppervlak waarop zij wordt aangebracht. Voor een goede zichtbaarheid moet witte markering voldoende titaandioxide (TiO_2) bevatten. TiO_2 zorgt voor voldoende "witheid", maar is ook het duurste ingrediënt. Bij een lichtgekleurd verhardingsoppervlak (bv. beton) moet een hogere waarde voor de dagzichtbaarheid (Q_d) worden geëist dan bij een donker oppervlak (bv. asfalt).



Goed zichtbaar wit fietslogo op een donkere asfaltverharding



Voor een goede zichtbaarheid moet de wegmarkering voldoende contrasteren met de verharding waarop ze is aangebracht

Alle gebruikelijke materialen voldoen bij een droog oppervlak voor de dag- én de nachtzichtbaarheid. Duidelijk minder goed zijn de prestaties 's nachts bij regenweer.

2.3.3 Nachtzichtbaarheid (retroreflectie)

Nachtzichtbaarheid van wegmarkeringen is belangrijk voor fietsers én automobilisten. De eersten moeten met de lichtstralen van de fietslamp het fietstraject kunnen zien en volgen, terwijl de laatsten met de lichtstralen van de koplampen de fietsvoorzieningen moeten kunnen zien.

Om de nachtzichtbaarheid te verbeteren, kunnen glasparels met een retroreflecterend effect worden toegevoegd. Zij kaatsen het schuin invallende licht van het fietslicht terug naar de ogen van de fietser.

Retroreflectie is overigens een fundamentele eis als de te markeren weg geen openbare verlichting heeft. Dan worden meer glasparels met een retroreflecterend effect in verhouding tot stroefmakende middelen toegevoegd.

Wegverven, thermoplasten, koudplasten en voorgevormde producten worden gecombineerd met glasparels, die ingemengd ("mengparels") en/of nagestrooid ("nastroopparels") kunnen worden. Mengparels zorgen vooral voor een goede retroreflectie op lange termijn als de nastroopparels verdwenen zijn. Zij

bezorgen de wegmarkering ook een goede mechanische sterkte. Dat geldt voornamelijk voor dunlagige wegmarkeringen. Nastroopparels maken de wegmarkering vooral in de beginfase retroreflecterend.



Retroreflecterend effect van nastroopparels op warm gekleefde voorgevormde fietslogo's

Op een nat wegoppervlak veroorzaakt de waterfilm spiegelreflectie. De lichtstralen worden dan naar voren teruggekaatst en de markering wordt vrijwel onzichtbaar.

De enige wegmarkeringsoorten die 's nachts bij een nat wegoppervlak wel goed zichtbaar blijven, zijn **geprofileerde wegmarkeringssystemen**. De voordelen zijn veelvuldig. Zij zorgen voor:

- een akoestisch effect bij automobilisten die de rijstrook verlaten en aldus een bedreiging voor fietsers vormen. Een interessante oplossing is daarom naast het gemarkeerde fietspad een doorlopende geprofileerde markering

aan te brengen, die een denkbeeldige rand tussen de rijbaan en het fietspad aangeeft. Dit schept een veiligheidsruimte voor de fietser ten opzichte van het overige verkeer;

- een goede zichtbaarheid bij duisternis en bij nat weer, omdat de markering boven de waterfilm uitsteekt en de lichtstralen terugkaatst;
- een goede afwatering, omdat de geprofileerde markering op vaste afstanden (dus onderbroken) wordt aangebracht op een onderliggende doorlopende markering van minder dan 1 mm dik.



Akoestische ribbelmarkering voor automobilisten: grote opstaande blokken



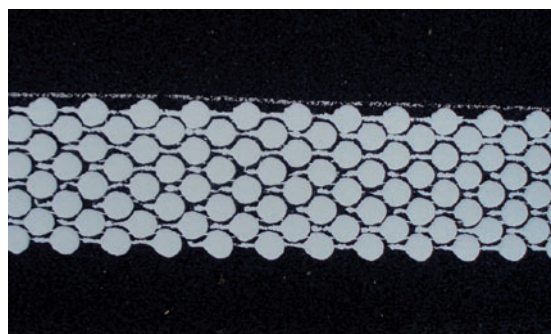
Ribbelmarkering van kleine opstaande blokken



Ribbelmarkering van rechthoekige opstaande blokken

Geprofileerde markeringen kunnen ook worden gebruikt om fietsers voor afsluitpaaltjes of verlichtingspalen te waarschuwen.

De afstand tussen een geprofileerde markering met een akoestisch effect en het gemarkeerde fietspad moet voldoende breed zijn, om het risico te beperken dat fietsers het geprofileerde materiaal raken en de macht over het stuur verliezen. Daarom verdient het minst agressieve geprofileerde systeem (bv. bolletjes in plaats van hoog opstaande blokken) de voorkeur.



Ribbelmarkering van bolletjes

De zichtbaarheid van wegmarkeringen voldoet niet onder alle omstandigheden. Tegenlicht overdag (bij lage zonnestand) en bij duisternis (door koplampen van tegenliggers) kan de zichtbaarheid geheel of gedeeltelijk teniet doen, vooral bij een nat wegoppervlak. Alleen het verschil tussen verhardingssoorten blijft doorgaans waarneembaar.

2.3.4 Kleur

In de norm NBN EN 1436 wordt in een kleurendiagram een vierhoekig gebied afgebakend. Alle wegmarkeringsproducten waarvan de kleurcoördinaten x en y in dat gebied vallen, worden als wit beschouwd en voldoen voor de kleur. In de praktijk zijn er zelden problemen met de kleur van witte wegmarkeringsproducten.

In de vier hierna geïllustreerde conflictsituaties past het Brussels Hoofdstedelijk Gewest een roodgekleurd verhardingsoppervlak toe. De rode kleur mag enkel aanvullend aan de reglementaire witte wegmarkeringen worden toegepast.

Fietsoversteekplaats



Slipvaste marking van rood bauxiet ondersteunt de reglementaire markeringen van een fietsoversteekplaats die in twee richtingen wordt gebruikt



Rood verhardingsoppervlak voor een fietsoversteek op een drukke weg

Weefvak



Roodgekleurd weefvak met druk autoverkeer

Inrit



Een roodgekleurd verhardingsoppervlak waarschuwt fietsers voor kruisende inritten waar veel voertuigen af- en aanrijden (parkeerterrein, tankstation, enz.)

Invoegstrook



Aan invoegstroken waarschuwt een roodgekleurd verhardingsoppervlak automobilisten voor fietsers die van een vrijliggend fietspad in het verkeer op de rijbaan invoegen

2.3.5 Vlakheid

Vanuit oogpunt van veiligheid en rijcomfort mag de film van wegmarkeringsproducten en -systemen op fietsvoorzieningen niet meer dan enkele millimeter (en maximaal 5 mm) dik zijn.

Reliëffilms zijn gemiddeld wel dikker dan 5 mm. Zij worden toegepast als akoestische ribbelmarkering voor automobilisten of om fietsers voor afsluitpaaltjes of verlichtingspalen te waarschuwen.

2.3.6 Afwatering

Bij een nat wegoppervlak laat de zichtbaarheid vaak te wensen over. De zichtbaarheid wordt dan bepaald door de dikte van de markering en het verschil in helderheid en kleur tussen markering en wegoppervlak. Bij ononderbroken strepen kunnen ook nog afwateringsproblemen ontstaan als markeringsmateriaal van meer dan 1 mm dik wordt gebruikt. Het water dat hierachter kan blijven staan, leidt tot gevaar (opvriezen, verborgen putten, enz.) of comfortvermindering (opsattend water) voor fietsers. Stilstaand water op het oppervlak tast uiteindelijk ook de duurzaamheid van wegmarkeringen aan. Door de inwerking van het water komen bijvoorbeeld voorgevormde producten sneller los.

