

# Evaluatie aanbevelingen voor palen op fietspaden





Praktische kennis  
direct toepasbaar

# Evaluatie aanbevelingen palen op fietspaden

## **CROW-Fietsberaad**

Galvanistraat 1, 6716 AE Ede

Postbus 37, 6710 BA Ede

Telefoon (0318) 69 53 00

Fax (0318) 62 11 12

E-mail [info@fietsberaad.nl](mailto:info@fietsberaad.nl)

Website [www.fietsberaad.nl](http://www.fietsberaad.nl)

12 december 2014

CROW en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de hierin opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen. Gebruikers aanvaarden het risico daarvan.

CROW sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van de gegevens.

Het is toegestaan met bronvermelding (CROW-Fietsberaad, [www.fietsberaad.nl](http://www.fietsberaad.nl)) te citeren uit deze publicatie of informatie uit deze publicatie over te nemen



# Inhoud

<b>Samenvatting en conclusies</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2 Gedragsobservaties</b>	<b>11</b>
2.1 Verbreden van een smal fietspad	11
2.2 Versmallen op een breed fietspad	17
2.3 Doelfixatie	22
2.4 Conclusies aanbevelingen gedragsobservaties	23
<b>3 Zichtbaarheid palen en markering</b>	<b>24</b>
3.1 Opvallendheid bij een constante achtergrond	24
3.2 Opvallendheid palen op proeflocaties	29
3.3 Opvallendheid markering op proeflocaties	32
3.4 Proefje met glow in the dark	33
3.5 Conclusies zichtbaarheid	35
<b>4 Trillingsmetingen ribbelmarkering</b>	<b>36</b>
4.1 De methode voor trillingsmetingen	36
4.2 Overzicht resultaten trillingsmetingen	37
4.3 Overzicht van de onderzochte typen ribbelmarkering	39
<b>5 Selectieve toegang</b>	<b>43</b>
5.1 Het weren van motorvoertuigen	43
5.2 Selectieve toegang voor gladheidsbestrijdings- en hulpvoertuigen	43
<b>6 Proces en praktische zaken</b>	<b>45</b>
6.1 Onvolkomenheden in de uitvoering	45
6.2 Detaillering betonvoet en gazonband	47
6.3 Praktijkervaringen met eenzijdig versmallen	48
6.4 Praktijkervaringen met verbreden van smalle fietspaden	49
6.5 Hoogte van de paal	50
<b>Bijlage I. Verhalen achter de cijfers</b>	<b>52</b>
<b>Bijlage II. Literatuur</b>	<b>57</b>



## Samenvatting en conclusies

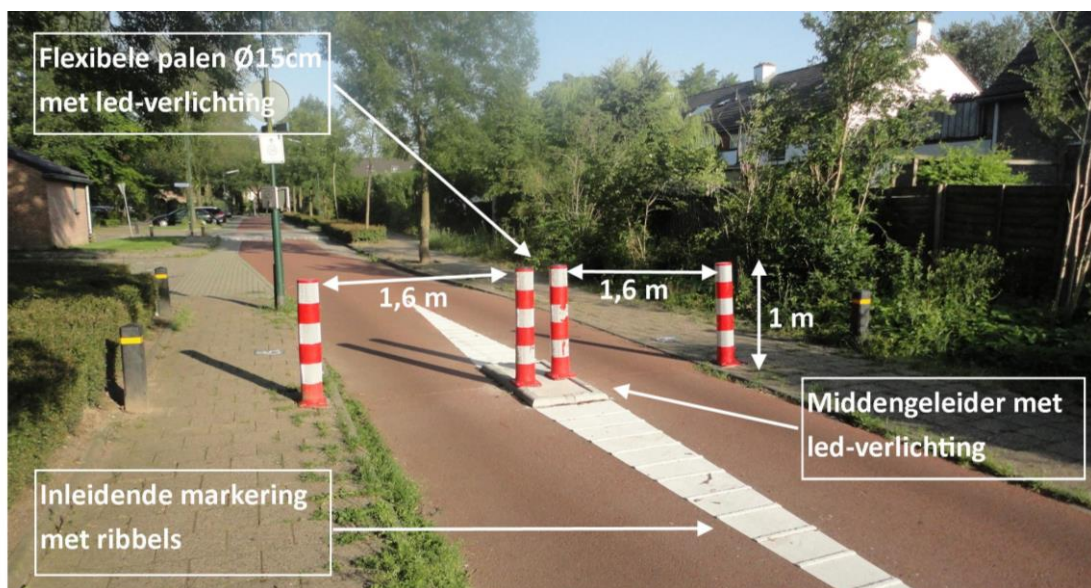
Paaltjes op fietspaden zijn niet alleen een permanente vorm van discomfort voor fietsers. Ze zijn ook een veelvoorkomende oorzaak van enkelvoudige fietsongevallen. Elk jaar worden een paar honderd fietsers in het ziekenhuis opgenomen vanwege een aanrijding met een paaltje.

In mei 2012 publiceerde CROW- Fietsberaad de eerste versie van het *"Keuzeschema sanering van palen op fietspaden"*, dat een tweeledig doel had. Ten eerste het saneren van zoveel mogelijk paaltjes op de Nederlandse fietspaden. Daarnaast bevorderen dat locaties met palen die echt noodzakelijk zijn, ook zo veilig mogelijk worden vormgegeven.

Sindsdien heeft CROW-Fietsberaad in samenwerking met een groot aantal partijen de aanbevelingen uit het keuzeschema getoetst in de praktijk. Deze publicatie geeft een uitgebreide samenvatting van alle onderzoeksresultaten. De conclusies hebben we tevens verwerkt in een aangepaste versie van het keuzeschema, die gedownload en besteld kan worden op [www.fietsberaad.nl](http://www.fietsberaad.nl)

### Gedragsobservaties

Hoofdstuk 2 doet verslag van de gedragsobservaties op een aantal proeflocaties die conform de aanbevelingen zijn aangelegd en een aantal controle-locaties. Hieruit blijkt dat het totaal van aanbevelingen bijdraagt aan een veiliger gedrag van fietsers. Bij het naderen van de palen kiezen ze eerder voor een veilige en stabiele koers. Bij het passeren van de palen houden ze een veiliger afstand aan tot de palen en de verhardingsrand, ook als die koers niet de meest rechtstreekse is. Een eenduidig wegbeeld in de laatste 15 tot 10 meter voor de palenlocatie draagt bij aan een veiliger en stabielere koers. Het moet voor de fietsers glashelder zijn welke doorgang zij het beste kunnen nemen. De inleidende markering draagt daar aantoonbaar aan bij. Ook de aanbeveling om 12,5 meter aan te houden tussen palen en een kruispunt of een bocht blijkt belangrijk. Een doorgang tussen de palen van 1,60 meter is voor de meeste duo's te smal. De meeste duo-fietsers die aan de linker kant fietsen, passeren palen dan ook links, waarmee ze op een potentiële botskoers met tegenliggers rijden. Bredere doorgangen zijn dus wenselijk voor duo-fietsers.



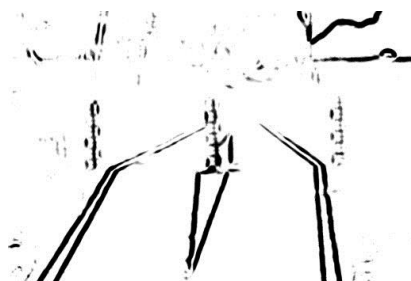
Beeld van de proeflocatie in Houten

Tot slot blijkt uit de gedragsobservaties dat goede markering een sterk geleidende werking heeft. Fietzers passen hierdoor hun koers tijdig aan. De meerwaarde van ribbels is beperkt. Ze moeten gezien worden als laatste 'nood'-waarschuwing voor fietsers die op een paal afkoersen.

## Zichtbaarheid palen en markering

De Rijksuniversiteit Groningen heeft op verschillende manieren de zichtbaarheid van palen en markering onderzocht. In Hoofdstuk 3 worden de onderzoeken beschreven naar de opvallendheid van palen bij een constante achtergrond en de zichtbaarheid van palen en markering op proef- en controle-locaties. Daarnaast hebben we een klein experiment gedaan met glow in the dark-materialen.

De belangrijkste conclusie: zichtbaarheid is een relatief begrip. Het gaat om de opvallendheid ten opzichte van de omgeving. Zo valt een paal in een rustige bosrijke omgeving meer op dan diezelfde paal in een hectische stedelijke omgeving. Een paal met LED-licht in de kop valt bij duisternis meer op, dan diezelfde paal bij daglicht. En een ook een paal die voldoet aan alle eisen voor opvallendheid, is onzichtbaar als het zicht beperkt wordt door een andere fietser of voetganger.



Meting van de zichtbaarheid volgens de IDED-methode

Op basis de onderzoeken doen we de volgende aanbevelingen voor de zichtbaarheid:

- Het belang van goede inleidende markering kan niet voldoende benadrukt worden. Het waarschuwt fietsers tijdig voor de palen, ook als het zicht op de palen belemmerd wordt door andere verkeersdeelnemers. De markering draagt ook sterk bij aan de opvallendheid van de palenlocatie. Het gaat zowel om het puntstuk dat palen op het fietspad inleidt, als om kantmarkering ter waarschuwing van de palen in de berm.
- Bij voorkeur wordt de palenlocatie verlicht met lichtmasten op circa 5 meter voor en na de palen. Dit geeft het rustigste beeld en fietsers kunnen zich het beste oriënteren op een veilige koers. Pas wit licht toe en geen monochromatisch (oranje) licht, zodat contrasten (markering-wegdek, rood-wit) zo goed mogelijk uit de verf komen.
- Op donkere locaties zonder openbare verlichting is LED-verlichting een must. Het is daarbij van belang alle palen te voorzien van LED-verlichting, ook de palen in de berm, omdat anders de opvallendheid van de paal met LED ten koste gaat van de opvallendheid van de paal zonder verlichting.
- In uitzonderlijke situaties kunnen glow-in-the-dark-materialen een bedrage leveren aan de zichtbaarheid, bijvoorbeeld in natuurgebieden.
- Om te zorgen voor voldoende contrast met diverse achtergronden, moeten palen voor de helft (retro-reflecterend) wit zijn en voor de andere helft rood. Een grotere diameter draagt eveneens bij aan de opvallendheid.

## Trillingsmetingen ribbelmarkering

Ribbelmarkering heeft alleen nut, als de fietser de ribbels ook daadwerkelijk 'voelt'. De ribbels moeten voldoende trillingen veroorzaken. En minstens zo belangrijk: ze moeten meer trillingen veroorzaken dan de verharding van het fietspad of de weg. In hoofdstuk 4 presenteren we de resultaten van de trillingsmetingen die zijn uitgevoerd naar in het totaal elf soorten 'ribbels' en zes soorten verharding.

Uit de metingen blijkt dat twee kenmerken van de ribbels van grote invloed zijn op de trillingen. De hoogte van de ribbels en de afstand tussen de ribbels. Als de ribbels te dicht na elkaar komen, rolt het fietswiel over de toppen van de ribbels en voelt de fietser geen trillingen. Voor een optimaal effect moet de afstand tussen de ribbels minimaal 15 centimeter zijn.

Het trillingsniveau van de onderzochte gesloten verharding zoals asfalt en beton is relatief laag, zodat kleine ribbels al een waarschuwend effect zullen hebben. Dit betekent dat de ribbels bij gesloten verharding minimaal 6 mm hoog moeten zijn.

Het trillingsniveau van tegels en klinkers is drie tot zeven keer zo hoog als asfalt of beton. De ribbelmarkering bij open verharding moet behoorlijk grof zijn, wil er nog een alerterend effect van uit gaan. Bij elementenverharding bevelen we in de eerste plaats aan om robuuste markering aan te brengen. Daar bovenop kunnen de laatste 5 meter van het puntstuk voorzien worden van 2 cm hoge ribbels, dwars op de rijrichting.

## Selectieve toegang

Het uiteindelijke doel van palen is selectief toegang verlenen tot een pad. Fietzers mogen er wel gebruik van maken, maar de palen moeten motorvoertuigen weren. Vaak is het echter wel weer wenselijk dat gladheidsbestrijdings- en hulpvoertuigen toegang hebben. In hoofdstuk 5 gaan we in op de ervaringen met dit aspect tijdens de pilots. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de verbreding van de doorgangen tot 1,6 meter niet ten koste is gegaan van het weren van personenauto's. Blijft de vraag: kan de doorgangsbreedte nog verder straffeloos opgerekt worden? Deze vraag willen we binnenkort samen met de gemeente Houten beantwoorden door een klein experiment op een locatie met veel klachten over auto's op het fietspad.

De selectieve toegang voor gladheidsbestrijdings- en hulpvoertuigen is misschien wel het lastigste aspect van palen. Vaak wordt gekozen voor uitneembare of neerklapbare palen. Een zwak punt van deze oplossingen is het beheer van de (uiteenlopende) sleuteltjes. Twee bedrijven hebben een flexibele paal naar voren geschoven als alternatief. Grote voertuigen kunnen over deze paal heen rijden. De paal buigt mee en neemt zijn oorspronkelijke vorm weer aan als het voertuig gepasseerd is.

Uit de ervaringen met de flexibele paal concluderen we dat er (vooralsnog?) geen betaalbaar alternatief is voor de uitneembare of neerklapbare paal met sleuteltjes. Een afgeleide conclusie is, dat er in het ontwerp geen plek is voor een middeneiland waar de paal op geplaatst wordt.

## Proces en praktische zaken

Tijdens de proefperiode hebben we het proces nauwlettend gevolgd. In hoofdstuk 6 doen we verslag. Het realiseren van een palenlocatie lijkt een eenvoudige opgave. Toch is het in de praktijk lastig gebleken om de uitgangspunten uit het keuzeschema tot in detail op straat gerealiseerd te

krijgen. Misschien gaat men wel minder secuur te werk, juist omdat het zo eenvoudig lijkt. De macht der gewoonte speelt daarbij waarschijnlijk ook een grote rol.

We trekken de volgende conclusies:

- zorg voor een helder ontwerp met oog voor de detaillering, waarin de uitgangspunten van het keuzeschema goed zijn verwerkt;
- beperk het aantal betrokken partijen;
- en controleer vooral bij de eerste opleveringen nauwgezet of de uitvoerder zich aan de details heeft gehouden.

Op basis van de praktijkervaring hebben we ook geconcludeerd dat aanbevelingen voor het verbreden of versmallen van het fietspad ter hoogte van de palen pragmatischer kan dan in de eerdere versie van het keuzeschema aanbevolen. Uitgaande van een doorgangsbreedte van 160 cm, zien de aanbevelingen er als volgt uit bij verschillende fietspadbreedtes:

- Smaller dan 140 cm => palen aan weersijden in de berm;
- Tussen 140 en 250 cm => verbreden tot 330 cm. Palen aan weersijden en één in het midden;
- Tussen 250 en 350 cm => Palen aan weersijden in de berm en één midden op. Restructuurde tussen verharding en palen in de berm eventueel opvullen met klinkers. Eventueel een iets bredere doorgang accepteren bij fietspadbreedte tussen 330 en 350 meter;
- Breder dan 350 cm: twee palen in het midden en palen aan weersijden van het fietspad.



# 1 Inleiding

In mei 2012 heeft CROW-Fietsberaad de eerste versie van het 'Keuzeschema sanering paaltjes op het fietspad' uitgegeven. Aanleiding was de toename van het aantal enkelvoudige fietsongevallen. Elk jaar worden enkele honderden fietsers in het ziekenhuis opgenomen vanwege een aanrijding met een paaltje.

Met het keuzeschema wilde CROW-Fietsberaad wegbeheerders helpen bij afwegingen over de noodzaak en de vormgeving van palen. Een belangrijk uitgangspunt is de omgekeerde bewijslast: plaats alleen een paal als de noodzaak duidelijk aangetoond is. Voor situaties dat een paal echt nodig is, doet het keuzeschema aanbevelingen voor de vormgeving van een palenlocatie. Het kader op pagina 10 geeft een samenvatting van de aanbevelingen.



Figuur 1: Op deze locatie in Utrecht waren de palen niet strikt noodzakelijk. Bij een reconstructie zijn ze verwijderd en vervangen door markering

In de periode zomer 2013 – zomer 2014 hebben we op verschillende manieren onderzocht of de aanbevelingen over de vormgeving van de palenlocaties juist zijn. Het belangrijkste onderdeel was de realisatie van zes proeflocaties conform de aanbevelingen. De proeflocaties en de onderzoeken waren alleen mogelijk dankzij de samenwerking met een groot aantal partijen:

- Zes wegbeheerders hebben proeflocaties gerealiseerd en aantal andere wegbeheerders heeft meegewerkt aan deelonderzoeken;
- Het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft de realisatie van de proeflocaties en de meeste onderzoeken gefinancierd;
- Diverse leveranciers van palen, markering en verlichting hebben kennis en producten ingebracht;

- RoyalHaskoningDHV en verkeerspsychologen van de Rijksuniversiteit Groningen hebben de meeste onderzoeken uitgevoerd;
- Wim Salomons Verkeerskundig Ontwerp heeft gedurende het gehele proces de vinger aan de pols gehouden;
- Alle partijen uit deze opsomming hebben nuttige feedback gegeven.

In deze publicatie geven we een samenvatting van de verschillende onderzoeken. Het betreft gedragsobservaties (hoofdstuk 2), zichtbaarheidsmetingen (hoofdstuk 3), trillingsmetingen ribbelmarkering (hoofdstuk 4), ervaringen met de selectieve toegang (hoofdstuk 5) en leerpunten uit het proces (hoofdstuk 6). De (concept-)onderzoeksrapporten die ten grondslag liggen aan deze publicatie kunnen opgevraagd worden via [info@fietsberaad.nl](mailto:info@fietsberaad.nl)

De conclusies uit deze publicatie zijn verwerkt in de tweede versie van het keuzeschema.

#### **Aanbevelingen vormgeving palenlocaties volgens eerste versie keuzeschema**

De vormgeving van een palenlocatie moet zo goed mogelijk tegemoet komen aan een aantal doelen die deels tegenstrijdig zijn, namelijk:

- Optimaliseren van de veiligheid voor fietsers;
- Minimaliseren van het discomfort van fietsers (wat vaak hand in hand gaat met optimaliseren van de veiligheid);
- Effectief weren van ongewenste motorvoertuigen, maar selectieve toegang voor 'gewenste' motorvoertuigen, zoals hulpverlenings- en gladheidsbestrijdingsvoertuigen.

