



# Handreiking Fiets Peloton Module (FPM)

Datum: 1 juli 2024

## Wat is FPM

De Fiets Peloton Module (FPM) is een (CCOL-)module voor een intelligente verkeersregelinstallatie (iVRI) voor het detecteren en afwikkelen van een peloton fietsers. Het doel van de FPM is om een peloton fietsers te detecteren en het peloton zonder stoppen door groen te laten fietsen.

## Wat levert FPM op

	Stops	Wachttijd
 Effecten voor de fietsers*	<b>-15 tot -30%</b>	<b>-20 tot -45%</b>
 Effecten voor het overige verkeer**	<b>0 tot +10%</b>	<b>0 tot +10%</b>

\*Afname stops voor fietsers op basis van simulatieresultaten van de vier pilotlocaties. In de praktijk blijkt het aantal stops voor fietsers niet goed meetbaar met enkel logbestanden van de verkeerslichtenregeling. Afname wachttijd is wel op basis van praktijkresultaten. Uit de praktijk blijkt ook dat circa 40 tot 60% van de fietsers op de betreffende richting profiteren van de FPM.

\*\*Uit zowel de praktijk- als simulatieresultaten blijkt dat de effecten op het overige verkeer gering zijn. Sommige richtingen profiteren (parallel aan FPM) terwijl conflicterende richtingen een beperkte toename in stops en wachttijd laten zien.

## Aanleiding

Veel wegbeheerders hebben de ambitie om meer voor het fietsverkeer te betekenen, onder andere bij verkeerslichten. De iVRI biedt de wegbeheerder een gereedschap om meer voor fietsers te doen. De meerwaarde van de iVRI zit in het 'connected' zijn van verkeersdeelnemers via communicatie in de iVRI-dataketen. Hierdoor kan de regeling meer informatie over het aankomende verkeer verkrijgen met het doel om de verkeersafwikkeling te optimaliseren. Ook bestaat de mogelijkheid tot het prioriteren van doelgroepen en informeren van weggebruikers. Fietsers hebben echter beperkt de mogelijkheid om zich 'connected' door het verkeer te bewegen. Fietsapps bieden deze mogelijkheid wel, maar de dekkingsgraad is veel lager dan de dekkingsgraad van gemotoriseerd verkeer met andere apps. De FPM maakt daarom gebruik van aanvullende wegwagkantsystemen om (via de iVRI-dataketen) het aandeel 'connected' fietsers te verhogen.

## Handreiking

Deze handreiking beschrijft de stappen die de wegbeheerder kan doorlopen om te bepalen of de FPM meerwaarde heeft op een locatie en zo ja, de FPM en de bijbehorende componenten zoals de sensor op straat te zetten en goed te laten functioneren. De (regelkundige) werking van de FPM is beschreven in de functionele specificatie. Vijf stappen staan bij de handreiking centraal:

1. Locatie: één of meerdere iVRI's die geschikt zijn voor de FPM.
2. Hardware: een sensor die het aantal fietsers kan tellen en de snelheid kan meten.
3. Software: de software is open-source.
4. Inregelen: de frequentie van prioriteit kan per periode verschillen.
5. Evaluatie: het effect van de FPM evalueren.

## Extra informatie

Extra informatie kan bij DTV worden opgevraagd via [info@dtv.nl](mailto:info@dtv.nl), waaronder de laatste versie van de software, de functionele specificatie van de FPM en de memo over de evaluatie FPM van SmartwayZ.NL.

## 1 Locatie

De FPM kan in principe bij elke iVRI geïmplementeerd worden. De FPM is een module met als doel het prioriteren van fietsverkeer bij verkeerslichten. De aanrijroute naar de iVRI waar de FPM geïmplementeerd wordt, moet wel voldoen aan onderstaande eisen.

### Eis: bevorderen van fietsverkeer is wenselijk en mogelijk



De FPM moet in ieder geval op een locatie worden toegepast, waar het bevorderen van fietsverkeer wenselijk is en op het eerste gezicht ook mogelijk is. Heeft de fietser op een bepaalde locatie al een lage wachttijd, dan is het wellicht meer wenselijk om de FPM toe te passen op kruispunten waar de wachttijden hoger zijn. Bij het beantwoorden van de vraag of het prioriteren van fietsverkeer mogelijk is bij een geregeld kruispunt, is een eerste indicatie de huidige belasting van het kruispunt. Het is in ieder geval noodzakelijk dat er enige regelruimte aanwezig is om doelgroepen te prioriteren. Het gaat om de regelruimte tijdens de drukste fietsuren. Wanneer de fietsspits niet samenvalt met de autospits is mogelijk meer regelruimte aanwezig.

