



Zoeken naar rek in de regeling

Ron Hendriks

Fietsfiles in de spits. De overtreffende trap van drukte op het fietspad. In steden als Amsterdam en Utrecht inmiddels een vaker terugkerend beeld. Verkeerslichten zijn vaak de bottleneck. Zit er nog rek in de regeling?

Fietsers noemen het één van de grootste ergernissen: wachten voor een rood verkeerslicht. Maar ook wegbeheerders is er veel aan gelegen om fietswachtrijen voor het verkeerslicht zoveel mogelijk in te dammen. Omdat het niet past binnen het beleid dat het fietsen wil bevorderen. Maar ook omdat filevorming op het fietspad praktische problemen met zich kan meebrengen voor de verkeersveiligheid en als kruisend (fiets)verkeer daardoor wordt geblokkeerd. Gewoonlijk zoekt men dan eerst of er nog ruimte zit in de verkeersregeling, bijvoorbeeld door de groentijd voor fietsers te verlengen of door twee keer groen te geven binnen één cyclus. Of door vier-richtingen-groen in te stellen. Soms ook blijkt na onderzoek dat verkeerslichten helemaal weg kunnen.

Maar daarmee is het arsenaal aan mogelijkheden niet uitgeput. Nieuw onderzoek van DTV Consultants in opdracht van CROW Fietsberaad wijst uit dat er het nodige te winnen

valt door de verkeersregeling te finetunen op basis van de opstelcapaciteit voor een verkeerslicht én de afrijcapaciteit als het verkeerslicht op groen springt.

Meer fietsers door groen

Voor het onderzoek werd het gedrag van fietsers op enkele drukke met verkeerslichten geregelde kruispunten in beeld gebracht. Men bekeek onder meer hoeveel fietsers zich steeds voor een rood fietslicht verzamelen en hoe snel die weer vertrekken. Het onderzoek had plaats op drie locaties in Utrecht en één in Amsterdam. De breedte van het fietspad varieerde per locatie van ca. 1,80 m tot ca. 2,30 meter en één locatie is voorzien van een wachttijdvoorspeller.

Door de beelden te analyseren, kon uitgerekend worden hoeveel vierkante meter één wachtende fietser gemiddeld inneemt voor een verkeerslicht (2,27 m²). Of omgekeerd, hoeveel fietsers passen op een vierkante meter (0,44 fietsen). Het maakt daarbij niet veel uit of het extra druk is, fietsers gaan dan niet meer dringen.

Als je dit weet, kun je uitrekenen hoeveel ruimte je nodig hebt bij een gegeven intensiteit en een gegeven roodtijd. Of andersom, wat de maximale roodtijd mag zijn willen alle fietser in de opstelruimte passen.

De methode om dat te berekenen wordt in het onderzoeks-

Rekentool

Voor de analyse van de opstel- en afrijcapaciteit van fietspaden bij VRI's is een rekentool gemaakt waarmee is te berekenen:

- hoe groot de opstelruimte moet zijn om bij een bepaalde rood-tijd en een gegeven fietsintensiteit in x% van de gevallen voldoende opstelcapaciteit te bieden;
- wat de roodtijd maximaal mag zijn om, bij een gegeven opstelruimte, in x% van de gevallen voldoende opstelcapaciteit te hebben;
- wat de groenfractie minimaal moet zijn om, bij een gegeven fietspadbreedte, voldoende capaciteit te hebben. Op basis van deze groenfractie en een gegeven cyclustijd is de benodigde groentijd te bepalen;
- hoe breed het fietspad moet zijn om bij een bepaalde groenfractie en een gegeven fietsintensiteit voldoende capaciteit te bieden.