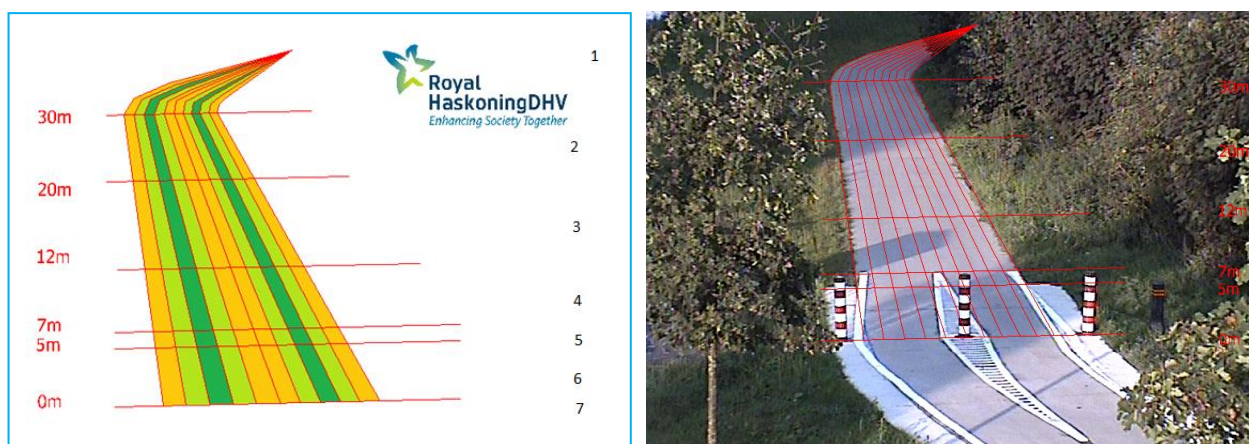
Belangrijke uitgangspunten voor de vormgeving van palenlocaties zijn:

- De exacte locatie sluit aan bij het verwachtingspatroon en het attentieniveau van fietsers: nabij het begin van een fietspad of een bijzonder punt, maar niet te dicht op een kruispunt, niet in een bocht en niet onderaan een helling. Aanbevolen wordt om bij een kruispunt een afstand aan te houden van ca. 12,5 meter tot het kruisingsvlak.
- Palen worden ingeleid met een ribbelmarkering met een lengte van 10 meter;
- De doorgang voor fietsers is zo breed mogelijk, maar dat mag natuurlijk niet ten koste gaan van het weren van motorvoertuigen. Het keuzeschema beveelt een breedte van 1,6 meter aan voor situaties dat oneigenlijk gebruik door personenauto's het probleem is. Als vrachtverkeer het probleem is, kan een doorgangsbreedte van 2,3 tot 2,5 meter aangehouden worden;
- Solofietsers die normaal gesproken ongeveer een afstand van 30 cm aanhouden tot de verhardingsrand hoeven zo min mogelijk hun koers aan te passen. Voorkom palen op deze natuurlijke rijlijn. Dit resulteert in verschillende aanbevelingen voor verschillende verhardingsbreedtes. Bij relatief smalle fietspaden moet de verharding verbreed worden. Bij relatief brede fietspaden, zijn in het midden twee palen nodig om het fietspad te versmallen.

## 2 Gedragsobservaties

*The proof of the pudding is in the eating.* In dit hoofdstuk evalueren we of het totaal van de aanbevelingen voor een palenlocatie ook inderdaad resulteert in een veiliger weggedrag van fietsers. Anticiperen fietsers eerder op de aanwezigheid van palen? Houden fietsers meer afstand tot de palen?

Het adviesbureau RoyalHaskoningDHV heeft deze evaluatie uitgevoerd met behulp video-observaties op zeven proeflocaties en twee controle-locaties. De onderzoekers hebben per locatie de koers van minimaal 200 fietsers geanalyseerd. Zo hebben zij op verschillende naderingsafstanden bepaald of fietsers bij een ongewijzigde koers in botsing zouden kunnen komen met een paal (kritieke koers). Daarnaast is ter hoogte van de palen vastgesteld welke afstand fietsers aanhouden tot de palen of de verhardingsrand. Figuur 2 geeft een indruk van de observatiemethode.



Figuur 2. Impressie van de methode die gebruikt is voor de gedragsobservatie.

We bespreken de resultaten voor twee typen situaties en bijbehorende oplossingen. Bij het eerste type betreft het relatief smalle tweerichtingsfietspaden (< 3,3 meter), die conform de aanbevelingen uit het keuzeschema verbreed zijn om voldoende brede doorgangen te kunnen realiseren.

Bij het tweede type gaat het om relatief brede tweerichtingsfietspaden (>3,3 meter), die conform het keuzeschema versmald zijn met twee palen in het midden. Op beide typen locaties zijn alle andere aanbevelingen zo goed mogelijk toegepast, zoals inleidende markering en enige afstand tot een bocht of kruisingsvlak (zie kader in hoofdstuk 1).

### 2.1 Verbreden van een smal fietspad

Op drie proeflocaties is het fietspad (iets) verbreed om in het midden een paal te kunnen plaatsen en toch doorgangen van 1,6 meter te kunnen realiseren. De locatie Langejacht in Hardenberg is het interessantste, omdat hier de verbreding van het fietspad het grootst is, namelijk van 1,8 meter naar ongeveer 3,3 meter. Daarom focussen we in deze paragraaf op deze locatie.

- Het paaltje staat vlak voor een kruispunt. De meeste fietsers slaan hier rechtsaf. In Hardenberg stond het paaltje in de voorsituatie vlak voor een bocht. Ten behoeve van de pilot is in Hardenberg een afstand van 15 meter aangehouden tot de bocht.
- In Bunnik ontbreekt inleidende ribbelmarking.
- In Bunnik is geen enkele vorm van verlichting aanwezig. Dit aspect is echter niet meegenomen in de gedragsobservatie, omdat alleen videobeelden van tijdstippen met daglicht zijn geanalyseerd. De zichtbaarheid bij nacht komt wel terug in hoofdstuk 3.

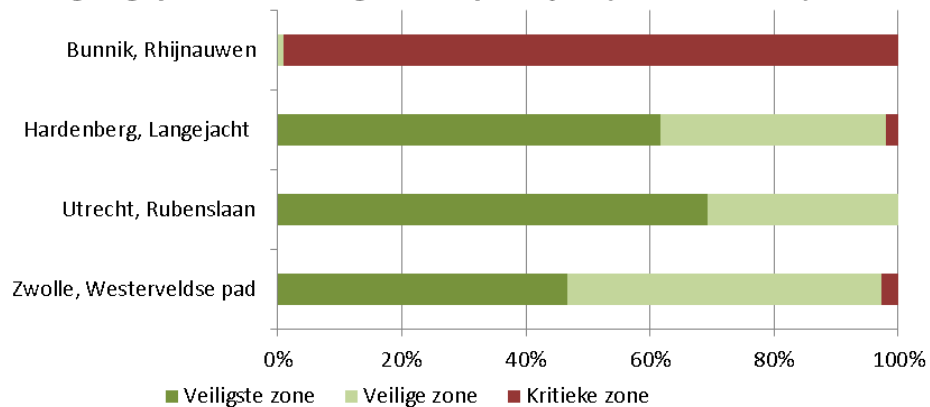


A technical drawing of a road cross-section. The drawing shows a road surface with a central hatched area. Dimensions are indicated with arrows: a horizontal distance of 6,00 from the centerline to the edge of the hatched area, and a vertical distance of 1,00 from the top of the hatched area to the road surface. Other dimensions include 0,30, 1,60, and 1,50. Labels in Dutch indicate construction details: 'Aanbrengen flexibele afzetpaal Solar Blendtec inclusief LED verlichting (grondpot dient in het werk te worden aangestort)' at the top and bottom, 'Aanbrengen ribbelmarkering door Heymans' in the middle, 'Aanbrengen ribbel kantmarkering door Heymans' on the left, '2,7 door Heymans' on the left, and 'Aanbrengen deklaag asfalt: 40mm AC 16 surf' in the center. A blue line is drawn across the bottom of the drawing.

**Figuur 4.** Detail van ontwerp proeflocatie Hardenberg. In de voorsituaties stond het paaltje in de bocht geheel links.



### Doorgangspunt ter hoogte van paaltjes (solo fietsers)



Figuur 5. De afstand die fietsers bij het passeren aanhouden tot de paal of de verhardingsrand bij verschillende palenoplossingen voor smalle fietspaden.

Figuur 5 geeft een beeld van de afstand die fietsers aanhouden tot palen of de verhardingsrand op het moment dat zij de paal passeren. In de kritieke zone (rood) is de afstand tot de paal of de verhardingsrand kleiner dan 30 centimeter. In de veilige zone is deze afstand 30 tot 60 centimeter en in de veiligste zone meer dan 60 centimeter.

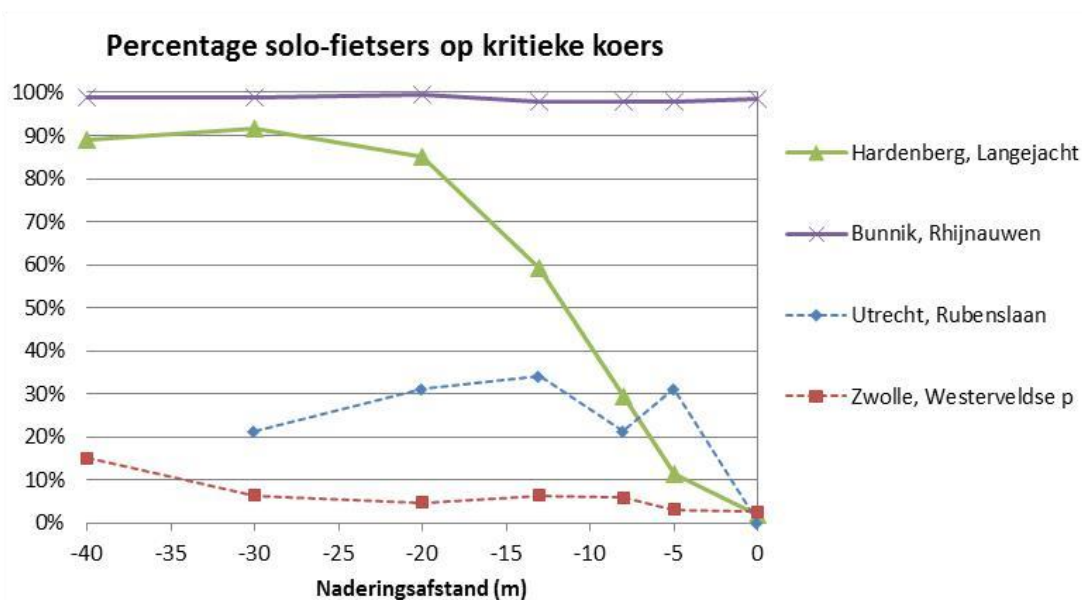
Op de locatie Hardenberg passeren bijna alle fietsers de paal in de veilige of veiligste zone. Op de locatie Bunnik daarentegen rijden vrijwel alle fietsers door de kritieke zone. Dit verschil lijkt nogal voor de hand liggend, omdat de rechter doorgang in Bunnik nu eenmaal smaller is dan 60 cm. Fietsers kunnen dus niet eens meer dan 30 centimeter aanhouden tot de paal of de verhardingsrand. De meeste fietsers op locatie Bunnik rijden overigens dicht langs de rechter verhardingsrand, omdat ze direct na de palen rechtsaf willen slaan.

Toch zijn de meetresultaten een aanwijzing dat de aanbevelingen een effectieve manier zijn om het gedrag van fietsers te sturen. In de voorsituatie in Hardenberg waren de doorgangen ook zo smal dat alle fietsers de palen op kleine afstand passeerden. Dankzij de verbreding hebben fietsers in Hardenberg de *mogelijkheid* om meer afstand aan te houden tot de palen, maar het blijft een vrije keuze van de fietsers om de palen op grotere afstand te passeren. Meestal nemen fietsers de kortste weg en dan zouden ze de palen ook in de nieuwe situatie op kritieke afstand passeren. Uit metingen blijkt echter dat vrijwel alle fietsers er voor kiezen om een kleine omweg te maken, zodat ze een grotere afstand tot de palen kunnen aanhouden. Dit hoeft geen bewuste keuze te zijn. Het is zelfs waarschijnlijker dat de fietsers zich onbewust laten sturen door vormgeving, met name de markering.

Conclusie: de verbreding van het fietspad ter hoogte van de palen zoals aanbevolen in het keuzeschema biedt fietsers de mogelijkheid om de palen op veilige afstand te passeren en fietsers maken daar ook – bewust of onbewust – gebruik van.

De gedragsaanpassing blijkt ook uit figuur 6. Tot 30 meter voor de palen rijden bijna alle fietsers op de locatie Hardenberg nog op een kritieke koers. Als zij hun koers niet wijzigen, zullen deze fietsers de palen op korte afstand passeren of er tegenop rijden.

Op ruime afstand voor de palen, zo'n 15 meter, beginnen fietsers al te anticiperen op de palen en op de mogelijkheid om het dankzij de verbreding op een veilige afstand te passeren. De verbreding begint overigens pas op 10 meter voor het palen. Op 5 meter voor de palen rijdt 90 procent van de solo-fietsers op veilige koers.



Figuur 6. Het percentage van de solofietsers dat op een kritieke koers fietst bij het naderen van de diverse palenoplossingen voor smalle fietspaden.

**Conclusie:** als de mogelijkheid er is, anticiperen fietsers al op een afstand van 20 tot 10 meter op de palen. Het is daarom wenselijk om conform het keuzeschema de verbreding en de markering op 15 tot 10 meter voor de palen te laten beginnen.

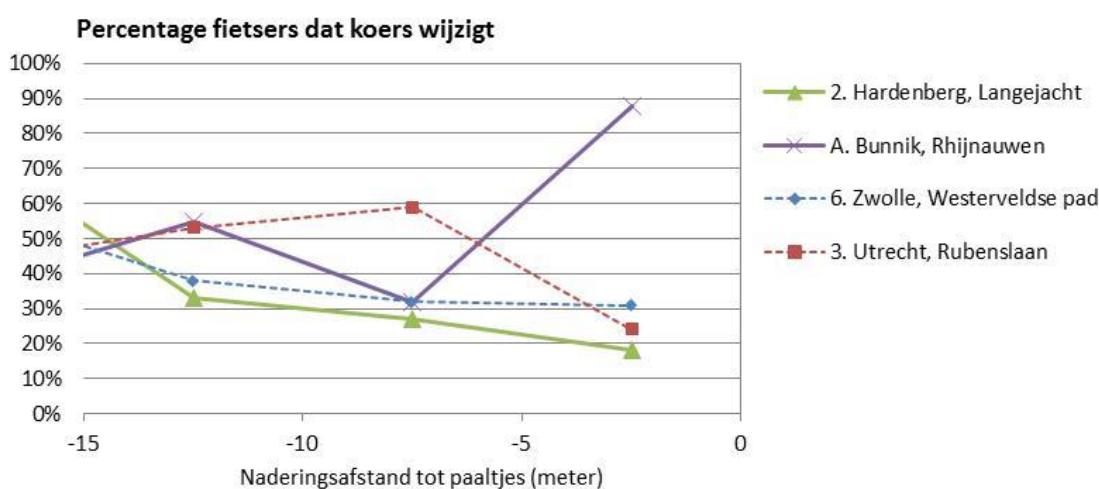
Omdat de fietspaden/wegen op de locaties in Utrecht en Zwolle breder zijn, zijn hier minder gedragsaanpassingen van de fietsers nodig om de palen op veilige afstand te passeren. De locaties hoefden ook minder verbreed te worden, om te voldoen aan de aanbevelingen. Het valt wel op dat in Utrecht relatief veel fietsers pas in de laatste 5 meter hun koers aanpassen. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit, dat op deze locatie de parallelweg overgaat in het fietspad en met versturende elementen op de parallelweg, zoals geparkeerde auto's.

**Conclusie:** bij een eenduidig wegbeeld, zonder profielwisselingen, in de laatste 15 tot 10 meter voorafgaand aan de palen anticiperen fietsers eerder op de aanwezigheid van palen.



In de gedragsobservatie is overigens geen enkele keer gesignaleerd dat fietsers over de markering fietsen. Kennelijk heeft de markering een sterk sturende werking. Dat geldt ook voor proeflocaties met bredere fietspaden (zie volgende paragraaf). We hebben dan ook geen gevallen gezien, waarbij de ribbels de fietsers moesten waarschuwen voor de palen.

Conclusie: eenduidige inleidende markering met voldoende lengte is belangrijker dan de ribbels. De ribbels dienen als noodsignaal voor de uitzonderlijke gevallen dat een fietser toch op een paal afkoerst.

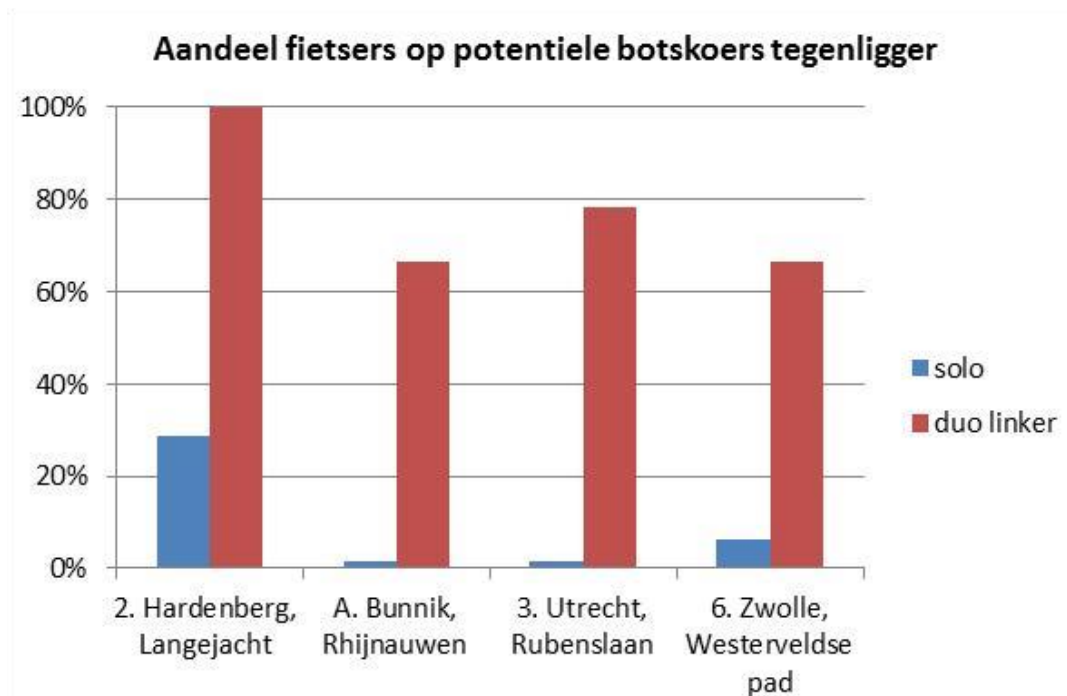


Figuur 7. Het percentage van de solofietsers dat koers wijzigt bij het naderen van de diverse palenoplossingen voor smalle fietspaden.

Figuur 7 geeft de koersvastheid van de fietsers weer in de laatste 15 meter voor de palen. Anders gezegd: het percentage fietsers dat tussen twee punten wisselt van strook (zie Figuur 2). Hieruit blijkt dat:

- Op de locatie Hardenberg steeds minder fietsers hun koers wijzigen, naarmate ze de palen dichterbij naderen. Zij hebben vroegtijdig een veilige koers gekozen.
- In Bunnik passen bijna alle fietsers hun koers in de laatste 5 meter aan. Dat heeft te maken met het feit dat vrijwel alle fietsers rechtsaf slaan. Het lijkt erop dat men tot zo'n 10 meter voor de paal de koers afstemt op het veilig passeren van de paal en dat men de laatste 5 meter al bezig is met het veilig nemen van de bocht. De nauwe doorgang voor de bocht beperkt de manoeuvreer- en uitwijkmogelijkheden.
- De locatie Zwolle lijkt sterk op Hardenberg.
- Op de Rubenslaan in Utrecht passen relatief veel fietsers hun koers nog aan op 10 tot 5 meter afstand voor de palen. Dit sluit aan bij de conclusie dat de overgang van parallelweg naar fietspad een onrustig beeld geeft.

Tot slot is bekeken welk deel van de fietsers bij het passeren van de palen op een mogelijke botskoers van tegenliggers rijdt. Anders gezegd: welk deel van de fietsers passeert de paal aan de linker kant? Daarbij is onderscheid gemaakt tussen solofietsers en de linker helften van duo's.



Figuur 8. Percentage van de fietsers dat bij verschillende palenoplossingen voor smalle fietspaden kiest voor een koers die hen mogelijk in botsing kan brengen met een tegenligger.

Geheel volgens verwachting passeren de meeste linker helften van duo's de paal aan de linker kant. Veel duo's vinden een doorgangsbreedte van 1,6 meter kennelijk toch te smal, om comfortabel met z'n tweeën naast elkaar door te rijden.