### Eis: fietsers rijden 140 meter tot de stopstreep ongehinderd op eigen infrastructuur



Onder eigen infrastructuur wordt verstaan: een vrijliggend één- of tweerichtingenfietspad of een fietsstrook naast het autoverkeer. Dit is belangrijk omdat de snelheid van elke fietser niet beïnvloed moet worden door het overige (auto)verkeer dat eventueel in een wachtrij staat.

Ongehinderd wil zeggen dat fietsers op de aanrijroute geen voorrang hoeft te verlenen, maar via het fietspad of de fietsstrook in principe met constante snelheid de iVRI kunnen bereiken. Grote variaties in de snelheid brengen een hogere mate van onzekerheid met zich mee in de berekening van de verwachte aankomsttijd bij de iVRI.

### Eis: minimaal 200 fietsers per drukste uur



Bij het kiezen van een geschikte locatie kan een beleidsmatig belangrijke fietsroute gekozen worden. Over de betreffende aanrijroute moeten wel minimaal 200 fietsers in het drukste uur rijden. Hiermee is de kans op pelotonvorming voldoende groot. Bij een lagere intensiteit komen onvoldoende pelotons voor. Een maximumintensiteit is er in principe niet. Tijdens de pilotfase is getest op locaties met uiteenlopende intensiteiten, van circa 100 fietsers in het drukste uur tot 600 fietsers in het drukste uur. Vanaf 200 fietsers per drukste uur zijn duidelijke positieve effecten voor het fietsverkeer waarneembaar. Zijn er in de daluren minder dan 200 fietsers per uur dan kan de minimale pelotongrootte verlaagd worden tot bijvoorbeeld 2 fietsers en in de nachtelijke uren tot 1 fietser.

## Eis: minimaal 70% van de fietsers gaat rechtdoor



Voor de aanrijroute moet worden nagegaan welke mogelijkheden er zijn voor fietsers om af te slaan voordat de betreffende signaalgroep bereikt wordt. Bij veel VRI's is het voor fietsverkeer mogelijk om vlak voor de stopstreep naar rechts af te slaan. Of de fietser verlaat de aanrijroute al op een grotere afstand voor de stopstreep en slaat af naar een zijstraat. Van de fietsers die op 140 meter voor de stopstreep rijden, moet minimaal circa 70% rechtdoor rijden en de fietsoversteek bij de VRI gebruiken. Hiermee is de kans groot dat de prioriteit door (een deel van) het peloton benut wordt.

## Wens: de aanrijroute ligt niet op een helling



Een helling (zowel stijgend als dalend) beïnvloedt de snelheid van fietsers. Dit brengt een hogere mate van onzekerheid met zich mee in de berekening van de verwachte aankomsttijd bij de iVRI. Indien wel een helling aanwezig is, kan de snelheid gecorrigeerd worden aan de kant van de sensor. Meer hierover bij stap 4.

## Wens: monitoring fietsstromen



Onderdeel van de FPM is een sensor die fietsers telt en de snelheid meet (zie Hardware). Een extra bijkomstigheid van de implementatie van FPM is het verkrijgen van inzicht in fietsstromen gedurende de dag. Afhankelijk van de keuze en plaatsing van de sensor kunnen mogelijk ook andere verkeersdeelnemers dan fietsers geteld worden op het betreffende wegvak.

## Wens: simulatie van het kruispunt



Het simuleren van het kruispunt met Vissim wordt aanbevolen om de regeling met FPM te testen. Een simulatie is met name aanbevolen wanneer twijfels aanwezig zijn over de mate van regelruimte bij een kruispunt. Met realistische verkeersintensiteiten kan het simulatiemodel een eerste inzicht geven in de werking en effecten op het fietsverkeer en overige verkeer.

## 2 Hardware

De hardware van de FPM bestaat in de basis uit een intelligente verkeersregelininstallatie (iVRI) met een wegkantsysteem (hierna sensor genoemd). Een voorbeeld van een geschikte sensor is een camerasysteem, radarsysteem of een ander soort systeem dat in ieder geval aan onderstaande eisen voldoet.