In de rekentool worden zowel het optrekverlies als de afrijcapaciteit in de berekeningen meegenomen.



rapport - op fietsberaad.nl te downloaden - uiteengezet. Kern van de berekening is dat het aankomstpatroon van de fietsers via een Poisson-verdeling wordt gesimuleerd. Op basis daarvan is te berekenen hoe groot de kans is dat een bepaald aantal fietsers bij een rood verkeerslicht arriveert. En hoe groot dus het opstelvak zou moeten zijn. Daarbij kan

**De rekentool is beschikbaar op fietsberaad.nl.
Zoek: Rekentool Opstelruimte om deze te downloaden.**

The screenshot shows the 'Rekentool Opstelruimte' web application. It features three main calculation scenarios: 1. 'Intensiteit en roodtijd bekend, benodigde opstelruimte gevraagd', 2. 'Intensiteit en opstelruimte bekend, maximale roodtijd gevraagd', and 3. 'Opstelruimte en roodtijd bekend, maximale intensiteit gevraagd'. Each scenario includes input fields for intensity (fietsers/u), red time (seconden), and area (m²), along with a 'Bereken' button. The interface is clean and professional, with a blue header containing the logos for 'DTV Consultants' and 'fietsberaad CROW'.

men een drempel hanteren, bijvoorbeeld dat de opstelruimte zo groot moet zijn dat die in 90 procent van de gevallen voldoende is. Een voorbeeld van een uitkomst van een dergelijke berekening: bij een intensiteit van 1200 fietsers/u en een roodtijd van 40 seconden moet je ruimte bieden voor 18 fietsers, ofwel $(18/0,44 =) 40,91 \text{ m}^2$.

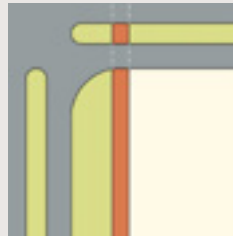
Optrekverlies

Dat is de ene kant van de medaille. De andere kant is dat al die fietsers tijd nodig hebben om bij groen over te steken. Dat kost tijd. Een fietser moet eerst reageren als het licht op groen springt. De benodigde tijd varieert behoorlijk per locatie (tussen 1,7 en 3 seconden). Vervolgens moet hij op gang komen, het zogeheten optrekverlies. De eerste acht fietsers doen daar het langst over, de gemiddelde volgtijd is zo'n 0,8 seconden. Alle volgende fietsers rijden sneller af met een volgtijd van 0,5 seconde, zo blijkt uit de videoanalyses. Bij de onderzochte kruispunten zijn de eerste acht fietsers goed voor een optrekverlies van gemiddeld zo'n 3 seconden. Die tijd wordt tot nu toe niet meegenomen bij de berekening van verkeerslichtenregelingen. Hoeveel fietsers er tegelijk door groen kunnen afrijden hangt uiteraard ook samen met de breedte van het fietspad. Uit de videobeelden blijkt dat per meter fietspadbreedte gemiddeld

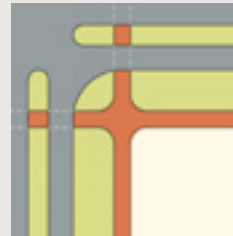
Aandachtspunten in het ontwerp

Verstoring door kruisend verkeer

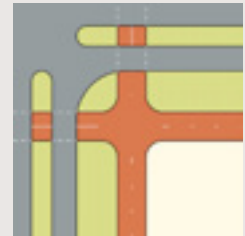
Op de locaties van het onderzoek wordt de fietsstroom richting verkeerslicht niet verstoord door kruisend fietsverkeer (afbeelding 1). Daarmee heeft kruisend verkeer geen invloed op de afrijcapaciteit en biedt het hele toeleidende fietspad opstelcapaciteit. In veel praktijksituaties is echter wel sprake van kruisend fietsverkeer voor het verkeerslicht (afbeeldingen 2 en 3). Dat kan van invloed zijn op de afrijcapaciteit. Die is dan lager dan de basisafrijcapaciteit uit dit onderzoek.



Afbeelding 1



Afbeelding 2

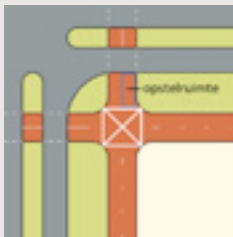


Afbeelding 3

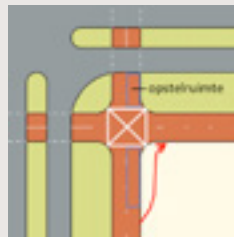
Situering opstelruimte

Het moet zo veel mogelijk worden voorkomen dat wachtende fietsers de doorgang voor andere fietsrichtingen blokkeren. Aanbevolen wordt daarom om de benodigde opstelruimte te realiseren tussen het fiets-fiets-conflictvlak en de stopstreep (afbeelding 4). Als dat niet gaat, wordt aanbevolen om in ieder geval het conflictvlak af te kruisen, om het blokkeren van andere fietsrichtingen zo veel mogelijk te voorkomen.