Vergelijken we de smalle fietspaden in Hardenberg en Bunnik, dan valt op dat in Hardenberg een aanzienlijk groter deel van de (duo-)fietsers de paal aan de linker zijde passeert. De meest waarschijnlijke verklaring is, dat dit een keerzijde is van de maatregelen om de situatie in Hardenberg overzichtelijker te maken. Het gaat dan met name om het verplaatsen van de paal naar een locatie op enige afstand van de bocht. In Bunnik is het links passeren van de paal riskanter, omdat men niet kan overzien of fietsers vanuit tegenovergestelde richting de bocht om komen. Een vorm van risico-compensatie.

#### Conclusies:

- een doorgang van 1,6 meter is voor de meeste duo-fietsers te krap;
- een keerzijde van de aanbevelingen die de situatie overzichtelijk maken, is dat meer linker duo-fietsers de paal aan de linker kant passeren.

## 2.2 Versmallen op een breed fietspad

Als het fietspad breder is dan 3,3 meter, zijn er volgens het keuzeschema meer palen nodig om doorgangen van maximaal 1,6 meter te creëren. In de huidige praktijk wordt de fietspadbreedte vaak met twee palen verdeeld in drie doorgangen met een gelijke breedte. De controlelocatie Kanaalweg in Utrecht is hier een voorbeeld van. De doorgangen zijn hierdoor vaak smaller dan 1,6 meter en palen staan vaak op de natuurlijke rijlijn van fietsers.

Het keuzeschema beveelt een andere aanpak aan, namelijk twee palen in het midden waardoor aan beide zijden doorgangen van 1,6 meter ontstaan. De proeflocaties in Enschede en Houten voldoen het beste aan deze aanbeveling.

In Barneveld was het de bedoeling om deze aanbeveling ook toe te passen, maar bij de uitwerking hebben we onvoldoende rekening gehouden met het feit dat het fietspad zich in een tunnelbak bevindt. De breedte van de doorgang tussen tunnelwand en paal is weliswaar 1,6 meter, maar omdat fietsers een grotere schuwafstand aanhouden tot een dichte wand, is de effectieve doorgangsbreedte kleiner. Dat levert meteen de eerste leerervaring op voor het keuzeschema:

Ga in het ontwerp uit van de effectieve breedte van de doorgang op maaiveld. Een dichte wand direct naast het fietspad gaat ten koste van de effectieve breedte.

De laatste proeflocatie die in deze categorie onderzocht is, betreft de Kattendijksedijk in Goes. De gemeente Goes heeft deze locatie ingericht, voordat de aanbevelingen uit het keuzeschema ontwikkeld waren. De inrichting wijkt op een groot aantal punten af van de aanbevelingen uit het keuzeschema. Zo staan de buitenste palen wel op de natuurlijke rijlijn van fietsers. Ook de markering wijkt sterk af.

Voor alle onderzochte locaties, behalve de referentiesituatie in Utrecht, geldt dat de palen op minimaal 6 meter van een kruispunt of een bocht staan. Op de Kanaalweg in Utrecht staan ze daarentegen vlak voor een kruispunt.

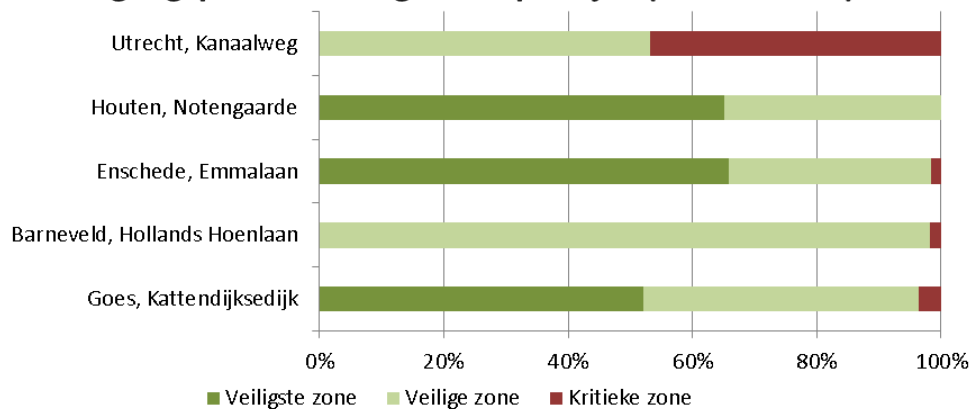
Verder is er variatie in de vormgeving van de (ribbel)markering, in het type palen, in het toepassen van een verhoogd eilandje en in de (LED)-verlichting.



Figuur 9. Impressie locaties met breed fietspad. Boven: Houten voor en na. Midden: Enschede en Barneveld. Onder: Goes en de controle-locatie Utrecht.



### Doorgangspunt ter hoogte van paaltjes (solo fietsers)



Figuur 10. De afstand die fietsers bij het passeren aanhouden tot de palen of de verhardingsrand bij verschillende palenoplossingen voor brede fietspaden.

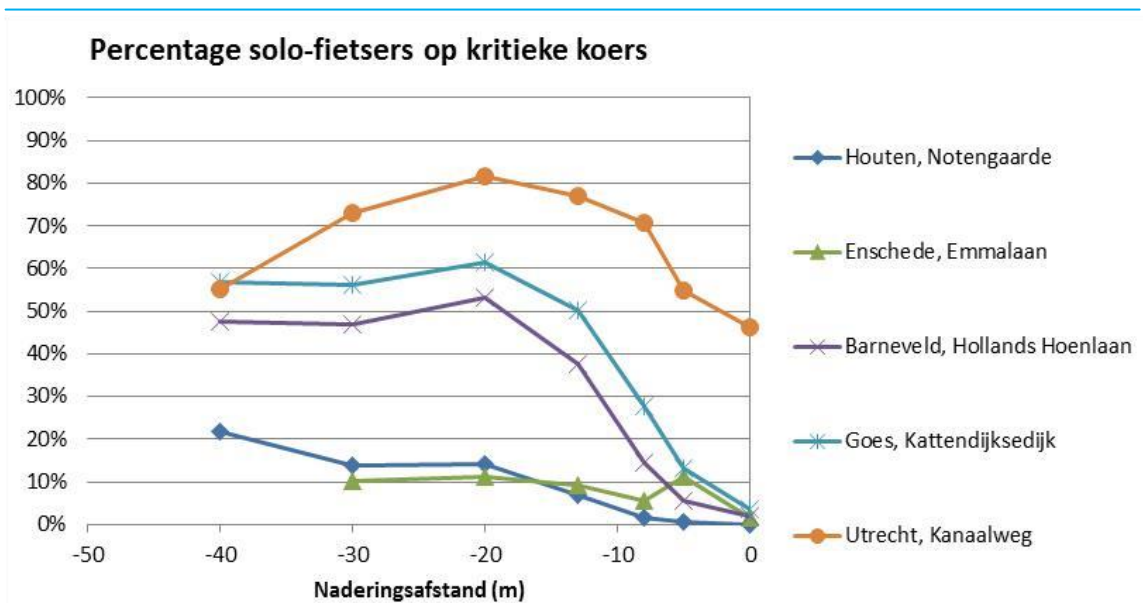
Figuur 10 geeft weer welke afstand fietsers aanhouden tot palen of de rand van de verharding bij verschillende palenoplossingen voor brede fietspaden. Het is helder dat de referentiesituatie in Utrecht het slechtst scoort. Relatief veel fietsers kiezen voor de smalle doorgang (0,9 meter) tussen de rechter paal en de trottoirband. De veilige zone, met een passeerafstand van minimaal 60 cm tot een paal of verhardingsrand komt bij de referentiesituatie niet voor. Dus daar kunnen fietsers ook niet voor kiezen.

Op de twee locaties in Houten en Enschede waar de aanbevelingen uit het keuzeschema het beste zijn toegepast, houden fietsers ook de veiligste afstand aan tot de paal. Een bevestiging dat ook de aanbevelingen voor de palen op brede fietspaden bijdragen aan een veiliger weggedrag van fietsers.

**Conclusie:** de aanbeveling om brede fietspaden vanuit het midden te versmallen met twee palen biedt fietsers de mogelijkheid om de palen op veilige afstand te passeren en zij maken daar ook – bewust of onbewust – gebruik van.

De vormgeving van de locaties in Houten en Enschede kennen overigens wel enkele verschillen. Zo staan de palen in Houten op een verhoogd middeneiland, terwijl in Enschede alleen markering is gebruikt. Daarnaast zijn de palen in Houten hoger en dikker. Deze verschillen hebben geen meetbare invloed op de afstand die fietsers aanhouden tot de palen. Dat geeft de ontwerper de vrijheid om een pragmatische oplossing te kiezen, waarbij we de toepassing van een verhoogd middeneiland overigens afraden (zie §5.2)

De locatie in Barneveld scoort ook goed, maar minder overtuigend. Zoals eerder beschreven hebben we bij het ontwerp onvoldoende rekening gehouden met de dichte tunnelwand. Ook het middeneiland is wat breder dan in bijvoorbeeld Houten. Hierdoor is de feitelijke doorgang smaller geworden en hebben fietsers niet de beschikking over een 'veiligste zone'.



Figuur 11. Het percentage van de solofietzers dat op een kritieke koers fietst bij het naderen van de diverse palenoplossingen voor brede fietspaden.

Het hiervoor beschreven beeld wordt versterkt als we kijken naar het aandeel fietsers op een kritieke koers, als zij de palen naderen (figuur 11). Omdat in Houten en Enschede de palen niet op de natuurlijke rijlijn van fietsers staan, rijdt ook op grote naderingsafstand maar een klein deel van de fietsers op een kritieke koers. En vanaf zo'n twintig meter voor de palen neemt het aandeel fietsers op een kritieke koers verder af. Enschede laat overigens op 5 meter afstand nog wel een onverklaarbare, maar kleine toename zien.

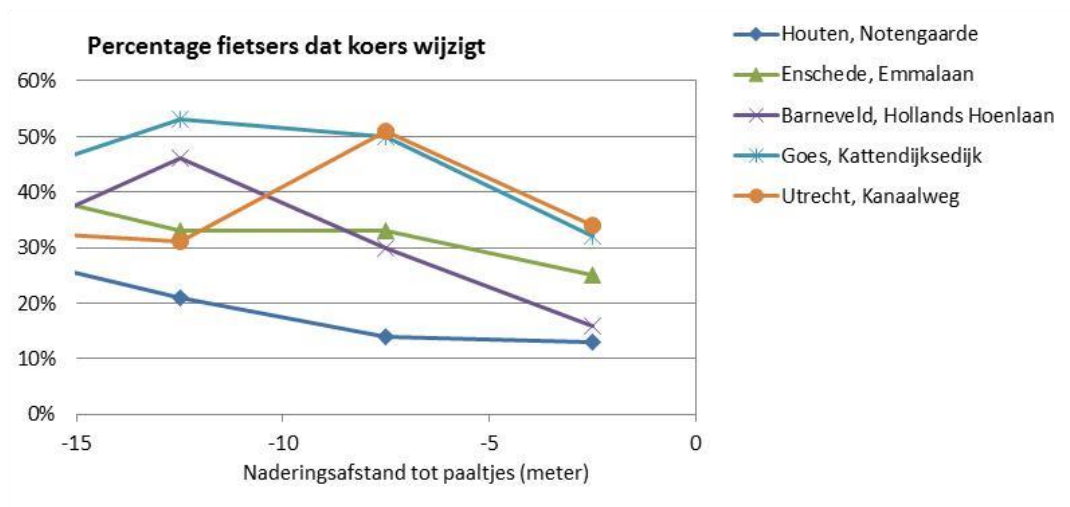
De referentiesituatie in Utrecht is het andere uiterste. Hier staan de palen wel op de natuurlijke rijlijn van fietsers. Op de verschillende naderingsafstanden rijdt minimaal de helft van de fietsers op een kritieke koers. Op relatief korte afstand voor de palen (5 tot 7 meter) kiest een aanzienlijke groep toch nog voor een veilige koers, maar bijna helft passeert de palen in een kritieke koers (voornamelijk tussen rechter paal en trottoirband).

Dit geldt in zekere mate ook voor de oplossingen in Goes en Barneveld, maar hier passen veel fietsers een koers tijdiger aan. Het verschil kan mogelijk verklaard worden door het ontbreken van inleidende markering in Utrecht en het feit dat de palen in Utrecht vlak voor een kruispunt staan. Hierdoor zijn fietsers wellicht minder zeker van hun koers.

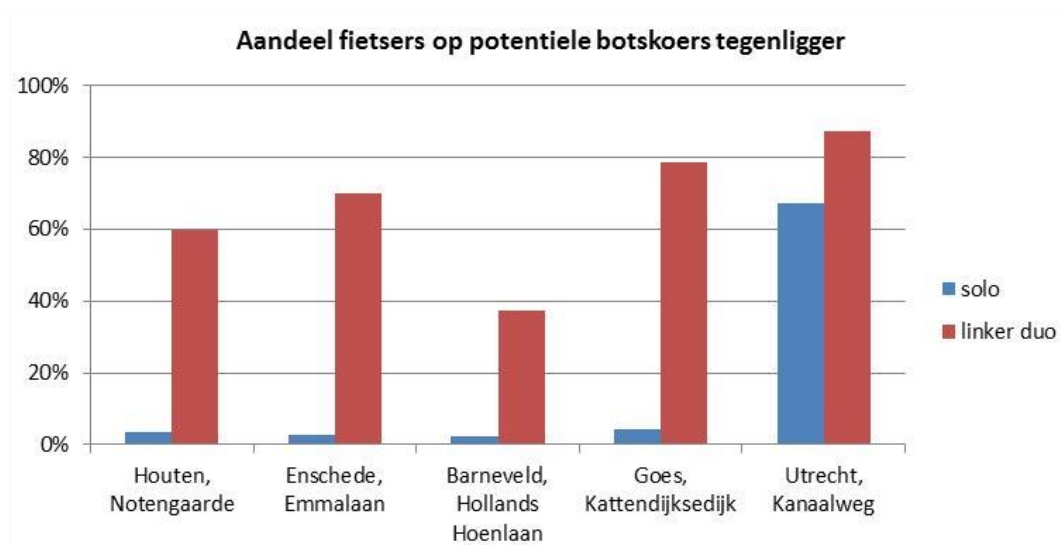
Dit wordt bevestigd door figuur 12 waarin te zien is welk deel van de fietsers op het laatste moment nog van koers verandert. Relatief veel fietsers op de Utrechtse locatie (meer dan de helft) past de koers in de laatste 10 meter nog aan. Dat geldt ook voor de oplossing in Goes. We denken dat beide oplossingen minder duidelijkheid bieden aan fietsers, welke doorgang zij het beste kunnen nemen. Dat komt door de verdeling van de palen over de breedte en door het ontbreken van duidelijke geleidende markering.

Conclusie: het moet voor fietsers in één oogopslag helder zijn welke doorgang zij geacht worden te nemen. De markering en plaatsing van de palen kunnen hier aan bijdragen.





Figuur 12. Percentage van de solo-fietsers dat bij verschillende palenoplossingen voor brede fietspaden op het laatste moment nog van koers verandert.



Figuur 13. Percentage van de fietsers dat bij verschillende palenoplossingen voor brede fietspaden kiest voor een koers die hen mogelijk in botsing kan brengen met een tegenligger.

Tot slot hebben we ook bij de brede fietspaden een analyse van het aandeel fietsers op een potentiële botskoers uitgevoerd. Net als bij de smalle fietspaden, kiest ook bij de brede fietspaden een meerderheid van de linker duo's voor een potentiële botskoers met een tegenligger. Anders gezegd: men passeert de palen aan de linker kant.

Voor de referentiesituatie in Utrecht is dat iets ingewikkelder. Hier zijn drie doorgangen. Bijna alle linker duo-fietsers kiezen voor de middelste doorgang, waar in principe ook tegenliggers gebruik van kunnen maken. Ook een meerderheid van de solo-fietsers neemt de middelste doorgang. Onduidelijkheid over welke doorgang men geacht wordt te nemen, verklaart mogelijk ook de vele koerswisselingen die we in de voorgaande grafieken hebben gezien voor de referentiesituatie in Utrecht.

In Barneveld is het aandeel linker-duofietsers het laagst. Dit kan niet verklaard worden door de breedte van de rechter doorgang, want deze is eerder smaller dan de andere. Mogelijke verklaring is, dat de situatie iets minder overzichtelijk is. Fietzers komen uit een tunnel, moeten een helling op en naderen een kruispunt. Voor de zekerheid kiezen zij voor een veilige koers. Hetzelfde hebben we gezien bij de onoverzichtelijke situatie in Bunnik.

## 2.3 Doelfixatie

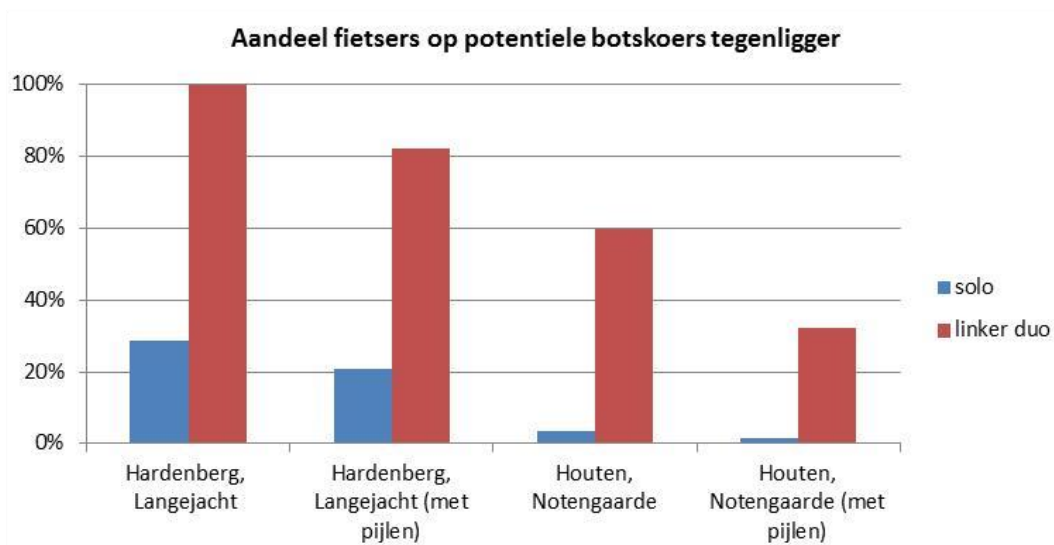


In Hardenberg en Houten is als aanvulling op de aanbevelingen uit keuzeschema onderzocht of het toevoegen van pijlen invloed heeft op het gedrag van fietsers. De pijlen zijn met wegverf aangebracht op de verharding op ongeveer vijf meter voor de palen. De gedachte hierachter is dat fietsers onbewust geneigd zijn om over de pijl heen te rijden. Dit principe wordt doelfixatie genoemd en onder andere toegepast in urinoirs met de afbeelding van een vlieg.

Uit figuur 14 blijkt dat de invloed van de pijlen op de afstand die fietsers aanhouden tot de palen, niet eenduidig is. In Houten (breed fietspad) rijden iets minder fietsers door de veiligste zone, terwijl in Hardenberg (smal fietspad) juist wat meer fietsers de veiligste afstand kiezen na toevoeging van de pijlen.

De pijlen hebben ook geen waarneembare invloed op het aandeel van de fietsers dat bij het naderen van de palen een kritieke koers kiest of op de koersvastheid.

De meeste invloed lijken de pijlen nog te hebben op het aantal linker-duo-fietsers dat de palen aan de linkerzijde passeert en dus een potentiële botskoers kiest. Uit figuur 14 blijkt dat de pijlen er aan bijdragen dat fietsers palen aan de 'veilige' kant passeren. Het patroon is duidelijk. Op het smalle fietspad in Hardenberg passeren meer fietsers de paal aan de verkeerde kant, dan op het bredere fietspad in Houten. Toevoeging van pijlen vermindert het aandeel 'spook'-fietsers, maar de invloed is slechts beperkt. Daarbij past nog de relativiserende kanttekening, dat met name het aantal geobserveerde duo-fietsers beperkt is.