## Eis: de verkeersregelininstallatie is een iVRI



De verkeersregelininstallatie waarbij FPM wordt toegepast is een iVRI<sup>1</sup>. De FPM werkt op basis van CAM-berichten conform de UDAP keten. Dit houdt in dat data ontsloten wordt via UDAP. Een CAM-bericht bevat de locatie, snelheid en rijrichting van een weggebruiker. De iVRI kan een CAM-bericht ontvangen. In de verkeersregelapplicatie wordt vervolgens

<sup>1</sup> Het is ook mogelijk om de FPM toe te passen bij een reguliere VRI. Wel zijn dan aanvullende voorzieningen en ontwikkelingen nodig om de CAM-berichten op een andere wijze te ontsluiten naar de applicatie.

bepaald of er sprake is van een peloton fietsers en zo ja, of prioriteit wordt toegekend aan het peloton. Omdat nog zeer weinig fietsers 'connected' zijn, is voor de inwinning van de CAM-berichten een extra sensor noodzakelijk.

## Eis: CAM-data is ontsloten via UDAP



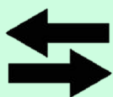
De leverancier van de sensor heeft toestemming om data te ontsluiten via UDAP. De sensor stuurt per individuele fietser een CAM-bericht via UDAP naar de iVRI. Met een tijdsinterval van maximaal één seconde verstuurt de sensor volgende CAM-berichten voor de betreffende fietser, totdat de fietser een gewenste locatie heeft bereikt. De verzonden CAM-berichten van de sensor zijn te onderscheiden van andere CAM-berichten, bijvoorbeeld van fietsapps op basis van het type van de bron in het CAM-bericht. De FPM kan zó ingesteld worden dat er alleen gebruik wordt gemaakt van CAM-berichten van de sensor, om dubbele CAM-berichten voor een en dezelfde fietser te voorkomen. Andere vormen van fietsprioriteit op het kruispunt met bijvoorbeeld fietsapps dienen (in ieder geval voor de te beïnvloeden richting met de FPM) vooralsnog waarschijnlijk te worden uitgeschakeld.

## Eis: de sensor kan een fietser onderscheiden van andere verkeersdeelnemers



Op een fietspad kunnen andere verkeersdeelnemers dan fietsers aanwezig zijn, zoals voetgangers of invalidevoertuigen, vaak met een lagere snelheid dan de fietsers. Om nauwkeurig een peloton fietsers te kunnen bepalen, moet de sensor een fietser kunnen onderscheiden van andere verkeersdeelnemers. Sommige sensors hebben ook de mogelijkheid om bromfietsers en scooters van fietsers te onderscheiden, maar dit is niet noodzakelijk.

## Eis: de sensor kan de snelheid en rijrichting van iedere fietser bepalen



De snelheid van elke fietser speelt een cruciale rol in het bepalen of er wel of geen peloton bij de stopstreep wordt gevormd. De sensor is geijkt en stelt voor elke fietser de snelheid nauwkeurig vast. Ook is het belangrijk dat de rijrichting kan worden bepaald. Dat geldt ook bij een éénrichtingsfietspad vanwege spookfietsers.

## Wens: locatie van de sensor



Het heeft de voorkeur dat de sensor op circa 140 meter voor de stopstreep fietsers kan detecteren en de snelheid kan meten. Afhankelijk van de soort sensor kan het detectieveld nog doorlopen tot circa 100 meter voor de stopstreep. Van deze locatie kan echter licht afgeweken worden. Het kan zijn dat het zicht op het fietspad ergens wordt afgeschermd door een obstakel, bijvoorbeeld begroeiing, een bushalte of vracht/busverkeer dat op een naastgelegen rijbaan rijdt. Ook speelt de grootte van het kruispunt een rol. Bij een klein kruisingsvlak zijn de ontruimingstijden lager dan bij een groter kruisingsvlak. In ieder geval dient de sensor ergens tussen 100 en 160 meter voor de stopstreep de fietsers te detecteren. Een sensor dichterbij geeft meer kans op een te laat startgroen omdat het kruisingsvlak nog niet ontruimd is. Met een sensor op grotere afstand worden de fouten in de extrapolatie van de snelheid weer groter, met mogelijk meer onbenut groen tot gevolg.

## 3 Software

De software van de FPM is open-source en maakt gebruik van CCOL. De FPM wordt als onderdeel van de regelapplicatie ingeladen bij de iVRI. De wijziging bevat ook extra output in de logbestanden van de iVRI en een aangepast kruispuntplaatje, zodat het functioneren van FPM altijd kan worden gecontroleerd.