Waar retroreflectie 's nachts bij regenweer als prioriteit geldt, is afwatering van zeer groot belang. Een goede afwatering kan op verschillende manieren worden gerealiseerd, maar in alle gevallen komt het erop aan de glasparels boven het waterlaagje op het verhardingsoppervlak te houden.

2.4 Algemene aanbevelingen

Algemeen wordt aanbevolen naar zo uniform mogelijke wegmarkeringen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en zeker in dezelfde gemeente of wijk, op dezelfde weg of route te streven. Idealiter worden bijvoorbeeld sergeantstrepen steeds met producten met hetzelfde aanzien uitgevoerd. Een verschillende uitvoering voor dezelfde soort van wegmarkeringen van gemeente tot gemeente schept een chaotische en weinig esthetische indruk. Bovendien bemoeilijkt het de interpretatie van de wegmarkering en dat komt de veiligheid niet ten goede.

Omdat de duurzaamheid van wegmarkeringen onder meer afhangt van de duurzaamheid van de verharding waarop ze worden aangebracht, is het raadzaam niet in duurzame (en dure) markeringen zoals (voorgevormde) thermoplasten of tape te investeren als de verharding het einde van de levensduur bijna heeft bereikt. Een goedkopere, minder duurzame (dunne) verflaag kan dan volstaan.

Volgens dezelfde logica loont het de moeite om in het ontwerp voor de gedeeltelijke of volledige renovatie van een weg volgens de beschikbare wegbreedte nieuwe wegmarkeringen voor fietsvoorzieningen te integreren. Zo hoeven nadien bestaande wegmarkeringen niet te worden verwijderd.

Om onleesbaarheid door bevuiling te voorkomen, worden wegmarkeringen het best niet te dicht bij weggoten en rioolkolken aangebracht.

Op het nog "vettige" oppervlak van een pas aangebrachte **asfaltverharding** kan een markering niet goed hechten. Dat kan de levensduur zeer ongunstig beïnvloeden. Daarom is het verkieslijk in zulke gevallen eerst een goedkoper product met een beperkte levensduur aan te brengen, bijvoorbeeld een dunne verflaag. Als het wegoppervlak voldoende is "ingereden" en de bitumenfilm van de verharding deels is afgesleten, kan een nieuwe, duurzamere (en duurder) wegmarkering worden aangebracht, bijvoorbeeld voorgevormde thermoplast of tape. Soms kan het voor de wegbeheerder interessant zijn een voorlopige wegmarkering in een dunne verflaag aan te duiden, bijvoorbeeld om de adequaatheid van een nieuwe wegmarkering uit te testen. Als aanpassingen nodig blijken te zijn, hoeven geen duurder (thermoplastische) markeringen te worden verwijderd.

Het oppervlak van een pas gestorte **betonverharding** is nog chemisch actief en zeer alkalisch. Dat kan de nieuwe wegmarkering aantasten en de levensduur ervan negatief beïnvloeden. Ook in dit geval kan eerst een goedkopere dunne verf worden aangebracht of kan een "primer" als beschermingslaag tussen het wegoppervlak en de markering worden toegepast.

Op een **andere dan elementenverharding met een fijne textuur** (dicht asfalt, onbehandeld of gebezemd beton, enz.) kunnen in principe alle soorten van wegmarkeringsproducten worden toegepast, op voorwaarde dat de laagdikte van de markering niet te groot is (≤ 5 mm) en dat een goede afwatering is gewaarborgd. De voorzorgen in verband met laagdikte zijn enkel van belang voor wegmarkeringen die door fietsers worden overreden (fietslogo's en sergeantstrepen).

Op **verhardingen met een sterke textuur** (zelfs in goede staat) is tape te ontraden, omwille van mogelijke hechtingsproblemen. Een voortijdig loskomende tape zou zonde zijn voor het dure materiaal.

Op **elementenverhardingen** kan zowel verf als voorgevormde thermoplast worden toegepast, maar het resultaat is zelden bevredigend. Door de inwerking van water en vorst in de voegen zal de markering na enige tijd barsten. Op elementenverhardingen dient dus vooraf een "primer" te worden aangebracht.

Tape is ook in dit geval af te raden, omwille van mogelijke hechtingsproblemen ter hoogte van de voegen. Gewone thermoplast kan "uitlopen" in de voegen, met een weinig esthetisch resultaat tot gevolg. Een alternatief voor de klassieke wegmarkering is het instraten van witte straatstenen. Deze oplossing is niet goedkoop en niet steeds mogelijk (moet passen in het legverband van de elementenverharding), maar kan wel een zeer duurzaam, esthetisch en milieuvriendelijk alternatief zijn. De ingestrate elementen moeten ten minste even stroef zijn als de andere elementen van de verharding.

In een stedelijke omgeving moet bij het ontwerp rekening worden gehouden met de inpassing van **bijzondere oppervlakken** zoals putdeksels, verluchtingsroosters, enz., om te vermijden dat op dergelijke (gladde of geribbelde) oppervlakken moet worden gemarkeerd. Als dat niet mogelijk is, kan in principe hetzelfde markeringsproduct als op het omliggende verhardingsoppervlak worden aangebracht. Geen enkel markeringsproduct biedt echter een goede duurzaamheid. Idealiter wordt op dergelijke oppervlakken niet gemarkeerd. Als

het toch niet anders kan, verdient een goedkoop product (bv. verf) de voorkeur. Dat dient wel geregeld te worden opgefrist.



Onleesbare markering voor een fietsopstelstrook



Onleesbaar fietslogo



Stalen verluchttingsrooster

2.5 Invloedsfactoren bij de keuze van het wegmarkeringsproduct of -systeem

De volgende factoren kunnen de keuze van wegmarkeringsproducten en -systemen beïnvloeden:

1. soort van tekens;
2. optredende belastingen;
3. financiële middelen, vakkundigheid en personeel;
4. milieuaspecten;
5. omvang van de wegmarkeringswerkzaamheden;
6. verkeershinder.

2.5.1 Soort van tekens

2.5.1.1 Lengtemarkeringen – Onderbroken strepen

Omdat onderbroken strepen op de meeste plaatsen niet (veelvuldig) overreden worden, zijn zij weinig gevoelig voor afslijting en is een verfmarkering bij de aanleg vaak een budgettair interes-



Voorlopige markering met wegverf

sante keuze. Wegenverven bieden op nagenoeg elke ondergrond voldoening, op voorwaarde dat ze tweemaal per jaar worden aangebracht.

2.5.1.2 Lengtemarkering – Sauwenslijn

De Sauwenslijn kan worden uitgevoerd als een witte doorlopende streep (verf, thermoplast, koudplast of tape), als een ribbelstreep met of zonder doorlopende witte streep (thermo- of koudplast, al of niet in combinatie met verf) of met wegdekreflectoren.

Het aanbevolen systeem is een ribbelmarkering van thermo- of koudplast met een verlaag (zie 2.3.3). Koudplast is enkel aanbevolen als machinale aanbrenging mogelijk is.



Voorlopige markering met wegverf

Veel meer nog dan de stroefheid is de zichtbaarheid voor automobilisten overdag en 's nachts (als er geen kunstverlichting is) zeer belangrijk. Een SRT-waarde van 45 volstaat daarom in dit geval. Ribbelmarkeringen hebben het voordeel dat er bij het overrijden geluid en trillingen worden gegenereerd in het voertuig die de automobilist alarmeren. De zichtbaarheid bij nacht en bij regenweer is ook beter dan van wegmarkeringen zonder reliëf.