Als een deel van de opstelruimte achter het conflictvlak ligt, leidt dit mogelijk tot hinder voor afslaande fietsers. Dan kan het wenselijk zijn om te faciliteren dat rechts afslaande fietsers langs de wachtrij kunnen fietsen (afbeelding 5).



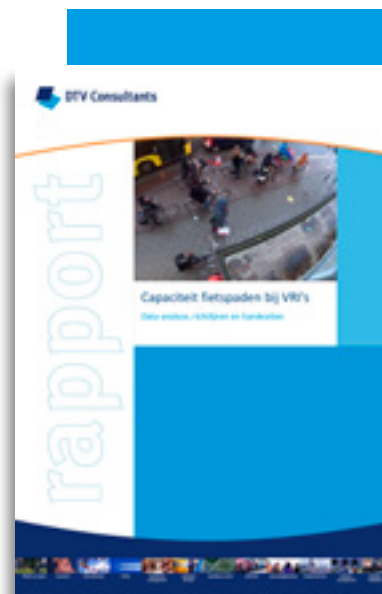
Afbeelding 4



Afbeelding 5

0,9 voertuigen per seconde het verkeerslicht passeren. Een fietspad van 2,0 meter breed heeft dus een afrijcapaciteit van 1,8 fietsers per seconde ofwel 6.480 fietsers per uur. De aanwezigheid van kinderen en bijzondere fietsen kunnen de afrijcapaciteit wat verminderen, in de praktijk komt dat echter niet vaak voor. De aanwezigheid van brom-/snorfietsen heeft niet of nauwelijks invloed.

Met het optrekverlies en de afrijcapaciteit kan op basis van de fietsintensiteit, de fietspadbreedte en de aangehouden cyclustijd worden bepaald welke groentijd minimaal nodig is om alle fietsers te verwerken. En dan kunnen er andere resultaten uit de bus komen dan de vaak gehanteerde groentijd van 15 seconden, of 4 tot 6 seconden als er geen detectielussen liggen.



Het onderzoeksrapport is te vinden op fietsberaad.nl.

Vergroten afrijcapaciteit

Bij tweerichtingsfietspaden bestaat de mogelijkheid om, door de ruimte voor de stopstreep anders te verdelen, meer opstelruimte te creëren en daarmee de afrijcapaciteit te vergroten (afbeelding 6).

In de praktijk zullen fietsers op tweerichtingsfietspaden bij het opstellen voor een verkeerslicht sowieso vaak gebruik maken van de rijstrook voor tegemoetkomend verkeer. Bij grote stromen fietsers beide kanten op kan dit leiden tot frontale conflicten. Het is dan juist wenselijk om te voorkomen dat fietsers van de andere weghelft gebruik maken. Niet door een risico-verhogende fysieke scheiding, maar middels een brede markering of een (eventueel licht bol gestrate) afwijkende verharding.



Afbeelding 6

Extra aandacht voor links afslaan fietsers

Wanneer links afslaan fietsers op richting A groenlicht krijgen en richting B is nog rood op het moment dat fietsers daar aankomen, moet de opstelruimte voor richting B groot genoeg zijn om alle links afslaan fietsers een plek te kunnen bieden (afbeelding 7). Daarbij moet men bovendien rekening houden met fietsers uit de andere richting(en) die zich al voor oversteek B hebben opgesteld. Wanneer het gaat om relatief grote aantallen links afslaan fietsers, is het daarom wenselijk om oversteek A en B te koppelen, zodat fietsers in één keer door kunnen rijden, zonder (opnieuw) te hoeven stoppen.