### Laatste versie van de software

De laatste versie van de software kan wordt opgevraagd bij DTV: [info@dtv.nl](mailto:info@dtv.nl)

### Werking van de software

Het doel van de FPM is om een peloton fietsers te herkennen en zonder stoppen door groen te laten fietsen. Een peloton is gedefinieerd als een X-aantal fietsers binnen een Y-aantal seconden. Initieel is het uitgangspunt dat er sprake is van een peloton als drie fietsers binnen zes seconden worden gedetecteerd. Zowel het aantal fietsers als de tijdsperiode is instelbaar en kan afhankelijk zijn van de verkeersintensiteiten en/of klokperiodes.

Het detecteren van de individuele fietsers vindt plaats in het detectiegebied. Het vaststellen van het fietspeloton vindt plaats in het interessegebied. Dit interessegebied ligt dicht bij de stopstreep. Immers, het is de bedoeling dat er prioriteit gegeven wordt aan fietsers die ter hoogte van de stopstreep een peloton vormen (en niet alleen in het detectieveld). Hierdoor hoeft geen rekening te worden gehouden met pelotondiffusie (door het verschil in snelheid tussen de fietsers). Het interessegebied is een gebied voor de stopstreep waarin het peloton zich moet vormen. Het interessegebied wordt uitgedrukt in seconden rijtijd en is instelbaar.

Iedere individuele fietser wordt op grote afstand gedetecteerd. Van iedere fietser wordt iedere seconde een CAM-bericht verstuurd. De CAM-berichten van de fietsers van de sensor komen bij de applicatie binnen in een buffer. Hierin staat continu een actueel overzicht van het meest recente CAM-bericht per fietser. De snelheden uit deze CAM-berichten geven een voorspelling van de vorming van een peloton binnen het interessegebied. Bij een detectiegebied dat niet doorloopt tot de stopstreep, gebeurt dit op basis van geëxtrapoleerde posities van fietsers waarbij de snelheid constant wordt verondersteld. Op een grotere afstand voor de stopstreep worden fietsers gedetecteerd, in het detectiegebied. De groep fietsers voldoet alleen aan de definitie van een peloton als ze binnen het interessegebied een peloton vormen. Zodra dat het geval is, gaat de regeling de prioriteit toekennen aan het peloton. In de software van de FPM staan vijf stappen centraal:

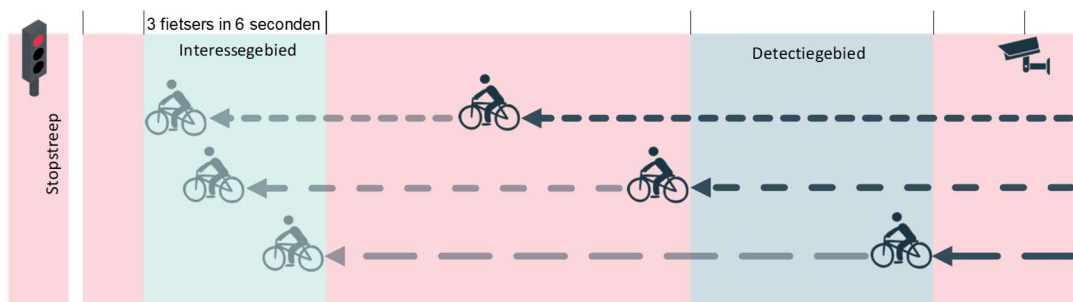
Stap 1: vaststellen peloton

Stap 2: vaststellen prioriteitssoort

Stap 3: starten van de groenfase op basis van eerste fietser in het peloton

Stap 4: verlengen van de groenfase tot laatste fietser in het peloton bij de afstandslus (indien aanwezig)

Stap 5: beëindigen van de groenfase bij laatste fietser op basis van de gebruikelijke hiaatmeting op de afstandslus (indien aanwezig)



*Figuur: Het voorspellen van een peloton in het interessegebied. Op het moment dat de derde fietser is gedetecteerd en is vastgesteld dat deze samen met de andere twee fietsers in het interessegebied een peloton vormt, gaat de regeling de prioriteitsingreep voorbereiden.*

## 4 Inregelen

Nadat het volledige FPM-systeem (iVRI, sensor en iVRI-regelprogramma met FPM-uitbreiding) is geïnstalleerd, kan de technische en functionele werking worden getest.

### Eis: inbedrijfsstelling van de systemen



De eerste stap is het functioneel werkend krijgen van de FPM. Daarbij moeten een aantal controles worden uitgevoerd, bijvoorbeeld:

- Komen er CAM-berichten binnen in het regelprogramma?
- Wordt het laatste CAM bericht verklikt op het kruispuntplaatje en klopt de snelheid en afstand tot de stopstreep van elke fietser?
- Wordt een peloton goed bepaald?
- Werkt de prioriteitsverlening correct?
- Wordt het gegeven groen goed benut?