Een radicalere vorm van reliëf zijn de eerder in dit hoofdstuk beschreven verkeersgeleidings-elementen (die ook kunnen worden toegepast om de rand van de rijbaan te markeren). Zij houden echter gevaar voor valpartijen in als fietsers van het fietspad afwijken of voor motorrijders die langs de rand van de rijbaan rijden.

2.5.1.3 Symboolmarkeringen – Sergeantstrepen en fietslogo's

Voor symbolen (fietslogo's en sergeantstrepen) leveren voorgevormde thermoplasten veruit het beste resultaat op. Zij verdienen dan ook aanbeveling. Verven en met sjablonen aangebrachte thermoplasten kunnen ook worden toegepast, maar met deze producten vertonen de symbolen doorgaans meer afwijkingen (te dikke of te dunne strepen) en/of minder scherpe aflijningen, enz. Bij het hermarkeren moet steeds hetzelfde sjabloon worden gebruikt, om te vermijden dat de nieuwe en de bestaande markeringen ineenvloeien. De markering is dan immers onleesbaar.

Koudplasten zijn minder gemakkelijk handmatig aan te brengen en daarom niet aan te bevelen.



Afgesleten geverfd fietslogo op een elementenverharding



Beschadigd voorgevormd fietslogo op een straatkeiverharding



Afgesleten voorgevormd thermoplastisch fietslogo op een elementenverharding



Dit voorgevormde fietslogo werd na de aanbrenging van een "primer" warm gekleefd op gefigureerd beton. Gefigureerd beton heeft minder diepe voegen, zodat de markering op dit soort van ondergrond duurzamer is



*Geverfd fietslogo op een elementenverharding.
Markeren met een sjabloon levert minder
scherp afgelijnde tekens op. De voegen en
het gebruik van een verschillend sjabloon
bij de hermarkering maken het logo minder
goed leesbaar*



*Markeren over verhardingen en/of elementen
met een verschillend gedrag vermijden!*



Voorgevormd fietslogo op betonstraatstenen

2.5.1.4 Dwarsmarkering – Fietsopstelstrook (fietssluis)

Wegmarkeringen voor fietsopstelstroken aan kruispunten bevinden zich op het gedeelte van de openbare weg dat ook door auto's wordt gebruikt. Onder invloed van veelvuldig afremmend en optrekkend verkeer is de slijtage hier veel groter. De praktijk leert dat duurdere en in theorie duurzamere markeringen zoals thermoplasten nauwelijks meerwaarde opleveren. Daarom is ook voor de markering van stopstrepen op fietsopstelstroken het gebruik van verf aanbevolen. Zoals al gezegd, moeten geverfde markeringen tweemaal per jaar worden gehermarkeerd.

Voor fietslogo's op fietsopstelstroken blijven de eerder beschreven basisregels uiteraard van toepassing.

2.5.1.5 Dwarsmarkering – Fietsoversteekplaats

Net zoals fietsopstelstroken zijn ook fietsoversteekplaatsen gevoelig voor slijtage onder invloed van het autoverkeer. In tegenstelling met fietsopstelstroken worden voor fietsoversteeken echter vaker thermoplasten toegepast. Er treden immers minder wringende krachten van het verkeer (remmen en optrekken van auto's). Het wegoppervlak moet dan wel in goede staat zijn en het mag geen elementenverharding zijn. Verf kan een alternatief zijn.



Fietsoversteekplaats

2.5.2 Optredende verkeersbelastingen

Op sommige plaatsen zullen wegmarkeringen op fietsvoorzieningen door optredende verkeersbelastingen sneller afslijten:

- op kruispunten;
- ter hoogte van zijwegen;
- langs parkeerplaatsen;
- ter hoogte van in- en uitritten van parkeerterreinen of -garages, en bedrijventerreinen (waar veel bestel- of vrachtwagens aan- en afrijden).

Voorgevormde thermoplasten zoals aanbevolen voor fietslogo's en sergeantstrepen bieden in principe een goede weerstand tegen deze slijtage. Onderbroken strepen zouden op zulke plaatsen in een duurzamer materiaal dan verf mogen worden uitgevoerd, maar zoals al gezegd biedt een afwisseling van verschillende systemen voor onderbroken strepen een weinig fraai aanzien en minder duidelijkheid. Daarom worden onderbroken strepen langs de volledige fietsvoorziening het best met verf uitgevoerd. Op slijtagegevoelige plaatsen dient dan vaker te worden gehermarkeerd.

Vaak gaat het om potentiële gevaarpunten waar aanvullend aan de reglementaire witte wegmarkeringen een rood verhardingsoppervlak is aangebracht, om voor mogelijk gevaar te waarschuwen. Dan verdient het aanbeveling een duurzaam rood verhardingsmateriaal te kiezen. In plaats van een rood verhardingsoppervlak zou ook een wit thermoplastisch fietslogo kunnen worden aangebracht, om automobilisten te waarschuwen dat zij fietsers op hun weg kunnen verwachten.

2.5.3 Financiële middelen, vakkennis en personeel

Als algemene regel kan worden gesteld dat de prijs van een product evenredig is met de duurzaamheid. Een goedkoop markeringsproduct is niet noodzakelijk het voordeligst voor de wegbeheerder.

Om de kostprijs van een hoeveelheid markering te beoordelen, dient rekening te worden gehouden met de integrale levenscycluskosten. Dit wil zeggen investeringskosten voor de uitvoering van wegmarkeringen (inclusief de verwijdering van bestaande markeringen en de verkeersmaatregelen), onderhoudskosten, milieu- en recyclingkosten en maatschappelijke kosten door verkeershinder.

Op het eerste gezicht zijn verfmarkeringen goedkoper dan thermo- of koudplasten en tape. Verfmarkeringen dienen echter vaker hernieuwd te worden, met alle hinderlijke gevolgen (parkeerverbod, verkeershinder, enz.) vandien. Afsgesleten markeringen leiden tot meer verkeersonveiligheid, met onrechtstreekse kosten als gevolg.

Wegmarkeringen van thermo- of koudplasten en tape zijn het duurzaamst. Zij blijven beter zichtbaar en stroef bij een nat wegoppervlak, zijn kleurvast en weinig slijtagegevoelig. Bij de aanleg zijn thermoplasten duurder, maar vanuit oogpunt van onderhoud voordeliger. Een nadeel is wel dat ze gladder zijn dan wegenreverf en enkele millimeters boven het verhardingsoppervlak uitsteken. Dat leidt tot een verminderde vlakheid.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de richtprijzen en van de gemiddelde levensduur voor de gangbare materialen.

Ook aspecten zoals de vereiste financiële middelen, de vereiste vakkennis en het al of niet vakkundige personeel waarover de bevoegde wegbeheerder beschikt, kunnen de keuze van wegmarkeringsproducten en -systemen beïnvloeden. Sommige producten moeten echter vaker worden gehermarkeerd, zodat ze op langere termijn duurder zijn. Het is ook raadzaam

hermarkering in de aanbestedingsdocumenten te voorzien. Soms kan het voor de wegbeheerder de moeite lonen het materieel zelf aan te kopen en/of personeel op te leiden.

2.5.4 Milieuaspecten

De Europese *Bouwproductenrichtlijn (BPR) 89/106/EEG* eist dat alle materialen die de uitvoering van bouwwerken mogelijk maken, voldoen aan zes fundamentele voorschriften inzake veiligheid, volksgezondheid en bescherming van de gebruikers en het milieu. De zes fundamentele voorschriften zijn mechanische sterkte en stabiliteit; brandveiligheid; hygiëne, gezondheid en milieuzorg; gebruiksveiligheid; bescherming tegen geluidshinder; energiebesparing en warmtebehoud. Deze fundamentele voorschriften, door de lidstaten bepaald, zijn in 1994 via interpretatiedocumenten omgezet in criteria die opgenomen zijn in geharmoniseerde technische specificaties op grond waarvan een product beoordeeld wordt.