Afbeelding 7

Ligging stopstreep

Op drie van de vier onderzoekslocaties ligt de stopstreep dusdanig ver naar achteren dat het regelmatig voorkomt dat fietsers zich opstellen voorbij de stopstreep. Aanbevolen wordt om de stopstreep zo ver mogelijk naar voren te leggen, zodat alle fietsers zich zo ver mogelijk naar voren opstellen en daarmee de opstelcapaciteit zo goed mogelijk benutten.

Fietsopstelruimte extra breed

Bij de reconstructie van het Kennemerplein in de gemeente Haarlem is een extra brede fietsopstelstrook toegepast waardoor meerdere fietsers zich naast elkaar kunnen opstellen en de capaciteit vergroot wordt.

Fietsers stellen zich met vier of vijf naast elkaar op en rijden met verschillende snelheden weg zodra het groen wordt. Daardoor is het mogelijk het fietspad aan de overkant van de kruising zijn standaard breedte te geven. Volgens Vialis, die meewerkte aan het ontwerp, voldoet de oplossing goed.



Naast het optimaliseren van opstelruimte en groentijden, wordt ook geëxperimenteerd met andere oplossingen om meer fietsers over het kruispunt te leiden. Op deze pagina's een selectie.



Nog meer rek in de regeling?

Warmtesensor bepaalt groentijd

In Rotterdam is een warmtesensor in gebruik genomen die aan de hand van lichaamswarmte meet hoeveel fietsers bij het rode licht op Churchillplein staan te wachten. Zijn dat er veel, dan gaat het verkeerslicht langer en vaker op groen. Er ligt wel een detectielus in de grond om te meten of er fietsers staan, maar de warmtesensor reikt verder. Het is de eerste keer dat zo'n sensor op deze manier wordt gebruikt in Nederland. Wel heeft men warmte detectie in Utrecht beproefd voor het detecteren van voertuigen (waaronder fietsers) en het tellen van fietsers om op basis daarvan cycli van verkeerslichten aan te passen. Maar in Rotterdam stuurt de detector direct de verkeerslichten aan.

Fietsen tellen kan nu trouwens ook met de detectielussen bij het verkeerslicht. Vialis heeft daartoe een speciaal algoritme in haar regelsystemen ingebouwd. De intensiteiten worden gemeten via de koplus, direct voor een verkeerslicht, omdat die het meest wordt toepast. Het algoritme kent het verschil tussen rijdende fietsers, fietsers die bij groen vertrekken en ook met fietsers die door rood rijden. Het algoritme is op de vier meest voorkomende detectieconfiguraties beproefd en op enkele bijzondere locaties, met hele lage en hele hoge piekintensiteiten. De betrouwbaarheid ligt volgens Vialis gemiddeld over alle validatiemetingen op 101%, dit betekent dat het aantal berekende fietsers gemiddeld met maar 1 procent wordt overschat.



Een warmtesensor kan ook groepen fietsers waarnemen.



Geen verkeerslichten

Verschillende gemeenten hebben de laatste tijd onderzocht of er locaties zijn waar verkeerslichten kunnen worden verwijderd. En soms lijkt dat inderdaad een oplossing. Steden als Utrecht, Breda en Antwerpen schakelden de verkeerslichten eerst tijdelijk uit. Voetgangers en fietsers moesten daar wel aan wennen, maar de doorstroming voor zowel het doorgaande autoverkeer als voor het fietsverkeer verbeterde soms aanzienlijk.

Ook Amsterdam onderzoekt de mogelijkheden om de doorstroming van fietsers te bevorderen. Een proef met het uitschakelen van de verkeerslichten op het Alexanderplein pakte tot nu toe positief uit. Het Alexanderplein is een van de drukke fietskruispunten in de stad. Met name tijdens de ochtendspits zijn er lange fietswachtrijen. Op het plein zijn als proef de verkeerslichten in mei van dit jaar eerst twee weken uitgezet. Toen dat geen problemen leek te geven, is de proef verlengd. De kruising is voor en tijdens de proef met videocamera's in de gaten gehouden. Daarbij bleek dat het aantal conflicten wanneer de lichten zijn uitgeschakeld nauwelijks hoger is dan met de lichten in werking. Ernstige conflicten zijn zowel in een nulmeting als tijdens de proef nauwe-



Op het Alexanderplein in Amsterdam fietst het vlotter door, na uitschakeling van de verkeerslichten.

lijks geconstateerd.