### Eis: bepalen van ideale pelotongrootte over de dag



Default wordt prioriteit gegeven aan peloton van drie fietsers in zes seconden. In de praktijk blijkt dat het bepalen van de juiste pelotongrootte voor elke locatie maatwerk is. In de spits heeft een prioriteitsingreep wellicht meer effect op het overige verkeer, terwijl buiten de spits wellicht meer prioriteitsingrepen mogelijk zijn. Met de logbestanden van de regeling kan worden bepaald hoeveel prioriteitsingrepen in een tijdsperiode zijn voorgekomen en wat de bijbehorende pelotongroottes waren. Door de frequentie van verschillende pelotongroottes uit te zetten tegen de tijd, wordt inzicht verkregen in de hoeveelheid prioriteitsingrepen over de dag. Op basis van deze analyse kan per tijdsperiode een ideale pelotongrootte bepaald worden. Deze analyse vindt bij voorkeur in de eerste week na inbedrijfsstelling plaats. Voor een kwalitatief goede analyse zijn minimaal 3 dagen nodig. Neem hierbij één dinsdag of donderdag, één weekenddag en één overige dag. Bij voorkeur zijn dit dagen met goed fietsweer.

### Optioneel: bepaal snelheidscorrectie



Het is mogelijk dat fietsers op de aanrijroute naar het verkeerslicht te maken krijgen met externe factoren die voor snelheidsverandering zorgen. Een voorbeeld is een helling (>2%) of scherpe bochten in de aanrijroute. Dan kan het zijn dat de gemeten snelheid ter hoogte van de sensor niet representatief is voor de rest van de aanrijroute. Het kan zijn dat fietsers structureel langzamer of sneller rijden. De berekening voor het bepalen van start- en eindgroen komt dan niet meer overeen met de werkelijkheid, omdat het peloton juist eerder of later aankomt. Een oplossing is om aan de zijde van de sensor een structurele snelheidscorrectie door te voeren voor iedere fietser, bijvoorbeeld 20% hoger of lager.

## 5 Evaluatie

Wanneer de FPM minimaal een aantal maanden succesvol heeft gefunctioneerd en de resultaten op het eerste gezicht positief zijn, kan geëvalueerd worden. Een evaluatie is niet noodzakelijk, maar geeft wel inzicht in hoeverre de wachttijd of het aantal stops is afgenomen voor het fietsverkeer bij de betreffende signaalgroep waar FPM is geïmplementeerd.

### Optioneel: 0-meting en 1-meting



Een 0-meting is noodzakelijk om de wachttijd en stops voor fietsers in de huidige situatie zonder FPM te bepalen.

Een 1-meting is noodzakelijk om de wachttijd en stops voor fietsers in de situatie met FPM te bepalen.

Voor een eerlijke vergelijking dienen beide periodes gedurende een grotendeels vergelijkbare situatie te worden uitgevoerd. Let hierbij op de weersomstandigheden, seizoen, verkeersomleidingen en eventuele vakantieperiodes in verband met de (fiets)intensiteiten.

### Optioneel: bepalen van het aantal stops



In de praktijk blijkt het aantal stops voor fietsers met output van de regeling niet of zeer lastig te bepalen, terwijl minder stops het belangrijkste doel van de FPM is. Voor een gedegen evaluatie is de aanbeveling om te werken met een tijdelijke cameraobservatie waarbij de situatie ter hoogte van de stopstreep in kaart wordt gebracht. Hiermee kan nauwkeurig het aantal stops worden bepaald.

### Optioneel: bepalen van de wachttijd



De wachttijd per fietser kan met output van de regeling bepaald worden. Met de cameraobservatie kunnen de resultaten gecontroleerd worden.

### Optioneel: bepalen van het effect op het overige verkeer



Zorg voor het goed inregelen van de FPM op straat. Dit is belangrijk om de verkeersveiligheid, doorstroming en geloofwaardigheid van de verkeerslichtenregeling te garanderen. Gebruik hiervoor ook de V-Log analysemogelijkheden om een breder beeld te krijgen dan alleen een korte observatie.

## Contact

Extra informatie kan bij DTV worden opgevraagd via [info@dtv.nl](mailto:info@dtv.nl), waaronder de laatste versie van de software, de functionele specificatie van de FPM en de memo over de evaluatie FPM van SmartwayZ.NL.