Figuur 14. Percentage van de fietsers dat bij verschillende palenoplossingen voor brede fietspaden kiest voor een koers die hen mogelijk in botsing kan brengen met een tegenligger.

## 2.4 Conclusies aanbevelingen gedragsobservaties

Uit de gedragsobservaties concluderen we dat het totaal van aanbevelingen voor palen op fietspaden bijdraagt aan een veiliger gedrag van fietsers. Bij het naderen van de palen kiezen ze eerder voor een veilige en stabiele koers. Bij het passeren van de palen houden ze een veiliger afstand aan tot de palen en de verhardingsrand, ook als die koers niet de meest rechtstreekse is.

Een eenduidig wegbeeld in de laatste 15 tot 10 meter voor de palenlocatie draagt bij aan een veiliger en stabielere koers. Het moet voor de fietsers glashelder zijn welke doorgang zij het beste kunnen nemen. De inleidende markering draagt daar aantoonbaar aan bij. Ook de aanbeveling om 12,5 meter aan te houden tot een kruispunt of bocht blijkt belangrijk voor een stabiele en veilige koers. Dat geldt ook voor de overgangen tussen profielen, bijvoorbeeld van parallelweg naar fietspad.

Een doorgang van 1,60 meter is voor de meeste duo's te smal. De meeste duo-fietsers die aan de linker kant fietsen, passeren palen dan ook links, waarmee ze op een potentiële botskoers met tegenliggers rijden. Bredere doorgangen zijn dus wenselijk voor duo-fietsers. In hoofdstuk 5 gaan we in op de vraag of dit ook mogelijk is.

De overzichtelijke situatie die met de aanbevelingen uit het keuzeschema gecreëerd wordt, draagt er wel aan bij dat meer fietsers de palen aan de linkerkant passeren. Dit geldt in versterkte mate voor smalle fietspaden die verbreed worden.

Tot slot blijkt uit de gedragsobservaties dat de ribbels in de markering vooral gezien moeten worden als laatste 'nood'-waarschuwing voor fietsers die op een paal afkoersen. Er zijn geen gevallen genoteerd, waarbij dit noodzakelijk was. Kennelijk heeft de markering al zo'n sterke geleidende werking, dat fietsers tijdig hun koers aanpassen. We concluderen dat een goede markering belangrijker is dan de ribbels. Toch adviseren we voor de noodsituaties ribbels toe te passen.

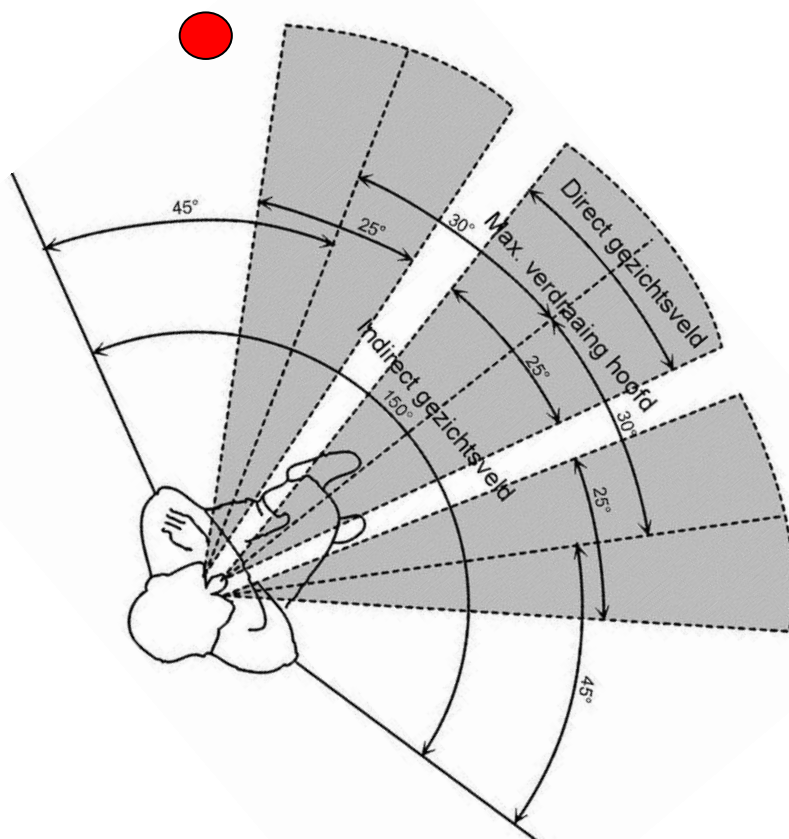
### 3 Zichtbaarheid palen en markering

De zichtbaarheid van de palen en markering is door de Rijksuniversiteit Groningen op verschillende manieren onderzocht:

- Van 15 palen is de opvallendheid bij een constante achtergrond bepaald;
- Op zeven proef- en controle-locaties hebben de onderzoekers de zichtbaarheid van de palen die hier toegepast zijn vastgesteld;
- Op vijf locaties is de opvallendheid van de markering vastgesteld;
- En als laatste hebben we een klein experiment gedaan met *glow in the dark*-materialen.

#### 3.1 Opvallendheid bij een constante achtergrond

Om de zichtbaarheid van verschillende soorten fietspalen ten opzichte van elkaar te vergelijken is een zichtbaarheidsmeting uitgevoerd op één locatie. Vijftien palen zijn één voor één op dezelfde, vastliggende betonvoet geplaatst waarna drie observatoren de zichtbaarheid hebben vastgesteld volgens een methode die is beschreven door Toet et al (1998). In het kort werkt de methode als



**Figuur 15.** De hoek tussen de blikrichting en de rode paal is in dit figuur ongeveer 50 graden. Volgens de CBR-eisen voor rijvaardigheid zou elke rijbewijsbezitter deze paal moet kunnen opmerken.

volgt: de observator staat op 12,5 meter van de paal en zijn blikrichting staat haaks op de paal. Hij kan de paal dus niet zien. Vervolgens draait de observator zijn hoofd langzaam richting de paal. Op het moment dat de observator de paal waarneemt in zijn ooghoek, wordt met behulp van een gradenboog de hoek tot de paal vastgelegd. Hoe verder de observator zijn blik moet draaien richting de paal voordat hij de paal waarneemt, des te kleiner de hoek, hoe slechter de opvallendheid van de paal. Bij 0 graden kijkt de observator dus richting de paal.

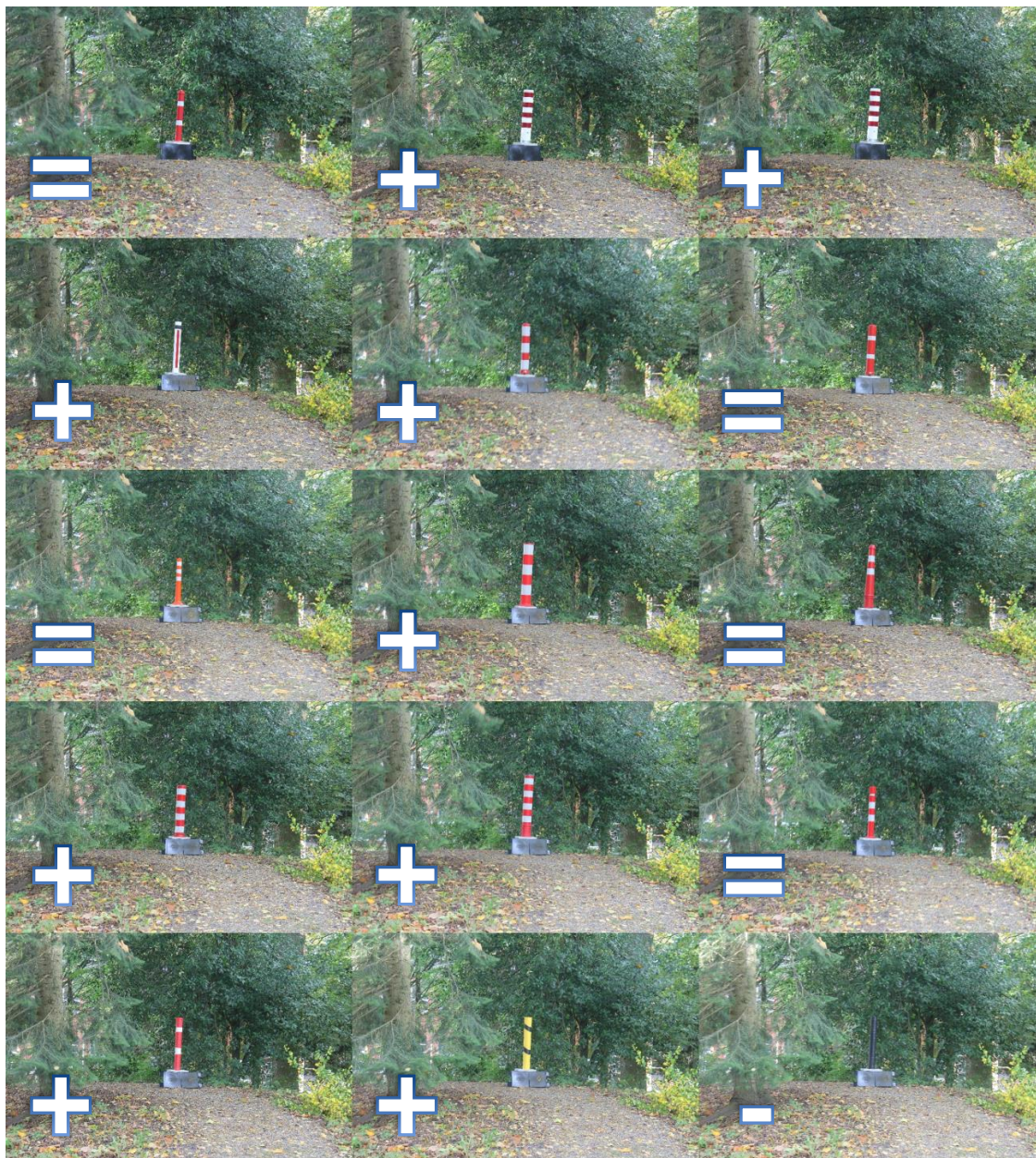


Figuur 16. RUG-onderzoeker Frank Westerhuis voert in Barneveld een zichtbaarheidsmeting uit met een gradenboog.

Er zijn geen normen beschikbaar, die bepalen bij welke hoek de opvallendheid van een paal voldoende is. Om toch enig gevoel te krijgen voor wat een 'goede' en 'slechte' opvallendheid is, hebben we gekeken naar de eisen die het Centraal Bureau Rijvaardigheidsbewijzen (CBR) stelt aan het zicht van rijbewijsbezitters. Omgerekend komt het er op neer dat een paal in het zichtveld van elke rijbewijsbezitter komt, als de hoek tussen de blikrichting en de paal kleiner wordt dan 50 graden (zie figuur 15). Verder geldt: hoe groter de hoek, des hoe groter de opvallendheid. Dit is vooral van belang als de fietser (om wat voor reden ook) in de buurt van de paal niet recht voor zich kijkt.

Figuur 17 geeft een beeld van alle onderzochte palen bij een constante achtergrond. Drie onderzoekers hebben onafhankelijk van elkaar de zichtbaarheid gemeten. De grafiek in figuur 18 geeft de hoek weer, waarbij de verschillende palen opgemerkt worden.





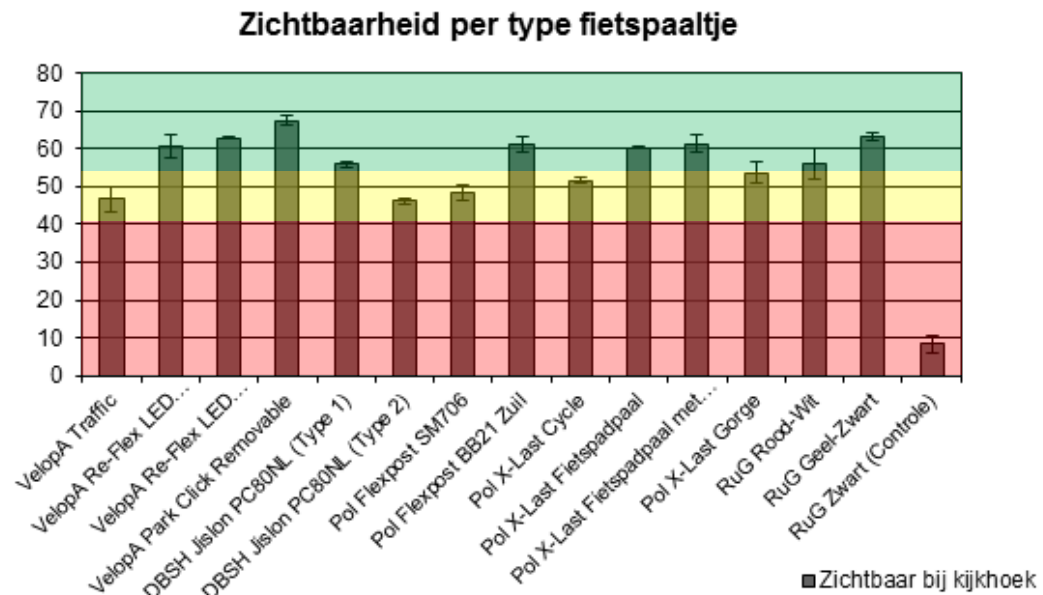
Figuur 17. Een overzicht van de verschillende typen palen tegen constante achtergrond. Palen die al opvallen bij een zichthoek groter dan 55 graden zijn gemarkeerd met een plus-symbool.

Met uitzondering van het zwarte exemplaar zijn alle palen waargenomen bij een hoek van minimaal 40 tot 50 graden. De zwarte paal wordt pas opgemerkt als de paal in het directe zichtveld verschijnt. Hieruit concluderen we dat alle overige palen in deze bosrijke omgeving op een afstand van 12,5 meter voldoende zichtbaar zijn. Er zijn echter nog wel significante verschillen in de opvallendheid van de palen.

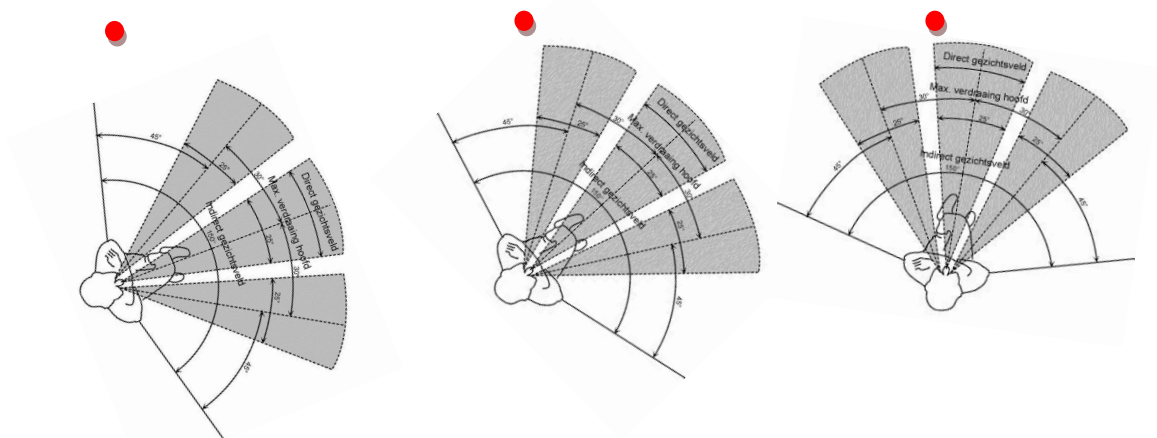
In figuur 17 hebben de palen die opvallender zijn een plusje gekregen. Uit een aanvullende analyse blijkt dat het verschil in opvallendheid vooral verklaard kan worden door de kleur van de paal. Of om nog preciezer te zijn: door het percentage wit. Hoe groter het oppervlak wit, des te opvallender de paal. Hierbij past wel de kanttekening dat deze conclusie geldt voor deze bosrijke, relatief donkere achtergrond. Op basis van deze bevindingen, bevelen we aan om ongeveer de helft van het oppervlak van een paal wit te maken en de andere helft rood.



Er blijkt ook een significant verband te zijn tussen de diameter van de paal en de opvallendheid. Hoe dikker de paal, des te opvallender. Het verband is echter veel zwakker dan de relatie met het oppervlak wit.



**Figuur 18.** Een overzicht van alle gemiddelde kijkhoeken per type paal gemeten bij dezelfde constante relatief donkere achtergrond (Error bars geven de standaard fout weer). Een hogere waarde geeft betere zichtbaarheid weer. Een kijkhoek van 55° of hoger is groen weergegeven, een kijkhoek tussen de 40° en 55° geel, en een kijkhoek van 40° of lager rood.



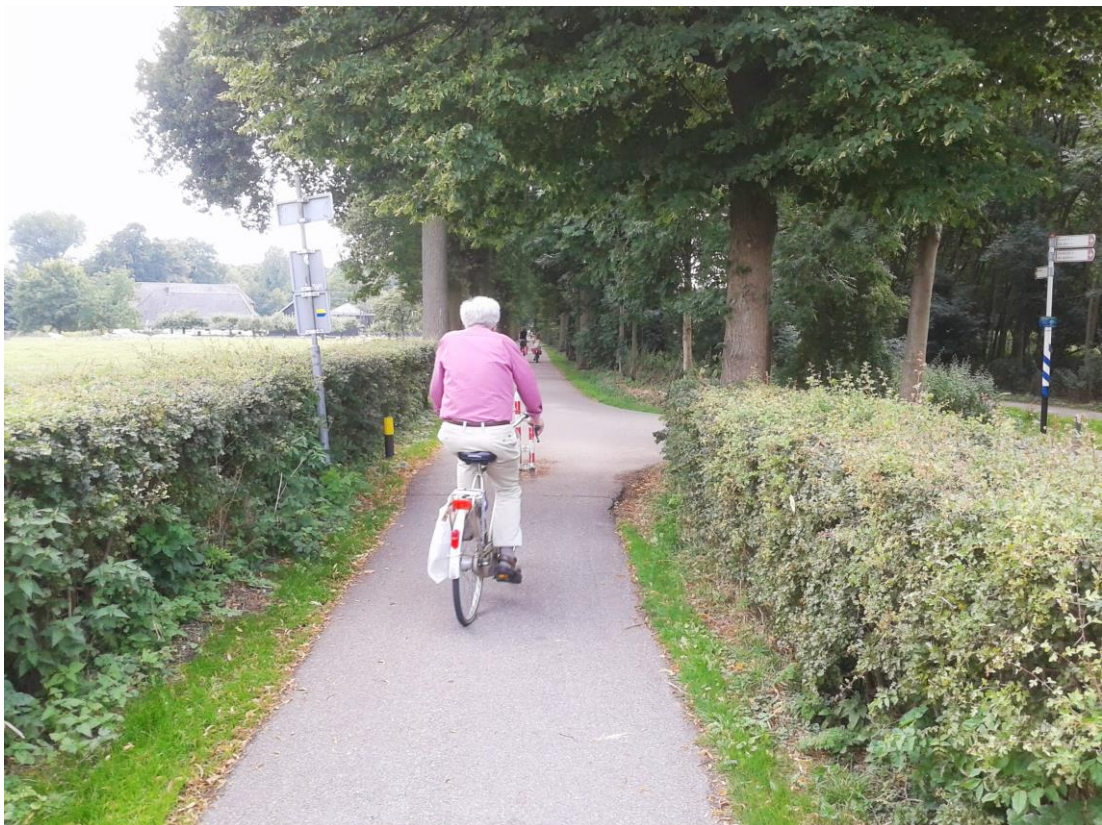
**Figuur 19.** Dit figuur laat de meetresultaten zien voor de uitersten. Links de hoek waarbij de opvallendste paal zichtbaar is, rechts de hoek van de 'zwarte' paal en in het midden de CBR-eis van ongeveer 50 graden.