Richtprijzen en gemiddelde levensduur voor de gangbare wegmarkeringsmaterialen

	Richtprijs (€/m ² – volle werkdagen)		Levensduur (jaar)
	Machinale aanbrenging	Handmatige aanbrenging	
Verf	2 – 3	6 – 7,5	0,5 – 1
Thermoplast	Spray 1,5 mm: 10 – 12 Thermo 3 mm: 12 – 15	24 – 30	3 3
Voorgevormde thermoplast	–	36 – 45	3
Koudplast	15 – 18	30 – 37,5	3
Tape (definitieve)	60 – 75	75 – 90	6
Geprofileerde markering	15 – 18	–	3

Noot: de levensduur van een markering hangt af van de soort van markeringsproduct, maar ook van andere factoren, zoals de soort, de textuur en de staat van het wegoppervlak en de verkeersbelasting (bijvoorbeeld het aantal wielovergangen per jaar). De opgegeven waarden zijn schattingen voor gemiddelde waarden, want totnogtoe ontbreken betrouwbare statistische gegevens.

Een product mag maar op de markt komen en er vrij circuleren als het voldoet aan de geharmoniseerde Europese technische specificaties (zogenoemde geharmoniseerde EN-normen).

Bij toepassing van de Europese REACH-verordening (Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen) mogen sinds 1 december 2008 uitsluitend grondstoffen worden toegepast waarvan het risico voor het leefmilieu en de volksgezondheid is beoordeeld en geregistreerd. Met de REACH-verordening wil Europa het risico van het gebruik van scheikundige stoffen in kaart brengen en beter beheersen. REACH impliceert een aantal verplichtingen voor zowel de producenten, de invoerders, de distributeurs als de gebruikers van scheikundige producten (in casu de wegmarkeerder). In de wegenbouw zal deze verordening vooral gevolgen voor wegmarkeers hebben. Zij dienen voortaan na te gaan of de toegepaste stoffen voor wegmarkeringen geschikt zijn bevonden. Ze moeten tijdens het volledige verwerkingsproces rekening houden met de voorzorgsmaatregelen van de grondstofproducent of -leverancier. Deze laatste moet de gebruiker (dus de wegmarkeerder) informeren over de mogelijke risico's tijdens het gebruik en over de voorzorgsmaatregelen.

Niettemin kan niet volledig worden uitgesloten dat wegmarkeringsproducten en in het bijzonder producten die in grotere dikten worden aangebracht, afbreken en als afvalstoffen in het milieu terechtkomen. Daarom moet ook bij het ontwerp van kwalitatieve fietsinfrastructuur steeds de stelregel *Minder is meer* worden toegepast. De verscheidene afleveringen van het Fietsvademecum van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bieden ontwerpers een hulpmiddel om veilige en comfortabele fietsvoorzieningen af te bakken zonder overdaad aan wegmarkeringen. Sommige wegmarkeringsproducten hebben minder nadelige milieueffecten dan andere. Zo zijn bij waterverven geen organische solvents meer nodig, waardoor er ook geen meer in de atmosfeer terechtkomen. Dit verhoogt tevens de veiligheid van de arbeiders in de branche (hantering, vervoer, opslag).

Waterverven drogen echter zeer langzaam. Vaak is de droogtijd bepalend voor de keuze van het product, omdat de weg snel voor het verkeer moet kunnen worden opengesteld.

Ook voor het onderhoud en het verwijderen van bestaande wegmarkeringen zijn milieuvriendelijker technieken beschikbaar. Oude markeringen kunnen met water onder hoge druk worden verwijderd, waarbij de resten worden opgezogen en voor een passende behandeling worden afgevoerd. Zo komen zij niet meer onbehandeld in het milieu terecht.

2.5.5 Omvang van de wegmarkeringswerkzaamheden

Bij grote opdrachten voor de aanbrenging van onderbroken strepen en/of Sauwenslijnen met verf, (niet voorgevormde) thermoplasten en koudplasten is het zowel budgettair als vanuit oogpunt van de aanbrengingssnelheid voordelig hoogrendementsmachines in te zetten. Een voorwaarde is wel dat er voldoende ruimte beschikbaar is. Voor kleine opdrachten is handmatige aanbrenging aangewezen en kunnen voorgevormde thermoplasten of tape een interessante keuze zijn. Vanzelfsprekend kunnen hoogrendementsmachines evenmin worden gebruikt voor de aanbrenging van fietslogo's en sergeantstrepen.

2.5.6 Verkeershinder

Op plaatsen in de stad met druk verkeer moet de hinder voor het verkeer tot een minimum beperkt blijven. Om dat probleem te ondervangen, kunnen de werkzaamheden 's nachts worden uitgevoerd. Dat heeft uiteraard gevolgen voor de kostprijs. Een andere oplossing kan zijn de werkzaamheden toch overdag uit te voeren, maar met een markeringsproduct dat na de aanbrenging snel mag worden overreden. Tape scoort hiervoor zeer goed, omdat het onmiddellijk na de aanbrenging mag worden overreden. Solventverven en koudplasten scoren behoorlijk, maar (al of niet voorgevormde) thermoplasten scoren slechts matig voor dit criterium. Waterverven zijn milieuvriendelijk, maar vergen een lange droogtijd.

2.6 Aanbrenging

Het product en de dosering ervan moeten worden aangepast aan de soort, de textuur en de staat van de ondergrond.

Het spreekt vanzelf dat schaden of gebreken aan het verhardingsoppervlak (afschilfering van beton, rafeling van of kippennesten in asfalt, verzakkingen in elementenverhardingen, enz.) vooraf met de juiste reparatietechnieken worden weggewerkt.

Het te markeren oppervlak moet droog, niet-vettig en schoon zijn – vrij van stof, zachte of brokkelige bestanddelen, plantenresten of andere verontreinigingen die de hechting van het markeringsproduct kunnen hinderen. Er mogen ook geen residuen van wegezout op het oppervlak voorkomen. Bij de minste bevuiling moet het oppervlak worden gereinigd (vegen, blazen, afsputten met water onder hoge druk) voordat het wordt gemarkeerd. Dit geldt des te meer op plaatsen nabij garages, carrossiewerkplaatsen, tankstations, enz. waar olievlekken het oppervlak vaak vettig maken.



Vettige ondergrond

Het is vanzelfsprekend dat de aanbrenging steeds dient te gebeuren bij aanvaardbare klimatologische omstandigheden (geen regen of vorst) en bij een temperatuur binnen de grenzen zoals aangegeven door de fabrikant.

Het is raadzaam het vochtgehalte vóór de aanbrenging van de markering te meten met vochtsondes of een andere geschikte techniek. In geen geval mag beneden het dauwpunt worden gemarkeerd.

Als toch in ongunstige weersomstandigheden moet worden gemarkeerd, kan het te behandelen oppervlak vooraf enigszins worden gedroogd. In dergelijke gevallen kan de duurzaamheid van de wegmarkering (in het bijzonder van verfmarkeringen) niet worden gewaarborgd.



Apparatuur voor het drogen van het te markeren oppervlak

Als een verharding voor het eerst wordt gemarkeerd, gaat een deel van het product in de holten verloren. Dat resulteert in een minder dikke film op de toppen van aggregaten, met nadelige gevolgen voor de levensduur van de markering. De diepte van de macrotextuur volgens de zandvlekproef moet dus bekend zijn om te bepalen in welke dosering het product voor een duurzame markering moet worden aangebracht.



De zandvlekproef is een driedimensionale stationaire meting waarbij de gemiddelde textuurdiepte (Mean Texture Depth – MTD) kan worden bepaald door een gestandaardiseerde hoeveelheid zand over het oppervlak te verspreiden (foto boven) en hier het oppervlak van te bepalen (foto onder)

Dit aspect is nog belangrijker als met dunne lagen wordt gewerkt.