In de nulmeting is roodlichtnegatie, naast geen voorrang verlenen, een belangrijke oorzaak van het ontstaan van conflicten. Tijdens de proef is geen voorrang verlenen veruit de belangrijkste conflict oorzaak. Maar op basis van de conflictobservatie concludeert DTV, die het onderzoek uitvoerde, dat het uitschakelen van de verkeerslichten op het Alexanderplein niet of nauwelijks van invloed is op de objectieve verkeersveiligheidssituatie.

Uit camerabeelden komt naar voren dat de doorstroming beter wordt na uitschakeling. Op het drukste moment van de ochtendspits (8:45-9:00 uur) zijn er bijna 1.000 fietsoversteekbewegingen.

Met verkeerslichten aan maakt 61% van de fietsers geen stop bij het kruispunt omdat het licht op groen staat (50%) maar ook tijdens rood (11%). Zodra de lichten uitstaan hoeven fietsers minder vaak en minder lang te wachten. Het aantal wachtenden halveert in de ochtendspits. In het drukste kwartier komt dit neer op circa 160 fietsers. Ook in andere periodes zijn er sterk positieve resultaten voor de doorstroming. Van de fietser vindt 48 procent dat de lichten uit moeten blijven, 31 procent is niet zeker en 19 procent vindt dat de lichten weer aan moeten. Er wordt nog besloten of de verkeerslichten definitief worden verwijderd.

Met een app op zak springt het fietslicht automatisch op groen.

Fietser regelt het zelf



Met een smartphone op zak kun je als het aan Siemens ligt in de toekomst je eigen groene golf realiseren. Het idee is dat de fietser de SiBike app installeert op zijn smartphone. Middels gps wordt de positie van de fietser vastgesteld, zijn snelheid en de richting. Zo wordt gecontroleerd of de fietser een virtueel 'triggerpoint' passeert. Is dat het geval, dan zendt de telefoon een signaal naar de verkeersregelaar. Die zet vervolgens het licht als het even kan op groen voor de fietser of verlengt de groentijd. In de simulatie werkt het idee in ieder geval, aldus Siemens. In de Duitse stad Marburg is het systeem voor het eerst op bescheiden schaal getest. Op een traject van 700 meter konden 15 proefpersonen het uitproberen. Op het traject bevonden zich 6 kruispunten, waarbij fietsers gewoonlijk gemiddeld drie keer moesten stoppen. Na installatie van de app daalde het aantal stops met 30 procent.

Groene golf voor fietsers

Groene golven voor fietsers zijn niet nieuw. Maar het onderling afstemmen van groentijden op achtereenvolgende kruispunten is in de praktijk vaak niet mogelijk, onder meer vanwege het wisselende (snelheids)gedrag van fietsers. Wel zie je steeds vaker opstellingen waarbij de fietser informatie krijgt over de snelheid waarmee hij moet rijden om bij het eerstkomende verkeerslicht bij groen te arriveren.

Al in 2005 werd zo'n systeem geïnstalleerd in het Deense Odense, later volgde ook Kopenhagen. Meelopende ledlampjes langs de weg geven aan hoe hard of zacht je moet rijden om het groene licht mee te pakken. In Nederland experimenteerde Springlab vorig jaar in Utrecht met een proefopstelling van een soortgelijk systeem in de vorm van een lichtslang met

meelopende lichtjes. Tot een definitieve installatie kwam het echter niet. Inmiddels is er nieuwe versie van de 'Light Companion'. Die detecteert de snelheid van individuele fietsers op 120 meter afstand voor het verkeerslicht. Een paal 100 meter voor het verkeerslicht geeft vervolgens een snelheidsadvies. De opzet is in de praktijk beproefd in Utrecht bij een verkeerslichteninstallatie op de Kardinaal de Jongweg en adviesbureau Movares heeft de opstelling in een simulatiemodel bekeken. Daar komt uit dat zo'n snelheidsadvies leidt een halvering van de verliestijd en 40 procent minder stops. Voor de auto heeft dit wel tot gevolg dat de verliestijden met 40 procent toenemen. De toename van het aantal stops blijft beperkt tot 10 procent. Jan-Paul de Beer van Springlab: 'De verliestijden voor de auto zitten in het feit dat de