Conclusie: de helft van de paal moet wit zijn, de andere helft rood. Daarnaast draagt een grotere diameter bij aan de opvallendheid van een paal.

Conclusie: in principe moeten fietsers bij daglicht vrijwel alle gangbare typen rood-witte palen op voldoende afstand kunnen waarnemen. Of anders gezegd: dat er bij daglicht toch een aanzienlijk aantal ernstige ongevallen met palen gebeurt, moet andere oorzaken hebben dan de zichtbaarheidskenmerken van de palen, bijvoorbeeld:

- de fietser kijkt de andere kant op (naar een bekende of de bewegwijzering);
- het zicht wordt belemmerd door andere verkeerdeelnemers;
- of de fietser ziet de paal wel, maar het dringt niet tot hem/haar door.

De laatste conclusie onderstreept het belang van de inleidende markering die de fietsers onbewust langs de palen leidt en ribbels heeft, zodat fietsers het gevaar ook kunnen voelen.



Figuur 20. Rood-witte palen zijn in principe bij daglicht goed zichtbaar, tenzij...

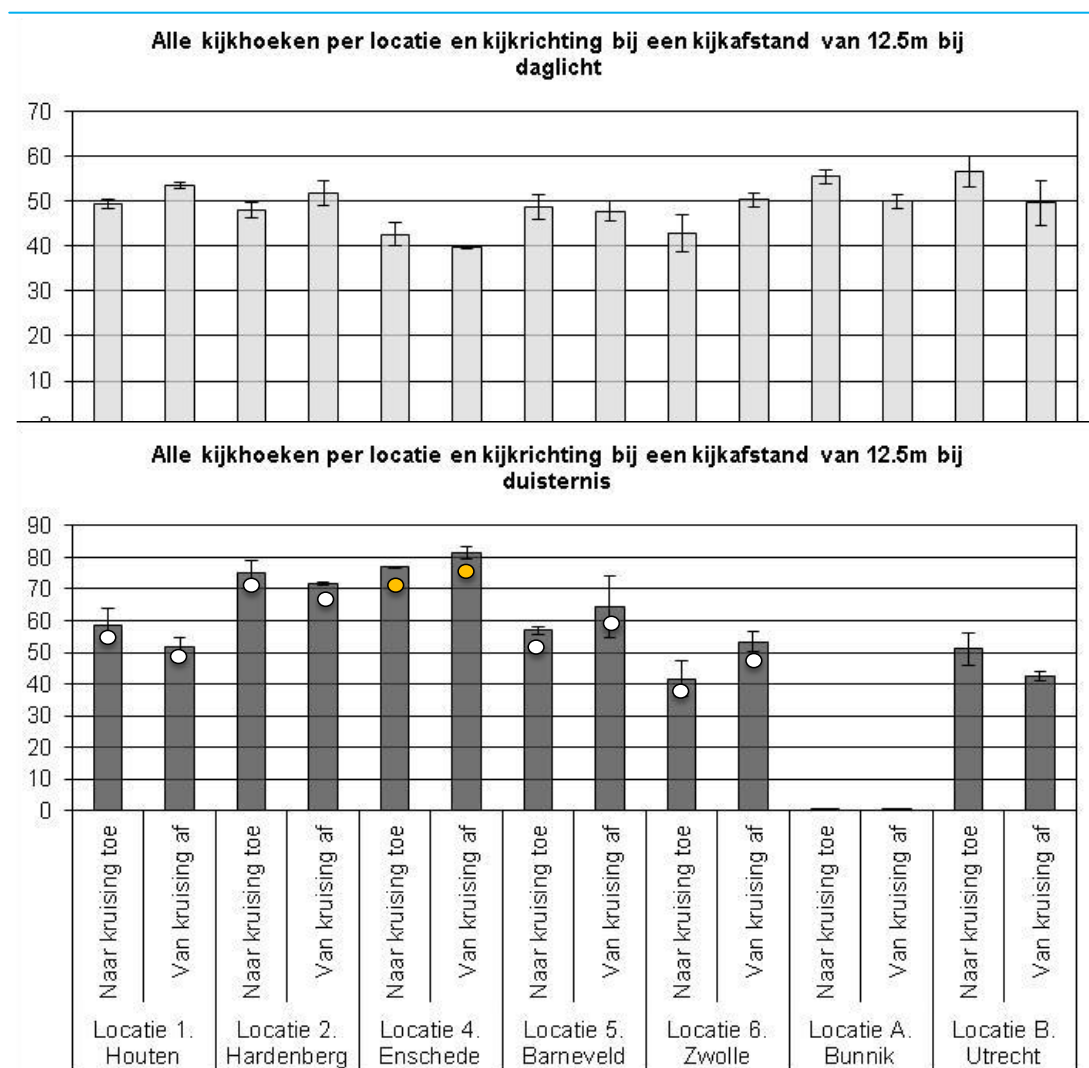
### 3.2 Opvallendheid palen op proeflocaties

De methode die in de vorige paragraaf is beschreven voor het meten van de opvallendheid van palen bij een constante achtergrond, hebben de onderzoekers van de RUG ook toegepast voor de palen op zeven proef- en controle-locaties. Hier zijn de metingen ook bij duisternis uitgevoerd.

Op vier proeflocaties is een (min of meer ) vergelijkbare paal toegepast. Deze heeft een grotere diameter (16 cm) dan gebruikelijk en is voorzien van een witte LED in de kop. Het gaat om Houten, Hardenberg, Barneveld en Zwolle.

In Enschede is een dunnere paal met relatief weinig wit geplaatst, voorzien van een oranje knipperende LED in de kop.

Figuur 21 geeft een overzicht van de zichtbaarheidsmetingen.



Figuur 21. Zichtbaarheid van de palen op locatie bij daglicht en duisternis. Met een stip is de aanwezigheid en de kleur van de LED aangegeven.





Figuur 22. Impressie zichtbaarheid palen bij duisternis. Boven: Hardenberg (links) met LED's die o.a. de paal aanschijnen en Bunnik (rechts) zonder enige vorm van verlichting. Midden: Zwolle met de blik naar het kruispunt (links, verstorend effect van openbare verlichting op de achtergrond) en Zwolle met de rug naar het kruispunt (rechts). Onder: Controle-locatie Utrecht (links, verstorend effect bruglicht op achtergrond) en Enschede (recht, met knipperende gele LED's)

De meetresultaten laten goed zien dat opvallendheid een relatief begrip is, afhankelijk van de omgeving en de lichtomstandigheden. Dit blijkt onder andere als we de metingen op de proeflocaties vergelijken met de metingen uit de vorige paragraaf in een continue bosrijke omgeving. Op alle proeflocaties scoren de palen slechter. De omgeving is minder homogeen (groen) en dat gaat ten koste van de opvallendheid. Dat pleit ervoor om juist in een stedelijke omgeving met veel concurrerende aandachtstrekkers extra aandacht te besteden aan de zichtbaarheid en inleidende markering.

Zichtbaarheid is een relatief begrip. Het gaat om de opvallendheid ten opzichte van de omgeving.

Bij duisternis komt de relativiteit van zichtbaarheid nog beter tot uitdrukking. De meeste palen met LED-verlichting zijn 's avonds opvallender dan overdag. Vooral de palen met LED op de donkere locatie in het buitengebied van Hardenberg scoren 's avonds goed. Op de donkere locatie in Bunnik daarentegen, zonder LED- en openbare verlichting, konden de onderzoekers de paal 's avonds op 12,5 meter afstand niet waarnemen.

Conclusie: op donkere locaties zonder openbare verlichting is LED-verlichting een must. Het is daarbij van belang alle palen te voorzien van LED-verlichting, ook de palen in de berm, omdat anders de opvallendheid van de paal met LED ten koste gaat van de opvallendheid van de paal zonder verlichting.

Als LED op een donkere locatie geen optie is, kan eventueel volstaan worden met glow-in-the-dark markering. Daarover meer in paragraaf 3.4.

Op locaties met openbare verlichting is de meerwaarde van LED-verlichting beperkter of soms niet aanwezig. Dit geldt bijvoorbeeld voor de proeflocatie in Zwolle. De LED-verlichting heeft hier te veel concurrentie van de straatverlichting op de achtergrond. Het lijkt hier effectiever om de voorgrond te verlichten met openbare verlichting.

Op de locatie in Enschede blijkt dat een knipperende (oranje) LED-verlichting een effectief middel is om de opvallendheid sterk te vergroten. De knipperende LED's scoren bij duisternis het best en het verschil met de opvallendheid bij daglicht is ook het grootst. Op locaties met veel concurrerende aandachtstrekkers zou knipperende LED-verlichting een oplossing kunnen zijn. Het is echter de vraag in hoeverre het wenselijk is om de concurrentiestrijd om aandacht op deze manier verder op te voeren. Het wegbeeld wordt er onrustiger van.

Tot slot de exacte plek van de LED-verlichting. Op de meeste proeflocaties zitten de LED's in de kop van de paal. In Hardenberg zijn daarnaast LED-lampen op het wegdek aangebracht, die de paal aanschijnen. En in Barneveld en Houten zijn de banden van het middeneiland voorzien van LED's. De invloed van de verschillende LED's op de zichtbaarheid is niet vast te stellen met de uitgevoerde metingen. Daarvoor zijn de overige omstandigheden te verschillend.

We hebben wel de indruk dat een LED op het wegdek die de paal aanschijnt een rustiger beeld geeft dan LED's in de kop van een paal. Het draagt het meeste bij aan de oriëntatie van de fietser.



### 3.3 Opvallendheid markering op proeflocaties

Om fietsers tijdig te attenderen op een paal, wordt in het keuzeschema een aantal aanbevelingen gedaan over de toepassing van inleidende markering. Op de proeflocaties zijn deze aanbevelingen geheel of gedeeltelijk toegepast. De wegbeheerders en leveranciers hebben de vrijheid gehad om naar eigen inzicht te variëren op de aanbevelingen. Tabel 1 geeft een overzicht van de variatie.

Tabel 1. Kenmerken van de markering op vijf proeflocaties.

Locatie	Lengte (m)	Puntstuk	Kantmarkering	Verharding	Zichtbaarheid (Sobel-waarde)	Opmerking
Hardenberg	6	gevuld	doorgetrokken	zwart	90	
Enschede	8,25	gevuld	doorgetrokken	rood	91	
Houten	6	gevuld	geen	rood	94	
Zwolle	5	arcering met omtrek	doorgetrokken	grijs	96	
Barneveld	6	arcering	geen	rood	100	tegenlicht



Figuur 23. De markering zoals een slechtziende het waarneemt volgens de IDED-methode. V.l.n.r. de proeflocaties Hardenberg, Barneveld en controlelocatie Utrecht

In deze paragraaf proberen we enig zicht te krijgen op de invloed die de variatie in de vormgeving heeft op de zichtbaarheid van de markering. De gehanteerde methode is gebaseerd op IDED (Den Brinker & Daffertshofer, 2005). Met de IDED-methode wordt een foto van een situatie zodanig onscherp gemaakt, dat alleen contrastverschillen overblijven die door een slechtziende ook gezien worden. Op alle locaties is bij bewolkt weer op 12,5 meter afstand een foto gemaakt van de fietspalen, met een spiegelreflexcamera (Canon EOS 550D) op een statief met telkens dezelfde instellingen (ASA 100, AV F8.0, Centre weighted average, Beeldkwaliteit: L, Superfine). De 12.5 meter

afstand is gekozen omdat dat de minimale afstand is waarbij de fietser met een gemiddelde snelheid van 15 km/uur nog twee seconden heeft om de situatie te beoordelen en te bepalen of een uitwijkende manoeuvre uitgevoerd moet worden.

Foto's zijn geblurred (Gaussian blur) waarmee een verlaagde gezichtsscherpte wordt gesimuleerd. Daarna is het zichtbaarheidsniveau bepaald met de "edge detection" functie van het computerprogramma Corel Photo Paint. Dit levert relatieve Sobel waarden op tussen 0 en 100, waarbij een lagere waarde betere zichtbaarheid weergeeft.

De gevonden Sobelwaarden staan in tabel 1. De locaties zijn gesorteerd op Sobelwaarde, waarbij de markering die het beste zichtbaar is bovenaan staat. Figuur 23 geeft een indruk van de locaties zoals een slechtziende deze ervaart.

Met enige voorzichtigheid vanwege het beperkte aantal locaties kunnen de volgende conclusies getrokken op basis van de Sobelwaarde en de bewerkte foto's:

- Het gevuld puntstuk met een duidelijke omtrek verdient de voorkeur (Houten, Enschede Hardenberg);
- Doorgetrokken kantmarkering biedt duidelijke meerwaarde (Hardenberg, Enschede);
- Hoewel de proeflocatie in Zwolle een puntstuk heeft met een duidelijke omtrek en doorgetrokken kantmarkering, is de zichtbaarheid van de markering wat minder goed. Mogelijk heeft dat te maken met de relatief lichte kleur van de verharding (beton). Dit zou er voor pleiten om in situaties met betonverharding extra aandacht te besteden aan de zichtbaarheid van de palen en waarneembaarheid van de ribbels (zie paragraaf 4.3)
- De relatief slechte zichtbaarheid van de markering op de proeflocatie in Barneveld, komt wellicht deels door het tegenlicht. Omdat fietsers hier uit een tunnel komen en een helling oprijden, hebben ze meer tegenlicht. De markering scoort echter ook relatief slecht op foto's in de tegenovergestelde richting.

### 3.4 Proefje met glow in the dark

Uit de zichtbaarheidsmetingen in paragraaf 3.2 blijkt dat palen op donkere locaties in het buitengebied 's avonds nauwelijks zichtbaar zijn, als geen aanvullende maatregelen genomen worden zoals LED's. Het betreft concreet de controle-locatie op het landgoed Rhijnauwen in Bunnik.

Om te bepalen of 'glow in the dark' een oplossing is voor dergelijke locaties, hebben we samen met Fijen BV hiermee geëxperimenteerd. *Glow-in-the-dark*-producten absorberen overdag het licht en zodra het donker is geven ze licht. Als het licht is, zijn deze producten meestal wit en als het donker is geven ze groen licht.

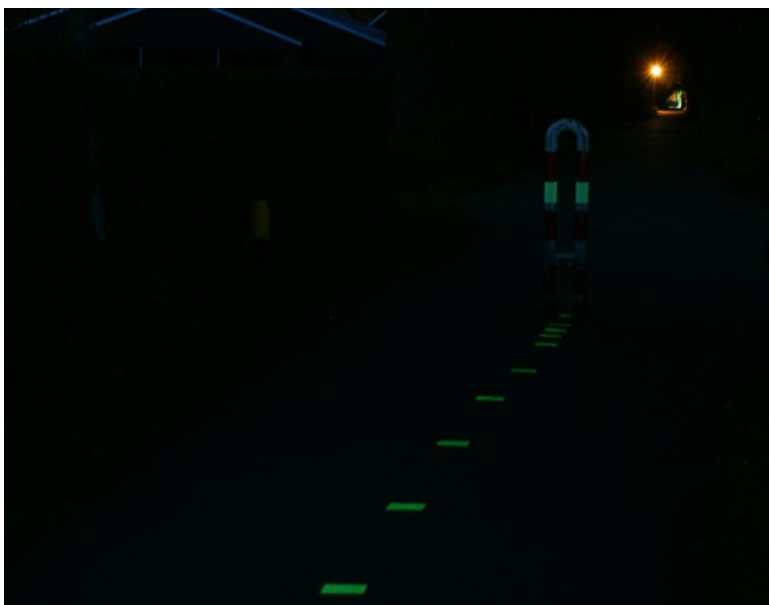
Op drie plekken op het landgoed hebben we drie verschillende dragers van *glow* toegepast: prefab plaatjes die op het wegdek en de palen bevestigd zijn, tape op palen en wegenvverf met een *glow*-toevoeging. Verder past hier de kanttekening dat het aanbod van *glow*-product sterk in ontwikkeling lijkt te zijn. We sluiten daarom niet uit dat er (nog) betere *glow*-producten op de markt zijn of komen.

Op basis van een globale indruk en een meting die vergelijkbaar is met de zichtbaarheidsmeting uit paragraaf 3.1 trekken we de volgende conclusies:

- De glow-in-the-dark-producten leveren alleen een bijdrage aan de opvallendheid van de palen als de locatie echt heel donker is. Als er maar een beetje concurrerende verlichting is, bijvoorbeeld een lantaarnpaal of koplampen van auto's, valt de glow-in-the-dark niet meer op. LED-verlichting zoals toegepast op de proeflocatie in Hardenberg is een effectievere manier om de opvallendheid van palen op donkere locaties te waarborgen.
- Glow-in-the-dark kan een alternatief zijn op kwetsbare locaties, waar LED-verlichting tot bezwaren leidt vanwege lichtvervuiling. Het materiaal moet dan op ruime afstand voor de paal (10 tot 20 meter) op het wegdek aangebracht worden, omdat de glow alleen van dichtbij opvalt. Aanvullend kan de glow ook op de paal aangebracht worden. Goede witte inleidende ribbelmarkering is op dergelijke locaties overigens ook al winst. De glow biedt dan vooral meerwaarde tijdens donkere nachten zonder maanlicht.

Nog enkele praktische bevindingen:

- In een eerste toepassing van de wegenvverf was de glow kapot gemalen en werkte niet meer;
- In eerste instantie waren de prefab-plaatjes niet goed op het wegdek bevestiging. Ze lieten los en gingen zwerven.
- De prefab-plaatjes worden smerig. Dit lijkt echter niet ten koste te gaan van het glow-effect.



Figuur 24. Impressie van prefab glow-in-the-dark-plaatjes tijdens een donkere nacht op het landgoed Rhijnauwen in Bunnik.

### 3.5 Conclusies zichtbaarheid

De belangrijkste conclusie uit dit hoofdstuk luidt: **zichtbaarheid is een relatief begrip**. Het gaat om de opvallendheid ten opzichte van de omgeving. Zo valt een paal in een rustige bosrijke omgeving meer op dan diezelfde paal in een hectische stedelijke omgeving. Een paal met LED-licht in de kop valt bij duisternis meer op, dan diezelfde paal bij daglicht. En een ook een paal die voldoet aan alle eisen voor opvallendheid, is onzichtbaar als het zicht beperkt wordt door een andere fietser of voetganger.

Op basis de onderzoeken in dit hoofdstuk, aangevuld met bestaande inzichten, doen we de volgende aanbevelingen voor de zichtbaarheid:

- Het belang van goede inleidende markering kan niet voldoende benadrukt worden. Het waarschuwt fietsers tijdig voor de palen, ook als het zicht op de palen belemmerd wordt door andere verkeersdeelnemers. De markering draagt ook sterk bij aan de opvallendheid van de palenlocatie. Het gaat zowel om het puntstuk dat palen op het fietspad inleidt, als om kantmarkering ter waarschuwing van de palen in de berm.
- Bij voorkeur wordt de palenlocatie verlicht met lichtmasten op circa 5 meter voor en na de palen. Dit geeft het rustigste beeld en fietsers kunnen zich het beste oriënteren op een veilige koers. Pas wit licht toe en geen monochromatisch (oranje) licht, zodat contrasten (markering-wegdek, rood-wit) zo goed mogelijk uit de verf komen.
- Op donkere locaties zonder openbare verlichting is LED-verlichting een *must*. Het is daarbij van belang alle palen te voorzien van LED-verlichting, ook de palen in de berm, omdat anders de opvallendheid van de paal met LED ten koste gaat van de opvallendheid van de paal zonder verlichting. We hebben wel de indruk dat een LED op het wegdek die de paal aanschijnt een rustiger beeld geeft dan LED's in de kop van palen. Het draagt het meeste bij aan de oriëntatie van de fietser. Wees verder terughoudend met de toepassing van knipperende LED's. Ze vergroten weliswaar aantoonbaar de opvallendheid van de palen, maar creëren ook een onrustig wegbeeld. Dus knipperende LED's alleen als het onderste uit de kast gehaald moet worden in concurrentie met andere aandachtstrekkers, zoals koplampen van auto's.
- In uitzonderlijke situaties kunnen *glow-in-the-dark*-materialen een bijdrage leveren aan de zichtbaarheid, bij voorbeeld in natuurgebieden. Het materiaal moet dan op ruime afstand voor de paal (10 tot 20 meter) op het wegdek aangebracht worden, omdat de *glow* alleen van dichtbij opvalt. Aanvullend kan de *glow* ook op de paal aangebracht worden. De *glow* biedt dan vooral meerwaarde tijdens donkere nachten zonder maanlicht.
- Om te zorgen voor voldoende contrast met diverse achtergronden, moeten palen voor de helft (retro-reflecterend) wit zijn en voor de andere helft rood. Een grotere diameter draagt eveneens bij aan de opvallendheid.