Voor werken naar prestatie-eisen moet de leidende ambtenaar de diepte van de macrotextuur van het te markeren oppervlak meedelen. De wegmarkeerder moet dan in zijn prijsopgave met dit gegeven rekening houden.

Als de weg tijdens de werkzaamheden niet voor het verkeer kan worden afgesloten, worden vers aangebrachte markeringen met kalk bedekt. Regen spoelt de kalk later weg.

Er bestaat geschikt materieel voor elke soort van te verwerken product: van de gewone handgeduwde machine over een heel assortiment zelfaangedreven machines – al of niet met een bestuurderszitplaats – tot zware markerveerwagens. Bij dit geschikte materieel zijn er machines die zich beter lenen voor een bepaalde soort van markeringswerk.

De regels voor de keuze van een machine zijn vaak ingegeven door gezond verstand. De know-how van de aannemer stelt hem in staat de voordeligste keuze te maken uit het materieel waarover hij beschikt.

In stedelijke gebieden gaat de voorkeur naar machines die weinig plaats innemen, om het verkeer minder te hinderen. Goede manoeuvreerbaarheid is evenzeer belangrijk, om zonder gevaar obstakels te kunnen vermijden.

Voor thermoplasten is een gepaste en homogene temperatuur in de smeltketel een belangrijk aandachtspunt. Een eventueel plaatselijk te hoge temperatuur kan tot kwaliteitsafname van het product en bijvoorbeeld tot kleurverandering van het markeringsproduct leiden.

Voor continue of onderbroken strepen wordt het geleidesysteem aangepast aan de voortbewegingsnelheid van de machine. Camerageleiding komt nog niet zoveel voor, maar verdient aanbeveling voor zware machines.

Onderbroken strepen worden aangebracht met behulp van verwisselbare modules. Van module veranderen kan automatisch en sommige machines zijn uitgerust met een inrichting voor elektronische besturing van op de bestuurdersplaats.

Iedere goede wegbeheerder is het aan zichzelf verplicht de kwaliteit van de uitvoering te keuren en zich tot de aannemer te wenden als er op dat punt tekortkomingen zijn. Niet alleen de prestaties tijdens de hele levensduur van de markering, maar ook de keuringsprocedures moeten duidelijk worden vastgelegd en moeten voldoen aan de Europese normen terzake.

2.7 Onderhoud

Het verdient aanbeveling de staat van de markering van de fietsvoorzieningen periodiek te controleren en eventuele bevuiling te verwijderen door vegen, blazen of afsputten met water onder hoge druk. Investeren in kostbare, duurzame wegmarkeringsproducten heeft weinig zin als de markering verborgen zit onder een laag vuil (modder, afgevallen bladeren enz.). Overwoekering door gras of onkruid, in het bijzonder een risico voor markering dicht bij een graskant, moet worden vermeden.

Verhardingen hebben een langere levensduur dan wegmarkeringen. Daarom is bij heel wat

wegmarkeringsopdrachten ook sprake van opfrissen of hermarkeren (bestaande markering ongewijzigd opnieuw aanbrengen). De toestand van de bestaande markering mag dan geen gevaar voor de duurzaamheid van de nieuwe markering vormen. Als de bestaande markering nog goed aan het oppervlak hecht (dus niet afbladdert of afbrokkelt), mag op de bestaande wegmarkering worden gewerkt, op voorwaarde dat de fabrikant van het nieuwe product een goede hechting waarborgt. Bij twijfel moet de bestaande markering worden "voorbereid". De gangbare technieken hiervoor zijn zandstralen en – beter nog – waterstralen onder zeer hoge druk (doorgaans 2500 bar). Daarbij hoeft de bestaande wegmarkering niet volledig te worden verwijderd. Wat na een dergelijke "agressieve" voorbereiding van de bestaande markering overblijft, wordt geacht voldoende duurzaam te zijn, zodat er zonder risico een nieuwe markering op kan worden aangebracht. Dergelijke technieken moeten echter voorzichtig worden toegepast, om het verhardingsoppervlak niet te beschadigen (ook als een bestaande markering volledig wordt verwijderd).



2.8 Overzichtstabel

LENGTEMARKERINGEN

	Verf	Thermoplast	Voorgevormde thermoplast	Koudplast	Tape	Geprofileerde markering
1. Onderbroken streep						
Alle verhardingen in goede staat, behalve elementenverharding	++	+	0	+	+	-
Elementenverharding in goede staat	++	-	0	-	-	-
Alle verhardingen in slechte staat, behalve elementenverharding	++	0	0	0	-	-
Elementenverharding in slechte staat	++	-	0	-	-	-
2. Sauwenslijn						
Alle verhardingen in goede staat, behalve elementenverharding	+	+	0	+	+	++
Elementenverharding in goede staat	+	-	0	-	-	++
Alle verhardingen in slechte staat, behalve elementenverharding	++	0	-	0	-	0
Elementenverharding in slechte staat	++	-	0	-	-	0

SYMBOOLMARKERINGEN

Fietslogo's en sergeantstrepen voor fietssuggestiestroken, bewegwijzering van gewestelijke fietsroutes en fietsluizen

	Verf	Thermoplast	Voorgevormde thermoplast	Koudplast	Geprofileerde markering
Alle verhardingen in goede staat, behalve elementenverharding	+	-	++	-	-
Elementenverharding in goede staat	+	-	++	-	-
Alle verhardingen in slechte staat, behalve elementenverharding	++	0	0	0	-
Elementenverharding in slechte staat	++	-	0	-	-

DWARSMARKERINGEN**Fietsoversteken zonder voorrang en stopstrepen van fietssluisen**

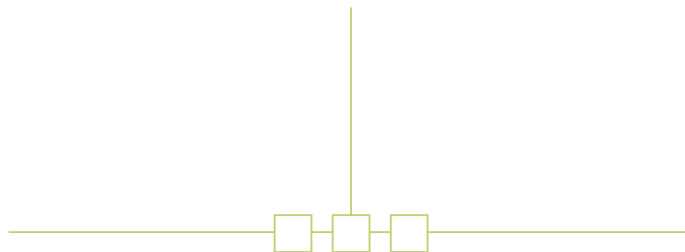
	Verf	Thermoplast	Voorgevormde thermoplast	Koudplast	Tape	Geprofileerde markering
Alle verhardingen in goede staat, behalve elementenverharding	+	++	0	-	+	-
Elementenverharding in goede staat	++	-	0	-	-	-
Alle verhardingen in slechte staat, behalve elementenverharding	++	0	0	-	-	-
Elementenverharding in slechte staat	++	-	0	-	-	-

++ *aanbevolen*

+ *geschikt*

0 *mogelijk, maar niet ideaal*

- *af te raden*



3- Verlichting

In het Lichtplan⁹ beschrijft Mobiel Brussel de basisfilosofie voor het lichtlandschap in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en de daarmee verbonden verlichtingstechnische aspecten. Het plan heeft een tweevoudig doel: een goede



Verlichtingsmast met twee armaturen: een voor het fietspad en een voor de rijbaan

openbare verlichting voor straten en pleinen realiseren, én opmerkelijke gebouwen en landschappen creatief en dynamisch verlichten, zodat zij handige bakens in de stad worden. De fietser wordt uiteraard niet vergeten, want fietsvoorzieningen en oriëntatiepunten in de omgeving moeten ook na het invallen van de duisternis zichtbaar zijn.

De verlichting van fietsvoorzieningen moet de veiligheid op de weg bevorderen, de (subjectieve en objectieve) veiligheid en het rijcomfort van de fietser waarborgen en de leesbaarheid van het traject bewaken, zodat de fietser 's avonds en 's nachts (met aangepaste snelheid) zijn weg kan vervolgen.