De 'Light Companion' detecteert de snelheid van de fietser en geeft tijdig een snelheidsadvies.



fietsers al op 120 meter gedetecteerd worden. Om dan een betrouwbaar advies mogelijk te maken is een vaste groencyclus geprogrammeerd in de regeling voor de fietsers om te kunnen garanderen dat ze inderdaad groen krijgen. Bij een starre regeling is dit niet nodig en zijn er geen verliestijden voor de auto.' Bij twee groenfasen is de winst voor fietsers beperkt, ongeveer 10 procent, maar dat geldt ook voor het overige verkeer. De Beer: 'Eindhoven gaat de nieuwe variant van het concept een aantal maanden testen met ons. Het onderzoek moet uitwijzen of het systeem een toegevoegde waarde heeft voor fietsers. Ook gaan we onderzoeken hoe we de installatie zo kunnen afstellen dat hij ook goed kan functioneren op een vraaggestuurde regeling. Hierbij zal er zeer waarschijnlijk ook geëxperimenteerd worden met warmtecamera's om grotere groepen te kunnen detecteren.'



Lichtjes in de stoeprand geven de ideale snelheid aan om bij groen aan te komen.

Volggroen

De gemeente Leiden en Vialis zijn al wat verder. Een aantal jaar geleden heeft het bedrijf samen met de gemeente Enschede "volggroen" geprogrammeerd en uitgetest. Recentelijk is een dergelijk systeem aangebracht op de kruising Langegracht-Klokpoort in Leiden. Helderer ledjes zijn om de 2,5 meter geïntegreerd in een natuurstenen band langs het fietspad. Ze springen aan zodra een fietser de lussen op afstand passeert en het groene licht kan halen. Door het aflopen van de ledjes weet de fietser hoe hard hij moet fietsen. Er volgt nog een onderzoek naar de beleving van fietsers van volggroen.

Nieuwe detectieconfiguratie voor fietsers om snelheden te meten

Een veel voorkomend probleem bij lussen in het fietspad is dat deze niet gezien worden door de regelautomat. In opdracht van de gemeente Leiden testte Vialis een aantal lusconfiguraties waaronder de traditionele rechte lus en de schuine lus. Uit het onderzoek bleek dat fietsers bij de schuine of rechte lus niet werden gezien als zij door het midden van de lus reden. Dat maakt snelheidsmetingen onbetrouwbaar.

In Leiden is daarom gekozen voor een schuine koplus, een langere lus voor de afwikkeling van de wachtrij en een recht overlappend verwegluspaar (zie figuur). Bij die laatste configuratie liggen de lussen door elkaar. De kans dat je dan een snelheid kunt meten is zo vele malen groter. Alle lussen bestaan uit segmenten van 70 cm breed. Het aantal segmenten is daarmee afhankelijk geworden van de breedte van de fietsopstelstrook.

De overlap bij het verwegluspaar wordt nog door Vialis in de praktijk onderzocht op effectiviteit. Maar het lijkt nodig om snelheden goed te meten om daarmee flexibele hiaattijden mogelijk te maken voor het verlengen van de groentijd. Binnen de gemeente 's-Hertogenbosch is Vialis verder gegaan met deze fietsconfiguraties. Op een kruising, waar grote groepen schoolgaande fietsers oversteken, is het met behulp van de vernieuwde lusconfiguratie en aangepaste software mogelijk om het groen lang genoeg vast te houden om deze fietsers allemaal een veilige overstek aan te bieden. In de rustigere uren bewijzen de verweglussen die snelheid meten hun waarde doordat de snelheid van de fietsers mee wordt genomen in het vasthouden van het groen. Een brommer heeft minder lang nodig om de afstand te overbruggen dan een elektrische fiets of een bakfiets.



Door de snelheid van fietsers te meten, is het verkeerslicht tijdig naar groen te schakelen.