## 4 Trillingsmetingen ribbelmarkering

In het keuzeschema wordt aanbevolen om bij palen inleidende markering met ribbels toe te passen. In de vorige hoofdstukken hebben we gezien dat de markering ansich al een sterk geleidende werking heeft. In de videobeelden is geen enkele fiets geregistreerd, die over de markering heen is gereden. Ribbels moeten dan ook gezien worden als laatste waarschuwing voor fietsers die ondanks de markering toch op de palen afkoersen, bijvoorbeeld doordat de fietser afgeleid is. Ribbelmarkering heeft alleen nut, als de fietser de ribbels ook daadwerkelijk 'voelt'. De ribbels moeten voldoende trillingen veroorzaken. En minstens zo belangrijk: ze moeten meer trillingen voorzaken dan de verharding van het fietspad of de weg. In dit hoofdstuk presenteren we de resultaten van de trillingsmetingen die de Rijkuniversiteit Groningen (RUG) heeft uitgevoerd naar in het totaal elf soorten 'ribbels' en zes soorten verharding.

### 4.1 De methode voor trillingsmetingen

De onderzoeksmethode is ontwikkeld door de RUG. Voor de metingen is een geïnstrumenteerde fiets ingezet die is weergegeven in figuur 25. Op deze fiets is een fietscomputer, een Contour+2 actiecamera en een iPhone geïnstalleerd.



Figuur 25. Op de 'stang' bevindt zich de iPhone, aan de stuurpen de Contour+2 camera, op het stuur een LED fietslamp (links) en de fietscomputer (rechts).

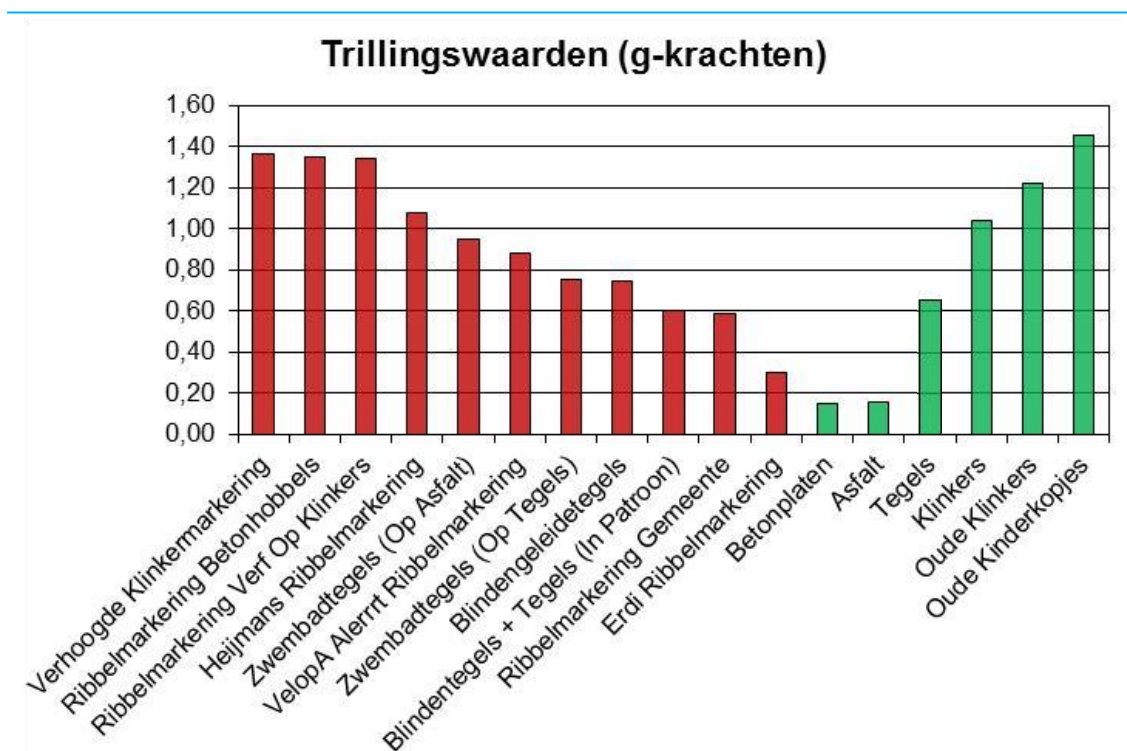
De fietscomputer werd ingezet om de snelheid zoveel mogelijk constant te houden tijdens het aanrijden van de ribbelmarkeringen. Alle metingen zijn uitgevoerd door eerst op snelheid te komen om vervolgens met 12 km/uur over de ribbelmarkering te fietsen. De Contour+2 actiecamera is gebruikt om beelden en GPS data van de situaties te registreren.



De trillingsmetingen zijn uitgevoerd met behulp van de versnellingsmeter en de gyrosensor in de iPhone. De gegevens van de sensoren in de iPhone zijn geregistreerd met behulp van de applicatie "Sensor Data". Voor de metingen van de ribbelmarkeringen is gebruik gemaakt van de User Acceleration data in de Z dimensie: de versnellingen die de fiets uitoefent op de telefoon in op- en neergaande bewegingen, in G krachten. Dezelfde fiets werd bij iedere locatie gebruikt en werd door dezelfde persoon bereden. De bandenspanning was op 4 bar gebracht.

## 4.2 Overzicht resultaten trillingsmetingen

In het totaal zijn elf soorten ribbels onderzocht en zes typen verharding. Deels gaat het om ribbels die zijn toegepast op de proef- en controlelocaties waar ook de video-observaties uit hoofdstuk 2 hebben plaatsgevonden. Daarnaast is een aantal aanvullende metingen verricht van meer of minder experimentele ribbels, zoals de zogenaamde zwembadtegels.



Figuur 26. Grootte van de trillingen (g-krachten) die veroorzaakt worden door verschillende type ribbels (rood) en verschillende typen verharding (groen).

Alle meetresultaten zijn verwerkt in figuur 26. De rode balken geven de meetresultaten weer voor de verschillende soorten ribbels. Hieruit blijkt dat er grote verschillen zijn in de absolute trillingswaarden. Het trillingsniveau van de 'beste' ribbels is drie tot vier keer zo hoog als de 'slechtste' ribbels.

Uit de metingen blijkt dat twee kenmerken van de ribbels van grote invloed zijn op de trillingen:

- De hoogte van de ribbels. Dit varieert van 3 tot 8 mm.
- De afstand tussen de ribbels. Als de ribbels te dicht na elkaar komen, rolt het fietswiel over de toppen van de ribbels en voelt de fietser geen trillingen. Voor een optimaal effect moet de afstand tussen de ribbels minimaal 15 centimeter zijn.

De groene balken laten zien hoeveel trillingen het wegdek veroorzaakt. Het verschil in trillingen tussen de verhardingssoorten is ongeveer net zo groot als de verschillen bij de ribbels. Bij de keuze van de ribbelmarkering is het dus belangrijk om rekening te houden met het type en de kwaliteit van de verharding. Alleen als de ribbels duidelijk meer trillingen veroorzaken dan het wegdek, mag verwacht worden dat de ribbels een waarschuwend effect hebben. *Pas op, u rijdt op botskoers!*

Door de rode balken te vergelijken met de groene balken, kan bepaald worden of het type markering meer trillingen veroorzaakt dan de aanwezige verharding. We hebben echter niet onderzocht hoe groot het verschil in trillingswaarden moet zijn om fietsers echt te alarmeren. Dat blijft een globale inschatting.

### **Asfalt en beton**

Het trillingsniveau van de onderzochte gesloten verharding zoals asfalt en beton is zo laag ( $<0,2G$ ), dat alle typen ribbelmarkering waarneembaar zullen zijn voor fietsers. Het verschil met bijvoorbeeld de Erdimarkering of de eigen markering van de gemeente Barneveld is echter zeer beperkt. Bij een gesloten verharding bevelen we daarom aan om een ribbelmarkering toe te passen met een trillingsniveau van minimaal  $0,6G$ . Globaal betekent dit dat de ribbel minimaal 6 mm hoog moet zijn.

### **Tegels en klinkers**

Het trillingsniveau van open verhardingstypen loopt behoorlijk op. Het trillingsniveau van tegels is meer dan drie keer zo hoog als van asfalt of beton, bij klinkers gaat het zelfs richting een factor zeven. De ribbelmarkering bij open verharding moet behoorlijk grof zijn, wil er nog een alerterend effect van uit gaan. Bij oude gebakken klinkers en kinderkopjes is het haast niet mogelijk om met ribbelmarkering op te boksen tegen het hoge trillingsniveau van de bestrating. Hier wordt soms een omgekeerd effect bereikt. De markering veroorzaakt *minder* trillingen dan de bestrating. Bij elementenverharding bevelen we in de eerste plaats aan om robuuste markering aan te brengen. Dat geldt weliswaar ook voor gesloten verharding, maar bij elementenverharding heeft dit waarschijnlijk meer voeten in de aarde. De tegels of klinkers moeten vervangen worden door witte exemplaren. En voor een vloeiend puntstuk zal het nodige gehakt en gesneden moeten worden. Daar bovenop bevelen we aan om de laatste 5 meter van het puntstuk te voorzien van 2 cm hoge ribbels, dwars op de rijrichting.

### 4.3 Overzicht van de onderzochte typen ribbelmarkering

Om enig gevoel te kunnen krijgen voor de effectiviteit van verschillende typen ribbelmarkering hebben we in deze paragraaf de onderzochte ribbelmarkering op een rij gezet, in volgorde van het trillingsniveau. Het type dat de meeste trillingen veroorzaakt, staat bovenaan.

#### Verhoogde klinkermarkering (1,36 g)



Deze gestrate klinkermarkering is speciaal voor dit onderzoek ontworpen en aangelegd in Barneveld. Aanleiding was het feit dat bij klinkerbestrating zulke hoge trillingswaarden werden gemeten. Het hoogteverschil tussen de witte klinkers en de rest van het wegdek neemt toe, naarmate men de paal nadert tot maximaal 7 mm.

Uit de metingen is gebleken dat de ribbelmarkering sterk trilt. Echter, de gewone straatklinkers veroorzaken trillingen van een gelijke grootte. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het verschil te klein is om effectief te attenderen op de aanwezigheid van de paal.

Bij nadere inspectie van de metingen valt echter op dat er op het moment dat de ribbelmarkering bereden wordt, er eerst een vermindering van de trillingen plaatsvindt gevolgd door een uiteindelijke korte, maar sterke trilling. Dit is verklaarbaar doordat de nieuwe aanleg van de ribbelmarkering heeft geresulteerd in een egalere ligging van de klinkers in het begin van de marking, ten opzichte van de klinkers in de rest van de straat. Hierdoor is het begin van de marking comfortabeler, terwijl het einde van de marking sterk trilt. Effectief wordt de fietser dus aan het eind van de ribbelmarkering pas geattendeerd op de aanwezigheid van de paal, waardoor deze vorm van marking in de huidige uitvoering dus te kort is, en te laat waarschuwt. Bij nader inzien hebben we ook vraagtekens bij het visgraadmotief, dat we zelf hebben voorgesteld om het hak en breekwerk te beperken. Ribbels dwars op de rijrichting lijken ons toch veiliger en effectiever.

#### Betonhobbels (1,35 g)



Op de meetlocatie te Bunschoten is een ribbelmarkering aangelegd die is opgebouwd uit 10 betonhobbels per naderingsrichting. De betonhobbels zijn geleverd door Via van Dalen B.V en kunnen op het wegdek geplakt worden. De hoogte is 8 mm en de afstand tussen de ribbels is ongeveer 15 cm. Omdat het fietspad een zeer egale gesloten verharding heeft, zijn de betonhobbels zeer alerterend.

### Verf op klinkers (1,34 g)



In Utrecht zijn ribbelmarkeringen bemeten die zijn aangelegd met behulp van verflagen op een weg met klinkerbestrating. De ribbelmarkering veroorzaakt aanzienlijke trillingen, maar het verschil met de rest van de bestrating is beperkt. Wellicht worden de gemeten trillingen niet zozeer door de markering veroorzaakt, maar vooral door de klinkers waar de ribbels bovenop zitten. Voor een weg met klinkers zijn in ieder geval ribbels die meer trillingen veroorzaken wenselijk.

### Heijmans Ribbelmarkering (1,03 g)



Het wegenbouwbedrijf Heijmans heeft deze ribbelmarkering voor de proeflocaties in Houten en Hardenberg geleverd. Het trillingsniveau van deze ribbelmarkering is aanzienlijk hoger dan van het asfalt op het fietspad. Conclusie is dat deze ribbelmarkering voldoende alerterend is op fietspaden met een gesloten verharding. De gemeten trillingen op de proeflocatie in Hardenberg zijn overigens wel 25 procent hoger dan op de Houtense proeflocatie. Wellicht heeft

de zorgvuldigheid waarmee de markering wordt aangebracht invloed op de effectiviteit.

### Zwembadtegels (0,95 g en 0,78g)

Bijzonder experimenteel zijn de metingen die in Apeldoorn verricht zijn met geribbelde tegels die



normaliter in zwembaden gebruikt worden om te voorkomen dat badgasten uitglijden. Deze tegels worden op een aantal trein- en metrostations ook toegepast als blinde geleidelijn. Ten opzichte van de reguliere blinde geleidetegels is het reliëf iets grover. De praktische toepasbaarheid verschilt echter van deze blinde geleidetegels. De zwembadtegels moeten op een stevige vlakke ondergrond bevestigd worden en zijn dus niet geschikt voor tegelfietspaden..

Uit de metingen blijkt dat de zwembadtegels op een asfaltverharding voldoende trillingen veroorzaakt om fietsers

te kunnen alerteren. Omdat er verder geen praktijkervaring is met de toepassing van de zwembadtegels als inleidende markering bij palen, weten we dus niet of het een veilige en duurzame oplossing is.



### VelopA Alerrrt Ribbelmarkering (0,9 g)



De VelopA Alerrrt Ribbelmarkering is toegepast op de proeflocaties in Utrecht en Zwolle.

De hoogte van de ribbel is 6 mm en de afstand tussen de ribbels circa 10 cm. Het trillingsniveau van deze ribbelmarkering is aanzienlijk hoger dan van het beton op het fietspad. Conclusie is dat deze ribbelmarkering voldoende alerterend is op fietspaden met een gesloten verhardingen.

### Blindegeleidetegels (0,28 tot 0,95 g)

Op een drietal locaties (Apeldoorn, Amersfoort en Barneveld) zijn trillingsmetingen verricht op



markering met blindegeleidetegels.

De ribbels zijn daarbij dwars op de rijrichting gelegd. In Barneveld is speciaal voor dit onderzoek een variant aangelegd, waarbij de markering vlak voor de paal breder wordt.

De metingen laten grote verschillen in trillingsniveau zien, van 0,28g in Apeldoorn tot 0,95g in Amersfoort. Het hoge trillingsniveau in

Amersfoort heeft waarschijnlijk andere oorzaken, zoals een putdeksel. In zowel Apeldoorn als Barneveld veroorzaken de blinde geleidetegels minder trillingen dan de tegels van het fietspad, waarschijnlijk omdat ze recentelijk gelegd zijn. Conclusie: blindegeleidetegels op tegelfietspaden zijn niet geschikt om fietsers die afkoersen op een paal indringend te waarschuwen. De afstand tussen de ribbels is waarschijnlijk te klein.

### Ribbelmarkering gemeente Barneveld (0,59g)



Voor de proeflocatie in Barneveld heeft deze gemeente zelf een ribbelmarkering ontworpen. Vergeleken met andere ribbelmarkering op asfalt veroorzaakt deze markering relatief weinig trillingen. De voorkeur gaat daarom uit naar andere oplossingen.



### Erdi Ribbelmarkering (0,3g)



De ribbelmarkering op de proeflocatie in Enschede is geleverd door het bedrijf Erdi. Vergeleken met andere ribbelmarkering op asfalt veroorzaakt deze markering relatief weinig trillingen. De voorkeur gaat daarom uit naar andere oplossingen.

## 5 Selectieve toegang

Het uiteindelijke doel van palen is selectief toegang verlenen tot een pad of een weg. Fietzers mogen er wel gebruik van maken, maar de palen moeten motorvoertuigen weren. Vaak is het echter wel weer wenselijk dat gladheidsbestrijdings- en hulpvoertuigen toegang hebben. In dit hoofdstuk gaan we in op de ervaringen met dit aspect tijdens de pilots.

### 5.1 Het weren van motorvoertuigen

Om het comfort en de veiligheid van fietsers te optimaliseren is in het keuzeschema gezocht naar een maximale doorgangsbreedte tussen de palen. Na het vergelijken van enkele statistieken over de breedtes van motorvoertuigen, is gekozen voor een doorgangsbreedte van 1,6 meter voor situaties dat men personenauto's wil weren. Dat is iets breder dan de 1,6 meter die destijds in het ASVV werd aanbevolen. Als alleen vrachtauto's geweerd hoeven te worden, bijvoorbeeld vanwege een kwetsbare brug, kan men volgens het keuzeschema een doorgangsbreedte van 2,3 tot 2,5 meter aanhouden.

Bij alle proeflocaties is 1,6 meter als uitgangspunt gehanteerd. Bij de oplevering bleek er toch een zekere variatie te zijn in de breedte van de doorgangen. De smalste is 1,45 meter en de breedste 1,8 meter. Dit heeft te maken met allerlei praktische problemen en onzorgvuldigheden bij de uitvoering. Hierover meer in hoofdstuk 6.

Uit de ervaringen op de proeflocaties kan geconcludeerd worden dat de verbreding van de doorgangen tot 1,6 meter niet ten koste is gegaan van het weren van personenauto's.

Op geen van de locaties zijn klachten binnengekomen over oneigenlijk gebruik van het fietspad, behalve op de locaties met overrijdbare palen. Terwijl een grote kans op oneigenlijk gebruik wel een criterium was voor de selectie van de proeflocaties.

Blijft de vraag: kan de doorgangsbreedte nog verder straffeloos opgerekt worden? Deze vraag willen we binnenkort samen met de gemeente Houten beantwoorden door een klein experiment op een locatie met veel klachten over auto's op het fietspad.

### 5.2 Selectieve toegang voor gladheidsbestrijdings- en hulpvoertuigen

De selectieve toegang voor gladheidsbestrijdings- en hulpvoertuigen is misschien wel het lastigste aspect van palen. Vaak wordt gekozen voor uitneembare of neerklapbare palen. Een zwak punt van deze oplossingen is het beheer van de (uiteenlopende) sleuteltjes. Hulpverleners moeten het juiste sleuteltje bij de hand hebben en omwonenden hebben soms hun eigen (illegale) sleuteltjes. Voor de gladheidsbestrijders is het daarnaast relatief arbeidsintensief om alle palen op strooiroutes uit te nemen of neer te klappen. Daarom verwijderen veel gemeenten tijdens de gehele winterperiode alle palen op gladheidsbestrijdingsroutes. Wat tijdens een groot deel van het jaar weer kan leiden tot oneigenlijk gebruik door 'gewone' motorvoertuigen.