In een stedelijke omgeving moet de verlichting zo zijn geconcipieerd, dat de fietser op elk moment van de dag en in elk seizoen veilig de fietsroute kan volgen. Als dat niet het geval is, zal het fietstraject onderbenut blijven.

De laatste jaren is er op het vlak van fietsverlichting heel wat vooruitgang geboekt. Maar zelfs fietsverlichting van uitstekende kwaliteit is meestal nog niet krachtig genoeg.

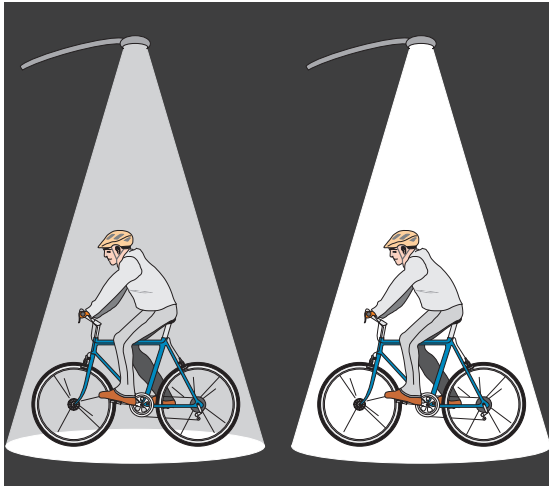
3.1 Verlichtingskwaliteit

De *horizontale verlichtingssterkte* moet de fietser in staat stellen om moeiteloos de fietsroute te volgen, tijdig obstakels op zijn weg waar te nemen en wegmarkeringen te lezen en te begrijpen. Zij wordt op weghoogte gemeten.

De verlichting moet ook verticale oppervlakken zichtbaar maken. De fietser moet verticale wegbebakening kunnen lezen. Hij moet gebouwen langs de route en fietsers uit de tegengestelde richting tijdig kunnen waarnemen. Bij fietsvoorzieningen op de rijbaan moeten automobilisten

9. Het Lichtplan wordt tegen het einde van 2009 verwacht. Een brochure die de opzet ervan toelicht, is te verkrijgen bij Mobiel Brussel (e-mail: mobilbrussel@mbhg.irisnet.be; groen nummer: 0800 94 001). Ze is ook downloadbaar van: www.openbareruimtebrussel.irisnet.be/articles/openbare-ruimte-van-morgen/

hem kunnen opmerken. De zogenoemde *verticale verlichtingssterkte* (van verkeersborden, contouren van een fietser, enz.) wordt 1 m boven de weg gemeten.



Horizontale verlichting

Verticale verlichting

Voor de subjectieve veiligheid is een hoge kleurherkenbaarheid belangrijk, zodat de fietser in voldoende mate kleuren kan herkennen. Daarom verdient wit licht de voorkeur.

3.2 Prestaties

3.2.1 Verlichtingssterkte

De verlichtingssterkte wordt uitgedrukt in lux (afgekort *lx*). Ze moet zo gelijkmatig mogelijk zijn en zwarte gaten moeten worden vermeden. De laagste verlichtingssterkte op de weg moet ten minste 30 % van de hoogste sterkte bedragen.

Het Europese normalisatiecomité (CEN) heeft een normenreeks voor openbare verlichting opgesteld (EN 13201-x *Road Lighting*). Ze bevat ook aanbevelingen voor de verlichtingssterkte van fietsvoorzieningen. De aanbevolen sterkte hangt onder meer af van de aanwezigheid van snelheidsremmers, het risico op agressie, de noodzaak om gezichten te onderscheiden en de verlichtingssterkte in de omgeving.

Over het algemeen worden voor vrijliggende fietspaden waarden tussen **5 lux** en **10 lux** aanbevolen.

Klasse	Klasse (CEN/TR 13201-1)	$E_{h,gemid}$ (lux)	U_0	$E_{h,min}$ (lux)	$E_{v,gemid}$ (lux)	$E_{v,min}$ (lux)	$E_{sc,min}$ (lux)
Gemarkeerd fietspad of fietssuggestiestrook		CE-klasse van de naastgelegen weg -1					
Vrijliggend fietspad, fiets- en voetgangersbrug	S4	5		1			
Fiets- en voetgangerstunnel					100		10

E_h : horizontal plane illuminance (horizontale verlichtingssterkte)

E_v : vertical plane illuminance (verticale verlichtingssterkte)

E_{sc} : semi-cylindrical illuminance (halfcilindrische verlichtingssterkte)

U_0 : overall uniformity (gelijkmatigheidsfactor van de verlichtingssterkte)

Deze tabel steunt op een werkdocument van het Belgisch Instituut voor Verlichting (BIV)

Als een gewone weg niet overal kan worden verlicht, is het raadzaam een optimale verlichting te voorzien ter hoogte van kruispunten of andere concentratiepunten van verkeersuitwisseling (bijvoorbeeld oversteekplaatsen op kruispunten, weefvakken, invoegstroken voor fietsers) om potentiële gevaarpunten te accentueren.

Waar een fietsvoorziening en een onverlichte weg elkaar kruisen, moet de verticale verlichtingssterkte groot genoeg zijn om fietsers goed zichtbaar te maken voor automobilisten. Op de fietsvoorziening moet 25 m vóór en na de kruising de voorgeschreven verlichtingssterkte worden voorzien. Op de kruisende weg moet een overgangsverlichting worden aangebracht, zodat de automobilisten aan de veranderende verlichtingssterkte kunnen wennen. De lengte van de overgangszone hangt af van de maximale toegelaten snelheid op de betrokken weg.

Waar een fietsvoorziening en een verlichte weg elkaar kruisen, moet de verlichtingssterkte op de fietsvoorziening 25 m vóór en na de kruising dezelfde zijn als op de kruisende weg. Op dat weggedeelte moet de verlichtingssterkte constanter zijn, om te voorkomen dat de fietser in een zwart gat verdwijnt op het moment dat de automobilist in zijn richting kijkt.

3.2.2 Luminantie

De geëiste verlichting hangt af van de kleur van het verhardingsoppervlak.

De zichtbaarheid van het tracé van een fietsvoorziening wordt niet zozeer bepaald door de hoeveelheid licht die erop valt, dan wel door de hoeveelheid licht die door het verhardingsoppervlak wordt teruggekaatst (oppervlaktehelderheid of luminantie, uitgedrukt in cd/m^2). De zichtbaarheid van een weg bij duisternis wordt in hoge mate bepaald door de helderheidsgraad van het verhardingsoppervlak. Voor een goede luminantie verdient een verharding van licht beton de voorkeur.

Er worden echter geen minimumwaarden aanbevolen, omdat er zich talrijke waarnemingsituaties voordoen.

3.3 Algemene ontwerpregels

Een goede verlichting zorgt ervoor dat de fietser van ver zichtbaar is en dat het verhardingsoppervlak zichtbaar is voor de fietser. Een fietser moet hindernissen op zijn weg (kippenesten, putdeksels, enz.) van een afstand van 30 tot 40 m kunnen waarnemen.

De verlichting is niet te hoog aangebracht en schijnt niet alleen op het trottoir of de rijbaan. Idealiter is de verlichte strook aan weerszijden 1,5 m breder dan de fietsvoorziening.

Een vrijliggend fietspad dat op minder dan 2 m van de hoofdweg gelegen is, kan door de verlichting van de weg zelf worden verlicht. De lichtmasten moeten dan wel in de tussenberm zijn opgesteld. Als het verlichtingstechnisch mogelijk is, kan één lichtmast (eventueel met twee uithouders) de rijbaan én de fietsvoorziening verlichten. Alleen waar het fietspad van de rijbaan afbuigt, dient aparte verlichting voor de fietsvoorziening te worden aangebracht.