De leveranciers van de palen voor de proeflocaties is gevraagd om met nieuwe oplossingen voor dit probleem te komen. Twee bedrijven (Pol en Van Haagen) hebben een flexibele paal naar voren geschoven. Grote voertuigen kunnen over deze paal heen rijden. De paal buigt mee en neemt zijn oorspronkelijke vorm weer aan als het voertuig gepasseerd is.

De flexibele palen bleken echter geen succes. Het grootste probleem is de beschadiging en vervuiling van de palen. De paal schraapt langs de onderkant van het voertuig, waardoor het reflectiemateriaal kapot gaat en er smeermiddelen en modder achterblijft. Bovendien bleek de bevestiging van de paal in de verharding niet altijd bestand tegen de krachten die het voertuig uitoefent op de paal.

Uit de ervaringen met de flexibele paal concluderen we dat er (vooralsnog?) geen betaalbaar alternatief is voor de uitneembare of neerklapbare paal met sleuteltjes. Een afgeleide conclusie is, dat er in het ontwerp geen plek is voor een middeneiland waar de paal op geplaatst wordt. Als de paal wordt weggehaald of neergeklapt vanwege de gladheidsbestrijding, resteert dan immers een verhoogd eilandje dat minder goed zichtbaar is. Tot slot geldt voor de neerklapbare paal natuurlijk dat deze in de neergeklapte positie geen gevaar mag veroorzaken voor de fietsers.



Figuur 27. De beschadigde palen in Barneveld (links), Hardenberg (midden) en Houten (rechts).

## 6 Proces en praktische zaken

Tijdens de proefperiode heeft Wim Salomons in opdracht van CROW-Fietsberaad het proces nauwlettend gevolgd. Hij heeft onder andere gekeken in hoeverre de locaties conform de aanbevelingen zijn uitgevoerd. Daarnaast kwamen diverse praktische zaken aan de orde.

### 6.1 Onvolkomenheden in de uitvoering

Het realiseren van een palenlocatie lijkt een eenvoudige opgave. Toch is het in de praktijk lastig gebleken om de uitgangspunten uit het keuzeschema tot in detail op straat gerealiseerd te krijgen. Misschien gaat men wel minder secuur te werk, juist omdat het zo eenvoudig lijkt. De macht der gewoonte speelt daarbij waarschijnlijk ook een grote rol.

Voor de proeflocaties is een vrij zorgvuldige procedure gevolgd, die uit drie stappen bestaat. De locaties Goes vormt daar een uitzondering op, omdat deze al door de gemeente in eigen beheer ontwikkeld en gerealiseerd was.

In de eerste fase is voor zes proeflocaties een schetsontwerp gemaakt door Wim Salomons Verkeerskundig Ontwerp. Daarin zijn de uitgangspunten uit het keuzeschema zo goed mogelijk verwerkt. De leveranciers kregen in het schetsontwerp een zekere vrijheid voor de toepassing van het type paal, de ribbelmarkering en de LED-verlichting.

Op de locatie Barneveld is er al in de eerste fase een fout gemaakt. De palenlocatie ligt hier in een tunnelbak. In het schetsontwerp is geen rekening gehouden met de schuwafstand die fietsers aanhouden tot een dichte wand. Hierdoor is de effectieve doorgangsbreedte voor fietsers kleiner dan 1,6 meter, ook al staat de paal op 1,6 meter van de wand.

Leerpunt: ga in het ontwerp uit van de effectieve breedte en niet van de verhardingsbreedte.

In de tweede fase heeft AGEL-adviseurs de schetsontwerpen verder uitgewerkt in definitieve ontwerpen en bestekken. In hoeverre een dergelijk uitgebreide aanpak in elke situatie noodzakelijk is, is een vraag. Enerzijds is er de ervaring in Goes dat direct uitvoeren van het door de verkeerskundige gemaakt ontwerp, geen problemen oplevert. Daar tegenover is er op enkele locaties wel behoefte aan een bestek gebleken en dan gaat het met name om die locaties waar er sprake was van civieltechnische werkzaamheden (verbredingen) zoals in Hardenberg en Zwolle. Bestekken zijn toegestuurd naar de wegbeheerders, waarna het traject van uitvoering is begonnen.

In de derde en laatste fase, de uitvoering, bleek dat een uitgebreide aanpak met bestek geen garantie is voor een nauwgezette uitvoering. Deels heeft dat te maken met de maatvoering van de paal en trottoirbanden, waarover meer in paragraaf 6.2. Soms zijn er organisatorische oorzaken: het overleg tussen de verkeerskundige en de uitvoering is niet optimaal, de projectleider heeft een andere visie dan het schetsontwerp of de aannemer besteedt het werk uit aan een onderaannemer. Eén

leverancier geeft ruiterlijk toe het toegezonden bestek gewoon niet doorgelezen te hebben. En een enkele keer maakt de aannemer gewoon een meetfout.

Veel problemen hebben te maken met een ondeugdelijke bevestiging van de paal in het asfalt of op een tegel. Dat geldt in het bijzonder voor de 'overrijdbare' flexibele palen. In de praktijk blijkt een degelijke betonvoet noodzakelijk.

De vraag is hoe bereikt kan worden dat in de toekomst de uitvoering tot in de details goed gaat, want juist voor fietsers is die detaillering belangrijk. In Enschede zijn goede ervaringen met het laten verrichten van de werkzaamheden, conform bestek, door de leverancier van de palen en de markering. Voordeel is dat er geen misverstanden kunnen zijn tussen verschillende partijen. Het betreft hier wel relatief 'eenvoudige' werkzaamheden, zonder civieltechnische maatregelen zoals een verbreding van de verharding.

Daarnaast denken we dat het ook een kwestie van gewenning is. Als alle betrokkenen een aantal maal gewerkt hebben volgens de nieuwe aanbevelingen en doordrongen zijn van het belang van de details, gaat het (hopelijk) vaker 'vanzelf' goed. Daarvoor is het wel noodzakelijk dat wegbeheerders er eerst een tijdje bovenop zitten en zelf doordrongen zijn van het belang van de details.

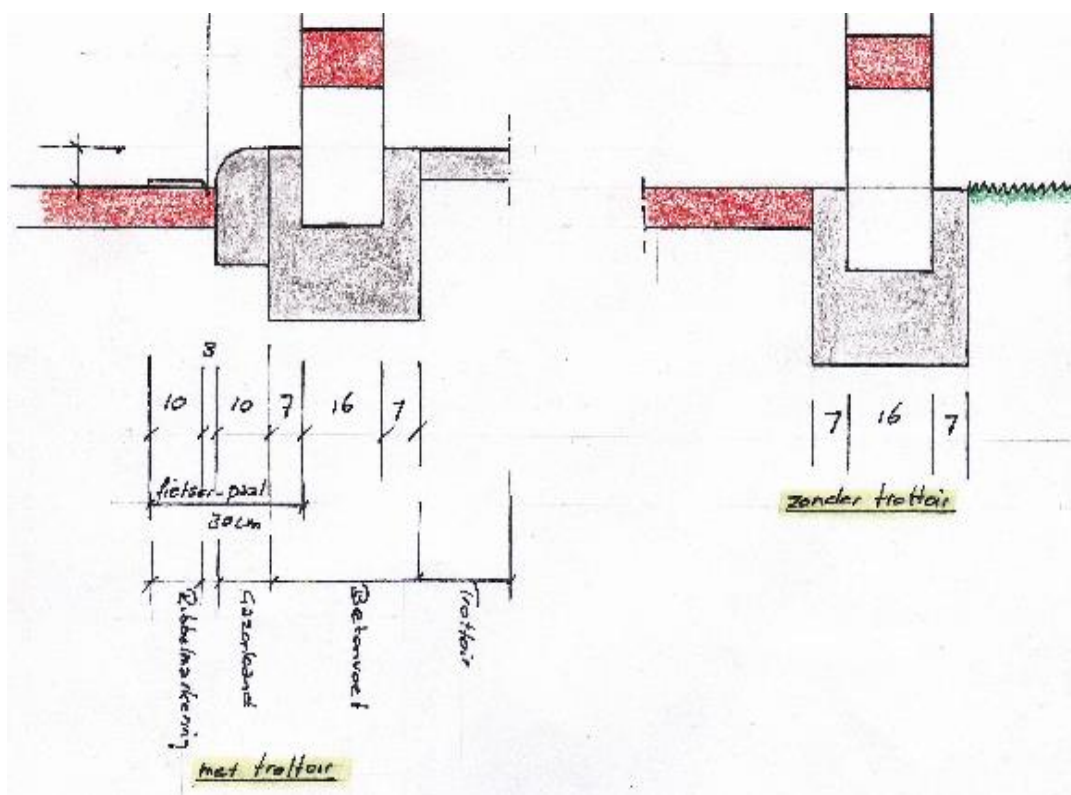
We trekken de volgende conclusies:

- zorg voor een helder ontwerp met oog voor de detaillering, waarin de uitgangspunten van het keuzeschema goed zijn verwerkt;
- beperk het aantal betrokken partijen;
- en controleer vooral bij de eerste opleveringen nauwgezet of de uitvoerder zich aan de details heeft gehouden.



## 6.2 Detaillering betonvoet en gazonband

Een leerpunt uit de proeflocaties is dat in de aanbevelingen in het keuzeschema onvoldoende rekening is gehouden met de maatvoering van de betonvoet van de paal en trottoirbanden. Uit praktische overwegingen is daarom enkele malen iets afgeweken van de aanbevolen doorgangsbreedte. Figuur 28 laat goed zien met welke maten rekening gehouden moet worden in het ontwerp, uitgaande van een paal met een diameter van 16 cm, een betonvoet van 30 cm en een gazonband.



Figuur 28. Detaillering van de betonvoet

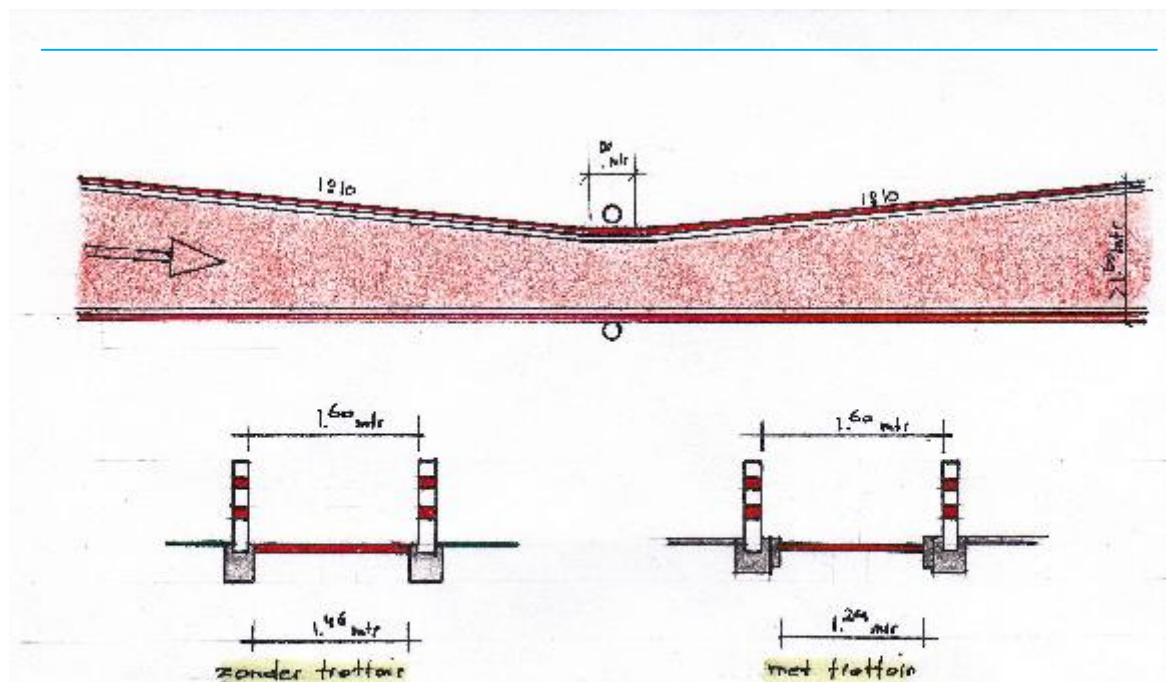
### 6.3 Praktijkervaringen met eenzijdig versmallen

In het keuzeschema wordt voor een aantal situaties aanbevolen om het fietspad te verbreden of te versmallen, zodat doorgangen van 1,6 meter breed gerealiseerd kunnen worden.

Voor eenrichtingsfietspaden met een verhardingsbreedte tussen de 1,6 en de 2,5 meter geldt het advies, dat het fietspad aan de linker zijde geleidelijk versmald moet worden tot 1,6 meter.

In de praktijk hebben we echter pas na veel speurwerk één locatie gevonden waar dit op van toepassing is. Kennelijk bestaat er nauwelijks een noodzaak om op dit soort fietspaden een paal te zetten. En op die ene locatie die we uiteindelijk gevonden hebben, stuitte de aanbeveling tot eenzijdige versmalling op onoverkomelijke bezwaren van de landschapsarchitect. De eenzijdige versmalling zou een te grote aantasting zijn van de zichtlijnen. Deze aanbeveling hebben we in de praktijk dus niet kunnen toetsen.

De aanbeveling voor eenzijdige versmalling van eenrichtingsfietspaden hebben we in de praktijk niet kunnen testen, omdat er geen geschikte locatie gevonden zijn.



Figuur 29. Schetsontwerp van een eenzijdige versmalling van een eenrichtingsfietspad.

## 6.4 Praktijkervaringen met verbreden van smalle fietspaden

Voor (tweerichtings)fietspaden met een verhardingsbreedte tussen 2,5 en 3,35 meter wordt in het keuzeschema aanbevolen om het fietspad te verbreden tot 3,35 meter. Het gaat om Hardenberg, Zwolle en de locatie Rubenslaan in Utrecht.

In hoofdstuk 2 hebben we gezien dat de verbreding een effectieve manier is om de veiligheid en het comfort van fietsers te vergroten. Aan andere kant stuit de aanbevelingen ook op bezwaren vanwege de kosten en de (vermeende) aantasting van de kwaliteit van de openbare ruimte.

Het spreekt voor zich dat aan verbreding aanzienlijke kosten verbonden zijn, tussen de 10 en 20-duizend euro. De korte ervaringen op proeflocaties leren dat er bij een verbreding altijd met een vreestrap gewerkt dient te worden, waarbij voldoende overlap aanwezig is in verschillende asfaltenlagen en een volledige funderingsopbouw aangebracht dient te worden. Het enkel "aanplakken" van asfalt aan de zijkanalen moet worden voorkomen. Dit is o.a. waar te nemen bij de locatie Zwolle, waar een betonrand naast de bestaande verharding is gestort. Door het "aanplakken" van de betonverharding ter plaatse van de verbreding, ontstaat een rommelig beeld, ondanks dat het ontwerp conform CROW publicatie 220 "Handleiding Cementbetonverharding-basisconstructie" is ontworpen.

Verder bleek bij de proeflocaties dat de tijdelijke maatregelen bij werkzaamheden verantwoordelijk zijn voor een flink deel van deze kosten.

Conclusie: als het enigszins kan, moet voorkomen worden dat de verharding verbreed moet worden.

Wegbeheerders hebben verschillende alternatieven aangedragen voor twijfelgevallen (verhardingsbreedte 2,6 tot 3,3 meter), waarmee geen verbreding noodzakelijk is. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het feit dat fietsers enige schuwafstand aanhouden tot de paal aan weerszijden van het fietspad (> 0,3 m). De verharding hoeft dus niet opgevuld te worden tot de palen. De laatste 0,3 meter mag onverhard blijven of kan opgevuld worden met (witte) klinkers. Vertaald naar de proeflocaties betekent dit dat op de locatie Utrecht-Rubenslaan geen verbreding nodig was geweest, dat Zwolle op het randje zit en dat op de proeflocatie Hardenberg een verbreding noodzakelijk is.

Conclusie: verbreding van het fietspad is alleen nodig op (tweerichtings)fietspaden met een breedte tussen de 1,4 meter en de 2,5 meter.

De aanbevelingen voor het weren van personenauto's zien er als volgt uit bij verschillende fietspadbreedtes:

- Smaller dan 140 cm => palen aan weersijden in de berm;
- Tussen 140 en 250 cm => verbreden tot 330 cm. Palen aan weersijden en één in het midden;
- Tussen 250 en 350 cm => Palen aan weersijden in de berm en één midden op. Restruimte tussen verharding en palen in de berm eventueel opvullen met klinkers. Eventueel een iets bredere doorgang accepteren bij fietspadbreedte tussen 330 en 350 meter;
- Breder dan 350 cm: twee palen in het midden en palen aan weersijden van het fietspad.

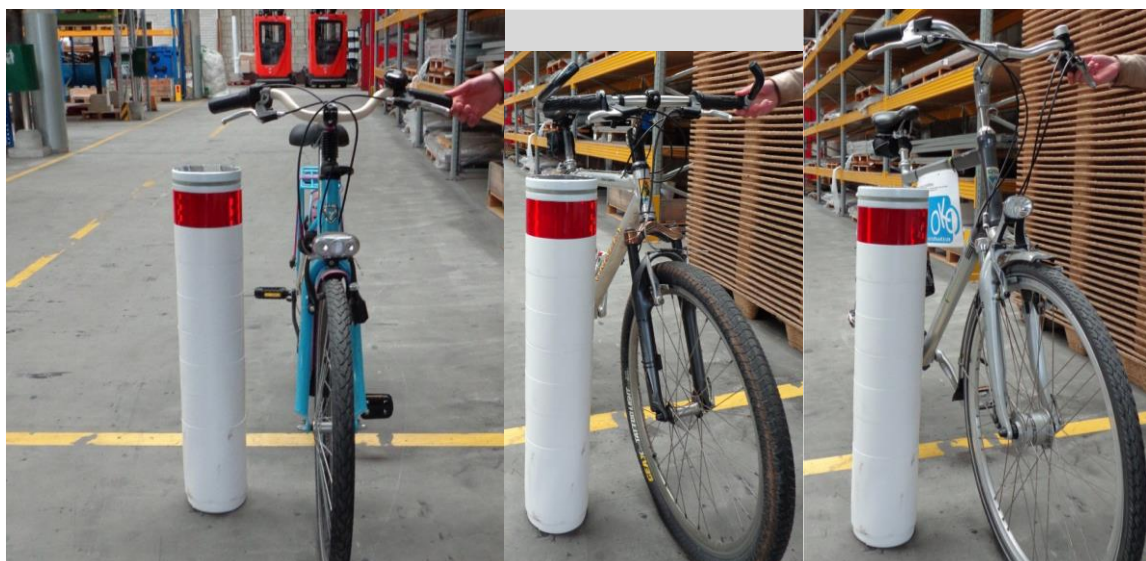
Het spreekt voor zich dat deze maten wijzigen als gekozen wordt voor een bredere doorgang voor fietsers, bijvoorbeeld omdat alleen vrachtverkeer geweerd hoeft te worden.

## 6.5 Hoogte van de paal

Resteert nog de vraag hoe hoog de paal moet zijn. Enerzijds geldt de redenering: hoe hoger de paal, hoe beter zichtbaar. Aan de andere kant heeft een te hoge paal het risico dat fietsers er met hun stuur tegen aan rijden en uit balans raken.

In het keuzeschema wordt uitgegaan van de 'traditionele' hoogte van 0,75 meter. De hoogte van de palen op de proeflocatie varieerden van 0,75 tot 1 meter. Voor de palen die op een trottoir of een verhoogd eilandje zijn geplaatst, komt daar nog 5 tot 10 centimeter bij.

Op geen van de proeflocaties zijn problemen geconstateerd met de hoogte van de paal. Er zijn geen meldingen dat fietsers met hun stuur tegen de paal aan zijn gereden. Wel waren er klachten van buurtbewoners die vinden dat palen met een hoogte van 1 meter niet in de omgeving passen.



Figuur 30. De stuurhoogte van een kinderfiets, een stadsfiets en een mountainbike vergeleken met een paal 0,85 meter (bron:

VelopA)

Daarnaast heeft leverancier VelopA op eigen initiatief bekeken of er problemen kunnen ontstaan met een eigen paal van 0,85 meter en een aantal gangbare fietsen. Het gaat onder andere om typen fietsen die gebruikt worden om te bepalen of fietsparkeervoorzieningen voldoen aan de normen van Fietsparkeur. De foto's in figuur 30 geven hier een beeld van. Hieruit blijkt dat zelfs het stuur van de kleinste "FietsParKeur"-fiets ruimschoots over de paal heen gaat. Een paal van 0,85 meter voldoet.

Conclusie: we bevelen een paalhoogte tussen de 0,75 en 1 meter aan. Daarbij geldt dat een hogere paal iets meer bijdraagt aan de zichtbaarheid. Verder is het wenselijk dat alle palen op één locatie even hoog zijn, zodat een rustig beeld ontstaat.



## Bijlage I. Verhalen achter de cijfers

Bron: Fietsverkeer 35



# Verhalen achter de cijfers

Karin Broer

Achter de cijfers over ongelukken met paaltjes, zitten de verhalen. Voor dit nummer van Fietsverkeer hebben we vijf mensen geïnterviewd. Dan blijkt dat een botsing er altijd in hakt, zelfs als de snelheid laag is en de lichamelijke gevolgen meevallen. 'Het paaltje' betekent niet meer squashen, niet meer fietskoerieren, niet meer naar de camping. Kleine dingen, maar toch, dat paaltje heeft het leven beïnvloed.

Soms heeft een paaltje of een stoeprand, grotere gevolgen: nooit meer werken, blijvend hersenletsel, een fundamenteel ander bestaan. Er zijn ook mensen die overlijden na een botsing met een paaltje.

In de interviews valt op dat veel mensen boos zijn: waarom heeft de gemeente of de provincie in hemelsnaam een paaltje op het fietspad gezet, je legt toch ook geen betonblok op de snelweg? Natuurlijk om auto's te weren. Maar waarom moet ik daar de dupe van worden! Dat voelt onrechtvaardig.

Iedereen kan zo'n botsing overkomen, zelfs een gedeputeerde (met opvallend veel begrip voor de paaltjeszettende wegbeheerder). Bij een ongeluk spelen altijd meerdere factoren een rol, weten we bijvoorbeeld uit het diepteonderzoek van de SWOV naar fietsongelukken (Davidse e.a. 2014). Een moment van afleiding door een groepje voetballende jongens of een bord op een historisch pand. Andere verkeersdeelnemers kunnen iets doen waardoor het verkeersbeeld niet optimaal is. Parkeren op de verkeerde plek, of simpelweg voor je fietsen waardoor het zicht op een obstakel is onttrokken. Een botsing is menselijk.

De verhalen achter de cijfers maken nog scherper duidelijk welke verantwoordelijkheid een wegbeheerder heeft. Een paaltje kan nodig zijn, maar zorg dan dat de kans op botsingen zo klein mogelijk is.



### Joana (49) was docent Frans op een hbo-opleiding

'We gingen een fietstochtje maken op onze tourfietsen, geen grote tocht, een klein rondje.'

Haar vriend Constant: 'Het was goed weer geweest, maar nu regende het. Er waren redelijk wat fietsers op de weg. In Bunnik op het twee-richtingen-fietspad naast de provinciale weg staat bij een kruising een paaltje op een, wat wij maar een betonnen bak (een plaatje met schuine betonnen banden, red.), zijn gaan noemen. Die bak heeft een lengte van wel 2.90 meter en die scheidt daar beide fietsrichtingen. Er reden fietsers voor ons, er kwamen fietsers van de andere kant.'

'Ik fietste net voor haar en opeens was daar een gigantische klap, het klonk als een botsing met een auto, -een massieve klap- ik keek om en ik zag mijn vriendin gelanceerd worden en op de stenen terecht komen, ik zag haar hoofd links en rechts op de straat klappen.'

Joana: 'Ik weet tot geruime tijd voor het ongeluk en ook daarna helemaal niks

meer. Ik ben tegen die betonnen bak aan geknald, maar ik weet er niks meer van.'

Constant: 'Ze was niet aanspreekbaar. Overal was bloed, bloed kwam uit haar oren, neus, ogen en mond. Ik had geen telefoon bij mij. Uit het huis dicht bij de ongevalsplek kwamen mensen naar buiten, door de klap. Er is ambulance gebeld, maar dat duurde maar en duurde maar. Ze lag daar op de grond, we hebben haar naar binnen gedragen. Uiteindelijk kwam de ambulance, na een half uur, de ambulancebroeder heeft zijn excuses aangeboden, ze hadden het heel druk die middag. Ze is met gierende sirenes naar het UMC gebracht.'

Daar heeft ze een week gelegen. Ze had een dubbele schedelbasisfractuur, de frontaal kwab was beschadigd, het hersenvlies gescheurd, er liep hersenvocht uit haar neus, gehoorschade.'

Joana: 'Daarna heb ik wekenlang bijna alle uren geslapen, continu zware hoofdpijn, misselijk.'

Constant: 'Na 3 of 4 weken is ze door de neuroloog naar revalidatie doorverwezen, de diagnose was hersenkneuzing. Een hoogleraar in Groningen heeft vastgesteld dat de verbindingen zijn ontregeld zijn, sommige verbindingen worden via een omweg gemaakt. Geen tijdsbesef, waardoor plannen heel moeilijk is. Mentale vermoeidheid, concentratie afgenomen en informatieverwerking is vertraagd. Ons leven is

volledig veranderd, ik werk nu thuis, voorheen elders. Er is een situatie voor 1 augustus 2010 en één daarna.'

Joana: 'Ik kan niet uren achtereen iets doen, elk uur moet ik rust nemen, anders ben ik ontregeld. Dan moet ik daarvan dagen bij komen. Ik kan niet meer werken. Ik durf wel weer te fietsen, eerst niet, maar langzaam ben ik weer begonnen. Maar op die ongevalsplek, daar kom ik niet meer.'

Constant: 'We hebben de gemeente aansprakelijk gesteld. Vrij laat, omdat we eerst alle aandacht aan het hersteltraject hebben gegeven, je hoofd staat er niet naar. Waarom heeft de gemeente zo'n verhoging met schuine banden neergelegd? Die verhoging is nu weggehaald en er zijn witte steentjes voor in de plaats gekomen. Ik heb later een brief daarover van een ambtenaar gekregen. Vanwege de doorgang voor strooiwagens en vanwege verkeersveiligheid is de situatie aangepast. Ze weten bij de gemeente dat er ongelukken gebeurd zijn.'

'De gemeente heeft de aansprakelijkheid onlangs afgewezen. Ze hebben 30 oktober een flutbriefje geschreven, onze brief was van mei. De gemeente noemt het "een ongelukkige samenloop van omstandigheden". Dat heeft bij ons tot een enorme boosheid geleid. Ik verwacht dat het een juridische procedure wordt.'

*Vanwege privacyoverwegingen zijn voornamen gewijzigd en de achternamen weggelaten.*





### Jaap Lodders (51), gedeputeerde van Flevoland



'Het was op een vrijdagavond, 16 mei, die datum vergeet ik niet meer. Ik was aan het fietsen met een vriend, op de racefiets. We reden op een fietspad in het buitengebied bij Zeewolde. Er stonden daar twee paaltjes achter elkaar. Het eerste zag ik, het tweede, na een flauwe bocht, was aan het zicht onttrokken door een auto die daar geparkeerd stond. Ik ben er tegen aange-reken en over de kop geslagen.'

'Mijn eerste reactie was "Oeps dat ging hard". Eerst dacht ik dat het meeviel. Ik lag een paar minuten op de grond en ik vroeg mijn vriend: help me even over-eind. Ik probeerde te staan, dat rech-terbeen dat ging wel, maar toen ik pro-beerde te lopen toen dacht ik: nee dit is niet goed. Toen ben ik weer gaan liggen, tot de ambulance kwam.'

'Ik ben naar het ziekenhuis in Lelystad gebracht, daar zijn foto's gemaakt. Daar bleek dat ik mijn bekken had gebroken en dat er een operatie nodig was. De volgende dag ben ik naar het AMC gebracht en daar geopereerd.'

**Veel mensen die tegen een paaltje botsen zijn kwaad en vragen zich af waarom de gemeente een paaltje op de weg zet. Had u die reactie ook?**

'Ik ben vooral boos geweest op mijzelf. Je weet dat er paaltjes zijn en je weet dat die dingen op het fietspad kunnen staan, ik had beter moeten uitkijken.'

**U had als gedeputeerde net opdracht gegeven de kwaliteit van fietspaden te inventariseren.**

'We hebben alle paaltjes in Flevoland geïnventariseerd ook op wegen en paden van de terreinbeheerders, dus van Staatsbosbeheer en Flevo-land-schap. Daarbij wordt gekeken welke paaltjes weg kunnen en of er andere oplossingen mogelijk zijn zonder paal-tjes. Dit paaltje stond op terrein van Flevo-landschap. Ik denk dat dit ook een paaltje is waar een andere oplos-

sing mogelijk is. Het is bekend dat dit soort paaltjes tot ongelukken leiden.'

**Bent u door het ongeluk extra gemo-tiveerd?**

'Het is niet zo dat ik door het ongeluk hier harder aan ben gaan trekken. De inventarisatie van de kwaliteit van de fietspaden liep al. Ik ben zeer gemoti-veerd, maar dat is in zijn algemeenheid niet door persoonlijke omstandigheden, dat zou ook niet goed zijn.'

**U was niet boos op de wegbeheerder?**

'Nee, ik vind ook als het over verkeers-veiligheid gaat dat je zelf een eigen ver-antwoordelijkheid hebt. We hadden hier onlangs een avond over afleiding in het verkeer, toen heb ik dat ook naar voren gebracht. Je moet ook zelf goed uit-kijken en opletten.'

**Hoe gaat het nu?**

'Het herstel heeft zijn tijd nodig. Ik fiets al wel weer, ook op de racefiets, maar ik ben wel extra alert bij paaltjes.'



**Jan van der Werf (58), conciërge bij een basisschool Heerenveen**



'Het was pinkstermaandag 2013, vlakbij huis. We fietsten op het fietspad langs het voetbalveldje, er waren daar jochies aan het voetballen, daar keek ik naar. Mijn vrouw reed voor mij, ik was even afgeleid door de voetballende jongens.'

'Het was een beste klap, ik lag aan de ene kant van het paaltje en mijn fiets aan de andere kant. De drie vaders van die voetballende kinderen kwamen aangerend. Mijn fiets was total loss, de voorvork was geheel verbogen.'

'Mijn vrouw begon een beetje te lachen: zo, wat doe jij nou? Mijn eerste reactie was om op te staan en te laten zien dat alles nog bewoog. Uiteindelijk kon ik lopend naar huis.'

'Ik ben mij gaan verdiepen in paaltjes: waarom staat dat paaltje daar en waarom is het 's winters weg? Achteraf had ik wel graag de gemeente aansprakelijk willen stellen, maar hoe pak je dat aan? Het voelt onrechtvaardig, die paaltjes staan daar om auto's tegen te houden, maar je zet toch geen obstakel neer. Je legt toch ook geen betonblok op de snelweg? Het is hartstikke onre-

delijk. Ik ben gaan zoeken op internet, fietspaaltjes is een beetje een obsessie geworden. Mentaal ben ik er veel mee bezig geweest.'

Er stonden twee rood-witte paaltjes: het ene halverwege het fietspad, het andere ter hoogte van de sportaccommodatie. De boosdoener, bij de sportaccommodatie, is weg. Van der Werf: 'Een half jaar geleden is het paaltje verwijderd. Ik heb een ambtenaar erover gesproken, een groep studenten heeft in de hele gemeente geïnventariseerd welke paaltjes er staan en welke weg kunnen. Er staat dus nog wel een paaltje.'

'Het is nu anderhalf jaar geleden, maar ik heb nog steeds last van mijn schouder, er zit een scheurtje in een pees. Wel vervelend want ik ben volleybaltrainer, dan wil je ook ballen slaan, maar soms wordt dat te intensief. Ik ben naar de fysiotherapeut geweest, ik heb nog steeds belemmeringen, het is niet 100 procent. Ik squash niet meer. Ja, dat is toch een verandering van levensstijl, dankzij dat paaltje.'

**Marieke Zwaneveld (52), projectcoördinator bij ProRail**



'Die middag hadden we een uitje met de afdeling in Houten. Een collega had vijf OV-fietsen gehuurd, maar uiteindelijk waren we met zijn zevenen dus het was: spring maar achterop.'

'Het miezerde, met in mijn ene hand een paraplu en mijn andere arm om het middel van mijn collega geslagen zat ik aardig stabiel achterop de fiets. Toen we bij het station vertrokken, ben ik zonder dat ik daar eigenlijk iets van gemerkt heb, met mijn voet achter een paaltje blijven haken. Ik ben rechtstandig achterover, enorm hard op mijn hoofd gevallen.'

'Ik ben een minuut buiten westen geweest, toen ik weer bijkwam was er overal bloed. Ik had een behoorlijk gat in mijn hoofd. Mijn collega's stelden mij vragen om te inventariseren hoe ik eraan toe was. Er kwam een ambulance.'

'Ik ben zelf bhv'er, ik begreep al snel dat ik een hersenschudding had. Ik was te kort buiten westen geweest voor een mogelijke hersenbeschadiging. Dat uitje is niet doorgegaan, iedereen was van slag. De vrouw van een collega heeft





## Marcel Rensen (65), uitgever, parttime fietskoerier

mij opgehaald en naar huis gebracht.'

'Na anderhalve week dacht ik me weer redelijk te voelen, maar een vliegreisje naar Barcelona bleek achteraf een heel slecht idee. Uiteindelijk ben ik drie maanden thuis geweest, met veel rust ben ik uiteindelijk weer gereïntegreerd in mijn werk.'

'Ik ben zo boos geweest. De paaltjes staan er om auto's te weren, uiteindelijk ben ik daar slachtoffer van geworden! De situatie in Houten is nu helemaal veranderd, paaltjes zijn verwijderd en de hele situatie rond het station is nu veel ruimer opgezet.'

'Ik ga nooit meer achterop zitten en ik heb mijn kinderen verteld dat ik niet wil dat zij iemand achterop nemen of zelf achterop gaan zitten.'

'Het is nu anderhalf jaar verder, ik heb vaker hoofdpijn. Vroeger had ik nooit hoofdpijn. Op de camping hebben wij een gaskachel in de caravan, voor het voor- en het naseizoen, van die lucht krijg ik ook hoofdpijn, diezelfde specifieke hoofdpijn, alsof er een bruggetje tussen die geur en de val zit. Het is niet te verklaren. Het betekent wel dat we eerder overwegen niet naar de camping te gaan als het zo koud is dat de kachel aan moet.' ■■■



'Het was op een donderdag begin oktober. Ik voelde me niet helemaal top, ik had een tandartsafspraak staan maar die had ik afgezegd. Ik fietste rustig, het was rond het middaguur. Ik rijd langs de haven en ik keek naar een oud gebouwtje dat daar staat. Ik heb ooit een boek uitgegeven over de haven, al die historische gebouwen interesseren mij. Dus ik keek naar dat gebouwtje, het is een heel karakteristiek gebouw, aan de achterkant zit een klein winkeltje, een postzegelhandel. Ik zag daar een nieuw lelijk wit bord hangen. En voor dat ik het wist lag ik aan de andere kant van een paaltje.'

'Ik lag op de grond, er stonden allemaal mensen om mij heen, de meneer van de postzegelhandel kwam met een flesje water aanrennen, en even later was de ambulance er.'

'De ambulancebroeders hebben mij van top tot teen bekeken, er bleek niets gebroken. Mijn bloeddruk was wel heel hoog, waarschijnlijk door de schrik. Uiteindelijk ben ik lopend naar huis gegaan. Mijn fiets, een bijzondere fiets met schijfremmen, was verwrongen. Ik was vooral boos en ik had pijn. Boos ook omdat sporten een belangrijk deel van mijn leven is, ik ben actief scheidsrechter. Ik begreep meteen: dat wordt me nu afgepakt.'

Die paaltjes staan er om auto's tegen te houden, het is het begin van een voetgangersgebied, het zijn zilverkleurige paaltjes. Ik was zo boos. Toch raar om een paaltje op de weg te zetten. Tegen een paaltje botsen gebeurt dus heel vaak, weet ik nu. Op de dag van mijn ongeluk reed de vriendin van mijn neefje tegen zo'n paaltje in Utrecht, gebroken bekken, gebroken elleboog. Iedereen die kent wel iemand die tegen een paaltje is aangereden.'

'Tuurlijk kan dat paaltje weg, heel veel paaltjes kunnen weg. Ik snap dat je op sommige plekken wel een paaltje wilt neerzetten, maar zorg dan dat mensen gewaarschuwd zijn. Je zou veel meer moeten voelen dat zo'n paaltje eraan komt, iets van ribbels in het wegdek.'

'Ik ben een oude activist, ik had meteen ook zoiets: ik ga een actiegroep tegen paaltjes oprichten. Het rare is dat ik 1978, toen woonde ik in Amsterdam, nog aan de basis heb gestaan van een actie voor het neerzetten van paaltjes op de Spiegelgracht.'

'Mijn duim leek het grootste probleem, en mijn knie. Ik ben bij de fysiotherapeut geweest. Ik kon niet rennen na het ongeluk, mijn been voelde papperig. Afgelopen maandag ben ik weer gaan trainen toen voelde ik mijn goede knie scheuren, ik ga vanmiddag een mri-scan maken, of dat met ongeluk te maken heeft is natuurlijk een vraag. Misschien ben ik gaan compenseren?' ■■■



## Bijlage II. Literatuur

- [1] Fietsberaad Publicatie 19a: Grip op Enkelvoudige Fietsongevallen
- [2] Keuzeschema Sanering paaltjes op fietspaden  
<http://www.fietsberaad.nl//index.cfm?lang=nl&repository=Keuzeschema+sanering+paaltjes+op+fietspaden#Comments>
- [3] Den Brinker, B.P.L.M. & Daffertshofer, A. (2005). The IDED method to measure the visual accessibility of the built environment. *International Congress Series*, 1282, 992-996.
- [4] Fabrik, E., De Waard, D., & Schepers, P. (2012). Improving the visibility of bicycle infra-structure. *The International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 1, 98-115.
- [5] Toet, A., Kooi, F.L., Bijl, P., & Valetton, J.M. (1998). Visual conspicuity determines human target acquisition performance. *Opt. Eng.* 37(7), 1969–1975.
- [6] Toet, A., & Varkevisser, J. (2001). De visuele opvallendheid van AKI en mini-AHOB installaties. Rapport TM-01-C018. Soesterberg: TNO Technische Menskunde.



## Colofon

Evaluatie aanbevelingen voor palen op fietspaden

### [CROW-Fietsberaad](#)

CROW-Fietsberaad is het kenniscentrum van de Nederlandse overheden voor fietsbeleid, met als doel de ontwikkeling, verspreiding en uitwisseling van praktijkgerichte kennis voor fietsbeleid. Daarbij richt CROW-Fietsberaad zich op een brede doelgroep: iedereen die direct of indirect betrokken is bij de ontwikkeling en uitvoering van fietsbeleid.

In opdracht van de gezamenlijke overheden voert CROW een KpVV-Meerjarenprogramma uit. CROW-Fietsberaad wordt, net als CROW-KpVV, gefinancierd uit dit KpVV-Meerjarenprogramma.

### [artikelnummer](#)

CROW-Fietsberaad publicatie 27

### [tekst](#)

Otto van Boggelen, CROW-Fietsberaad

### [lay-out](#)

CROW-Fietsberaad

### [fotografie](#)

Diversen

### [contact](#)

[info@fietsberaad.nl](mailto:info@fietsberaad.nl)

### [bestellen](#)

[www.fietsberaad.nl/kennisbank](http://www.fietsberaad.nl/kennisbank)