Als een vrijliggend fietspad op meer dan 2 m van de hoofdweg gelegen is of als de lichtmasten niet in de tussenberm zijn opgesteld, moet worden onderzocht of een aparte verlichting voor de fietsvoorziening noodzakelijk is. Aparte verlichting kan vooral nodig zijn als de tussenberm begroeid is of wat verder van de weg ligt.

Bomen, struiken of andere obstakels mogen het licht niet tegenhouden. De bomen- en plantengroei worden dan ook geregeld geverifieerd.

Fietsers rijden doorgaans op het rechtse weggedeelte. Idealiter wordt dat deel van de rijbaan niet door geparkeerde voertuigen (bijvoorbeeld vrachtwagens) overschaduwd. Ook vrijliggende fietspaden zijn zoveel mogelijk schaduwvrij.

Bijzondere obstakels zoals verkeersplateaus en andere snelheidsremmers moeten voldoende verlicht zijn. In sommige gevallen moet de verlichting er versterkt worden, om de aandacht op de obstakels te vestigen.

In tunnels moet zoveel mogelijk daglicht kunnen dringen. De verlichting in tunnels moet

de (subjectieve en objectieve) veiligheid van fietsers waarborgen en de vrees voor agressie zoveel mogelijk wegnemen. Voor de voetgangers- en fietsgedeelten kan gekleurde verlichting worden toegepast, om het veiligheidsgevoel te verhogen.



Verlichtingsmast met twee armaturen: een voor het fietspad en een voor de rijbaan

Bij het ontwerp dient ook aan een afdoende bescherming tegen vandalisme (bijvoorbeeld verzonken lampen achter slagvast glas) te worden gedacht.

In tunnels met gemengd verkeer waar naast een rijbaan een fietsvoorziening is gelegen, moet het gekozen verlichtingssysteem de volledige fietsvoorziening verlichten.

3.4 Opstelling van de verlichting

De opstelling van de verlichting is van groot belang. De verlichting moet zo dicht mogelijk bij de fietsvoorziening worden opgesteld zonder daarbij het fietsverkeer te hinderen of ongevallen te veroorzaken. Idealiter worden lichtmasten op ten minste 1 m van de fietsvoorziening opgesteld. Verkeersborden worden uiteraard volgens de toepasselijke regelgeving voor fietsvoorzieningen geplaatst. Ze moeten echter ook met het aanwezige verlichtingssysteem volwaardig kunnen worden verlicht.

Zoals al gezegd, moet de verlichtingssterkte zo gelijkmatig mogelijk zijn. Die gelijkmatigheid hangt af van:

- de afstand tussen de armaturen en de hoogte ervan. Als vuistregel stelt men de afstand tussen armaturen gelijk aan drie- tot viermaal de lichtpunthoogte;
- de kwaliteit van de lampen;
- het optische systeem in de armatuur.

Voor de opstelling gelden de volgende principes:

- oriëntatieverlichting: oriëntatieverlichting wordt geplaatst op potentiële gevaarpunten van de weg zoals kruispunten, nabij bochten of obstakels;
- enkelzijdige opstelling in de zijberm: deze verlichting zorgt voor een goede visuele geleiding en vereist slechts aan één kant van de weg een voedingskabel, wat gunstig is vanuit kostenooqpunt;
- zigzagopstelling: deze opstelling kan een goede oplossing bieden op wegen met veel inritten en kruispunten.

3.5 Wanneer verlichten?

Het verdient aanbeveling verlichting op te stellen langs fietsvoorzieningen die na het invallen van de duisternis gebruikt worden.

Voor fietsvoorzieningen kan ook een systeem van lichtregeling worden overwogen. Hoewel zij nog veeleer bij wijze van experiment worden toegepast, bestaan er middelen om de verlichting na een bepaald uur te dimmen of bij de doorgang van fietsers aan- en uit te schakelen.

Voor het basisnetwerk zal doorgaans de gewone straatverlichting volstaan. Aanvullende eisen zijn dan niet noodzakelijk.

Bijzondere aandacht dient te worden besteed aan de verlichting van doorsteekjes en (achter)paden die buiten het zicht van omwonenden en ander verkeer vallen. Als alleen oriëntatieverlichting aanwezig is, kan kantmarkering een belangrijke functie vervullen.



Omwille van het beperkte vermogen van de fietskoplamp is het zonder deze kantmarkering erg moeilijk (en voor slechtziende en oudere fietsers vaak onmogelijk) om bij duisternis koers te houden.

Recreatieve fietstochten worden doorgaans bij daglicht gemaakt. De opstelling van verlichting kan de landschappelijke en recreatieve waarde verminderen. Daarom kunnen bijvoorbeeld lage verlichtingspaaltjes worden toegepast.

In waardevolle (natuur)gebieden is verlichting ongewenst. Vandaar dat fietspaden door natuurgebieden in beginsel niet worden verlicht, tenzij daarvoor zwaarwegende veiligheidsoverwegingen bestaan. Als toch openbare verlichting noodzakelijk is, worden aan de verlichtingsinstallatie bijzondere eisen gesteld (lage armaturen, neerwaartser gerichte lichtstraal) om de lichthinder te beperken. Vooral in dergelijke gebieden is het wenselijk het licht gedurende een deel van de nacht (bijvoorbeeld tussen 1.00 en 5.00 uur) te doven.



Lage verlichting in een groene omgeving



Lage verlichting in een stedelijke omgeving

3.6 Keuze van de verlichtingsmiddelen

Voor fietsvoorzieningen zijn naast de algemene eisen voor openbare verlichting (kleur, minimumhoogte, reflectoren die tegen vandalisme bestand zijn in verlaten delen, energieverbruik, enz.) ook de horizontale en verticale verlichtingssterkte, de luminantie en de verblindingsgraad belangrijke keuzecriteria.

De lichtmast is de mast of paal waaraan een of meer armaturen en lampen zijn bevestigd.

De lichtarmatuur is de houder van een lichtbron. De armatuur beschermt de lichtbron en verspreidt de lichtstralen op de gewenste manier.

De lichtbron is het toestel of de lamp die licht uitstraalt.

Omdat de criteria voor de verlichtingskwaliteit en -sterkte voor fietsvoorzieningen en straatverlichting grotendeels overeenstemmen, voldoen sommige verlichtingsmiddelen voor straatverlichting aan de eisen voor fietsvoorzieningen. Hierna beschrijven wij de belangrijkste elementen die de prestaties van verlichtingsinstallaties bepalen.

3.6.1 Lichtmast

Hoe hoger de lichtmast, des te groter het verlichte oppervlak. Op die manier kunnen lichtmasten op een grotere afstand van elkaar worden opgesteld en kan op investeringskosten worden bespaard. De hoogte van de lichtmast hangt af van de situatie en kan gaan van zeer laag (paaltjes), over voetgangershoogte (ongeveer 4 tot 5 m) tot de hoogte van straatverlichting (6 tot 9 m).

3.6.2 Lichtarmatuur

Door middel van een reflector verspreidt de armatuur de lichtstralen op de gewenste manier, zodat de lichtstralen op het te verlichten oppervlak worden gericht, de geëiste horizontale en verticale verlichtingssterkte wordt bereikt en verblinding wordt vermeden.

Het efficiëntst zijn lichtarmaturen die vanuit een gegeven lichtbron in een bepaalde positie de fietsvoorziening over de grootste lengte en met de grootste lichtstraalconcentratie op het te verlichten oppervlak aanstralen. De verhouding tussen de afstand en de hoogte hangt af van de gekozen armatuur en wordt met fotometrische berekeningen geverifieerd.

3.6.3 Lichtbron

Als voornaamste lichtbronnen zijn vandaag op de markt beschikbaar:

- halogeenlampen;
- gasontladingslampen (met natrium);
- en, recentelijk, ledlampen (*light emitting diode* of lichtgevende diode).

Het aantal lichtbronnen wordt bepaald door het rendement (hoeveelheid licht die een lamp per watt geeft), de levensduur van de lamp, het verlies aan helderheid en de verlichtingskwaliteit.

Halogeen- en gasontladingslampen zijn lampen waarin gas in hoge energietoestand wordt gebracht waardoor het energie uitstraalt. Zij hebben een lange levensduur en een hoog rendement in vergelijking met gloeilampen. **Zij worden dan ook aanbevolen voor fietsvoorzieningen.**

Een *halogeenlamp* heeft een uitstekende verlichtingskwaliteit, een hoog rendement (50 tot 120 lum/W) en een lange levensduur. Ze is duurder en heeft een ietwat lager rendement dan een gasontladinglamp met sodium, maar wordt omwille van haar goede verlichtingssterkte vaak toegepast. Er zijn ook metaalhalogeenlampen met kwartsontladingsbuis (hoog vermogen) en keramische brander (lager vermogen). De nieuwe generatie lampen maakt gebruik van een elektronische ballast (bijvoorbeeld CosmoPolislampen).

Een *gasontladinglamp met sodium* heeft een uitstekend rendement (60 tot 150 lum/W) en

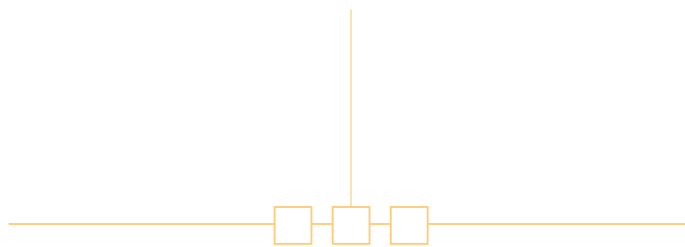
een lange levensduur. Ze geeft een amberkleuriger licht af dan halogeenlampen, waardoor de kleurherkenbaarheid (en dus ook de herkenbaarheid van de omgeving) lager is. Ze is daarom minder geschikt voor fietsvoorzieningen.

Het rendement van de huidige *ledlampen* is nog onvoldoende voor toepassing op de rijbaan, maar zou in de toekomst tot 100 lum/W kunnen bedragen. Een zeer lange levensduur en een laag energieverbruik zijn echter de sterke troeven van deze nieuwsoortige lampen. De toepassing op fietsvoorzieningen is dan ook nu al aan te bevelen, zelfs al zijn de investeringskosten nog hoog.



Literatuur

1. Altermodal
Schéma régional de véloroutes et voies vertes de la région du centre
Guide technique (Document 4) – maart 2006
2. CROW
Ontwerpwijzer fietsverkeer
Publicatie 230 – april 2006
3. Ministère de l'équipement, des transports et du logement – Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU)
Recommandations pour les aménagements cyclables
Collections du CERTU – Aménagement et exploitation de la voirie – april 2000
4. Mobiel Vlaanderen
Vademecum Fietsvoorzieningen – versie 2005 en update mei 2008
5. Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Handleiding voor de uitvoering van wegmarkeringen
Aanbevelingen OCW – A79/07 – 2008
6. Vélo Québec
Guide technique d'aménagement des voies cyclables – Planification, design, réalisation – 1992





Gerealiseerd door:

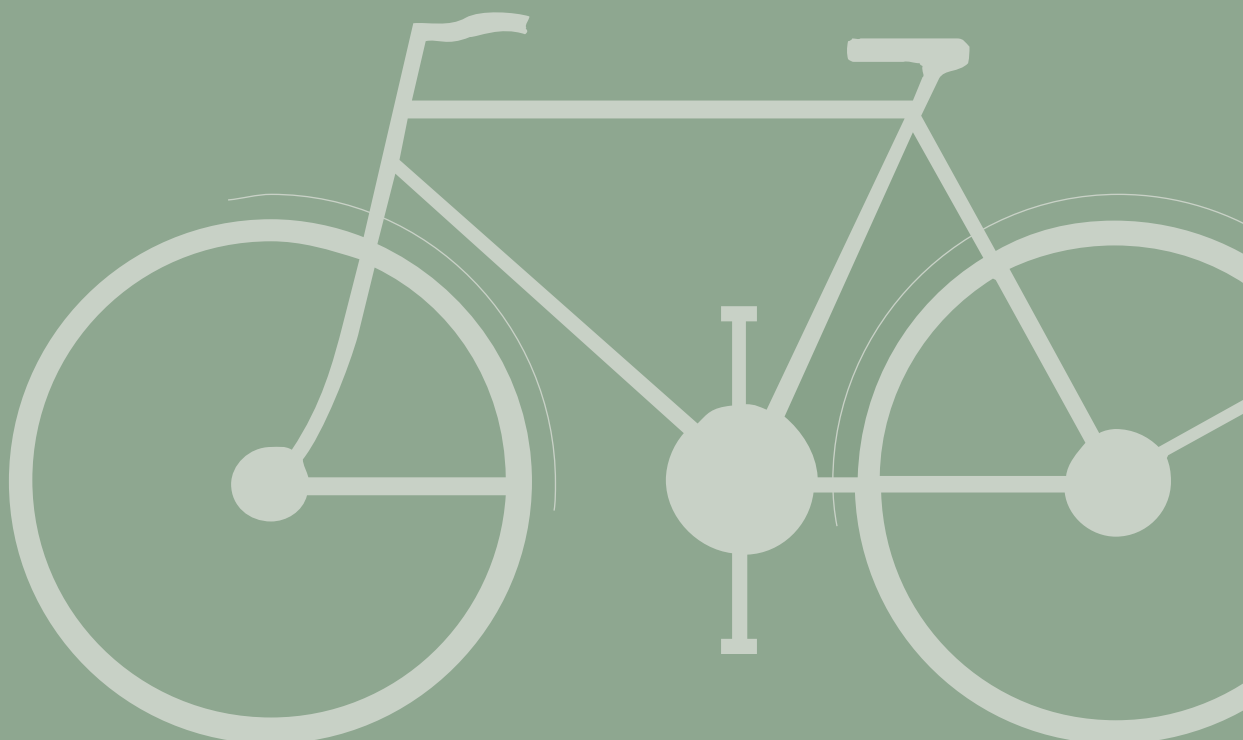


Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Woluwedal 42 – B-1200 Brussel
Tel.: 02 775 82 20 – E-mail: brrc@brrc.be
www.ocw.be

Op initiatief van:



Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
Bestuur Uitrusting en Vervoer – Directie Beleid
CCN – Vooruitgangstraat 80 bus 1 – B-1035 Brussel
Tel.: 02/204.20.07 – Fax: 02/204.15.10
E-mail: fietsinfo@mbhg.irisnet.be



Het gebruik van fietsvoorzieningen staat of valt met de kwaliteit ervan.

Veiligheid, comfort, directheid, aantrekkelijkheid en samenhang zijn de vijf kernwoorden die de kwaliteitseisen van fietsers uitdrukken.

Veiligheid en comfort worden in hoge mate bepaald door de kwaliteit van de verharding, van de wegmarkeringen en de verlichting.



In deze aflevering van het fietsvadecum geven we aanbevelingen voor de keuze, de aanbrenging en het onderhoud van wegmarkeringen en verlichting voor kwalitatieve fietsvoorzieningen.

De aanbevelingen voor verhardingen worden door dezelfde auteur in een afzonderlijke aflevering behandeld.



MINISTÈRE DE LA REGION DE BRUXELLES-CAPITALE
MINISTERIE VAN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

